

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**GEOGRAFIA DE PAISAGEM E PERFIL SANITÁRIO DE BOVINOS  
CURRALEIRO PÉ-DURO CRIADOS NOS BIOMAS CERRADO E  
CAATINGA**

Joyce Rodrigues Lobo  
Orientadora: Profa Dra Maria Clorinda Soares Fioravanti

GOIÂNIA  
2018

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES  
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico:      ☐ Dissertação      ☒ Tese

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

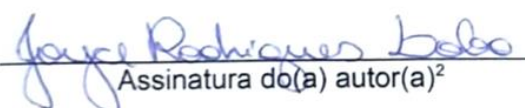
Nome completo do autor: Joyce Rodrigues Lobo

Título do trabalho: **GEOGRAFIA DE PAISAGEM E PERFIL SANITÁRIO DE BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO CRIADOS NOS BIOMAS CERRADO E CAATINGA**

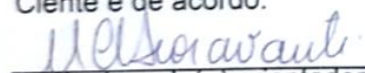
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ SIM      ☐ NÃO<sup>1</sup>

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

  
Assinatura do(a) autor(a)<sup>2</sup>

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)<sup>2</sup>

Data: 28 / 02 / 2018

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

<sup>2</sup> A assinatura deve ser escaneada.

JOYCE RODRIGUES LOBO

**GEOGRAFIA DE PAISAGEM E PERFIL SANITÁRIO DE BOVINOS  
CURRALEIRO PÉ-DURO CRIADOS NOS BIOMAS CERRADO E  
CAATINGA**

Tese apresentada para obtenção  
do título de Doutora em Ciência  
Animal junto à Escola de  
Veterinária e Zootecnia da  
Universidade Federal de Goiás

**Área de concentração:**  
Patologia, clínica e cirurgia  
animal

**Orientadora:**

Profa Dra Maria Clorinda Soares Fioravanti

**Comitê de orientação:**

Profa Dra Concepta MacManus Pimentel - UnB

Profa Dra Eliandra Maria Bianchini Oliveira - IFGoiano

GOIÂNIA  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Lobo, Joyce Rodrigues

GEOGRAFIA DE PAISAGEM E PERFIL SANITÁRIO DE BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO CRIADOS NOS BIOMAS CERRADO E CAATINGA [manuscrito] / Joyce Rodrigues Lobo, Maria Clorinda Soares Fioravanti, Concepta Margaret McManus Pimentel. - 2018. xix, 86 f.

Orientador: Profa. Dra. Maria Clorinda Soares Fioravanti; co orientadora Dra. Concepta Margaret McManus Pimentel; co-orientador Dr. Eliandra Maria Bianchini Oliveira.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia (EVZ), Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Goiânia, 2018.

Bibliografia.

Inclui siglas, mapas, abreviaturas, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Clima. 2. infecções reprodutivas. 3. raça local. 4. savanas. 5. sorologia. I. Fioravanti, Maria Clorinda Soares. II. Pimentel, Concepta Margaret McManus. III. Fioravanti, Maria Clorinda Soares, orient. IV. Pimentel, Concepta Margaret McManus, co-orient. V. Título.

CDU 639.09

ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



ATA NÚMERO **252** DE DEFESA DE TESE DE **DOUTORADO** DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL DA ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS, REALIZADA POR **Joyce Rodrigues Lobo**. Às **08h30min** do dia **26/01/2018**, reuniu-se na Sala de Defesas do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, Campus II Samambaia, nesta Capital Goiânia - Goiás, a Comissão Julgadora infra nomeada para proceder ao julgamento da Defesa de Tese de Doutorado apresentado (a) pelo (a) Pós-Graduando (a) **Joyce Rodrigues Lobo**, intitulada "**Geografia de paisagem e perfil sanitário de bovinos Curraleiro Pé-Duro criados no Bioma Cerrado**", apresentada para obtenção do **Título de Doutor em Ciência Animal**, junto à Área de Concentração: **Patologia, Clínica e Cirurgia Animal** desta Universidade. O Presidente da Comissão Julgadora **Profa. Dra. Maria Clorinda Soares Fioravanti**, iniciando os trabalhos, concedeu a palavra ao (a) candidato (a) **Joyce Rodrigues Lobo** para exposição em **quarenta** minutos do seu trabalho. A seguir, o senhor Presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos Examinadores, os quais passaram a arguir o (a) candidato (a), durante o prazo máximo de **vinte** minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada a arguição, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o (a) candidato (a) **Aprovado (a) ou Reprovado (a)**:

Profa. Dra. Maria Clorinda Soares Fioravanti

*Aprovado*

APROVADO

Prof. Dr. Vincenzo Landi

Prof. Dr. Gustavo Lage Costa

*Aprovado*

Profa. Dra. Adriana Santana do Carmo

*aprovado*

Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira

*Aprovado*

Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o (a) candidato (a) **Joyce Rodrigues Lobo**, *Aprovada* [(**Habilitado (a) ou não Habilitado (a)**)] pelo(s) motivo(s) abaixo exposto(s):

---

---

---

---

---

---

---

---



ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL



A Banca Examinadora aprovou a seguinte alteração no título da tese:

*Geografia de paisagem e perfil sanitário  
de bovinos curraleiros B-Duro criados nos  
Biomas cerrado e Caatinga*

Nada mais havendo a tratar, eu **Profa. Dra. Maria Clorinda Soares Fioravanti**, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme foi por todos assinada.

Profa. Dra. Maria Clorinda Soares Fioravanti

Prof. Dr. Vincenzo Landi

Prof. Dr. Gustavo Lage Costa

Profa. Dra. Adriana Santana do Carmo

Prof. Dr. Cairo Henrique Sousa de Oliveira

*M. Clorinda Soares Fioravanti*  
*V. Landi*  
*G. Lage Costa*  
*A. Santana do Carmo*  
*C. H. Sousa de Oliveira*

Aos amores da minha vida:

*Sáudio Vieira Peixoto*

*Sáudio Peixoto Neto*

*Mateus Peixoto Lobo*

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Pelo amor que cobre as minhas fraquezas e pela fidelidade que é maior do que todos os obstáculos na minha vida. Obrigada, Deus, meu Senhor!

Pelo empenho e companheirismo em auxiliar na realização desta tese. Obrigada, Sáudio Vieira Peixoto, meu amor!

Por me perdoarem pelos vários momentos de ausência, de distância e pela falta de atenção, espero compreenderem que seria mais uma importante fase da minha vida. Obrigada, Sáudio Neto e Mateus, meus filhos amados!

Pela oportunidade e confiança em realizar este trabalho, com seus conselhos na vida profissional e pessoal. Obrigada, Maria Clorinda Soares Fioravanti, minha orientadora!

Por dispensar tempo e conhecimento na realização das análises estatísticas. Obrigada, Emmanuel Arnhold e Adriana Santana do Carmo (docentes da EVZ), Concepta McManus Pimentel e Eliandra Bianchini (co-orientadoras)!

Pelo amparo nos momentos que foram necessários durante o curso. Obrigada, ao corpo docente da EVZ-UFG, principalmente professores Naida Cristina Borges, Danieli Brolo Martins e Luiz Augusto Batista Brito!

Pelo trabalho de pesquisa realizado em campo nos estados de Goiás, Tocantins e Piauí e abastecimento do banco de dados da Rede Pró-Centro Oeste CARACTERIZAÇÃO, CONSERVAÇÃO E USO DAS RAÇAS BOVINAS LOCAIS BRASILEIRAS: CURRALEIRO E PANTANEIRO. Obrigada, aos pesquisadores das duas equipes de 2006, em especial a Raquel Soares Juliano e de 2011, todo meu apreço a Maria Ivete de Moura!

Pela ajuda essencial e amor incondicional a mim e minha família. Obrigada, Clarice (mãe), Geyce (irmã), Marilourdes (sogra), Sáudio (sogro), Deyse e Aline (cunhadas), meus familiares estimados!

Por compartilharem momentos de descontração, aprendizagem e também de frustrações durante o curso de doutorado. Obrigada, aos colegas discentes da EVZ, especialmente Juliana Moraes Dias, Thais Miranda Silva Freitas, Luanna Kim Pires Guimarães, Rayanne Henrique Santana e Vilma Ferreira de Oliveira! E aos colegas de trabalho da SECIMA, principalmente Adrienne, Elisa, Carolina, Adjane e Thalyta!

Por conceder bolsas para a formação de recursos humanos no desenvolvimento de pesquisa científicas e tecnológicas e financiamento do projeto. Obrigada, ao CNPq e Fapeg!

Agradeço imensamente!



“A verdadeira coragem é ir atrás de  
seu sonho mesmo quando todos dizem que ele é impossível.”

Cora Coralina

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                                             |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| CAPITULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAS                                                                                                                          | 1      |
| 1. Introdução                                                                                                                                               | 1      |
| 2. Revisão de literatura                                                                                                                                    | 4      |
| 2.1. Perspectiva histórica do ambiente na ocorrência de doenças                                                                                             | 4      |
| 2.2. Geografia de paisagem                                                                                                                                  | 8      |
| 2.3. Aplicação de análises multivariadas em estudos da pecuária                                                                                             | 9      |
| 2.4. Aspectos epidemiológicos de doenças infecciosas e parasitárias em bovinos                                                                              | 11     |
| 2.4.1. Brucelose                                                                                                                                            | 11     |
| 2.4.2. Leptospirose                                                                                                                                         | 12     |
| 2.4.3. Leucose enzoótica bovina                                                                                                                             | 13     |
| 2.4.4. Diarreia viral bovina                                                                                                                                | 14     |
| 2.4.5. Rinotraqueíte infecciosa bovina                                                                                                                      | 15     |
| 2.4.6. Neosporose                                                                                                                                           | 16     |
| 2.4.7. Toxoplasmose                                                                                                                                         | 16     |
| 2.5. Sistemas de produção sustentáveis                                                                                                                      | 17     |
| 2.6. O Curraleiro Pé-Duro no contexto da produção sustentável                                                                                               | 20     |
| 2.7. Justificativa                                                                                                                                          | 21     |
| Referências                                                                                                                                                 | 23     |
| <br>CAPÍTULO 2 - GEOGRAFIA DE PAISAGEM E RESPOSTAS SOROLÓGICAS A AGENTES VIRAIS, BACTERIANOS E PARASITÁRIOS EM BOVINOS CURRRALEIRO PÉ-DURO NO BIOMA CERRADO | <br>31 |
| 1. Introdução                                                                                                                                               | 32     |
| 2. Material e métodos                                                                                                                                       | 34     |
| 2.1. Área de abrangência e amostragem                                                                                                                       | 34     |
| 2.2. Exames sorológicos                                                                                                                                     | 35     |
| 2.3. Dados edafoclimáticos                                                                                                                                  | 36     |
| 2.4. Dados do censo do IBGE                                                                                                                                 | 37     |
| 2.5. Análise estatística                                                                                                                                    | 38     |
| 3. Resultados e discussão                                                                                                                                   | 39     |
| 3.1. Análise de agrupamento por UPGMA                                                                                                                       | 39     |
| 3.2. Análise discriminante                                                                                                                                  | 44     |
| 3.3. Análise de correlação canônica                                                                                                                         | 48     |
| 4. Conclusão                                                                                                                                                | 50     |

|                                                                                                                                                                           |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Referências                                                                                                                                                               | 51     |
| <br>CAPÍTULO 3 - RELAÇÃO ENTRE PAISAGEM, PRODUÇÃO PECUÁRIA E SOROPREVALÊNCIA DE ENFERMIDADES INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS DE BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO EM ÁREAS DE CERRADO | <br>55 |
| 1. Introdução                                                                                                                                                             | 56     |
| 2. Material e métodos                                                                                                                                                     | 58     |
| 2.1. Área de abrangência                                                                                                                                                  | 58     |
| 2.2. Exames sorológicos                                                                                                                                                   | 59     |
| 2.3. Dados edafoclimáticos e socioeconômicos                                                                                                                              | 60     |
| 2.4. Análise estatística                                                                                                                                                  | 62     |
| 3. Resultados e discussão                                                                                                                                                 | 63     |
| 3.1. Formação dos <i>clusters</i> por UPGMA                                                                                                                               | 63     |
| 3.2. Análise discriminante                                                                                                                                                | 72     |
| 3.3. Análise de correlação canônica                                                                                                                                       | 75     |
| 4. Conclusão                                                                                                                                                              | 78     |
| Referências                                                                                                                                                               | 78     |
| <br>CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS                                                                                                                                     | <br>84 |

## LISTA DE QUADROS

### CAPITULO 2

|          |                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| QUADRO 1 | Municípios, coordenadas geográficas, altitude e número de rebanhos e animais amostrados                                                                                                                          | 34 |
| QUADRO 2 | Valores médios dos dados obtidos da plataforma de pesquisa produzidos pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás (UFG), no período entre 2000-2006 | 36 |
| QUADRO 3 | Descrição dos dados socioeconômicos avaliados no Censo IBGE 2006                                                                                                                                                 | 38 |

### CAPÍTULO 3

|          |                                                                                                                                                                                                             |    |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| QUADRO 1 | Municípios, coordenadas geográficas, altitude e número de animais em estudo.                                                                                                                                | 59 |
| QUADRO 2 | Valores médios dos dados obtidos da plataforma de pesquisa produzidos pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás, no período entre 2000-2011. | 61 |
| QUADRO 3 | Valores médios dos dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (IMNET), do período de fundação da estação meteorológica até o ano de 2011.                                                          | 64 |
| QUADRO 4 | Dados socioeconômicos dos municípios, obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.                                                                                                    | 65 |

**LISTA DE TABELAS****CAPITULO 2**

|          |                                                                                                                                                                                                     |    |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1 | Características dos <i>clusters</i> ambientais: <i>cluster</i> 1 e 3 dados obtidos a partir de um município; <i>cluster</i> 2, 4 e 5 valores médios (desvio padrão) obtidos de mais de um município | 41 |
| TABELA 2 | Características discriminantes para os agrupamentos, compostos por dados socioeconômicos obtidos do IBGE e as prevalências de respostas sorológicas positivas                                       | 45 |

**CAPÍTULO 3**

|          |                                                                                                                                                                                 |    |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| TABELA 1 | Características dos <i>clusters</i> ambientais: valores médios (Desvio Padrão)                                                                                                  | 67 |
| TABELA 2 | Características discriminantes para os agrupamentos, compostos por dados de produção da pecuária municipal obtidos do IBGE e as prevalências de respostas sorológicas positivas | 73 |

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

- FIGURA 1 Dendograma dos *clusters*, composição: *cluster* 1 por Cuaraí/TO; *cluster* 2 por Gurupi/TO, Pirenópolis/GO e Sucupira/TO; *cluster* 3 por Formoso do Araguaia/TO; *cluster* 4 por Mambaí/GO e Lizarda/TO; e *cluster* 5 por Cavalcante/GO, Bela Vista de Goiás/GO, Leopoldo de Bulhões/GO, Planaltina de Goiás/GO, Água Fria de Goiás/GO, Faina/GO, Porangatu/GO e Porto Nacional/TO. 40
- FIGURA 2 Distribuição geográfica dos *clusters* formados por UPGMA a partir de dados ambientais 41
- FIGURA 3 Características dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás e Tocantins 42
- FIGURA 4 Características dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás e Tocantins 42
- FIGURA 5 Características sanitárias dos rebanhos dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás e Tocantins. IBR - rinotraqueíte infecciosa bovina, BVD - diarreia viral bovina 46
- FIGURA 6 Diagrama de dispersão da análise de correlação canônica. Brucelose (BRU), leptospirose (LEP), leucose enzoótica bovina (LEB), diarreia viral bovina (BVD), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), neosporose (NEO), índice de desenvolvimento humano (IDH), áreas em hectares (ha) de pastagens plantadas degradadas (APPD), número de estabelecimentos com pastagens plantadas em boas condições (EPPB), número de estabelecimentos em sistemas agroflorestais com áreas cultivadas com espécies florestais também usadas para lavouras e pastejo de animais (EFLP) 49

### CAPÍTULO 3

- FIGURA 1 Dendograma dos *clusters*. Composição: *cluster* 1 por Porto Nacional/TO, Chapada da Natividade/TO, Palmeirais/PI, Campo Maior/PI, Teresina/PI, Elesbão Veloso/PI, Oieiras/PI, Guaraí/TO e Sucupira/TO; *cluster* 2 por Monte Alegre de Goiás/GO e Mimoso de Goiás/GO; *cluster* 3 Campestre de Goiás/GO, Pilar de Goiás/GO, Pirenópolis/GO, Cavalcante/GO, Água Fria de 66



## Goiás/GO e Planaltina de Goiás/GO

|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURA 2 | Distribuição geográfica dos <i>clusters</i> formados por UPGMA a partir de dados ambientais, utilizando Google Earth                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 67 |
| FIGURA 3 | Características dos <i>clusters</i> ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 68 |
| FIGURA 4 | Características dos <i>clusters</i> ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 69 |
| FIGURA 5 | Características dos <i>clusters</i> ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 69 |
| FIGURA 6 | Características dos <i>clusters</i> ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 70 |
| FIGURA 7 | Características sanitárias dos rebanhos dos <i>clusters</i> ambientais formadas a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí. IBR - rinotraqueíte infecciosa bovina, BVD - diarreia viral bovina                                                                                                                                                                                                                                      | 73 |
| FIGURA 8 | Diagrama de dispersão da análise de correlação canônica. G1 <i>cluster</i> 1, G2 <i>cluster</i> 2, G3 <i>cluster</i> 3, BRU brucelose, LEP leptospirose, LEB leucose enzoótica bovina, BVD diarreia viral bovina, IBR rinotraqueíte infecciosa bovina, NEO neosporose, CAP efetivo de caprino, SUI efetivo de suínos, EQUI efetivo de equinos, GFFP efetivos de galos, frangas, frangos e pintos, PL produção leiteira e IDH índice de desenvolvimento humano. | 76 |

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ALT - Altitude média

APPD - Áreas em hectares (ha) de pastagens plantadas degradadas

BoHV-1 - Herpesvírus bovino tipo 1/*Bovine herpes type 1*

BLV - Vírus da leucose bovina

BOV - Efetivo de bovinos

BRU - Brucelose

BUB - Efetivo de bubalinos

BVD - Diarreia viral bovina

BVDV - Vírus da diarreia viral bovina/*Bovine viral diarrhea virus*

CAP - Efetivo de caprinos

CPD - Curraleiro Pé-Duro

EFLP - Número de estabelecimentos em sistemas agroflorestais com áreas cultivadas com espécies florestais também usadas para lavouras e pastejo de animais

EPPB - Número de estabelecimentos com pastagens plantadas em boas condições

ET - Evapotranspiração

ETN - Evapotranspiração normalizada

ETP - Evapotranspiração potencial

ETR - Evapotranspiração real

EVI - Índice de vegetação melhorado

GAL - Efetivo de galinhas

GFFP - Efetivo de galos, frangas, frangos e pintainhos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IBR - Rinotraqueíte infecciosa bovina

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (UFG)

LEB - Leucose enzoótica bovina

LEP - Leptospirose

LST - Medidas de temperatura de superfície

MUAR - Efetivo de muas

NCI - Índice de celulose

NDVI - Índice de vegetação da diferença normalizada

NDWI - Índice de estresse hídrico  
NEO - Neosporose  
OVI - Efetivo de ovinos  
TOX - Toxoplasmose  
PA - Pressão atmosférica média  
PAMA - Pressão atmosférica máxima  
PAMI - Pressão atmosférica mínima  
PL - Produção leiteira  
POG - Produção de ovos de galinha  
PRE - Precipitação  
RG - Radiação global  
SUI - Efetivo de suínos  
TEM - Temperatura média  
TMA - Temperatura máxima  
TMI - Temperatura mínima  
TPO - Temperatura média do ponto de orvalho  
TPOMA - Temperatura máxima do ponto de orvalho  
TPOMI - Temperatura mínima do ponto de orvalho  
URA - Umidade relativa do ar média  
URMA - Umidade relativa do ar máxima  
URMI - Umidade relativa do ar mínima  
VD - Direção média dos ventos  
VRM - Vento rajada máxima  
VV - Velocidade média dos ventos  
UPGMA - Agrupamento pelas médias aritméticas não ponderadas ou *Unweighted pair-group method using arithmetic averages*

## RESUMO

Análise estatística multivariada foi utilizada para agrupamentos ambientais, em Cerrado e Caatinga avaliando a relação entre prevalências sorológicas positivas para brucelose, diarreia viral bovina (BVD), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), leptospirose, leucose enzoótica bovina (LEB), neosporose e toxoplasmose de bovinos Curraleiro Pé-Duro, juntamente com dados socioeconômicos dos municípios. Resultados sorológicos foram obtidos do banco de dados da Rede Pró Centro-Oeste; socioeconômicos do IBGE e ambientais da plataforma de dados do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da UFG e Instituto Nacional de Meteorologia, em dois períodos 2006 e 2011. Variáveis ambientais foram agrupadas, posteriormente foram realizadas análise discriminante e correlação canônica. Em 2006, *cluster 1* localizou-se em área de transição Cerrado-Amazônia e associou-se as prevalências de brucelose, leptospirose, LEB, IBR e BVD; *Cluster 2* caracterizou por vegetação típicas de Cerrado e relacionou-se as prevalências de neosporose e toxoplasmose; *Cluster 3* diferenciou-se pelo estresse hídrico e apresentou os valores intermediários de prevalências; *Cluster 4* caracterizou por áreas para proteção ambiental da vegetação remanescente; e *cluster 5* constituiu-se ambiente antropizado no Cerrado. Em 2011, *cluster 1* caracterizou-se por regiões de Cerrado ricas em vegetação natural e Caatinga, mais quentes, menor pluviometria e baixas altitudes associaram-se as prevalências de LEB, IBR e BVD; *Cluster 2* regiões mais secas associadas a prevalência de neosporose; *Cluster 3* Cerrado antropizado com clima mais quente e úmido, maior pluviosidade em elevadas altitudes relacionados as prevalências de leptospirose e brucelose, na pecuária leiteira. Avaliação da paisagem na prevalência de doenças bovinas reflete aspectos histórico e socioeconômico da agropecuária.

**Palavras-chave:** clima, infecções reprodutivas, raça local, savanas, sorologia.

## ABSTRACT

Multivariate statistical analysis was used for environmental groupings in Cerrado and Caatinga evaluating the relationship between positive serological prevalences for brucellosis, bovine viral diarrhea (BVD), infectious bovine rhinotracheitis (IBR), leptospirosis, enzootic bovine leukosis (EBL), neosporosis and toxoplasmosis in bovine Curraleiro Pé-Duro, associated with socioeconomic data of the municipalities. Serological results were obtained from the Pro-Centro-Oeste Network database; socioeconomic variables of IBGE and environmental data of the Laboratory of Image Processing and Geoprocessing of UFG and National Institute of Meteorology, in two periods 2006 and 2011. Environmental variables were grouped, later was performed discriminant analysis and canonical correlation. In 2006, cluster 1 was located in the Cerrado-Amazonian transition area and were associated the prevalences of brucellosis, leptospirosis, EBL, IBR and BVD; Cluster 2 was characterized by vegetation typical of Cerrado and was related the prevalence of neosporosis and toxoplasmosis; Cluster 3 was differentiated by water stress and presented the intermediate values of prevalence; Cluster 4 was characterized by areas for environmental protection of the native vegetation; and cluster 5 constituted an anthropogenic environment in the Cerrado. In 2011, cluster 1 was characterized by Cerrado regions rich in natural vegetation and Caatinga, warmer, lower rainfall and low altitudes were associated with the prevalences of LEB, IBR and BVD; Cluster 2 in dry regions associated with the prevalence of neosporosis; Cluster 3 Cerrado antropizado with more hot and humid climate, higher rainfall at high altitudes related to the prevalence of leptospirosis and brucellosis, in dairy cattle. Evaluation of the landscape in the prevalence of bovine diseases reflects historical and socioeconomic aspects of agriculture.

**Keywords:** climate, naturalized race, reproductive infections, savanna, serology.

## **CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

### **1. INTRODUÇÃO**

A importância dos rebanhos bovinos na cadeia produtiva do agronegócio brasileiro é inquestionável, além de ocupar boa parte do território, gera para milhões de cidadãos empregos e renda. A busca por animais mais produtivos é essencial para melhorar o desempenho do sistema, entretanto os aspectos sanitários também precisam ser considerados. Desse modo raças mais resistentes ou resilientes às doenças podem reduzir as perdas por morte e melhorar a produtividade, o que minimiza os gastos de produção.

A constante vigilância sobre as condições de saúde e doença dos rebanhos bovinos é fundamental para a manutenção da produtividade animal, o que tem impacto significativo na economia de um país. O ambiente em todos os seus aspectos: social, político, histórico, econômico e principalmente o natural, é de grande importância neste contexto, pois pode favorecer ou não as condições de propagação e manutenção das enfermidades nos rebanhos animais e também no homem.

A intervenção do homem no ambiente natural tem modificado a paisagem e, como consequência, ocorre interferência na dinâmica de patógenos, vetores e hospedeiros. As pesquisas relacionadas a estas interferências e seus impactos nas modificações de ocorrência de doenças permitem o esclarecimento dos fatores de risco e estabelecem pontos de controle. Fitofisionomias brasileiras como a do Cerrado modificaram-se em favor da produção de alimentos em larga escala. Portanto fatores ambientais, socioeconômicos entre outros também devem ser avaliados em relação à frequência de doenças nos animais domésticos nessa região.

A união entre produção animal em crescente demanda e preservação do ambiente tem sido discutida mundialmente e muitas vezes considerada incompatível, assim estabelecer equilíbrio entre ambas deve ser o caminho mais assertivo. Para tanto, determinar diretrizes bem definidas nesta relação poderá fundamentar sistemas de produção sustentáveis. Uma alternativa para o uso sustentável do Cerrado passa pela caracterização das raças bovinas locais brasileiras e sua relação com o ambiente.

A criação de bovino da raça Curraleiro Pé-Duro tem sido considerada uma alternativa em sistemas sustentáveis de produção, pois são animais resistentes às condições adversas do Cerrado, principalmente no período de seca, pois a pouca oferta de alimentação, não causa impacto significativo em sua condição física e na manutenção da função

reprodutiva.

Nos sistemas de produção extensiva de bovinos faz-se necessário planejar a disponibilidade de alimentos e suplementação no período de estiagem, para que o rebanho apresente boa produtividade e conservação da função reprodutiva. Nesse aspecto muitos produtores se preparam com antecedência. No entanto, em algumas regiões do Cerrado pelas características de preservação, acessibilidade e poucos recursos financeiros devem existir alternativas disponíveis para as comunidades que realizam diferentes atividades agropecuárias e dependem dos recursos naturais, a exemplo dos quilombolas. Uma alternativa seria a criação de raças mais resistentes aos períodos de escassez alimentar.

Além da preocupação com a condição nutricional, as doenças que acometem os bovinos também se constituem em entraves na performance produtiva, o que pode gerar menor rentabilidade ao produtor. Uma forma de minimizar este efeito seria a utilização de raças resistentes ou resilientes às doenças, e neste sentido a utilização de bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro é interessante, uma vez que esta característica já é popularmente conhecida e tem sido comprovada por diferentes estudos.

Os bovinos Curraleiro Pé-Duro ainda estão em risco de extinção, por não terem representação quantitativa na pecuária nacional. Mas contam com uma rede inter-regional e multidisciplinar de pesquisa fomentada de dados que subsidiarão um modelo de exploração pecuária para o Cerrado com foco na manutenção do ecossistema, sustentabilidade e diversidade genética, denominada Rede Pró-Centro Oeste. Entre os objetivos específicos desta rede estão o apoio às associações de criadores da raça, por meio de supervisão técnica realizando o controle sanitário dos rebanhos.

A análise do perfil sanitário dos rebanhos que compõem o banco de dados da Rede Pró-Centro Oeste “Caracterização, Conservação e Uso das Raças Bovinas Locais Brasileiras: Curraleiro e Pantaneiro”, correlacionadas aos fatores sociais, econômicos, ambientais e com as características do sistema de produção foram realizadas com o objetivo de propiciar melhor embasamento científico, como suporte na formulação de programas para o controle ou mesmo erradicação de doenças em diferentes populações susceptíveis. Estudos com o objetivo de investigar os aspectos envolvidos na frequência de doenças infectocontagiosas em rebanhos bovinos com características singulares, como da raça Curraleiro Pé-Duro criados em região de Cerrado, podem criar novas perspectivas quanto às investigações epidemiológicas em outras raças e regiões.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a relação da geografia de paisagem na resposta sorológica de doenças infecciosas e parasitárias dos rebanhos de Curraleiro Pé-Duro

em áreas de Cerrado. Os resultados subsidiarão novas perspectivas para investigações epidemiológicas em enfermidades infecciosas e parasitárias como estas em outras condições de paisagem, bem como auxiliar futuros programas de seleção genética dos bovinos desta raça. O estudo da ecologia da paisagem na ocorrência de doenças pode propiciar melhor embasamento científico como suporte na formulação de políticas que visem controlar ou mesmo erradicar enfermidades em diferentes populações susceptíveis.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Perspectiva histórica do ambiente na ocorrência de doenças**

Na antiguidade clássica, para a condição de saúde e doença nas populações eram relacionadas tanto as causas naturais quanto sobrenaturais. Consideravam-se aspectos físicos do ambiente, clima, astros, animais invertebrados e vertebrados poderiam favorecer a ocorrência de enfermidades. Estas também eram frequentemente relacionadas à determinada estação do ano, ideia que fundamentou o conceito empírico de contágio<sup>1,2</sup>.

Na Idade Média, além dos fatores já estabelecidos, adicionaram-se os de cunho religioso. Entretanto, a ocorrência de grandes epidemias fez com que a ideia de contágio entre os indivíduos fosse retomada. No Renascimento houve o desenvolvimento das ciências básicas, que permitiram a realização de estudos empíricos, despertando o interesse na descoberta das matérias que provocavam o contágio, originando a teoria miasmática. A concretização dessa ideia ocorreu no século XIX como o surgimento da bacteriologia, que permitiu identificar os agentes responsáveis pelas doenças, estabelecer os mecanismos químicos de combate e a produção de vacinas<sup>1,2</sup>.

A teoria miasmática foi historicamente importante para o desenvolvimento, no mundo moderno, de um ambiente urbano sanitariamente mais adequado, pois a frequência de doenças foi associada às precárias condições higiênicas e sanitárias das comunidades da época. Essa percepção trouxe o foco para a importância da avaliação do ambiente no contexto da transmissão de doenças<sup>3</sup>.

No final do século XIX o conceito da uni causalidade foi consolidado pelo médico John Snow, um dos fundadores da epidemiologia, que modificou a teoria miasmática ao determinar a possibilidade da existência de agentes microscópicos causadores de doenças em seus estudos sobre cólera. Desse momento em diante passou-se a atribuir a ocorrência de doenças somente a existência de micróbios. Este fato prejudicou as explicações relacionadas ao ambiente e, em consequência disso, os programas de saúde pública passaram a ignorar a relação entre as doenças e os aspectos socioambientais<sup>4</sup>.

O ambiente voltou a ser abordado cientificamente com relação à ocorrência de doenças no século XX, quando a ecologia se estabeleceu como disciplina científica, fundamentando a interação entre agente e hospedeiro inseridos em um ambiente com aspectos físicos, biológicos e sociais, instituindo a teoria da multicausalidade<sup>4</sup>.

Apesar dos aspectos ambientais terem sido abordados por estudiosos desde o início do século passado, a conceituação epidemiológica clássica do ambiente o considerava como um substrato, exercendo sua influência por meio de fenômenos naturais como o clima. Sob essa perspectiva o ambiente seria inerte e invariável não participante do processo de disseminação de doenças. Esse conceito permaneceu estático, mesmo com o conhecimento de que a modificação da paisagem determinava alterações ecológicas no espaço natural de circulação dos agentes infecciosos, fenômeno conhecido como patobiocenose<sup>5</sup>.

A primeira perspectiva teórica do ambiente aplicado à epidemiologia foi realizada por Pavlovsky na década de 1930, período pós II Guerra Mundial, com o desenvolvimento da teoria dos focos naturais e a vertente ecológico-geográfica das doenças transmissíveis. Na época ocorria aumento da fronteira agrícola soviética na Ásia e, concomitantemente, surgiram doenças como a leishmaniose e encefalites por arbovírus. Foram avaliados ambientes naturais, intocados, e aqueles pós-intervenções humanas, antropizados, no qual o agente infeccioso circulava. Em virtude das rápidas transformações ocorridas no período pós-guerra, vários epidemiologistas recorriam a geografia médica, disciplina científica incluída à epidemiologia, para compreenderem o contexto epidemiológico mundial. Dessa forma, o conceito de espaço geográfico integra determinantes naturais e sociais em uma interpretação totalizadora<sup>6</sup>.

Em 1960, os estudos epidemiológicos médicos apresentavam a abordagem ecológica baseando-se na trilogia agente-hospedeiro-ambiente, além da história natural da doença. Neste momento passou-se a considerar o indivíduo doente em seu espaço geográfico, respeitando os fatores físicos (clima, hidrografia, relevo e solo), fatores sociais e humanos (religião, densidade populacional e padrão de vida) e fatores biológicos (vegetais, animais, agentes patogênicos, vetores, reservatórios, hospedeiros intermediários e definitivos). Porém, quando se praticava esta abordagem, o aspecto social ainda não recebia a atenção adequada, uma vez que se apresentava incorporado à história natural da doença, assim como aos fatores econômicos e fisiopatológicos, não avaliando o quadro sanitário sob este aspecto<sup>4</sup>.

A dimensão social que envolve a ocorrência de doenças sempre esteve implícita nos estudos epidemiológicos, como no caso dos estudos sobre cólera de Snow, ao avaliar que a transmissão direta era mais frequente para os pobres. Especialmente ao final da década de 1960, detectou-se a limitação metodológica em estudos epidemiológicos no entendimento das articulações entre os processos sociais e o processo de saúde-doença. Pois, a redução dos aspectos sociais às variáveis dos indivíduos enfraquecia a compreensão da relação de doença nas populações. Diferentes propostas surgiram considerando dimensões da natureza, econômicas e políticas na determinação do perfil epidemiológico das classes sociais. Desta

forma, poderia ser avaliada conforme as classes sociais os padrões de morbimortalidade, a produção e a distribuição de enfermidades<sup>7</sup>.

Historicamente na epidemiologia descritiva a conceituação de espaço no delineamento das doenças sempre envolveu determinantes naturais como a vegetação, latitude e topografia; entretanto, o mais importante sempre foi o clima. Este último determinante há alguns anos tem chamado a atenção em decorrência do aquecimento global, sendo agregado a outros como a degradação e a poluição ambiental e o aumento da radiação ultravioleta, que têm refletido na saúde humana, elevando a ocorrência de neoplasias e doenças infecciosas<sup>8</sup>.

A epidemiologia centra a atenção no processo de ocorrência de doenças nas coletividades, tendo como eixo de investigação o coletivo e seu comportamento. Porém, se o foco deixar de ser a coletividade e passar a ser o processo de interação desta com a natureza e, se for notado como o ambiente é transformado para sustentar a atividade econômica, se ganha com essa abordagem a perspectiva histórica da doença, essencial para a compreensão do momento em análise<sup>8</sup>.

A relação entre a ocorrência de doenças nas diferentes populações e suas respectivas paisagens tem sido feita frequentemente, desde os primórdios dos estudos epidemiológicos. Ultimamente, tem se tornado importante incluir nessas investigações os efeitos da fragmentação do habitat na prevalência de infecções dos hospedeiros, tornando assim essencial o desmembramento das diferentes paisagens com suas divergências de aspectos. Na avaliação de paisagens fragmentadas classicamente, a hipótese é de que as populações são mais susceptíveis aos patógenos e conseqüentemente apresentam maiores valores de prevalência<sup>9</sup>.

De tal maneira que para melhor compreensão da relação doença e paisagem é importante a análise do processo de formação da paisagem, pois, se trata de um processo contínuo, que admite uma visão dinâmica do processo saúde-doença. A utilização da paisagem como recurso de investigação na ocorrência de doenças muda o eixo de investigação epidemiológica e permite melhor fundamentação na evolução das doenças entre as populações susceptíveis<sup>8</sup>.

O maior determinante do processo de formação de uma paisagem é a necessidade econômica, que vai moldando o ambiente conforme as atividades exercidas pela sociedade, como a agricultura, a pecuária, a exploração mineral, o transporte de mercadorias, a construção de cidades, as indústrias diversas e a produção de energia. Não obstante, há o determinante histórico que promove no decorrer do tempo a sobreposição da organização espacial como pode ser percebido, por exemplo, nas paisagens históricas europeias como os

vestígios da época romana, do feudalismo, da revolução industrial e do período contemporâneo<sup>10</sup>.

Outro determinante a ser considerado na análise da paisagem que se relaciona com a ocorrência de doenças são algumas inovações tecnológicas desenvolvidas pelo homem em favor da sociedade. Entre as inovações do mundo moderno que tanto trouxeram vantagens para a sociedade como um todo está o transporte aéreo, cada vez mais rápido e podendo percorrer longas distâncias. Essa tecnologia aproxima as populações de diferentes continentes. Por outro lado, mais particularmente considerando os aspectos sanitários, apresenta-se como desvantajoso ao proporcionar também o transporte entre continentes de agentes causadores de doenças, seja na forma de vetor ou de portador humano ou animal de doenças infecciosas e parasitárias, disseminando-as em diferentes regiões geográficas<sup>4</sup>.

Nos últimos anos, têm sido motivo de investigação e preocupação sanitária as doenças emergentes, aquelas novas ou que já existiam e têm sua incidência aumentada, bem como as doenças reemergentes, aquelas que anos atrás foram erradicadas e têm ressurgido. No Brasil, a preocupação com estas doenças é maior, pois o país possui uma imensa biodiversidade, sendo degradada, especialmente em decorrência da expansão agropecuária sentido áreas naturais. Proporciona assim, o contato entre as populações humanas e seus animais domésticos com as populações de animais silvestres no seu habitat. Esse contato colabora na disseminação de agentes infecciosos e parasitários para novos hospedeiros e ambientes, além da possibilidade de introdução destas doenças por meio de transporte entre continentes como no caso do transporte aéreo<sup>11</sup>.

Os aspectos anteriormente citados enfatizam a importância do estudo da paisagem de forma científica, de modo a conferir embasamento teórico analítico e tecnicamente confiável, para produzir influência nas decisões de políticas públicas efetivas no controle sanitário de doenças. Assim como, em políticas para o uso dos recursos naturais em função do desenvolvimento econômico. Desse modo é necessária a identificação dos fatores impostos pelo homem ao meio ambiente que interferem na dinâmica da paisagem, para que o conhecimento existente não seja insuficiente e empírico, ao contrário, que seja denso o bastante para permitir a fundamentação de leis que buscam a definição das relações de causa e efeito no ambiente<sup>16</sup>. O desmembramento dos fatores da paisagem envolvidos na ocorrência de doenças apresenta-se impraticável, pois todos os determinantes que definem uma paisagem encontram-se fortemente atrelados.

As doenças que causaram grandes epidemias no mundo e foram erradicadas no passado, tiveram o papel do ambiente devidamente investigado. Atualmente, há o

reconhecimento de que se tratavam de doenças com ciclos e parasitas relativamente simples, com pouca variabilidade genética. As doenças ainda não controladas envolvem patógenos com diversidade genética maior, com ciclos de transmissão mais complexo, podendo apresentar múltiplos hospedeiros, vetores e parasitas. Fatos que tornam as investigações epidemiológicas e as estratégias de controle mais desafiadoras<sup>12</sup>.

Analisar o ambiente é um pré-requisito para a melhor compreensão da ocorrência de doenças nas populações, destacando-se por determinar aspectos ambientais globais tais como a perda da biodiversidade, a poluição atmosférica, o efeito estufa, a redução da camada de ozônio, além de questões ambientais locais como a poluição do solo, ar e água, o ambiente doméstico e de trabalho que têm reflexos, principalmente, na saúde humana. Nessa dimensão ambiental, ocorrem interferências na dinâmica de doenças que acometem o homem e os animais como produto das ações antrópicas no ambiente. Dessa forma, evidencia o resultado das relações humanas com o ambiente e o surgimento das doenças emergentes<sup>4</sup>.

## **2.2. Geografia de paisagem**

As ações antrópicas no ambiente devem ser consideradas tanto no surgimento quanto no ressurgimento de doenças anteriormente controladas, que têm sido motivo de preocupação científica, assim como têm determinado a adoção de políticas sanitárias em muitos países. Os estudos desenvolvidos sobre doenças infecciosas e parasitárias de preocupação mundial necessitam incluir entre os fatores de sua ocorrência aspectos demográficos e ambientais, relacionados ao desempenho do setor de saúde, às mudanças e adaptação dos microrganismos, as características sociais, culturais, históricas, políticas e econômicas do país e, até mesmo, à manipulação de microrganismos com o objetivo de desenvolvimento de armas biológicas<sup>13</sup>.

Uma ferramenta tecnológica que auxilia na investigação da ocorrência de doenças e no monitoramento daquelas que ameaçam a saúde de humanos e animais é o sistema de informação geográfica (SIG). Esse sistema permite o armazenamento, integração, consulta, visualização e análise de dados utilizando as informações sobre a localização dos dados nas paisagens. A análise combinada à estatística permite a caracterização da paisagem com previsão de risco de doenças, tornando-se assim um poderoso conjunto de ferramentas para a vigilância epidemiológica, prevendo possíveis surtos de doenças e orientações aos programas de intervenção<sup>14</sup>.

A interdisciplinaridade permitiu o surgimento de uma nova área de pesquisa a genética de paisagem, combinando genética de populações, ecologia de paisagem e estatística espacial, com o objetivo de descrever e explicar como a paisagem e seus componentes afetam a variação genética de populações de animais e micro-organismos. Estes métodos têm o potencial de aumentar o conhecimento de como a heterogeneidade da paisagem influencia a estrutura de populações, o fluxo gênico e a adaptação. Os resultados podem ser usados no manejo e conservação de populações<sup>15</sup> e também em estudos epidemiológicos, avaliando interações ecológicas e doenças transmissíveis. Como resultado obteve-se erradicação de doenças humanas, controle de outras por meio de vacina, e obtenção de mais informações sobre doenças atuais<sup>12</sup>.

A importância do estudo da paisagem está em produzir conhecimento teórico analítico e tecnicamente confiável, que possa influenciar nas decisões de políticas públicas efetivas no controle sanitário de doenças. Consequentemente também, em políticas para o uso dos recursos naturais em função do desenvolvimento econômico, identificando os fatores impostos pelo homem ao ambiente que interferem na dinâmica da paisagem. O conhecimento adquirido desta forma será denso o bastante para permitir a fundamentação de leis que buscam a definição das relações de causa e efeito no ambiente<sup>16</sup>.

Alianças interdisciplinares como a ecologia e a epidemiologia trazem boas perspectivas na estratégia de manejo dos riscos de ocorrência de doenças no homem, animais domésticos e silvestres. A heterogeneidade do ambiente e a evolução das espécies são discutidas pela ecologia, ponderando sobre a importância da manutenção da biodiversidade ambiental e a complexidade de doenças infecciosas. Os estudos que avaliam os riscos e desenvolvem estratégias de controle são abordagens metodológicas da epidemiologia e podem auxiliar na conservação ambiental<sup>12</sup>.

Todas estas e outras ferramentas disponíveis aliadas ao conhecimento adquirido e estabelecido ao longo do tempo devem ser explorados pelos pesquisadores no contexto das investigações epidemiológicas, para auxiliar a adoção de medidas cada vez mais eficientes em reduzir a transmissão ou eliminar doenças dos animais de produção.

### **2.3. Aplicação de análises multivariadas em estudos da pecuária**

Em situações que sejam necessárias a avaliação de várias variáveis mensuradas simultaneamente em uma unidade experimental é recomendável a aplicação de estatística

multivariada, na qual um conjunto de métodos analíticos será empregado. Sua utilização tem por objetivo resumir, representar, analisar e interpretar os dados de determinada população, tendo cada unidade experimental a avaliação de numerosas variáveis-respostas, contínuas ou não<sup>17</sup>.

A necessidade de compreender a relação entre múltiplas variáveis torna as análises multivariadas complexas e de difícil compreensão, mas muito úteis às pesquisas. Porque permite um estudo global, evidenciando as ligações, as similaridades e as distinções entre os dados com mínimas perdas de informação. Justifica-se que o pesquisador mensure diversas variáveis em cada unidade experimental pelo fato de que nenhuma variável de modo individual caracteriza adequadamente toda a unidade experimental, ou discrimine os indivíduos em relação aos critérios empregados. As técnicas de análise multivariadas regularmente têm sido utilizadas em estudos científicos em diferentes áreas de pesquisa<sup>18</sup>.

Para a caracterização fenotípica de uma raça ovina, por exemplo, existem muitos caracteres a serem analisados e as técnicas multivariadas são importantes para incluir todas as variáveis simultaneamente. Essa avaliação foi realizada para a raça Canindé, criada no Nordeste brasileiro e que se apresenta em risco de extinção. O estudo apontou as características fenotípicas mais importantes para a raça, que poderão auxiliar em programas de melhoramento da conservação<sup>19</sup>.

Também com o objetivo de definir estratégias reprodutivas entre raças ovinas da Nigéria, foi realizado um estudo incluindo dez traços morfológicos em três raças. Utilizou-se de análise multivariada discriminante para esclarecer as variáveis que distinguiam as três populações, definindo o grupo de origem que serve como base para a concepção de conservação e estratégias de seleção<sup>20</sup>.

Em um trabalho de melhoramento genético utilizando também abordagem multivariada discriminante como alternativa para seleção sobre as diferenças esperadas de progênies, foi demonstrada que os índices de seleção e a análise multivariada apresentaram resultados semelhantes para a avaliação de crescimento e traços de carcaça em bovinos da raça Nelore, em Mato Grosso. A análise multivariada além de ser confiável para esta finalidade, dentre outros fatores permitiu calcular a capacidade materna e o potencial genético dos animais<sup>21</sup>.

Entre outras aplicações, a análise por agrupamento utilizando-se de características econômicas e sociais podem aperfeiçoar a determinação das regiões administrativas de um estado ou região, auxiliando o setor agropecuário quanto ao planejamento político-administrativo por parte do governo estadual. Na região administrativa de Presidente Prudente

do estado de São Paulo, foi realizado o agrupamento de unidades de produção agrícola destinadas à pecuária de corte de diferentes ruminantes, objetivando conhecer a estrutura produtiva da região e fornecer subsídios aos pesquisadores de políticas públicas para crescimento econômico. Na região determinou que as ações devessem ser voltadas para pequenas propriedades rurais com finalidade de subsistência e com diversidade na produção de ruminantes de corte<sup>22</sup>.

Para produtores de leite orgânico na Romênia a análise de agrupamentos foi realizada com objetivo de promover uma rede de contato entre produtores com padrões agrícolas similares, para criar e estabelecer cadeias econômicas de suprimentos entre os grupos de produtores. Como resultado foi demonstrado a viabilidade para um grupo de produtores estabelecerem relacionamento comercial, e os padrões agrícolas caracterizados foram a proximidade de 40 km de distância, sistemas de produção similares, por possuírem grandes propriedades, e o centro da região avaliada, Calarasi, foi apontado como o local para armazenamento e comércio do produto<sup>23</sup>.

Esses vários exemplos demonstram a importância das análises multivariadas em estudos que objetivam melhorar a eficiência da atividade pecuária.

## **2.4. Aspectos epidemiológicos de doenças infecciosas e parasitárias em bovinos**

As doenças infecciosas e parasitárias representam potencial impacto negativo para atividade pecuária, comprometendo o processo de transformação dos fatores de produção em produtos de origem animal. A ocorrência dessas doenças pode comprometer o capital investido em insumos e genética do rebanho, principalmente devido a reduções no desempenho produtivo, reprodutivo, ocorrência de mortes e descarte involuntário de animais<sup>24</sup>. Para o Sistema de Informação em Saúde Animal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a ocorrência de doenças animais deve ser informada ao serviço veterinário oficial conforme exigências e requisitos específicos que constem de certificados internacionais com objetivo de exportação. A lista de doenças com notificação obrigatória é extensa e inclui a brucelose, a leptospirose, a leucose (LEB), a diarreia viral bovina (BVD), a rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), a toxoplasmose, entre outras<sup>25</sup>.

### **2.4.1. Brucelose**

A brucelose bovina é uma importante zoonose que acomete mamíferos domésticos



e silvestres, tem distribuição mundial e é responsável por significativas perdas econômicas na criação de animais de produção. É causada por uma bactéria Gram-negativa do gênero *Brucella*, sendo as espécies *Brucella abortus*, *B. melitensis* e *B. suis* de maior impacto na produção animal e em saúde pública<sup>13</sup>. A infecção por *Brucella melitensis* compõe a lista de doenças erradicadas ou nunca registradas no País, que requer notificação imediata de caso suspeito ou diagnóstico laboratorial no Brasil para múltiplas espécies. A infecção por *Brucella abortus* requer notificação imediata de qualquer caso confirmado em bovinos e bubalinos<sup>25</sup>.

A prevalência média de brucelose em rebanhos no Brasil tem apresentado porcentagens entre 2,80% a 37,60%<sup>26</sup>, na região Centro-Oeste, nos estados de Goiás e Tocantins, e no Distrito Federal. Índices maiores, como 41,3%, foram apresentados em rebanhos com respostas sorológicas positivas no Pará<sup>27</sup>. Em Goiás foi apresentada uma prevalência de 17,5% para as propriedades amostradas e 3,0% para os animais<sup>28</sup>. No estado do Tocantins a prevalência foi de 21,1% dos rebanhos amostrados, sendo avaliada em fêmeas adultas uma soropositividade de 4,4%<sup>29</sup>. Em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, em propriedades leiteiras foi demonstrado baixa prevalência de 1,22%<sup>30</sup>.

O manejo da infecção deve ter uma abordagem integradora, considerando o movimento dos animais dentro e entre rebanhos e a adoção de medidas de biossegurança na fazenda, reforçada por uma efetiva campanha de conscientização dos criadores. O que podem melhorar a eficiência das intervenções preventivas, com o benefício de reduzir ou erradicar a frequência da doença<sup>31</sup>. A erradicação e a análise de riscos são enfatizadas para evitar a reintrodução desta doença em países desenvolvidos<sup>32</sup>. Muitas regiões na Espanha foram declaradas livres de brucelose<sup>33</sup>.

#### 2.4.2. Leptospirose

A leptospirose está frequentemente associada a animais portadores e a contaminação do ambiente por urina infectada, o que a torna uma importante zoonose em saúde pública<sup>24</sup>. É uma infecção causada por bactérias patogênicas das diferentes espécies de *Leptospira*. De ocorrência mundial, especialmente em regiões de clima tropical, quentes e úmidas, ambiente que favorece a sobrevivência das espiroquetas<sup>25</sup>. Em bovinos é responsável por distúrbios reprodutivos com consideráveis perdas econômicas. Tem os roedores como importantes reservatórios, mas os rebanhos bovinos são responsabilizados pela manutenção da infecção<sup>26</sup>. No Brasil a leptospirose está na lista de doenças que requerem notificação mensal de qualquer caso confirmado para todas as espécies animais<sup>25</sup>.

O valor de soroprevalência para leptospirose em diferentes tamanhos de rebanhos

e regiões brasileiras diversifica-se desde baixos como 6,44% em Santa Catarina<sup>34</sup> a elevados como 95,3% em Rondônia e 98,8% no Mato Grosso do Sul<sup>35</sup>. Porém, no mesmo estado de Santa Catarina houve rebanhos com soroprevalências demonstrando variações de 25,2%<sup>2</sup> e 31,67%<sup>36</sup>. No estado do Piauí foi apresentada prevalência de 83,33% de respostas aglutininas anti-*leptospira*<sup>37</sup>. Em Goiás a porcentagem de respostas sorológicas positivas para cerca de 16 sorovares testados foi de 62,2%<sup>38</sup>. No estado do Tocantins foi apresentada prevalência de infecção por *Leptospira* spp. em bovinos de 76,5%<sup>39</sup>. Em todo o mundo é uma infecção marcada por prevalências múltiplas, presente em todos os continentes, particularmente endêmica nas regiões tropicais e subtropicais, sendo negligenciada por apresentar carga global desconhecida<sup>40</sup>.

A leptospirose e outras infecções do trato reprodutivo podem ser controladas, para isto o produtor necessita implantar práticas de manejo consideradas preventivas, tais como: controle na aquisição de novos animais, realizando testes sorológicos e quarentena; certificação da procedência do sêmen e cuidados higiênicos na prática de inseminação artificial; realização de exames periódicos dos animais; adoção de calendário profilático; atenção e controle na presença de roedores e animais silvestres nas pastagens e nos suplementos destinados aos bovinos. Como resultado o produtor obterá a máxima eficiência reprodutiva no rebanho<sup>41</sup>.

### 2.3.3. Leucose enzoótica bovina

O agente causador da leucose enzoótica bovina (LEB) é o vírus da leucemia bovina (BLV), um oncovírus tipo C exógeno da família Retroviridae, gênero *Deltaretrovirus*. As exigências de países importadores de bovinos e seus produtos determinam perdas econômicas importantes para os produtores, devido aos custos de controle e programas de erradicação, a detecção de lesões no abate leva a condenação de carcaças e restrições na exportação<sup>34</sup>. Em bovinos e bubalinos com casos positivos confirmados de infecção pelo BLV é necessária a notificação mensal por parte dos médicos veterinários do serviço público e particulares<sup>25</sup>.

A soroprevalência para LEB apresentou valor de 37% para rebanhos leiteiros na região norte do Tocantins<sup>42</sup> e 60,71% no Rio Grande do Sul<sup>30</sup>. No estado de Goiás foi demonstrada frequência de 29,29% em rebanhos na região norte<sup>43</sup>. Entre as diferentes regiões brasileiras já foram apresentados percentuais de animais anticorpos positivos entre 0,0% em Nelore a 40,7% em bovinos leiteiros na região sul; 5,64% em animais de corte e leite a 70,9%

bovino de leite na região sudeste; 13,2% em Nelore a 46,0% Holandês na região Centro-Oeste; 8,3% em bovino de leite a 49,8% raças leiteiras e de corte na região nordeste<sup>44</sup>.

O efetivo controle desta doença deve contar com uma política sanitária que impossibilite ou reduza a transmissão via iatrogênica nos animais de produção. Para o manejo sanitário dos rebanhos o produtor necessita de diagnóstico periódico, utilizando o serviço de laboratórios especializados<sup>45</sup>. A retirada precoce de animais assintomáticos positivos foi recomendada para evitar a progressão da doença no rebanho, juntamente com a realização de exames periódicos, para evitar a disseminação<sup>46</sup>. Com a adoção dessa medida de controle durante 30 anos, que a LEB foi erradicada na Finlândia, mantendo vigilância permanente<sup>47</sup>. Nesse caso, deve ser considerada a proporção de rebanhos bovinos entre países, como na Finlândia com território de 338.424 km<sup>2</sup> menor que o brasileiro, 8.516.000 km<sup>2</sup>, e no Brasil segundo dados do IBGE havia o rebanho de 218,23 milhões no ano de 2016. Desta forma, as referidas medidas de controle adotadas para países como a Finlândia não seriam viáveis no Brasil.

#### 2.3.4. Diarreia viral bovina

Existe uma diversidade de isolados do vírus da diarreia viral bovina (*Bovine viral diarrhea virus* - BVDV) que já foram ou têm sido caracterizados genética e antigenicamente no Brasil, com predomínio do genótipo BVDV-1 e outros de BVDV-2, pertencente à família Flaviviridae, gênero *Pestivirus*<sup>45</sup>. Em uma doença economicamente importante na criação de bovinos por causa dos transtornos reprodutivos e da imunossupressão, ocasionalmente é detectada em outros ruminantes domésticos e silvestres, suínos e javalis<sup>48,49</sup>. Notificação mensal de qualquer caso de positividade para a infecção confirmado em bovinos e bubalinos torna necessária a notificação ao serviço veterinário oficial no Brasil<sup>25</sup>.

Animais persistentemente infectados são assintomáticos e para a maioria dos testes sorológicos que detectam a presença de anticorpos anti-BVDV não são detectáveis, os testes mais adequados seria para a presença de antígeno no soro. Portanto, estes animais permanecem no rebanho tornando-se a principal fonte de infecção transmitindo por meio de secreções e excreções compartilhadas no ambiente<sup>49,50</sup>. A transmissão pode ser horizontal ou vertical, quando animais são expostos tardiamente apresentam uma infecção curta e transitória, com imunidade duradoura. E os persistentemente infectados que permanecem no rebanho disseminam a infecção por onde passam nos meios de transporte, dentro e entre rebanhos<sup>48</sup>.

Na região sul do Brasil foi exposto rebanhos que apresentaram respostas

sorológicas positivas de 67,85% no Rio Grande do Sul<sup>30</sup> e na região oeste catarinense de 28,5%<sup>12</sup>, houve valores também entre 14,64% na Bahia a 84% no Mato Grosso do Sul<sup>51</sup>. Em Goiás a prevalência foi de 64% para os animais e de 88,3% para as propriedades amostras<sup>52</sup>.

A sustentabilidade na redução de agentes endêmicos requer medidas de controle adotadas em ampla escala rural, principalmente aquelas, como BVD, que a disseminação está associada ao trânsito de animais<sup>53</sup>. A maioria das campanhas para controle e erradicação da infecção por BVDV, em diversos países europeus, não aplicam o uso das vacinas, na Alemanha a vacinação é recomendada em regiões com alta prevalência. São recomendadas estratégias de testes diagnósticos para classificação do status dos rebanhos, acompanhamento dos animais infectados e monitoramento contínuo quando o rebanho adquire status de livre da infecção<sup>54</sup>.

#### 2.3.5. Rinotraqueíte infecciosa bovina

O agente causador da rinotraqueíte infecciosa bovina é o herpesvírus bovino tipo 1 (*Bovine herpesvirus type 1*, BoHV-1), um alfa-herpesvírus da família Herpesviridae, transmitido por contato direto entre secreções da mucosa oral e genital, menos frequente via aerossóis. É causador de perdas produtivas e reprodutivas significativas aos animais afetados e produz restrições comerciais<sup>54</sup>. Bovinos e bubalinos detectados no rebanho com respostas sorológicas positivas devem ser notificados mensalmente por veterinários aos serviços federal e estadual de defesa sanitária animal no Brasil<sup>25</sup>.

Os valores de prevalência para esta infecção geralmente foram elevados em bovinos leiteiros como em Santa Catarina, sendo 57,54%<sup>12</sup> e Passo Fundo no Rio Grande do Sul de 92,85%<sup>30</sup>. Em Goiás a soroprevalência para BoHV-1 dos bovinos foi de 51,9%, e dos rebanhos estudados de 98,5% apresentando pelo menos um animal anticorpo positivo<sup>55</sup>.

A limpeza das instalações atua como fator de proteção<sup>56</sup> e as vacinas são utilizadas para reduzir os danos causados pela manifestação clínica da doença, ainda não são capazes de prevenir a infecção. Portanto, adoções de sinérgicas medidas de controle epidemiológico são necessárias, sobretudo para introdução de animais livres no rebanho<sup>57</sup>.

Na Suíça o programa de erradicação da infecção por BoHV-1 em rebanhos leiteiros obteve sucesso ao utilizar-se das seguintes medidas: prevenir a transmissão por meio das restrições de comércio dos animais e monitoramento sorológico dos rebanhos; descarte dos animais, principalmente reprodutores anticorpos BoHV-1 positivos; detecção e erradicação de outros reservatórios; programas de monitoramento e legislação para manutenção da condição favorável<sup>58</sup>. Portanto o controle e erradicação da infecção por

BHoV-1 em alguns países europeus fundamentaram-se na identificação e remoção de animais soropositivos, podendo associar ou não ao uso de vacinas<sup>59</sup>.

### 2.3.6. Neosporose

*Neospora caninum* é um protozoário do filo Apicomplexa, formador de cistos no trato reprodutivo de bovinos, ocasionando abortos e natimortos. Apresenta um ciclo de vida heterógeno, no qual os canídeos são hospedeiros definitivos e os bovinos entre outras espécies animais são hospedeiros intermediários<sup>60</sup>. Trata-se de um parasita que pode utilizar de transmissão vertical via transplacentária para o feto, ou de transmissão horizontal via ingestão de água e alimentos contaminados com oocistos presentes nas fezes de cães portadores<sup>61</sup>. No Brasil não é uma doença de notificação obrigatória.

Em bovinos para produção de leite no estado do Paraná houve resposta sorológica positiva de 14,3%<sup>62</sup>, em rebanhos no estado do Pará foi apontado valor de 87,4%<sup>27</sup> e em Rondônia de 72%, sendo a prevalência global por animais *N. caninum* positivos em média de 8,8% em diferentes tipos de exploração<sup>63</sup>. Em Goiás, foi apresentada prevalência de 30,4% para animais anticorpos anti-*N. caninum*, sendo 29,6% em bovinos de corte, 30,4% para bovinos leiteiros e em explorações mistas de 43,3%<sup>64</sup>. Em bovinos leiteiros no Tocantins foram registradas 25% de respostas positivas<sup>65</sup>. Na comparação entre bovinos Curraleiro Pé-Duro e outras raças, nos estados de Goiás e Tocantins, foram demonstrados valores de prevalência de 27% em Curraleiro Pé-Duro e 14% para outras raças<sup>66</sup>.

A vacinação do rebanho foi considerada como prevenção estratégica para a infecção, mas a única vacina comercializada apresentava resultados divergentes com baixa eficácia até ser retirada do mercado, tornando necessário o desenvolvimento de vacinas mais eficazes que evite tanto a transmissão horizontal quanto a vertical<sup>61</sup>. Todavia a adoção de medidas de controle que minimizem ou eliminem a infecção devem ser adotadas pelos produtores e incluídas em programas oficiais de controle para neosporose<sup>67</sup>.

A adoção de uma política rígida para controle desta infecção deve propor: evitar contato de cães soropositivos e outros animais silvestres com a alimentação e as pastagens dos bovinos; proporcionar o bem-estar às vacas prenhes, especialmente a partir do segundo trimestre de gestação; descartar vacas após detecção de dois ou mais abortos; e acompanhar a evolução uterina após abortamento<sup>68</sup>.

### 2.3.7. Toxoplasmose

*Toxoplasma gondii*, o causador da toxoplasmose, é um protozoário do filo

Apicomplexa da família Sarcocystidae, parasita intracelular obrigatório de mamíferos e aves, incluindo o homem. Tem como hospedeiro definitivo os felídeos, a infecção pode ocorrer via placenta, lactação ou ingestão das formas infectantes<sup>69</sup>.

É uma importante zoonose, pelas alterações causadas aos fetos e aborto em humanos, semelhantemente ocorre nos animais de produção levando a significativas perdas econômicas. Para o homem a carne malcozida ou crua, verduras e água são as principais vias de infecção<sup>69</sup>.

A infecção dos animais foi associada ao manejo do rebanho e ao hospedeiro definitivo. Soropositividade de bovinos prevalece quanto maior a quantidade de gatos residentes e transeuntes pela propriedade. Muitas vezes esses animais são mantidos para controlar a presença de ratos e acabam em contato com alimentos armazenados destinados ao consumo de bovinos<sup>70</sup>.

A criação em sistema semiextensivo foi considerada como fator de proteção aos bovinos, podendo ser atribuída à redução do contato destes animais com o hospedeiro definitivo, tendo como predisposição os animais em rebanhos pequenos e localizados em propriedade a oeste do país<sup>71</sup>.

No Brasil os casos confirmados de toxoplasmose nas diferentes espécies animais de respostas sorológicas positivas requerem a notificação mensal<sup>25</sup>. A prevalência no Brasil varia em média entre 1,03% a 60%<sup>72</sup>, na Zona da Mata região de Minas Gerais foi demonstrado valor de 2,68%<sup>36</sup>, e valores mais elevados como 71% foram apontadas em regiões no Mato Grosso<sup>73</sup>. Nos estados de Goiás e Tocantins foram comparadas prevalências em bovinos Curraleiro Pé-Duro e outras raças, foram demonstrados os valores de 54% e 52% respectivamente de animais sororeagentes<sup>66</sup>. É uma infecção amplamente distribuída por todos os continentes, com prevalências variáveis entre humanos e animais, e estão associadas a fatores climáticos, condições socioeconômicas e culturais nas diferentes regiões<sup>69</sup>.

## **2.5. Sistemas de produção sustentáveis**

O Brasil com sua vasta extensão territorial e importância econômica no mercado extrativista tem tido destaque no cenário mundial na produção animal. Porém, todo o potencial produtivo em território brasileiro não tem sido devidamente utilizado. Os sistemas de produção mais lucrativos têm se distanciado dos tradicionais centros, praticando a atividade de forma extensiva com baixa intensificação e tecnologia. Como consequência tem-

se aceitado os baixos índices de produtividade. Isto pode estar relacionado aos manejos sanitário e nutricional inadequados. Em função da maior demanda por proteína animal o uso de tecnologias deve ser utilizado nos sistemas produtivos e de modo sustentável<sup>74</sup>.

Mudança nos sistemas de produção tem sido mundialmente discutida devido à importância econômica, de modo que se reduzam os impactos ambientais em busca de sistemas mais sustentáveis<sup>75</sup>. A pecuária sustentável tem por objetivo promover a preservação do meio ambiente, justiça social e eficiência econômica, e dessa forma deve ser mais produtiva e para isto mais tecnológica. Os fatores que constituem a cadeia pecuária como produtores, indústrias de insumos, frigoríficos, comerciantes varejistas e instituições de pesquisa contribuem para melhoria da eficácia produtiva. O maior utilização de tecnologia reduz o uso de recursos naturais, como o solo, e este excedente na propriedade poderá ser utilizado para outras práticas agrícolas, o que minimiza a necessidade de desmatamento<sup>76</sup>. Esta característica é uma perspectiva que deve ser pensada para ecossistemas como o Cerrado.

O bioma Cerrado tem grande importância no território brasileiro por abrigar as nascentes de seis das oito bacias hidrográficas do Brasil, consistindo em mais de 70% das vazões geradas nas bacias do Araguaia-Tocantins, São Francisco e Paraná-Paraguai. O Cerrado é responsável pela manutenção dos recursos hídricos nacionais e pelo destaque no setor agrícola. Portanto, o impacto ambiental devido à degradação de metade dos 54 milhões de hectares de pastagens neste território deve ser avaliado no ciclo hidrológico destas bacias<sup>77</sup>.

A sustentabilidade dos recursos naturais não pode ser comprometida devendo existir soluções que incentivem o desenvolvimento socioeconômico, com redução no desmatamento e mitigação do efeito estufa, de modo que atenda à crescente demanda por alimentos, produtos florestais e bioenergia. O que pode conciliar estas contraposições é a intensificação no uso das áreas agrícolas e a melhoraria na eficiência dos sistemas de produção<sup>78</sup>.

Qualquer esforço do produtor em favor da sustentabilidade e preservação do meio ambiente garante maior eficiência econômica<sup>76</sup>. Vale considerar todos os aspectos de economia existentes entre o animal no campo e o produto final no comércio, considerando o sistema de produção praticado, o processamento industrial, o transporte, a embalagem, a distribuição e o desperdício em cada etapa. Ao final, se criteriosamente avaliada, podem colaborar para um sistema de produção mais sustentável<sup>79</sup>.

Os sistemas orgânicos de produção animal têm sido opção para aqueles que querem atender uma demanda atual de mercado, no qual os consumidores preferem produtos de qualidade, com preços acessíveis, seguros por serem livres de riscos biológicos e químicos,

produzidos com o uso mínimo de insumos artificiais e que ainda prezem pelo bem-estar animal. Adicionalmente, preserva o meio ambiente e a biodiversidade, têm gerado emprego e evitado o êxodo rural<sup>80</sup>.

Um sistema que traz benefícios ao ambiente, porém tem sido pouco utilizado devido a sua complexidade, é a integração lavoura-pecuária-floresta, que melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, o que reduz doenças e presença de parasitas, como pragas e plantas daninhas. Para o empreendedor há maior produtividade vegetal e animal, além da diversificação de atividades, o que reduz os riscos econômicos. Este sistema é uma alternativa à melhoria do uso do solo no Cerrado, em processo de intensificação nas áreas de lavouras de grãos e pastagens. O menor uso de insumos devido à eficiência no seu uso é promovido por esta integração lavoura-pecuária, demonstrando a sustentabilidade do sistema<sup>77</sup>.

O perfil e os objetivos de uma propriedade determinarão qual a modalidade de integração lavoura-pecuária a ser utilizada no Cerrado, devendo ser consideradas particularidades da propriedade e arredores, as condições de clima e de solo, a tecnologia disponível e a experiência do produtor. Entre as modalidades existentes há pecuaristas que introduzem culturas de grãos em áreas de pastagens, objetivando a recuperação destas; há agricultores que em lavouras de grãos utilizam gramíneas forrageiras melhorando a cobertura de solo, e na entressafra fornecem forragem para bovinos; e há propriedades rurais em sistema rotacional entre pastagem e lavoura, intensificando o uso do solo<sup>77</sup>.

Na bovinocultura a rotação entre lavoura e pastagem estabiliza a produção de forrageiras, fonte de alimentação para todo o ano do rebanho. Com pastagens mais produtivas no período chuvoso por causa da fertilidade do solo oriundo de lavouras, e na seca os pastos reestabelecem melhor em quantidade e qualidade para os bovinos, além dos subprodutos de colheita<sup>77</sup>.

Para criação de bovinos no Cerrado existe a opção da pastagem ecológica em substituição ao sistema convencional de produção, indicado como causador de significativa degradação ambiental, principalmente ao solo. Neste conceito não há desmatamentos, queimadas e arações do solo e pode ser aplicado a qualquer pastagem em médio intervalo de tempo utilizando-se do pastoreio racional rotacionado, com diversificação de forrageiras e arborização apropriada. Desse modo há a sustentabilidade da pastagem, encontrando o equilíbrio entre as necessidades dos animais e das pastagens<sup>81</sup>.

As opções de sistema de produção sustentáveis devem contar com bovinos que agreguem valor e favoreçam a forma de criação, buscando por animais que também reduzam



a utilização de insumos ao mínimo indispensável. É indicada a adoção de medidas de prevenção de modo sistemático com auxílio de políticas públicas em busca da redução ou eliminação da ocorrência de doenças endêmicas que geram danos econômicos.

O uso de marcadores genéticos para identificar bovinos mais produtivos, resistentes às doenças, mantendo a biodiversidade e bem distribuídos geograficamente entre as diferentes raças tem sido mundialmente buscado. Para aperfeiçoar programas de criação de bovinos é importante equilibrar as técnicas de genética molecular com as técnicas convencionais de produção animal, melhorando o desempenho produtivo de países economicamente importantes na produção de proteína animal<sup>82</sup>.

## **2.6. O Curraleiro Pé-Duro no contexto da produção sustentável**

A raça Curraleiro Pé-Duro, reconhecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em 2012, é a primeira raça efetivamente constituída no Brasil, formada a partir de bovinos trazidos de Portugal no século XV. Essa raça local, também denominada naturalizada ou crioula, é patrimônio histórico e cultural no Piauí e auxiliou o desenvolvimento econômico do país como meio de transporte, fonte de proteína e comércio de charque e couro<sup>83</sup>.

Antes que toda a aptidão da raça fosse explorada e reconhecida para atender o mercado brasileiro na produção de carne, houve a demanda, em meados do século XX, pela criação de raças melhoradas e mais produtivas. Nesse cenário foram introduzidas raças exóticas, principalmente as zebuínas, sendo realizados cruzamentos absorventes sem planejamento com raças brasileiras, mais adaptadas às condições ambientais e inferiores produtivamente, na expectativa de produzir animais mais produtivos e resistentes<sup>84</sup>.

A atenção dos pesquisadores pela referida raça ocorreu a partir da observação de como estes bovinos gradativamente se ambientaram às pastagens nativas de baixa qualidade, às condições de estigem, às temperaturas elevadas entre outros fatores adversos à criação de bovinos no Brasil. Esses mecanismos de adaptação ocorreram ao longo dos séculos resultando na formação de rebanhos bovinos adaptados e resistentes às condições desfavoráveis do sertão brasileiro<sup>85</sup>.

A habilidade dos animais em adaptar-se às condições climáticas extremas em ambiente natural proporciona a minimização de perdas no desempenho produtivo e reprodutivo, auxilia na resistência a doenças, consequentemente reduz a mortalidade e

aumenta a longevidade quando expostos a condições de estresse<sup>86</sup>. Para a raça Curraleiro Pé-Duro foi demonstrada a adaptabilidade a condições experimentais estressantes no semiárido brasileiro, independentemente da idade, sexo, período do dia e estação do ano<sup>87</sup>.

As razões para a preservação da raça Curraleiro Pé-Duro no Brasil são equivalentes às apontadas para a conservação da raça Maremmana na Itália, com indicação que na avaliação de raça devem-se considerar os fatores ambientais, não apenas seu desempenho, mas também sua evolução e os custos e investimentos necessários para sua produtividade<sup>85</sup>. Para tanto, programas de melhoramento genético da raça têm sido propostos com o intuito de agilizar sua conservação, minimizando o risco de extinção, podendo proporcionar sua disseminação em outras regiões, além de aprimorar as características produtivas dos animais<sup>83</sup>.

Ações desenvolvidas para garantir a preservação e a utilização da raça Curraleiro Pé-Duro, tem objetivado a caracterização filogenética, ecotípica, genealógica, fenotípica, sanitária, entre outros temas. Essas ações têm sido realizadas pela rede inter-regional e interdisciplinar de pesquisa e transferência de conhecimento, a “Rede Pró-Centro Oeste Caracterização, Conservação e Uso das Raças Bovinas Locais Brasileiras: Curraleiro e Pantaneiro”, buscando gerar subsídios para o desenvolvimento de uma atividade pecuária no Cerrado e Pantanal que priorize a manutenção do ecossistema, a sustentabilidade e a diversidade genética<sup>88</sup>.

Do banco de dados da Rede Pró-Centro Oeste Curraleiro e Pantaneiro foram utilizados os dados do perfil sanitário, referentes a brucelose, leptospirose, leucose enzoótica bovina, IBR, BVD, neosporose e toxoplasmose dos bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro para realização do presente estudo. Esses dados estavam disponibilizados em planilhas e foram obtidos em dois momentos diferentes, nos anos de 2006, em estudo que abrangeu rebanhos dos estados de Goiás e Tocantins e em 2011 quando, além dos referidos estados foram também avaliados rebanhos no Piauí.

## **2.7. Justificativa**

A interação entre a paisagem e seus componentes constitui em área de pesquisa interdisciplinar. A integração da ecologia e suas abordagens à epidemiologia, por exemplo, relacionadas por meio de análise estatística multivariada pode auxiliar na compreensão de como a dinâmica da paisagem pode interferir na ocorrência de doenças. Considera-se em um

ambiente suas variáveis ambientais, geográficas e climáticas, muitas vezes sob a interferência humana e ao longo de sua história.

Estudos sobre o ambiente, em seus aspectos físicos e ecológicos, assim como a sua relação ou mesmo intervenção humana no âmbito político e socioeconômico determina a caracterização que, com o decorrer do tempo moldam as diferentes paisagens. E, mais recentemente tem sido inserida em diferentes ciências, com o intuito de esclarecer o quanto a interação homem e meio-ambiente tem influência de causa e consequência, em diferentes áreas como na epidemiologia. Dessa forma, como ferramenta de auxílio nessa investigação pode-se contar com a disciplina de ecologia de paisagem<sup>89</sup>.

Assim, a ecologia de paisagem traz avaliações sob duas abrangências diferentes: uma com foco em aspectos geográficos avaliando a atuação humana sob o ambiente em que está inserido, moldando sua paisagem e como este ambiente está sendo administrado; e outra com foco ecológico em que se observa a questão de conservação dos fatores biológicos dentro de seu espaço natural<sup>90</sup>. Contudo, deve-se entender que uma paisagem se diversifica espacialmente, e é de grande relevância o fator tempo no desenvolvimento de um ambiente, pois toda essa heterogeneidade influencia em processos bióticos e abióticos e no manejo da diferenciação do espaço<sup>91</sup>. Epidemiologicamente, a frequência de diferentes infecções podem se modificar em seus hospedeiros por consequência das condições ambientais adequadas para sobrevivência e ocorrência da infecção.

A existência de hospedeiros resistentes ou resilientes as diferentes infecções independente das condições ambientais, como é o caso do Curraleiro Pé-Duro, deve ser exaustivamente avaliado sob todos os aspectos. Por, trazer benefícios a bovinocultura, com esclarecimentos sobre a ocorrência de doenças e como perspectiva para aproveitamento produtivo da raça e manutenção da diversidade genética bovina.

Neste contexto utilizar ferramentas de pesquisa como as acima referenciadas que podem monitorar ecossistemas mantenedores da sobrevivência biológica é essencial. E lembrando que para a produção de alimentos e manutenção da atividade socioeconômica de um país como o Brasil, biomas como o Cerrado e a Caatinga têm importância inquestionável e modificaram consideravelmente ao longo do tempo.

O Cerrado é extenso territorialmente e propício para a exploração de agricultura e pecuária, e tem-se tornado nos últimos anos, com auxílio de políticas governamentais, o maior responsável por exportações de commodities agrícolas. Em contrapartida, essa vantagem trouxe à região do Cerrado intensa exploração de sua paisagem natural, devido à transformação de vastas extensões territoriais em áreas de cultivo. Portanto, estudos

investigativos das condições dos biomas brasileiros em seus aspectos socioeconômicos e ambientais relacionados aos outros fatores como na epidemiologia de doenças em animais de produção são fundamentais para subsidiar políticas públicas e recomendações aos produtores rurais.

## REFERÊNCIAS

1. Barata RCB. A historicidade do conceito de causa: epidemiologia. Rio de Janeiro: FIOCRUZ/ABRASCO; 1985.
2. Backes MTS, Rosa LM, Fernandes GCM, Becker SG, Meirelles BHS, Santos SMA. Conceitos de Saúde e Doença ao longo da história sob o olhar epidemiológico e antropológico. *Ver Enferm UERJ*. 2009; 17(1):111-7.
3. Rosen G. Uma História da Saúde Pública. São Paulo: Unesp- Hucitec/Abrasco. 1994. Disponível em: [www.nlm.nih.gov/hmd/collections/digital/syllabi/hochman1.pdf](http://www.nlm.nih.gov/hmd/collections/digital/syllabi/hochman1.pdf). Acesso: 03 de outubro de 2016.
4. Pignatti MG. Saúde e Ambiente: as doenças emergentes no Brasil. *Rev Amb Soc*. 2004; 7(1):133-48.
5. Sabroza PC. Concepções de saúde e doença. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, 2004. Disponível em: <http://www.abrasco.org.br/UserFiles/File/13%20CNS/SABROZA%20P%20ConcepcoesSaudeDoenca.pdf>. Acesso: 07 de outubro de 2013.
6. Silva LJ. O conceito de espaço na epidemiologia das doenças infecciosas. *Cad Saúde Públ*. 1997; 13(4):585-593.
7. Barros MBA. A utilização do conceito de classe social nos estudos dos perfis epidemiológicos: uma proposta. *Rev Saúde Públ*. 1986; 20(4):269-273.
8. Silva LJ. A ocupação do espaço e a ocorrência de endemias. In: Barata, R. B.; Briceño-León, R. E. (Orgs.) *Doenças endêmicas: abordagens sociais, culturais e comportamentais* [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2000, parte 2, cap.7, p.139-150.
9. Balasubramaniam S, Mulder R, Radford J, Pavlova A, Sunnucks P, Melville J. The prevalence of avian malaria in fragmented habitats. *International Congress for Parasitology*, 12, 2010, Melbourne. *Proceedings...* Melbourne: Medimondo, 2010.
10. Hoskins WG. *Local history in England*. 1984. Harlow: Longman, 3.ed; 151 p.

11. Carvallho JA, Teixeira SRF, Carvalho MP, Vieira V, Alves FA. Doenças emergentes: uma análise sobre a relação do homem com o seu ambiente. *Rev Práxis*. 2009; (1):19-23.
12. Codeço C, Ribeiro K, Figueiró R, Honório N. Interações ecológicas e doenças transmissíveis. *Oecol Aust*. 2010; 14(3):588-590.
13. Luna EJA. A emergência das doenças emergentes e as doenças infecciosas emergentes e reemergentes no Brasil. *Rev Brasil Epidem*. 2002; 5(3):229-43.
14. Daniel M, Kolár J, Zeman P. GIS tools for tick and tick-borne disease occurrence. *Parasitology*. 2004; 129:329-52.
15. Teles MPC, Bastos RP. Estruturação genética na escala de paisagem. *Megadiversidade*. 2009; 5(1-2):101-10.
16. Peterka CRL. Avaliação do efeito da fragmentação florestal na diversidade de carrapatos e patógenos transmitidos por carrapatos na região do Pontal do Paranapanema, SP. São Paulo. Dissertação [Mestrado em Medicina Veterinária] - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2008.
17. Cruz CD, Regazzi AJ. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Imprensa Universitária. 1994; 394p.
18. Sartório SD. Aplicação de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R. Piracicaba. Dissertação [Mestrado em Agronomia] - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2008.
19. Arandas JKG, Siva NMV, Nascimento RB, Pimenta Filho EC, Brasil LHA, Ribeiro MN. Multivariate analysis as a tool for phenotypic characterization of an endangered breed. *J Appl Anim Res*. 2017; 45(1):152-158.
20. Yakubu A, Ibrahim IA. Multivariate analysis of morphostructural characteristics in Nigerian indigenous sheep. *Ital J Anim Sci*. 2011; 10:e17.
21. Lopes FB, Silva MC, Magnabosco CU, Narciso MG, Sainz RC. Selection indices and multivariate analysis show similar results in the evaluation of growth and carcass traits in beef cattle. *PLoS One*. 2016; 1-21.
22. Balan JAO, Carvalho Filho AA, Fonseca R, Oliveira EC. Aplicação de técnicas estatísticas multivariadas para estudos da atividade pecuária na região administrativa de Presidente Prudente. *Colloq Exact*. 2013; 5(2):146-163.
23. Bălan AV, Toma E, Dobre C, Soare E. Organic farming patterns analysis based on clustering methods. *Agric Agric Sci Procedia*. 2015; 6:639-646.
24. Stotzer ES, Lopes LB, Eckstein C, Carauta M, Moraes MM, Rodrigues DS, et al. Impacto econômico das doenças parasitárias na pecuária. *RBHSA*. 2014; 8(3):198-221.

25. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil). Instrução Normativa nº50, de 24 de setembro de 2013. Alterar a lista de doenças passíveis da aplicação de medidas de defesa sanitária animal, previstas no art. 61 do Regulamento do Serviço de Defesa Sanitária Animal. Diário Oficial da União 25 set 2013; Seção 1.
26. Alencar Mota ALA, Ferreira F, Ferreira Neto JS, Dias RA, Amaku M, Grisi-Filho JHH, et al. Large-scale study of herd-level risk factors for bovine brucellosis in Brazil. *Acta Trop*. 2016; 164:226-232.
27. Chiebão DP, Valadas SYOB, Minervino AHH, Castro V, Romaldini AHCN, Calhau AS, et al. Variables associated with infections of cattle by *Brucella abortus*, *Leptospira* spp. and *Neospora* spp. in Amazon region in Brazil. *Transbound Emerg Dis*. 2015; 62:30-36.
28. Rocha WV, Gonçalves VSP, Coelho CGNFL, Brito WMED, Dias RA, Delphino MKVC, et al. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado de Goiás. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2009; 61(supl.1):27-34.
29. Ogata RA, Gonçalves VSP, Figueiredo VCF, Lobo JR, Rodrigues AL, Amaru M, et al. Situação epidemiológica da brucelose bovina no Estado do Tocantins. *Arq Bras Med Vet Zootec*. 2009; 61(supl.1):126-134.
30. Poletto R, Kreutz LC, Gonzales JC, Barcellos LJG. Prevalência de tuberculose, brucelose e infecções víricas em bovinos leiteiros do município de Passo Fundo, RS. *Cienc Rural*. 2004; 34(2):595-598.
31. Cowei CE, Marreos N, Gortázar C, Jaroso R, White PCL, Balseiro A. Shared risk factors for multiple livestock diseases: A case study of bovine tuberculosis and brucellosis. *Res Vet Sci*. 2014; 97:491-497.
32. Godfroid J, Scholz HC, Barbier T, Nicolas C, Wattiau P, Fretin D, et al. Brucellosis at the animal/ecosystem/human interface at the beginning of the 21st century. *Prev Vet Med*. 2011; 102:118-131.
33. Renave Informe Annual. Resultados de la vigilancia epidemiológica de las enfermedades transmisibles informe anual. 2013.
34. Fávero JF, Araújo HL, Lilenbaum W, Machado G, Tonin AA, Baldissera MD, et al. Bovine leptospirosis: Prevalence, associated risk factors for infection and their cause-effect relation. *Microb Pathog*. 2017; 107:149-154.
35. Figueiredo AO, Pellegrin AO, Gonçalves VSP, Freitas EB, Monteiro LARC, Oliveira JM, et al. Prevalência e fatores de risco para a leptospirose em bovinos de Mato Grosso do Sul. *Pesq Vet Bras*. 2009; 29:375-381.
36. Pasqualotto W, Sehnem S, Winck C. Occurrence of infectious bovine rhinotracheitis

- (IBR), bovine viral diarrhea (BVD) and leptospirosis (LEP) in dairy cattle in the western region of the state of Santa Catarina Brasil Rev Agro Amb. 2015; 8(2):249-270.
37. Mineiro ALBB, Vieira RJ, Feitosa LCS, Bezerra EEA, Costa FAL. Pesquisa de sorovares de leptospirosas em rebanho bovino leiteiro no estado do Piauí, Brasil. Arq Inst Biol. 2010; 77(1):129-132.
  38. Marques AE, Rocha WV, Brito WMED, Fioravanti MCS, Parreira IM, Jayme VDS. Prevalência de anticorpos anti-*Leptospira* spp. e aspectos epidemiológicos da infecção em bovinos do estado de Goiás. Ciênc Anim Bras. 2010; 11:607-617.
  39. Araújo BM. Soroepidemiologia da infecção por *Leptospira* spp. em bovinos, equídeos, caninos e trabalhadores rurais em assentamento no município de Aragominas, Tocantins, Brasil. Goiânia. Tese [Doutorado em Ciência Animal] - Escola de Veterinária e Zootecnia/UFG; 2010.
  40. Hartskeerl RA, Collares-Pereira M, Ellis WA. Emergence, control and re-emerging leptospirosis: dynamics of infection in the changing world. Clin Microbiol Infect. 2011; 17(4):494-501.
  41. Kobayashi S, Tsutsui T, Yamamoto T, Hayama Y, Kameyama K, Konishi M, et al. Risk factors associated with within-herd transmission of bovine leukemia virus on dairy farms in Japan. BMC Vet Res. 2010; 6:1.
  42. Fernandes CHC, Melo LEH, Tenório TGS, Mendes EI, Fernandes ACC, Ramalho TRR, et al. Soroprevalência e fatores de risco da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos em rebanhos leiteiros da região norte do estado do Tocantins, Brasil. Arq Inst Biol. 2009; 76(3):327-334.
  43. Peixoto SV. Fatores de risco para à infecção pelo vírus da leucose enzoótica bovina no Sítio Histórico e Patrimônio Cultural Kalunga. Goiânia. Dissertação [Mestrado em Ciência Animal] - Escola de Veterinária e Zootecnia/UFG; 2016.
  44. Del Fava C, Pituco EM. Infecção pelo vírus da leucemia bovina (BLV) no Brasil. Biológico. 2004; 66(1/2):1-8.
  45. Piovesan M, Fernandes MHV, Corrêa RA, Prado MHJ, Camargo AD, Rodrigues PRC. Anticorpos contra herpesvírus bovino tipo 1, vírus da diarréia viral bovina e vírus da leucose enzoótica bovina na região da campanha do estado do Rio Grande do Sul. Sci Anim Health. 2013; 1(1):38-49.
  46. Tsutsui T, Kobayashi S, Hayama Y, Nishiguchi A, Kameyama K, Konishi M, et al. Estimation of the within-hed transmission parameter of bovine leukemia virus. Prev Vet Med. 2010; 95:158-162.

47. Nuotio L, Rusanen H, Sihvonen L, Neuvonen E. Eradication of enzootic bovine leucosis from Finland. *Prev Vet Med.* 2003; 59:43-49.
48. Flores EF, Weiblen R, Vogel FSF, Roehe PM, Alfieri AA, Pituco EM. A infecção pelo vírus da Diarréia Viral Bovina (BVDV) no Brasil - histórico, situação atual e perspectivas. *Pesq Vet Bras.* 2005; 25(3):125-134.
49. Evans CA, Moffat JL, Hemmatzadeh F, Cockcroft PD. The risk of transmission from sheep experimentally infected with BVDV-1c during the acute phase to BVDV naïve sheep. *Small Rumin Res.* 2017; 153:5-8.
50. Larson RL. Bovine Viral Diarrhea Virus-associated disease in feedlot cattle. *Vet Clin Food Anim.* 2015; 31:367-380.
51. Chate SC, Dias RA, Amaku M, Ferreira F, Moraes GM, Costa Neto AA, et al. Situação epidemiológica da brucelose bovina no estado do Mato Grosso do Sul. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2009; 61(supl.1):46-55.
52. Brito WMED, Alfaia BT, Caixeta SPMB, Ribeiro ACC, Miranda TMT, Barbosa ACVC, et al. Prevalência da infecção pelo vírus da diarreia viral bovina (BVDV) no estado de Goiás, Brasil. *Rev Patol Trop.* 2010; 39(1):7-19.
53. Tinsley M, Lewis FI, Brulisauer F. Network modeling of BVD transmission. *Vet Res.* 2012; 43(11):1-9.
54. Houe H, Lindberg A, Moenning V. Test strategies in bovine viral diarrhea virus control and eradication campaigns in Europe. *J Vet Diagn Invest.* 2006; 18:427-436.
55. Barbosa ACVC, Brito WMED, Alfaia BT. Soroprevalência e fatores de risco para à infecção pelo herpesvírus bovino tipo 1 (BoHV-1) no estado de Goiás, Brasil. *Cienc Rural.* 2005; 35(6):1368-1373.
56. Carbonero A, Saa LR, Jara DV, García-Bocanegra I, Arenas A, Borge C, Perea A. Seroprevalence and risk factors associated to bovine herpesvirus 1 (BoHV-1) infection in non-vaccinated dairy and dual purpose cattle herds in Ecuador. *Prev Vet Med.* 2011; 100:84-88.
57. Muylkens B, Thiry J, Kirten P, Schynts F, Thiry E. Bovine herpesvirus 1 infection and infectious bovine rhinotracheitis. *Vet Res.* 2007; 38:181-209.
58. Ackermann M, Müller HK, Bruckner L, Kihm U. Eradication of infectious bovine rhinotracheitis in Switzerland: review and prospects. *Vet Microbiol.* 1990; 23(1-4):365-370.
59. Ackermann M, Engels M. Pro and contra IBR-eradication. *Vet Microbiol.* 2006; 113(3-4):293-302.



60. Dubey JP, Schares G. Neosporosis in animals - the last five years. *Vet Parasitol.* 2011; 180:90-108.
61. Monney T, Hemphill A. Vaccines against neosporosis: what can we learn from the past studies? *Exp Parasitol.* 2014; 140:52-70.
62. Guimarães Jr JS, Souza SLP, Bergamaschi DP, Gennari SM. Prevalence of *Neospora caninum* antibodies and factors associated with their presence in dairy cattle of the north of Paraná state, Brazil. *Vet Parasitol.* 2004; 124(1-2):1-8.
63. Aguiar DM, Cavalcante GT, Rodrigues AAR, Labruna MB, Camargo LMA, Camargo EP, et al. Prevalence of anti-*Neospora caninum* antibodies in cattle and dogs from Western Amazon, Brazil, in association with some possible risk factors. *Vet Parasitol.* 2006; 142(1-2):71-77.
64. Melo DPG, Silva AC, Ortega-Mora LM, Bastos SA, Boaventura CM. Prevalência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em bovinos das microrregiões de Goiânia e Anápolis, Goiás, Brasi. *Rev Bras Parasitol Vet.* 2006; 15(3):105-109.
65. Martins NEX, Freschi CR, Baptista F, Machado RZ, Freitas FLC, Almeida KS. Ocorrência de anticorpos anti-*Neospora caninum* em vacas lactantes do município de Araguaína, estado do Tocantins, Brasil. *Rev Patol Trop.* 2011; 40(3):231-238.
66. Santin API, Juliano RS, Silva AC, Oliveira VSF, Junqueira-Kipnis AP, Brito WMED, et al. Seroepidemiologia de *Neospora caninum* e *Toxoplasma gondii* em bovinos da raça Curraleiro. *Cien Anim Bras.* 2017; 18(1-8):e-4464.
67. González-Warleta M, Castro-Hermida JA, Carro-Corral C, Cortizo-Mella J, Mezo M. Epidemiology of neosporosis in dairy cattle in Galicia (NW Spain). *Parasitol Res.* 2008; 102(2):243-249.
68. Almería S, López-Gatius F. Bovine neosporosis: clinical and practical aspects. *Res Vet Sci.* 2013; 95:303-309.
69. Fialho CG, Teixeira MC, Araújo FAP: Toxoplasmose animal no Brasil. *Act Scient Vet.* 2009, 37: 1-23.
70. Fajardo HV, D'Ávila S, Bastos RR, Cyrino CD, Detoni ML, Garcia JL, et al. Seroprevalence and risk factors of toxoplasmosis in cattle from extensive and semi-extensive rearing systems at zona da mata, Minas Gerais state, southern Brazil. *Paras Vect.* 2013; 6:191.
71. Klun I, Djurković-Djaković O, Katić-Radivojević S, Nikolić A. Cross-sectional survey on *Toxoplasma gondii* infection in cattle, sheep and pigs in Serbia: seroprevalence and risk factors. *Vet Parasitol.* 2006; 135(2):121-131.

72. Pimenta CLRM, Castro V, Clementino IJ, Alves CJ, Fernandes LG, Brasil AWL, et al. Bovine leptospirosis in Paraíba state: prevalence and risk factors associated with the occurrence of positive herds. *Pesq Vet Bras*. 2014; 34:332-336.
73. Morovati H, Shirvani E, Noaman V, Lotfi M, Kamalzadeh M, Hatami A, et al. Seroprevalence of bovine leukemia virus (BLV) infection in dairy cattle in Isfahan province, Iran. *Trop Anim Health Prod*. 2012; 44:1127-1129.
74. Hoffmann A, Moraes EHBK, Mousquer CJ, Simioni TA, Junior Gomes F, Ferreira VB, et al. Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período seco. *Pesq Agrár Amb*. 2014; 2(2):119-130.
75. Rosset JS, Coelho GF, Greco M, Strey L, Gonçalves Junior AC. Agricultura convencional *versus* sistemas agroecológicos: modelos, impactos, avaliação da qualidade e perspectivas. *SAP*. 2014; 13(2):80-84.
76. Paniago R, Hellmeister Filho P. Pecuária sustentável: novo ou antigo paradigma da produção animal? *Rev UFG*. 2012; 13(13):113-117.
77. Vilela L, Marta Júnior GB, Barioni LG, Barcellos AO, Andrade RP. Pasture degradation and long-term sustainability of beef cattle systems in the Brazilian Cerrado. In: Symposium Cerrado Land-Use and Conservation; Annual Meeting of The Society for Conservation Biology, 19. 2005, Brasília, DF. Brasília: UnB: Conservation International, 2005.
78. Balbino LC, Barcellos AO, Stone LF. Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF). Brasília: Embrapa, 2011. 130p.
79. Asem-Hiablie S, Rotz CA, Stout R, Fisher K. Management characteristics of beef cattle production in the western United States. *PAS*. 2017; 33:461-471.
80. Soares JPG, Dias J, Almeida DL, Guerra JGM, Silva SN, Oliveira AD, et al. Produção orgânica de capim elefante em consórcio com siratro sob manejo de cortes In: IV Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2006, Belo Horizonte. IV 27 Congresso Brasileiro de Agroecologia. Belo Horizonte: EMATER-MG, 2006.
81. Melado J. Pastagem ecológica e serviços ambientais da pecuária sustentável. *RPA*. 2007; 16(3):113-117.
82. Singh U, Deb R, Alyethodi RR, Alex R, Kumar S, Chakraborty S, et al. Molecular markers and their applications in cattle genetic research: a review. *BGM*. 2014; 6:49-58.
83. Salles PA, Medeiros GR, Costa RG, Ramos CTC, Borburema JB, Almeida MJO, et al. Programa de conservação e melhoramento de uma raça bovina brasileira: Curraleiro (Pé-Duro). *AICA*. 2011; 1:453-456.

84. Egito AA, Mariante AS, Albuquerque MSM. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. Arch Zootec. 2002; 51:39-52.
85. Carvalho JH, Monteiro FC, Girão RN. Conservação do Bovino Pé-Duro ou Curraleiro: Situação Atual. 2001. Embrapa Meio-Norte. Teresina-PI. Documentos 58.
86. Baccari Júnior, F. Métodos e técnicas de avaliação da adaptabilidade dos animais às condições tropicais. 1990. In: Simpósio Internacional de Bioclimatologia Animal nos Trópicos, 1. Fortaleza. 1986 Anais. Embrapa-DIE. Brasília. p. 9-17. (Embrapa-CNPQ. Documentos, 7).
87. Azevêdo DMMR, Alves AA, Feitosa FS, Magalhães JA, Malhado CHM. Adaptabilidade de bovinos da raça Pé-Duro às condições climáticas do semiárido do estado do Piauí. Arch Zootec. 2008; 57(220):513-523.
88. Fioravanti MCS, Juliano RS, Castanheira M, Piovezan U, Ramos AF, Rezende CSM, et al. Rede Pró-Centro Oeste Curraleiro Pé-Duro e Pantaneiro: uma experiência de sucesso na conservação de recursos genéticos animais. XVI Simpósio Iberoamericano sobre conservación y utilización de recursos zoogenéticos. 2015. Villavicencio, Colômbia.
89. Soares-Filho BS. Análise de paisagem: fragmentação e mudanças. Belo Horizonte, MG: Departamento de Cartografia, Centro de Sensoriamento Remoto – Instituto de Geociências – UFMG, 1998. 90p.
90. Metzger JP. O que é ecologia de paisagens? Biota Neotrop. 2001; 1(1):2-9.
91. Risser PG, Karr JR, Forman RTT. Landscape ecology, directions and approaches. INHS. 1984; 2:1-18.

## **CAPÍTULO 2 - GEOGRAFIA DE PAISAGEM E RESPOSTA SOROLÓGICA A AGENTES VIRAIS, BACTERIANOS E PARASITÁRIOS EM BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO NO BIOMA CERRADO**

### **RESUMO**

A relação da prevalência de brucelose, diarreia viral bovina (BVD), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), leptospirose, leucose enzoótica bovina (LEB), neosporose e toxoplasmose em bovinos Curraleiro Pé-duro mantidos em sistema extensivo de produção em regiões de Cerrado, foram associadas aos índices ambientais e socioeconômicos. Os resultados dos testes sorológicos foram dispostos em positivos e negativos, os dados ambientais foram obtidos da plataforma de dados do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da UFG e os socioeconômicos do censo geográfico do IBGE de 2006. As variáveis ambientais foram submetidas aos testes estatísticos multivariados de análise de agrupamento por UPGMA (*Unweighted pair group method with arithmetic mean*), posteriormente foram realizadas análise discriminante e correlação canônica da relação de prevalência aos *clusters*. O *cluster* 1 distinguiu-se dos demais por influência da localização em área de transição Cerrado-Amazônia. *Cluster* 2 caracterizou pelo maiores índices de vegetação. O menor índice de estresse hídrico caracterizou o *cluster* 3. Áreas para proteção ambiental da vegetação remanescente de Cerrado o *cluster* 4. O *cluster* 5 constitui-se ambiente típico da atividade agropecuária no Cerrado, no qual a expansão agrícola substituiu a vegetação do Bioma. Os maiores valores de prevalência sorológica positiva para brucelose, leptospirose, LEB, IBR e BVD associaram-se ao *cluster* 1. As prevalências de neosporose e toxoplasmose ao *cluster* 2. Os valores intermediários de prevalências para todas as sorologias ocorreram nos *clusters* 3, 4 e 5.

**Palavras-chave:** bovinos locais, condições ambientais, doenças infecciosas.

### **ABSTRACT**

The relationship between the prevalence of brucellosis, bovine viral diarrhea (BVD), infectious bovine rhinotracheitis (IBR), leptospirosis, enzootic bovine leukosis (EBL), neosporosis and toxoplasmosis in an extensive bovine production system Curraleiro Pé-duro were associated with the environmental indices of the Cerrado regions. The results of the

serological tests were arranged in positive and negative, the environmental data were obtained from the data platform of the Laboratory of Image Processing and Geoprocessing of the UFG and the socioeconomic data of the geographic census of the IBGE of 2006. The environmental variables were submitted to the multivariate statistical tests of clustering analysis by UPGMA - Unweighted pair group method with arithmetic mean, then discriminant analysis and canonical correlation of the prevalence relation to clusters were performed. Cluster 1 was distinguished from others by the influence of the location in the Cerrado-Amazon transition area. Cluster 2 was characterized by higher vegetation indexes. The low value of water stress evidenced to cluster 3. Areas for environmental protection of the Cerrado vegetation characterized cluster 4. And cluster 5 constitutes a typical environment of the agricultural activity in the Cerrado, in which the agricultural expansion replaced the vegetation of the Biome. The highest values of positive serological prevalence for brucellosis, leptospirosis, EBL, IBR and BVD were associated with cluster 1. And the prevalence of neosporosis and toxoplasmosis to cluster 2. The intermediate prevalence values for all serologies are in clusters 3, 4 and 5.

**Key-world:** environmental conditions, infectious diseases, local cattle.

## 1. INTRODUÇÃO

Doenças infectocontagiosas causadas por bactérias, como brucelose e leptospirose, por vírus, como leucose enzoótica bovina (LEB), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR) e diarreia viral bovina (BVD) e por parasitas, como neosporose e toxoplasmose, ocorrem de maneira isolada ou associadas nos bovinos e com frequências variáveis nos diferentes rebanhos. Em decorrência destas doenças observam-se consideráveis perdas produtivas, não somente aos pecuaristas, mas também na base econômica que está direcionada à pecuária, à agricultura e à indústria de transformação brasileira.

Essas e outras doenças que comprometem a produtividade dos bovinos no Brasil apresentam ampla distribuição geográfica e depende de fatores como clima, condição socioeconômica e cultural do produtor, o que determina os diferentes valores de prevalências em diferentes regiões.

A presença de doenças infecciosas em um rebanho bovino é de caráter multifatorial, especialmente as que acometem o trato reprodutor. Práticas rotineiras de

movimentação de animais, como a compra de reprodutores e ferramentas utilizadas na melhoria de aspectos produtivos, como a inseminação artificial e o confinamento, quando praticadas sem os devidos cuidados sanitários podem favorecer a introdução e a manutenção de patógenos nos rebanhos<sup>1</sup>.

Já está bem estabelecido que condições climáticas e ambientais tenham relação com a prevalência de doenças. Sabe-se também que a associação de condições pode propiciar a manutenção do agente no ambiente viabilizando o contágio do hospedeiro, a exemplo do que acontece na infecção por leptospira<sup>2</sup>.

Identificar características dos rebanhos por meio de informações das práticas de manejo, indicando quais destas mais predisõem a determinada infecção, pode auxiliar na adoção de medidas de controle efetivamente direcionadas para prevenir doenças em bovinos<sup>3</sup>. A caracterização de ambientes, associando-os à ocorrência de diferentes doenças, pode trazer informações que auxiliam na definição de medidas de controle, porém os estudos que envolvem o tema são escassos.

A bovinocultura é uma atividade que soma a aplicação de tecnologias a práticas de manejo, devendo ser considerados o tipo de criação; a raça, a aptidão e a genética bovina; bem como a região ecológica de desenvolvimento da produção animal. Atenção especial deve ser dada aos aspectos socioeconômicos e culturais dos produtores, pois estes podem causar interferência direta, reduzindo a eficiência do processo produtivo<sup>4</sup>.

A demanda da sociedade por produtos de origem animal, livres de insumos pecuários, tem estimulado novas formas de criação de animais. A possibilidade de criar uma raça bovina mais resistente e adaptada às condições adversas do Cerrado deve ser considerada, especialmente para aqueles que optam por agregar valor ao produto comercializado, associando-o a um sistema de criação sustentável. O bovino Curraleiro Pé-Duro tem se destacado por ter saído das probabilidades empíricas de resistência e adaptabilidade e ter demonstrado essas características em diversas pesquisas científicas. Essa raça local formou-se no Brasil, a partir dos bovinos portugueses trazidos pelos colonizadores 500 anos atrás. No século XXI, os estados de Goiás e Tocantins albergam vários criadores e um importante efetivo da raça.

Com o presente estudo objetivou verificar sob quais condições de Cerrado, pelas associações dos índices ambientais obtidos dos bancos de dados do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) e socioeconômicos com dados censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2006, estiveram relacionadas com as respostas sorológicas positivas de brucelose, leptospirose, leucose,

diarreia viral bovina, rinotraqueíte infecciosa bovina, neosporose e toxoplasmose em sistema extensivo de produção de bovinos Curraleiro Pé-Duro.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de abrangência e amostragem

Foi utilizado o banco de dados da Rede Pró-Centro-Oeste “Caracterização, conservação e uso das raças bovinas locais brasileiras: Curraleiro e Pantaneiro”. Parte desse banco consiste em informações soroepidemiológicas relativas à brucelose (BRU), leptospirose (LEP), leucose enzoótica bovina (LEB), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), diarreia viral bovina (BVD), neosporose (NEO) e toxoplasmose (TOX), obtidas a partir de amostras colhidas no ano de 2006 de 1.150 bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro dos estados de Goiás e Tocantins.

As propriedades amostradas do estado de Goiás estavam localizadas nos municípios de Cavalcante, Planaltina de Goiás, Água Fria de Goiás, Mambaí, Faina (localidade Caiçara), Bela Vista (localidade Roselândia), Leopoldo de Bulhões, Porangatu e Pirenópolis. Em Tocantins nos municípios de Lizarda, Porto Nacional, Formoso do Araguaia, Gurupi, Sucupira e Guaraí (Quadro 1).

QUADRO 1 - Municípios, coordenadas geográficas, altitude e número de animais amostrados

| Municípios              | Longitude | Latitude | Número de animais |
|-------------------------|-----------|----------|-------------------|
| Água Fria de Goiás, GO  | -47.7895  | -14.9764 | 63                |
| Bela Vista de Goiás, GO | -49.0161  | -16.8490 | 49                |
| Cavalcante GO           | -47.4518  | -13.7851 | 62                |
| Faina, GO               | -50.1660  | -15.5231 | 46                |
| Leopoldo de Bulhões, GO | -48.7379  | -16.6239 | 84                |
| Mambaí, GO              | -46.1056  | -14.4902 | 76                |
| Pirenópolis, GO         | -48.9451  | -15.8652 | 92                |
| Planaltina de Goiás GO  | -47.6341  | -15.4452 | 36                |
| Porangatu, GO           | -49.1381  | -13.4097 | 45                |
| Formoso do Araguaia, TO | -49.5038  | -11.8207 | 17                |
| Guaraí, TO              | -48.5261  | -8.8377  | 100               |
| Gurupi, TO              | -49.0552  | -11.7496 | 76                |
| Lizarda, TO             | -46.6715  | -9.5900  | 76                |
| Porto Nacional, TO      | -48.3078  | -10.4613 | 288               |
| Sucupira, TO            | -48.9067  | -11.9825 | 40                |

## 2.2. Exames sorológicos

O diagnóstico da brucelose seguiu os preceitos do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT)<sup>5</sup>. As amostras sorológicas foram processadas por teste de triagem do antígeno acidificado tamponado (AAT), no Laboratório do Setor de Medicina Preventiva da Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG (EVZ/UFG). Por se tratar de doença de controle oficial, as amostras positivas foram submetidas ao teste confirmatório do 2-mercaptoetanol (2-ME) no Laboratório de Análise e Diagnóstico Veterinário da Agência Goiana de Defesa Agropecuária (LABVET/AGRODEFESA/GO). Os animais positivos foram eutanasiados.

Para detecção de anticorpos anti-*Leptospira* sp. as amostras foram processadas pela técnica de soroaglutinação microscópica (SAM) no Laboratório de Leptospirose do Setor de Medicina Preventiva da EVZ/UFG, seguindo protocolo descrito no Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals<sup>6</sup>. As amostras foram testadas contra 19 sorovares (*Australis*, *Bratislava*, *Autumnalis*, *Butembo*, *Castellonis*, *Canicola*, *Grippotyphosa*, *Hebdomadis*, *Copenhageni*, *Icterohaemorrhagiae*, *Pomona*, *Pyrogenes*, *Hardjo*, *Wolffi*, *Shermani*, *Tarassovi*, *Andamana*, *Patoc* e *Sentot*). Neste estudo foram considerados como resultados positivos e negativos, independente do sorovar.

O método de ensaio imunoenzimático (ELISA, do inglês *Enzyme Linked Immunosorbent Assay*) indireto foi utilizado para pesquisa de anticorpos anti-*Neospora caninum*, adotando protocolo utilizado no Laboratório de Protozooses Digestivas e Reprodutivas da Faculdade de Veterinária da Universidade Complutense de Madrid, Espanha utilizando como antígeno extrato solúvel de taquizoítos de *N. caninum* da cepa Nc-1.

Os resultados sorológicos para leucose foi realizado pelo método de triagem de imunodifusão em ágar-gel (IDGA) utilizando reagentes comerciais (Tecpar, Brasil). As amostras positivas foram submetidas ao teste de ELISA no Laboratório de Virologia do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás, utilizando reagentes comerciais (Idexx Laboratories Inc.).

A detecção de anticorpos contra o vírus BoHV-1 e BVDV foi obtida pela microtécnica de soroneutralização (SN)<sup>6</sup>, no Laboratório de Virologia Animal do Centro de Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina.

A sorologia para *T. gondii* foi feita utilizando-se o método de hemaglutinação indireta (HI) com reagente comercial (Bio-toxo®, BIOSHOP, Goiânia, Goiás) seguindo protocolo recomendado pelo fabricante.



### 2.3. Dados edafoclimáticos

Os dados edafoclimáticos foram gerados pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás e obtidos por meio de imagens de satélite, sob a forma de mapa interativo em sua plataforma de pesquisa disponível em <http://maps.lapig.iesa.ufg.br/lapig.html>. Nesta plataforma foram buscados todos os dados disponíveis de séries temporais dos municípios de localização dos rebanhos, tendo sido utilizada a média do período de 2000 a 2006 (Quadro 2). Foi estabelecido esse período para todos os 15 municípios por contemplarem igual intervalo de tempo para dados das séries temporais disponíveis na fase de tabulação.

QUADRO 2 - Valores médios dos dados obtidos da plataforma de pesquisa produzidos pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás (UFG), no período entre 2000-2006

|                         | CHUVA  | ETN  | ETP    | ETR   | NDWI | LST   | NCI  | NDVI | EVI  | ALT  |
|-------------------------|--------|------|--------|-------|------|-------|------|------|------|------|
| Água Fria de Goiás, GO  | 151,90 | 0,24 | 207,43 | 42,67 | 0,02 | 26,50 | 0,27 | 0,44 | 0,26 | 980  |
| Bela Vista de Goiás, GO | 155,00 | 0,30 | 203,44 | 42,45 | 0,22 | 26,92 | 0,21 | 0,54 | 0,36 | 803  |
| Cavalcante, GO          | 144,18 | 0,18 | 233,94 | 39,37 | 0,19 | 25,25 | 0,19 | 0,50 | 0,34 | 823  |
| Faina, GO               | 159,68 | 0,20 | 206,85 | 53,98 | 0,07 | 25,81 | 0,23 | 0,46 | 0,33 | 360  |
| Leopoldo de Bulhões, GO | 150,56 | 0,23 | 202,65 | 45,17 | 0,08 | 25,77 | 0,19 | 0,56 | 0,34 | 1030 |
| Mambai, GO              | 105,49 | 0,19 | 212,66 | 47,25 | 0,16 | 27,65 | 0,23 | 0,59 | 0,36 | 709  |
| Pirenópolis, GO         | 158,94 | 0,28 | 198,04 | 51,90 | 0,17 | 25,10 | 0,17 | 0,65 | 0,39 | 770  |
| Planaltina de Goiás, GO | 145,23 | 0,25 | ---    | 32,95 | 0,11 | 25,46 | 0,22 | 0,50 | 0,31 | 944  |
| Porangatu, GO           | 151,81 | 0,22 | 221,81 | 42,41 | 0,01 | 26,25 | 0,22 | 0,51 | 0,30 | 396  |
| Formoso do Araguaia, TO | 144,71 | 0,29 | 214,58 | 56,88 | 0,19 | 26,67 | 0,19 | 0,68 | 0,39 | 240  |
| Guaraí, TO              | 176,31 | 0,40 | 209,46 | 66,69 | 0,11 | 24,32 | 0,20 | 0,58 | 0,39 | 260  |
| Gurupi, TO              | 140,23 | 0,25 | 217,32 | 48,78 | 0,08 | 24,21 | 0,15 | 0,62 | 0,35 | 287  |
| Lizarda, TO             | 111,26 | 0,29 | 210,93 | 42,95 | 0,13 | 27,08 | 0,21 | 0,63 | 0,42 | 423  |
| Porto Nacional, TO      | 151,44 | 0,25 | 218,88 | 47,88 | 0,07 | 24,72 | 0,22 | 0,44 | 0,26 | 212  |
| Sucupira, TO            | 144,71 | 0,29 | 214,58 | 56,88 | 0,19 | 26,67 | 0,19 | 0,68 | 0,39 | 255  |

Chuva, Evapotranspiração normalizada (ETN), Evapotranspiração potencial (ETP), Evapotranspiração real (ETR), Estresse hídrico (NDWI), Temperatura (LST), Índice de celulose (NCI), Índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI), Índice de vegetação com diferença normalizada melhorada (EVI), Altitude (ALT)

Os dados das imagens de precipitação ou chuva foram obtidos do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission*, com resolução espacial de aproximadamente 30 km, disponível para todo o Brasil e a unidade de medida é mm de água.

As medidas de temperatura de superfície (LST) medida em °C, de evotranspiração e de índice de vegetação foram obtidas pelo satélite EOS-TERRA.

A evapotranspiração (ET) é o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera por evaporação da água do solo e da vegetação úmida e pela transpiração das plantas. A evapotranspiração potencial é medida em mm de água e representa a quantidade de água transferida para a atmosfera de uma superfície gramada ideal, na qual não há restrição hídrica de água no solo e o seu valor depende apenas das condições meteorológicas, como radiação solar. A evapotranspiração real é o valor efetivo em milímetros de água, corresponde à quantidade de água que uma superfície vegetada transfere para a atmosfera com ou sem restrição de água no solo. A evapotranspiração normalizada foi estabelecida pela divisão entre evapotranspiração real e evapotranspiração potencial, possibilitando comparar dois tipos de vegetações semelhantes dispostas em locais diferentes sobre condições meteorológicas diferentes, reduzindo o efeito locacional, sem unidade de medida.

Foram considerados os dados do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) e do índice de vegetação melhorado (EVI) que analisam a condição da vegetação em determinada área por meio de sensoriamento remoto. Estes índices de vegetação são sensíveis à clorofila e à presença da vegetação sadia com intervalo entre -1 e 1, sendo o valor 1 o de maior resposta de vegetação fotossinteticamente ativa<sup>7</sup>.

O índice de estresse hídrico e de celulose foram obtidos pelo satélite LANDSAT, sem unidade de medida. O índice de estresse hídrico (NDWI), também denominado de escassez hídrica ou índice de diferença normalizada da água trata da situação em que a demanda por água é maior que sua disponibilidade e capacidade de renovação em determinada região. O índice de celulose (NCI) é utilizado para mapeamentos de vegetação utilizando sensores orbitais, distinguindo diferentes fitofisionomias.

## **2.4. Dados do censo do IBGE**

O resumo das 92 variáveis obtidas a partir dos dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE disponíveis por municípios correspondentes ao período de 2006, utilizadas neste estudo está descrito no Quadro 3.

QUADRO 3 – Descrição dos dados socioeconômicos avaliados no Censo IBGE 2006

|                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Receitas obtidas pelos estabelecimentos                                                    | Número de estabelecimentos e Valor (1.000 R\$)                                                                                                                                                                                                             |
|                                                                                               | Animais e seus produtos – Número de estabelecimentos e Valor (1.000 R\$)                                                                                                                                                                                   |
|                                                                                               | Esterco – Número de estabelecimentos e Valor (1.000 R\$)                                                                                                                                                                                                   |
| 2. Estabelecimentos em que o produtor declarou ter atividade fora, por tipo de atividade      | Número de estabelecimentos                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                                                               | Tipo de atividade – Agropecuária, não agropecuária, e agropecuária e não agropecuária                                                                                                                                                                      |
| 3. Utilização das terras nos estabelecimentos, por tipo de utilização                         | Total de estabelecimentos                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                               | Área total (ha)                                                                                                                                                                                                                                            |
|                                                                                               | Utilização das terras nos estabelecimentos (lavouras, pastagens, forrageiras, viveiros e estufas, matas e florestas, reservatórios de água naturais, edificações, benfeitorias e terras degradadas e inaproveitáveis)                                      |
| 4. Recursos hídricos existentes nos estabelecimentos, por tipo de recurso                     | Estabelecimentos com declaração de recursos hídricos                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                               | Tipo de recurso (nascentes protegidas e sem proteção de matas; rios ou riachos protegidos e sem proteção de matas; lagos naturais e/ou açudes protegidos e sem proteção de matas; poços e/ou cisternas)                                                    |
| 5. Orientação técnica recebida pelos estabelecimentos, por origem da orientação técnica       | Total de estabelecimentos                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                               | Orientação técnica recebida pelos estabelecimentos, por origem da orientação técnica do Governo; própria ou do próprio produtor; cooperativas; empresas integradoras; empresas privadas de planejamento; organização não-governamental (ONG); outra origem |
| 6. Estabelecimentos e área dos estabelecimentos, por classes da atividade econômica           | Número de estabelecimentos por classes da atividade econômica                                                                                                                                                                                              |
|                                                                                               | Área (ha) de estabelecimentos, por classes da atividade econômica                                                                                                                                                                                          |
|                                                                                               | Número de estabelecimentos e área (ha) com lavouras; horticultura e floricultura; produção de sementes, mudas; pecuária e criação de outros animais; produção florestal; pesca; aquicultura                                                                |
| 7. Produtor na direção dos trabalhos do estabelecimento, por sexo e grupos de anos de direção | Homens com menos de um ano na direção dos trabalhos; de um a menos de cinco anos na direção dos trabalhos; de cinco a menos de 10 anos na direção dos trabalhos; de 10 anos e mais na direção dos trabalhos;                                               |
|                                                                                               | Mulheres com menos de um ano na direção dos trabalhos; de um a menos de cinco anos na direção dos trabalhos; de cinco a menos de 10 anos na direção dos trabalhos; de 10 anos e mais na direção dos trabalhos.                                             |
| 8. Estabelecimento e área da agricultura familiar                                             | Número de estabelecimentos e área (ha) em agricultura familiar - Lei nº 11.326                                                                                                                                                                             |
|                                                                                               | Número de estabelecimentos e área (ha) em agricultura não familiar                                                                                                                                                                                         |
| 9. Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                            |

## 2.5. Análise estatística

Os resultados soroepidemiológicos referentes à brucelose, leptospirose, LEB, IBR, BVD, neosporose e toxoplasmose de 1.150 animais pertencentes a 22 proprietários em 23 propriedades localizadas em 15 municípios foram organizados em resultados positivo ou negativo, para em seguida ser estabelecida a prevalência. Foram utilizados os seguintes pontos de corte, segundo critérios da OIE<sup>6</sup>: para a LEB considerou-se positivo reposta acima

de 1:40, IBR acima de 1:2, BVD acima de 1:10, neospora acima de 1:200 e toxoplasma acima de 1:64.

A partir das variáveis climáticas e ambientais foram definidos os *clusters*, obtidos por matriz de dissimilaridade euclidiana com dados ambientais padronizados e, com esta matriz, foi gerado um dendrograma pela metodologia UPGMA (*Unweighted pair group method with arithmetic mean*). Após este procedimento, fez-se seleção de dados socioeconômicos utilizando uma função criada em ambiente R<sup>8</sup>. Esta função gera a matriz de correlação entre os dados, com seus autovalores e autovetores. A variável que possuir maior autovetor associado ao menor autovalor é retirada caso o número de condição da matriz de correlação seja superior a 100. Este procedimento é feito sequencialmente pela função até obter um conjunto de variáveis com matriz de correlação de número de condição inferior a 100.

Os dados socioeconômicos selecionados foram acrescentados aos dados de prevalência de respostas sorológicas positivas e submetidos à análise discriminante dos *clusters* ambientais. Após este procedimento, realizou-se uma análise de variáveis canônicas para avaliar inter-relações entre variáveis (dados socioeconômicos e de prevalência) e *clusters* ambientais. Para a realização das análises estatísticas utilizou-se o programa R<sup>8</sup> utilizando-se do pacote Candisc<sup>9</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise de agrupamento por UPGMA

Os *clusters* ambientais tiveram a seguinte composição:

- *Cluster* 1 (G1): Guaraí, TO.
- *Cluster* 2 (G2): Pirenópolis, GO; Gurupi, TO e Sucupira, TO.
- *Cluster* 3 (G3): Formoso do Araguaia, TO.
- *Cluster* 4 (G4): Mambaí, GO e Lizarda, TO.
- *Cluster* 5 (G5): Água Fria de Goiás, GO; Bela Vista de Goiás, GO; Cavalcante, GO; Faina, GO; Leopoldo de Bulhões, GO; Planaltina de Goiás, GO; Porangatu, GO e Porto Nacional, TO.

O método da ligação média entre grupos (UPGMA) tem sido utilizado em diferentes estudos, principalmente em diversidade genética, e apresenta-se vantajoso sobre os demais métodos por considerar médias aritméticas das medidas de dissimilaridade evitando a caracterização da dissimilaridade por valores extremos entre as variáveis consideradas<sup>10</sup>. Outra vantagem do método UPGMA ocorre por gerar valores mais altos do coeficiente de correlação cofenética<sup>11</sup>. Significa que por UPGMA há menor distorção quanto à representação das similaridades entre os membros de um dendograma.

O dendograma é a representação simplificada da matriz de dissimilaridade. Uma das maneiras de verificar a capacidade do dendograma em reproduzir a matriz de dissimilaridade é construir a matriz cofenética, que trata da matriz de distâncias entre os objetos do dendograma. A verificação da proximidade das duas matrizes de dissimilaridade é fornecida pelo coeficiente de correlação entre os valores da matriz de dissimilaridade e os correspondentes da matriz cofenética, que é chamado coeficiente de correlação cofenética<sup>12</sup>. A correlação com a matriz cofenética dos dados ambientais padronizados foi igual a 0,68 e o dendograma foi gerado por UPGMA (Figuras 1 e 2). Para avaliar a consistência do agrupamento o coeficiente de correlação cofenética quantifica a semelhança entre a matriz de distâncias do dendograma (matriz cofenética) e a matriz de distâncias originais, ou seja, quanto maior o valor de correlação menor a distorção causada pelo agrupamento.

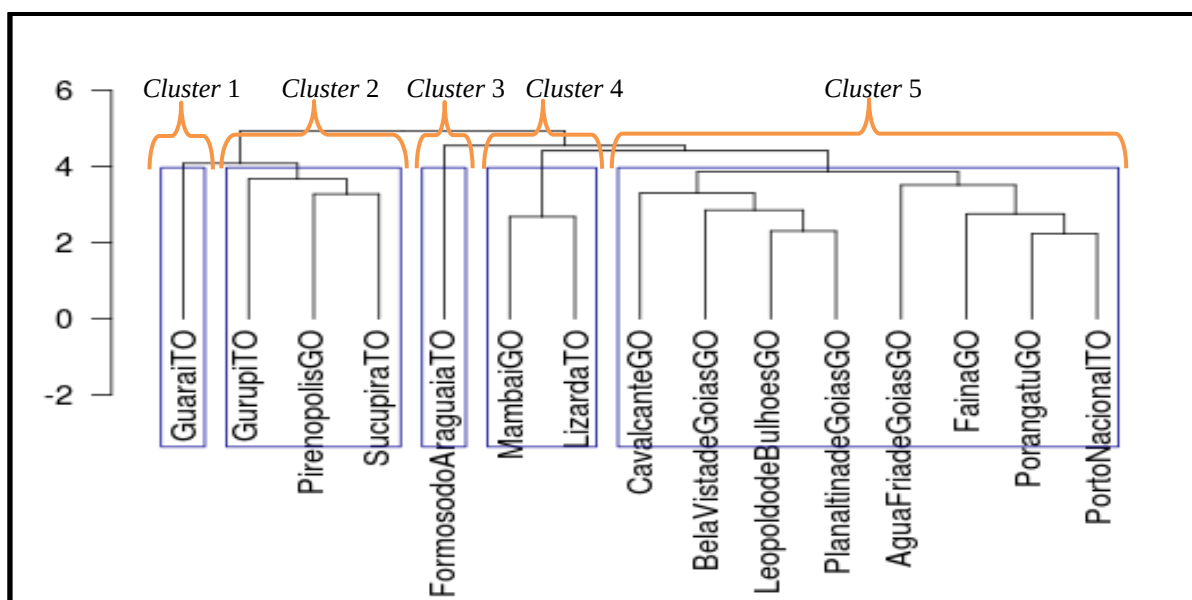


FIGURA 1 - Dendograma dos *clusters*, composição: *cluster* 1 por Cuaraí/TO; *cluster* 2 por Gurupi/TO, Pirenópolis/GO e Sucupira/TO; *cluster* 3 por Formoso do Araguaia/TO; *cluster* 4 por Mambai/GO e Lizarda/TO; e *cluster* 5 por Cavalcante/GO, Bela Vista de Goiás/GO, Leopoldo de Bulhões/GO, Planaltina de Goiás/GO, Água Fria de Goiás/GO, Faina/GO, Porangatu/GO e Porto Nacional/TO.

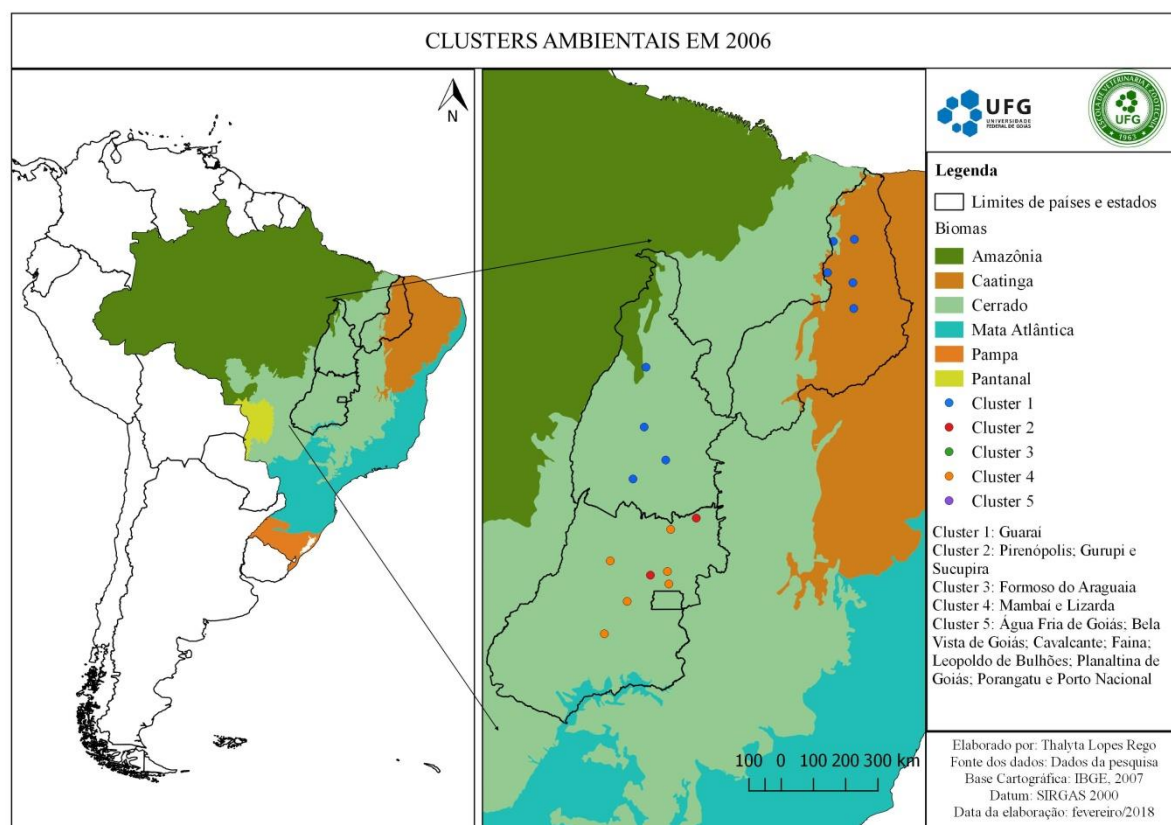


FIGURA 2 - Distribuição geográfica dos *clusters* formados por UPGMA a partir de dados ambientais

Os agrupamentos formados de acordo com os dados ambientais (*clusters* ambientais) estão apresentados na tabela 1 e nas figuras 3 e 4.

TABELA 1 - Características dos *clusters* ambientais: *cluster* 1 e 3 dados obtidos a partir de um município; *cluster* 2, 4 e 5 valores médios (desvio padrão) obtidos de mais de um município

|                  | CHUVA             | ETN            | ETP               | ETR             | NDWI           | LST             | NCI            | NDVI           | EVI            | ALT          |
|------------------|-------------------|----------------|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| <i>Cluster</i> 1 | 176,31            | 0,40           | 209,46            | 66,69           | 0,11           | 24,32           | 0,20           | 0,58           | 0,39           | 260          |
| <i>Cluster</i> 2 | 159,99<br>(15,83) | 0,27<br>(0,02) | 209,98<br>(10,42) | 52,52<br>(4,09) | 0,15<br>(0,06) | 25,33<br>(1,25) | 0,17<br>(0,02) | 0,65<br>(0,03) | 0,38<br>(0,02) | 437<br>(289) |
| <i>Cluster</i> 3 | 136,68            | 0,23           | 217,96            | 38,36           | -0,02          | 23,33           | 0,25           | 0,60           | 0,36           | 240          |
| <i>Cluster</i> 4 | 108,38<br>(4,08)  | 0,24<br>(0,07) | 211,80<br>(1,22)  | 45,10<br>(3,04) | 0,14<br>(0,02) | 27,37<br>(0,40) | 0,22<br>(0,01) | 0,61<br>(0,03) | 0,39<br>(0,04) | 566<br>(202) |
| <i>Cluster</i> 5 | 151,23<br>(4,97)  | 0,23<br>(0,04) | 212,14<br>(9,07)  | 43,36<br>(6,13) | 0,10<br>(0,07) | 25,84<br>(0,71) | 0,22<br>(0,02) | 0,49<br>(0,04) | 0,31<br>(0,04) | 694<br>(320) |

Chuva, Evapotranspiração normalizada (ETN), Evapotranspiração potencial (ETP), Evapotranspiração real (ETR), Estresse hídrico (NDWI), Temperatura (LST), Índice de celulose (NCI), Índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI), Índice de vegetação com diferença normalizada melhorada (EVI).

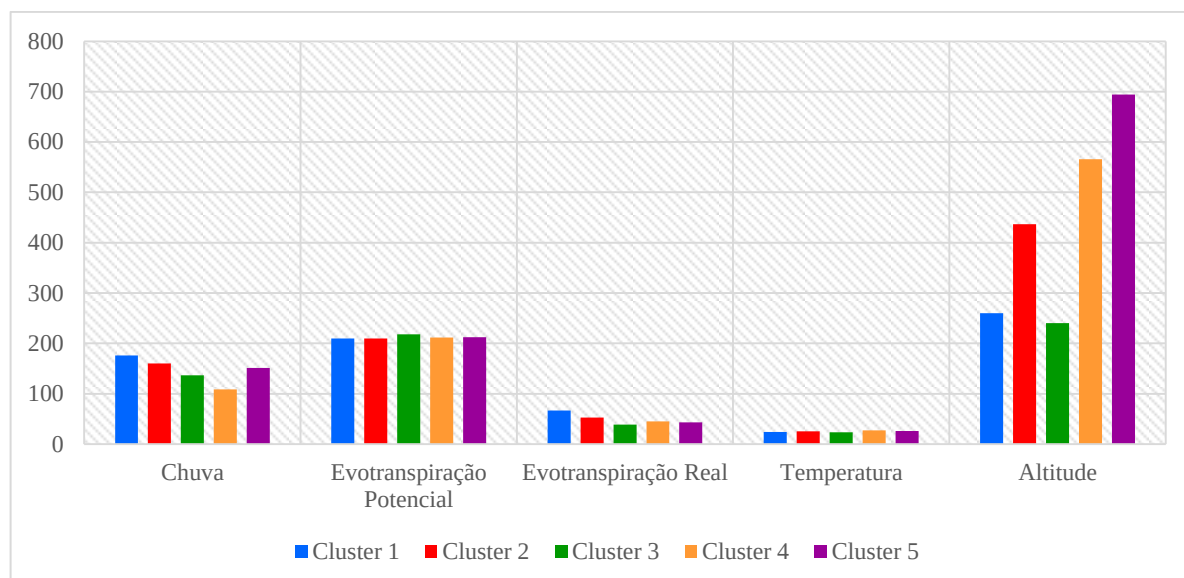


FIGURA 3 - Características dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás e Tocantins

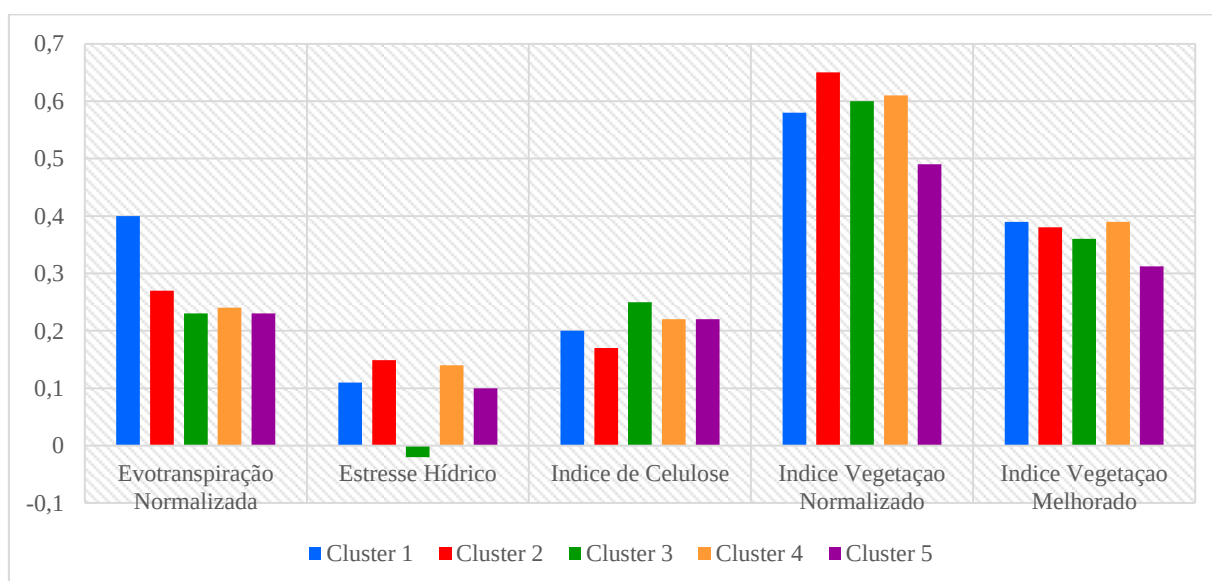


FIGURA 4 - Características dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás e Tocantins

A diferenciação entre os *clusters* foi relativamente pequena, exceto para o estresse hídrico.

O *cluster* 1 composto pelo município de Guaraí no Tocantins foi o que apresentou a maior pluviometria e evapotranspiração real e normalizada e também entre o maior índice de vegetação melhorado o que é explicado pela proximidade com a Floresta Amazônica e provavelmente com áreas de preservação de mata. Tem baixa altitude e temperatura média de 24°C.

Valores máximos de intensidade de chuva para Guaraí também foram observados em comparação a outras nove localidades no estado do Tocantins em um período de 10 anos<sup>13</sup>. Na classificação da cobertura vegetal do estado do Tocantins, a relação do padrão sazonal de precipitação e da vegetação de parte do Bioma Cerrado na Amazônia Legal pôde ser conferida em fisionomias vegetais com maior disponibilidade hídrica, e que sofrem menos em períodos de menor precipitação, esses períodos são comuns para região de Cerrado entre maio e outubro<sup>14</sup>. Neste caso inclui o município de Guaraí por localizar-se em área de transição entre Cerrado e Floresta Amazônica o que corrobora para a distinção que formou o *cluster* 1, com índice de vegetação em evidência.

O *cluster* 2 constituiu-se pelos municípios de Pirenópolis/GO; Gurupi/TO e Sucupira/TO que apresentam menores valores de evapotranspiração potencial e índice de celulose, com os maiores valores de NDVI e NDWI, importantes índices de vegetação podendo representar entre as regiões estudadas boa área de preservação vegetal de Cerrado. Temperatura média de 25,33°C.

Pirenópolis apresenta diferentes fitofisionomias de Cerrado incluindo campo limpo, campo sujo, cerrado sentido restrito, cerradão e mata seca semidecídua, engloba em seu território a APA dos Pirineus. Há o predomínio de áreas do cerradão e mata seca, vegetações que se caracterizam com formações florestais<sup>15</sup>. Os municípios de Gurupi e Sucupira na região sul do Tocantins apresentaram desde 1990 avanço em áreas de desmatamento, nos quais a maioria das perdas das classes de formações florestais e savânicas foram para áreas antrópicas agrícolas<sup>16</sup>. A vegetação e as culturas utilizadas nestas regiões podem ter contribuído para o maior índice de celulose.

O município de Formoso do Araguaia no Tocantins compõe o *cluster* 3, é o de menor altitude, temperatura (23,33°C), evapotranspiração normalizada e real, com maior índice de celulose e evapotranspiração potencial. Este *cluster* destacou-se pelo menor valor de estresse hídrico, provável variável que distinguiu este município dos demais, Sucupira e Gurupi, que correspondem a faixa sul do estado do Tocantins. Esta faixa sul compreende fitofisionomias florestais e savânicas semelhantes<sup>17</sup>. O valor negativo do NDWI caracteriza superfície sem presença de água, este índice de vegetação está extremamente relacionado ao conteúdo de água na cobertura vegetal que permite acompanhar mudanças na biomassa e avaliar o estresse hídrico da vegetação<sup>18</sup>.

O *cluster* 4 englobou os municípios de Mambaí/GO e Lizarda/TO, apresentou menor pluviometria e baixa evapotranspiração normalizada e maior temperatura (27,37°C) e



índice de vegetação melhorado. Este *cluster* foi formado por municípios com grandes áreas destinadas a proteção ambiental em diferentes categorias.

Mambaí compõe parte da APA (Área de Proteção Ambiental) das nascentes do Rio Vermelho que apresenta bom estado de conservação com baixos índices de desmatamento identificado, porém devido suas condições naturais de solo que favorecem a ocorrência de processos erosivos requer atenção no uso e ocupação da terra<sup>19</sup>. No entanto foram indicados desmatamento neste município para atividade carvoeira<sup>20</sup>.

Lizarda está inserida no Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba, pertencente a Unidade de Conservação de Proteção Integral do estado do Tocantins. Neste parque predominam as formações campestres que ocupam 81,4% da sua área total, os fatores edáficos são semelhantes a outras regiões com a mesma formação vegetal<sup>21</sup>. Estas semelhanças, vegetacionais e edáficas, podem explicar a composição do *cluster* 4.

O *cluster* 5 foi formado pelos municípios de Água Fria de Goiás/GO, Bela Vista de Goiás/GO, Cavalcante/GO, Faina/GO, Leopoldo de Bulhões/GO, Planaltina de Goiás/GO, Porangatu/GO e Porto Nacional/TO que em média apresentou a maior altitude e menores índices de vegetação (NDVI e EVI) e evapotranspiração normalizada.

Os municípios de Água Fria de Goiás, Cavalcante, Planaltina de Goiás e Porangatu foram incluídos como significativos na relação entre expansão agrícola e desmatamentos em Goiás entre o período de 2003 e 2004<sup>20</sup>. Esta constatação colabora para os menores valores de índice de vegetação do agrupamento.

Sob diferentes usos da terra no Bioma Cerrado identificados em 80 milhões de hectares, duas classes, as de pastagens cultivadas e culturas agrícolas foram as mais representativas com distribuição espacial muito heterogênea. Estas áreas prevalecem na parte sul do Bioma, enquanto a parte norte possui a maior porção da vegetação natural incluindo as regiões de transição com o bioma da Amazônia<sup>22</sup>. As atividades agropecuárias compreendem cerca de 40,53% e o Cerrado 50,12% da área deste Bioma nos estados de Goiás e Tocantins<sup>23</sup>. Os *clusters* 2, 3 e 5 compostos por municípios localizados na região central do Bioma Cerrado dispõem de áreas que mesclam as duas condições, de áreas antropizadas e vegetação remanescente.

### 3.2. Análise discriminante

Entre as metodologias utilizadas para verificar a consistência do agrupamento está a análise discriminante de Fischer (1936)<sup>24</sup>, que pode ser aplicada utilizando-se da

distribuição final das variáveis nos grupos obtidos pelo método de agrupamento e verificando-se o percentual de acerto das classificações das variáveis para a validação do agrupamento<sup>24,25,26,27</sup>. A proporção de observações corretamente posicionadas nos *clusters* apresentou probabilidade geral de acerto de 93,33%. As proporções de acerto por grupo foram de 100% para os *clusters* 1, 3, 4 e 5 para o *cluster* 2 foi de 66%.

A função discriminante linear de Fisher, uma combinação linear de variáveis as quais caracterizam a separação entre os grupos, indicou as seguintes variáveis (Tabela 2): índice de desenvolvimento humano (IDH); áreas em hectares (ha) de pastagens plantadas degradadas (APPD); número de estabelecimentos com pastagens plantadas em boas condições (EPPB); número de estabelecimentos em sistemas agroflorestais com áreas cultivadas com espécies florestais também usadas para lavouras e pastejo de animais (EFLP); e as prevalências de respostas sorológicas positivas para todas as infecções estudadas brucelose (BRU), leptospirose (LEP), leucose enzoótica bovina (LEB), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), diarreia viral bovina (BVD), neosporose (NEO) e toxoplasmose (TOX).

TABELA 2 - Características discriminantes para os agrupamentos, compostos por dados socioeconômicos obtidos do IBGE e as prevalências de respostas sorológicas positivas

|                                                                                                                                                     | <i>Cluster 1</i> | <i>Cluster 2</i> | <i>Cluster 3</i> | <i>Cluster 4</i> | <i>Cluster 5</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Índice de desenvolvimento humano                                                                                                                    | 0,741            | 0,706            | 0,670            | 0,608            | 0,684            |
| Áreas em hectares (ha) de pastagens plantadas degradadas                                                                                            | 5.239,04         | 55.948,00        | 3.998,92         | 811,52           | 21.412,61        |
| Número de estabelecimentos com pastagens plantadas em boas condições                                                                                | 554,00           | 1.621,66         | 853,00           | 289,50           | 2.125,87         |
| Número de estabelecimentos em sistemas agroflorestais com áreas cultivadas com espécies florestais também usadas para lavouras e pastejo de animais | 38,00            | 267,33           | 173,00           | 118,00           | 242,00           |
| Prevalência de sorologia positiva para brucelose                                                                                                    | 8,00             | 6,43             | 5,90             | 1,30             | 4,16             |
| Prevalência de sorologia positiva para leptospirose                                                                                                 | 72,00            | 59,93            | 70,60            | 39,35            | 35,67            |
| Prevalência de sorologia positiva para leucose                                                                                                      | 32,00            | 18,67            | 11,80            | 27,65            | 14,29            |
| Prevalência de sorologia positiva para IBR                                                                                                          | 98,00            | 80,30            | 82,40            | 94,00            | 77,08            |
| Prevalência de sorologia positiva para BVD                                                                                                          | 91,00            | 46,80            | 41,20            | 58,45            | 60,39            |
| Prevalência de sorologia positiva para neosporose                                                                                                   | 38,00            | 50,20            | 35,30            | 30,30            | 33,86            |
| Prevalência de sorologia positiva para toxoplasmose                                                                                                 | 1,00             | 2,53             | 0,00             | 0,65             | 1,91             |

IBR – rinotraqueíte infecciosa bovina; BVD – diarreia viral bovina

As proporções gráficas de prevalências das respostas sorológicas positivas estudadas de acordo com o agrupamento estão apresentadas na figura 5.

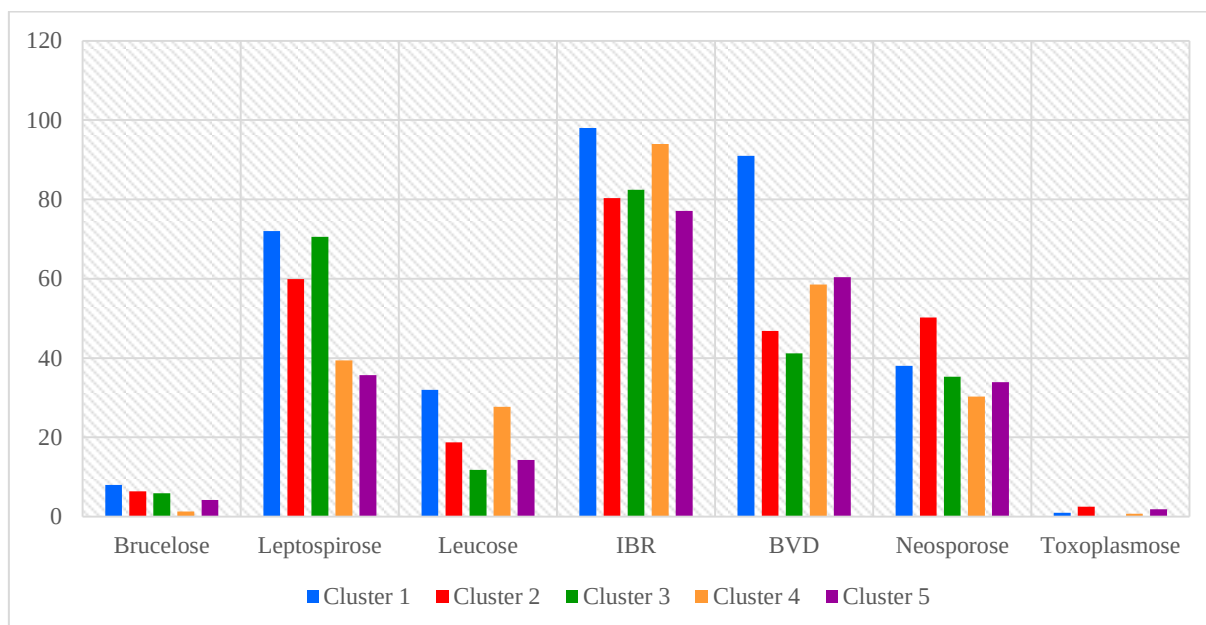


FIGURA 5 - Características sanitárias dos rebanhos dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás e Tocantins. IBR - rinotraqueíte infecciosa bovina, BVD - diarréia viral bovina

Observou-se que o *cluster* ambiental 1 está localizado em município com melhor valor de IDH e o menor número de estabelecimentos em sistemas agroflorestais com culturas de espécies florestais usadas para lavouras e pastejo de animais. E apresenta as prevalências mais elevadas para brucelose, leptospirose, LEB, IBR e BVD.

O IDH foi utilizado como fator determinante em função das diferenças econômicas e agrárias dos produtores nas explorações agropecuárias para as diferentes regiões. Este índice permite comparar o processo de desenvolvimento dos municípios, como o crescimento econômico e a dinâmica demográfica, auxiliando na formulação e avaliação de políticas públicas, por representar a realidade social<sup>28</sup>. Desta forma, o maior valor de IDH do município representa boa condição socioeconômica.

Para brucelose as condições ambientais são diferentes das apresentadas em estudos na Nigéria, onde animais em zonas agroecológicas apresentavam maior frequência<sup>29</sup>, considerado que este *cluster* obteve o menor número de estabelecimentos agroflorestais.

Essa proximidade do *cluster* 1 com a Floresta Amazônica, região rica em flora e fauna, e o fato de compartilhar pastos com outras espécies animais, como os de vida livre<sup>1,30,31</sup> tem sido considerados como reservatórios para as infecções de brucelose e leptospirose em

bovinos.

Para qualquer forma de criação dos bovinos as infestações por moscas no verão estão relacionadas ao aumento da frequência da LEB<sup>32,33</sup>. Algumas espécies de moscas, como os *Dipteros*, adaptam-se facilmente a uma ampla gama de condições ecológicas e climáticas podendo se estender de florestas tropicais baixas à savana seca<sup>34</sup>. Estes insetos podem transportar o vírus para os animais.

Em estudo realizado no Equador houve relação da prevalência de IBR com aspectos geográficos do país como em altitude acima de 1.800 metros do nível do mar e em terreno com inclinação maior que 11%<sup>35</sup>. Neste estudo, não houve a indicação destes fatores relacionados a infecção.

O *cluster* 2 apresentou a maior área de pastagens plantadas degradadas e o maior número de estabelecimentos em sistemas agroflorestais. Possuindo também os maiores valores de prevalência para neosporose e toxoplasmose.

As pastagens exóticas plantadas, como a *Brachiaria* e outras gramíneas africanas, após alguns anos de sua implantação no Cerrado declinaram continuamente suas produções. Evidenciando a falta de medidas corretivas de plantio e manutenção, como consequência ocorria a invasão por ervas daninhas e a compactação do solo. Estas áreas passaram a ser descritas como pastagens degradadas, o que limitou a criação extensiva de gado na região de Cerrado<sup>36</sup>.

Especialmente para regiões de trópicos e subtropicais, o reconhecimento dos potenciais produtivos e sustentáveis, além do benefício de conservação da implantação de sistemas agroflorestais apresentam múltiplas possibilidades de comercio para o produtor. Nestes sistemas plantas perenes lenhosas podem simultaneamente ser produzidas com culturas agrícolas, como o café e outros grãos, e/ou animais de produção objetivando otimizar os ganhos econômicos e ecológicos nesta interação<sup>37</sup>.

Em bovinos criados a pasto nas regiões montanhosas ao sul da Itália a soroprevalência para neosporose foi relacionada às condições climáticas e ambientais nas diferentes estações do ano, tendo a maior ocorrência em áreas com temperatura mínima elevada durante a primavera e baixos valores de NDVI no verão<sup>38</sup>. Deve ser considerada a diferença de hemisférios das regiões estudadas, porém neste estudo o comportamento foi diferente, pois a maior prevalência de neosporose ocorreu no *cluster* com maiores índices de vegetação (NDVI e NDWI) e com temperatura média de 25,33%, considerada amena para regiões tropicais.

A prevalência de toxoplasmose foi maior na mesorregião do sertão alagoano em

rebanhos caprinos no estado de Alagoas, criados sob sistema semintensivo de produção, agravando a frequência da infecção quando havia o acesso de gatos à água dos animais e quando estes se alimentavam de restos placentários<sup>39</sup>. A região deste *cluster* diverge-se deste caso, pois se apresentou mais rica em vegetação, e extrapola a questão ambiental ao considerar que o fator sanitário da presença do hospedeiro definitivo foi predominante para a prevalência de toxoplasmose em Alagoas.

O *cluster* 3 apresentou valores intermediários das variáveis discriminantes entre os agrupamentos e os menores valores de prevalência para LEB, BVD e toxoplasmose.

O sistema de criação de bovinos neste estudo foi o extensivo. Na Sérvia foi considerada como proteção para a toxoplasmose a criação de bovinos em sistema semiextensivo podendo ser atribuída à redução do contato destes animais com o hospedeiro definitivo, o gato<sup>40</sup>.

O *cluster* 4 apresentou em média os menores valores de IDH e de número de estabelecimentos com pastagens plantadas em boas condições, porém com menos áreas de pastagens plantadas degradadas. Estas variáveis discriminantes para o *cluster* juntamente com similaridade ambiental que o constituiu, reforça a caracterização de regiões com predomínio de vegetação remanescente de Cerrado. No qual o menor valor de IDH pode ser reflexo da menor atividade agropecuária. Este agrupamento detêm as menores prevalências para brucelose e neosporose.

Quando avaliada a soroprevalência de neosporose em rebanhos de corte, em cinco estados a noroeste dos EUA, foi constatada menor incidência em animais que durante o verão eram mantidos a pasto. E o maior número de soropositivos em confinamentos durante o inverno e mantidos sob elevada densidade animal<sup>41</sup>. Neste estudo deve ser considerada a criação em sistema extensivo como fator redutor da soroprevalência.

O *cluster* 5 apresentou o maior número de estabelecimentos com pastagens plantadas em boas condições, foi composto pelo maior número de municípios e apresentou as menores prevalências de leptospirose e IBR.

### 3.3. Análise de correlação canônica

Correlação canônica relativamente alta pode ser obtida entre duas ou mais composições lineares (variáveis estatísticas canônicas), neste estudo as variáveis canônicas

utilizadas foram as prevalências das respostas sorológicas positivas e os dados socioeconômicos que demonstraram as associações aos *clusters* ambientais.

A análise de correlação canônica entre as variáveis discriminantes está indicada na figura 6.

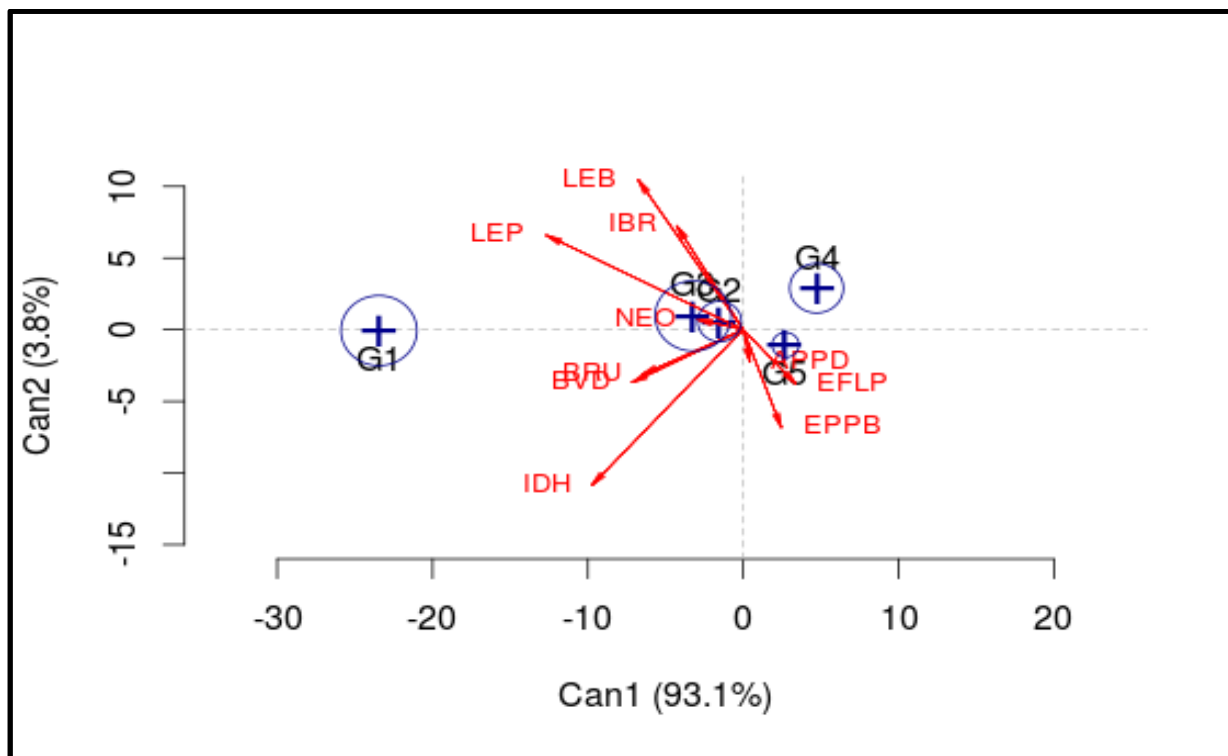


FIGURA 6 - Diagrama de dispersão da análise de correlação canônica. Brucelose (BRU), leptospirose (LEP), leucose enzoótica bovina (LEB), diarreia viral bovina (BVD), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), neosporose (NEO), índice de desenvolvimento humano (IDH), áreas em hectares (ha) de pastagens plantadas degradadas (APPD), número de estabelecimentos com pastagens plantadas em boas condições (EPPB), número de estabelecimentos em sistemas agroflorestais com áreas cultivadas com espécies florestais também usadas para lavouras e pastejo de animais (EFLP).

O *cluster* 1 foi associado ao IDH e as prevalências de animais anticorpos positivos para brucelose, leptospirose, LEB, BVD, IBR e neosporose. Esta associação pode ser observada pelos maiores valores de prevalência de brucelose, leptospirose, LEB, BVD e IBR (Tabela 2) comparado aos demais *clusters*. O município de Guaraí possui o maior valor de IDH municipal.

O IDH por município foi uma proposta do Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento e utiliza três indicadores para a mensuração, a longevidade, a educação e a renda<sup>42</sup>. Esta associação contraria a expectativa de que municípios com valores mais elevados de IDH correspondam a boas condições socioeconômicas e desta forma refletiria em melhores

condições sanitárias dos rebanhos pelo conhecimento do produtor.

Considera-se que a falta de reconhecimento sobre as doenças por parte do produtor é de grande relevância, pois pode colaborar para fatores de riscos possibilitando a exposição aos agentes<sup>43,44</sup>. Como na introdução de novos animais no rebanho<sup>30</sup>, oriundos de comercio como leitões e outras propriedades<sup>45</sup> e importação<sup>46</sup>, ou juntamente com a ausência da prática de quarentena e realização de testes sorológicos antes da aquisição de animais.

Enfermidades parasitárias com a neosporose e a toxoplasmose quando associadas a ambientes preservados, devem ser consideradas que além da flora em bom estado de conservação, a fauna também apresenta maior diversidade e proximidade da criação de animais domésticos. E podem servir como reservatórios ou facilitadores da transmissão entre espécies animais.

O valor mais elevado de IDH reforça que por se tratar de um município que possui maior poder aquisitivo, principalmente para a atividade pecuária, a comercialização de animais é maior o que justifica os valores de prevalência da maioria das infecções.

Os *clusters* 2 e 3 também estão associados as prevalências de respostas sorológicas positivas para brucelose, leptospirose, LEB, BVD, IBR e neosporose. O *cluster* 2 apresentou maiores valores de prevalência de neosporose e o *cluster* 3 valores intermediários de prevalência, tendo os menores valores para LEB e BVD (Tabela 2). Para o *cluster* 4 não houve associação as variáveis analisadas.

O *cluster* 5 relacionou-se as variáveis de áreas em hectares (ha) de pastagens plantadas degradadas (APPD), ao número de estabelecimentos com pastagens plantadas em boas condições (EPPB) e ao número de estabelecimentos em sistemas agroflorestais com áreas cultivadas com espécies florestais também usadas para lavouras e pastejo de animais (EFLP). Não houve para este *cluster* associação com as prevalências. Isto pode ser atribuído ao fato de que neste *cluster* consta o maior número de municípios estudados que apresentam diferentes valores censitários das áreas e prevalências intermediárias, com exceção de leptospirose e IBR que são os menores valores.

#### 4. CONCLUSÃO

Na região de transição Cerrado-Amazônia estão as maiores prevalências para a maioria das infecções estudadas, brucelose, leptospirose, LEB, IBR e BVD. Para prevalência de animais soropositivos para neosporose e toxoplasmose o ambiente mais preservado com formações florestais e savânicas foram mais relacionados. Valores intermediários de

prevalência de sorologias positivas para as infecções estudadas ocorreram em regiões de Cerrado, nos quais as atividades agropecuárias predominam.

## REFERÊNCIAS

1. Marques AE, Rocha WV, Brito WMED, Fioravanti MCS, Parreira IM, Jayme VDS. Prevalência de anticorpos anti-*Leptospira* spp. e aspectos epidemiológicos da infecção em bovinos do estado de Goiás. Ciênc Anim Bras. 2010; 11:607-617.
2. Fávero JF, Araújo HL, Lilenbaum W, Machado G, Tonin AA, Baldissera MD, et al. Bovine leptospirosis: prevalence, associated risk factors for infection and their cause-effect relation. Microb Pathog. 2017; 107:149-154.
3. Borba MR, Stevenson MA, Gonçalves VSP, Ferreira Neto JS, Ferreira F, Amaku M, et al. Prevalence and risk-mapping of bovine brucellosis in Maranhão state, Brazil. Prev Vet Med. 2013; 110:169-176.
4. Euclides Filho K. Bovinocultura de corte no Brasil. Rev Polít Agríc. 2007; 16(4):121-128.
5. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT). Brasília, 2006.
6. Office International des Epizooties (OIE). World Organisation for Animal Health. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. 6th ed. Paris: OIE, 2008. Disponível em: <http://www.oie.int/doc/ged/D7710.pdf>
7. Rouse JW, Haas RH, Schell JÁ, Deering DW, Harlan JC. Monitoring the vernal advancement of retrogradation of natural vegetation. Greenbelt: National Aerospace Spatial Administration. MD: NASA/GSFC Type III, Final Report. 1973; 371p.
8. R Core Team (2013). R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing, Vienna, Austria. URL. <http://www.R-project.org/>
9. Friendly M, Fox J. Candisc: visualizing generalized canonical discriminant and canonical correlation analysis. 2017. R package version 0.8-0. <http://CRAN.R-project.org/package=candisc>
10. Cruz CD, Carneiro PCS. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Volume 2. Viçosa: UFV, 2003. 623p.
11. Sokal RR, Rohlf FJ. The comparison of dendrograms by objective methods. Taxon. 1962; 11:30-40.



12. Bussab WO, Miazaki ES, Andrade D. Introdução à análise de agrupamentos. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 105p.
13. Silva DD, Pereira SB, Pruski FF, Gomes Filho RR, Lana AMQ, Baena LGN. Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial para o estado do Tocantins. Eng Agric. 2003; 11(1-4):7-14.
14. Becerra JAB, Shimabukuro YE, Alvalá RCS. Relação do padrão sazonal da vegetação com a precipitação na região de Cerrado da Amazônia Legal, usando índices espectrais de vegetação. Rev Bras Meteorol. 2009; 24(2):125-134.
15. Souza AA, Galvão LS, Santos JR. Índices de vegetação derivados do sensor Hyperion/EO-1 para estimativa de parâmetros biofísicos de fitofisionomias de Cerrado. In: Anais do XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2009 abr 25-30, Natal, Brasil. INPE, 2009 p.3095-3102.
16. Santos LAC, Batista AC, Neves COM, Carvalho EV, Santos MM, Giongo M. Análise multitemporal do uso e cobertura da terra em nove municípios do sul do Tocantins, utilizando imagens Landsat. Rev Agroamb. 2017; 11(2):111-118.
17. Haidar RF, Dias RR, Pereira EQ, Santana IT, Reis JS. Mapeamento e reconstituição dos ambientes fitoecológicos para o sul do estado do Tocantins por meio de imagens Landsat MSS e TM, e dados geoambientais. In: Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2011 abr/mai 30-05, Curitiba, Brasil. INPE, 2011 p.2059-2066.
18. Jensen JR. Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução: José Carlos Neves Epiphanyo. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.
19. Santos AS. Análise de suscetibilidade e potencial à erosão laminar da Área de Preservação Ambiental das Nascentes do Rio Vermelho. In: Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2015 abr 25-29; João Pessoa, Brasil. João Pessoa: INPE; 2015 p.7246-7251.
20. Ferreira LG, Ferreira ME, Rocha GF, Nemayer M, Ferreira NC. Dinâmica agrícola e desmatamento em áreas de Cerrado: uma análise a partir de dados censitários e imagens de resolução moderada. RBC. 2009; (61/02):117-127.
21. Santana HMP, Sano EE, Bezerra HS. Formações vegetacionais do Cerrado em unidades de conservação de proteção integral no estado do Tocantins. In: Anais do XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2011 abr/mai 30-05, Curitiba, Brasil. INPE, 2011 p.1820-1827.
22. Sano EE, Rosa R, Brito JLS, Ferreira LG. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. Pesq Agropec Bras. 2008; 43(1):153-156.

23. Oliveira Júnior HJ, Shimabukuro YE. Mapeamento da cobertura da terra dos estados de Goiás e Tocantins utilizando imagens do sensor MODIS. In: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2005 abr 16-21; Goiânia, Brasil. Goiânia: INPE; 2005 p.1641-1648.
24. Fisher RA. The use of multiple measurement in taxonomic problems. *Annals of Eugenics*. 1936; 7:179-188.
25. Cruz CD, Ferreira FM, Pessoni LA. *Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620p.
26. Mingoti SA. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2005. 297p.
27. Ferreira DF. *Estatística Multivariada*. 1 ed. Lavras: Editora UFLA, 2008. 662p.
28. Guimarães JRS, Jannuzzi PM. IDH, indicadores sintéticos e suas aplicações em políticas públicas: uma análise crítica. *RBEUR*. 2005; 7(1):73-90.
29. Alhaji NB, Wungak YS, Bertu WJ. Serological survey of bovine brucellosis in Fulani nomadic cattlebreeds (*Bos indicus*) of north-central Nigeria: Potential risk factors and zoonotic implications. *Acta Trop*. 2016; 153:28-35.
30. Cowei CE, Marreos N, Gortázar C, Jaroso R, White PCL, Balseiro A. Shared risk factors for multiple livestock diseases: a case study of bovine tuberculosis and brucellosis. *Res Vet Sci*. 2014; 97:491-497.
31. Oliveira FCS, Azevedo SS, Pinheiro SR, Batista CSA, Moraes ZM, Souza GO, et al. Fatores de risco para leptospirose em fêmeas bovinas em idade reprodutiva no estado da Bahia, nordeste do Brasil. *Pesq Vet Bras*. 2010; 30(5):398-402.
32. Kobayashi S, Tsutsui T, Yamamoto T, Hayama Y, Kameyama K, Konishi M, et al. Risk factors associated with within-herd transmission of bovine leukemia virus on dairy farms in Japan. *BMC Vet Res*. 2010; 6:1.
33. Erskine RJ, Bartlett PC, Byrem TM, Render CL, Febvay C, Houseman JT. Herd-level determinants of bovine leukaemia virus prevalence in dairy farms. *J Dairy Res*. 2012; 79:445-450.
34. Georgen G, Vayssières JF, Gnanvossou D, Tindo M. *Bactrocera invadens* (Diptera: Tephritidae), a new invasive fruit fly pest for the afrotropical region: host plant range and distribution in west and central Africa. *Environ Entomol*. 2011; 40(4):844-854.
35. Carbonero A, Saa LR, Jara DV, García-Bocanegra I, Arenas A, Borge C, Perea A. Seroprevalence and risk factors associated to Bovine Herpesvirus 1 (BoHV-1) infection

- in non-vaccinated dairy and dual purpose cattle herds in Ecuador. *Prev Vet Med.* 2011; 100:84-88.
36. Oliveira OC, Oliveira IP, Alves BJR, Urquiaga S, Boddey RM. Chemical and biological indicators of decline/degradation of *Brachiaria* pastures in the Brazilian Cerrado. 2004; 103(2):289-300.
  37. Nair PKR. State-of-the-art of agroforestry systems. *For Ecol Manag.* 1991; 45(1-4):5-29.
  38. Rinaldi L, Fusco G, Musella V, Veneziano V, Guarino A, Taddei R, et al. *Neospora caninum* in pastured cattle: determination of climatic, environmental, farm management and individual animal risk factors using remote sensing and geographical information systems. *Vet Parasitol.* 2005; 128:219-230.
  39. Anderlini GA, Mota RA, Faria EB, Cavalcanti EFTSF, Valença RMB, Pinheiro Júnior JW, et al. Occurrence and risk factors associated with infection by *Toxoplasma gondii* in goats in the state of Alagoas, Brazil. *Rev Soc Bras Med Trop.* 2011; 44(2):157-162.
  40. Klun I, Djurković-Djaković O, Katić-Radivojević S, Nikolić A. Cross-sectional survey on *Toxoplasma gondii* infection in cattle, sheep and pigs in Serbia: Seroprevalence and risk factors. *Vet Parasitol.* 2006; 135(2):121-131.
  41. Sanderson MW, Gay JM, Baszler TV. *Neospora caninum* seroprevalence and associated risk factors in beef cattle in the northwestern United States. *Vet Parasitol.* 2000; 90:15-24.
  42. Costa NS. Dinâmica espacial da raça Girolando no Brasil, análise da integração genética e fatores ambientais. Dissertação [Mestrado em Geografia] – Universidade de Brasília, 2016.
  43. Tschopp R, Bekele S, Moti T, Young D, Aseffa A. Brucellosis and bovine tuberculosis prevalence in livestock from pastoralist communities adjacent to Awash National Park, Ethiopia. *Prev Vet Med.* 2015; 120:187-194.
  44. Pathak AD, Dubal ZB, Karunakaran M, Doijad SP, Raorane AV, Dhuri RB, et al. Apparent seroprevalence, isolation and identification of risk factors for brucellosis among dairy cattle in Goa, India. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis.* 2016; 47:1-6.
  45. Alencar Mota ALA, Ferreira F, Ferreira Neto JS, Dias RA, Amaku M, Grisi-Filho JHH, et al. Large-scale study of herd-level risk factors for bovine brucellosis in Brazil. *Acta Trop.* 2016; 164:226-232.
  46. Norman FF, Monge-Maillo B, Chamorro-Tojeiro S, Pérez-Molina JÁ, López-Vélez R. Imported brucellosis: a case series and literature review. *Travel Med Infect Dis.* 2016; 14:182-199.

### **CAPÍTULO 3 – RELAÇÃO ENTRE PAISAGEM, PRODUÇÃO PECUÁRIA E SOROPREVALÊNCIA DE ENFERMIDADES INFECCIOSAS E PARASITÁRIAS DE BOVINOS CURRALEIRO PÉ-DURO EM ÁREAS DE CERRADO E CAATINGA**

#### **RESUMO**

Propriedades com criação de bovinos Curraleiro Pé-Duro localizadas nos estados de Goiás, Tocantins e Piauí foram agrupadas pelo método UPGMA (*Unweighted pair-group method using arithmetic averages*) utilizando-se de dados ambientais da plataforma do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento/UFG (LAPIG) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Posteriormente foram utilizadas análises multivariadas para correlacionar com os dados socioeconômicos dos municípios e da Produção da Pecuária Municipal de 2011, obtidos da página do IBGE, e com as prevalências de respostas sorológicas positivas de brucelose, leptospirose, neosporose, rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), diarreia viral bovina (BVD) e leucose enzoótica bovina (LEB), obtidas do banco de dados da Rede Pró-Centro-Oeste “Caracterização, Conservação e Uso das Raças Bovinas Locais Brasileiras: Curraleiro e Pantaneiro”. O *cluster* 1 incluiu municípios de menor altitude, mais quentes, menor pluviometria e mais abundante em vegetação; o *cluster* 2 caracterizou-se por ambiente mais seco e o *cluster* 3 apresentou altitude mais elevada, maior pluviometria e umidade, com vegetação antropizada. A análise discriminante foi realizada entre os *clusters* e os dados socioeconômicos e as prevalências que distinguiu para o *cluster* 1 as variáveis de Índice de Desenvolvimento Humano, efetivos de caprinos, suínos e galináceos e as prevalências de LEB, IBR e BVD; ao *cluster* 2 a prevalência de neosporose e ao *cluster* 3 produção leiteira, efetivo de equino e prevalências de brucelose e leptospirose. Estas mesmas variáveis foram associadas aos respectivos *clusters* na análise de correlação canônica.

**Palavras-chave:** brucelose, BVD, IBR, geografia de paisagem, leptospirose, leucose, raça local brasileira, neosporose.

#### **ABSTRACT**

Properties with the creation of Curraleiro-Pé Duro cattle located in the states of Goiás, Tocantins and Piauí were grouped by the UPGMA (*Unweighted pair-group method using arithmetic averages*) method using environmental data obtained from the Laboratory of Image

Processing and Geoprocessing / UFG (LAPIG) and the National Institute of Meteorology (INMET). Subsequently, multivariate analyzes were used to correlate with socioeconomic data from the municipalities and from the Municipal Livestock Production of 2011, obtained from the IBGE website, and the prevalence of positive serological responses of brucellosis, leptospirosis, neosporosis, bovine infectious rhinotracheitis (IBR) , bovine viral diarrhea (BVD) and enzootic bovine leukosis (LEB), obtained from the database of the Pró-Centro-Oeste Network "Characterization, Conservation and Use of the Brazilian Local Bovine Breeds: Curraleiro and Pantaneiro". Cluster 1 concentrates municipalities of lower altitude, warmer, lower rainfall and more abundant in vegetation; the cluster 2 environment drier; and cluster 3 at higher elevation, higher rainfall and humidity, with anthropogenic vegetation. The discriminant analysis was performed between clusters and the socioeconomic data and the prevalence that distinguished for cluster 1 the Human Development Index variables, effective of goats, pigs and pigs and the prevalences of LEB, IBR and BVD; cluster 2 to the prevalence of neosporosis; and cluster 3, effective horse production and prevalence of brucellosis and leptospirosis. These same variables were associated to the respective clusters in canonical correlation analysis.

**Key-world:** Brazilian local breed, brucellosis, BVD, IBR, landscape geography, leptospirosis, leucosis, neosporosis.

## 1. INTRODUÇÃO

As novas exigências de mercado para pecuária são por produtos de melhor qualidade, que evitam ou minimizam o uso de aditivos no sistema de produção. Ou seja, produtos que apresentem características intrínsecas apropriadas e livres de resíduos, além de serem produzidos de forma sustentável em relação ao ambiente e as práticas sociais empregadas<sup>1</sup>.

O Cerrado brasileiro até a década de 1970 estava preservado por ser considerado sem potencial agrícola, em função da baixa qualidade do solo pela deficiência em fósforo e excesso de alumínio. Nesta época predominava a bovinocultura extensiva com utilização de grandes áreas de pastagens nativas, com baixíssimos índices zootécnicos e idade de terminação de bovinos de corte em até 50 meses. A introdução de forrageiras exóticas, a

criação do Programa Polo Centro e o Trabalho do Conselho Nacional de Desenvolvimento da Pecuária (Condepe) modificaram este cenário<sup>2</sup>, incorporando o bioma Cerrado no processo produtivo, gerando competitividade para o agronegócio brasileiro<sup>1</sup>.

Metade da região nordeste brasileira é ocupada pela Caatinga, formação vegetal xerófitica, com alta diversidade biológica e cultural, que inclui espécies endêmicas da fauna e flora além das comunidades indígenas e rurais. A interação de diferentes fatores como o solo e o clima determinam os tipos vegetacionais, influenciados também pelos processos históricos de ocupação da região e socioeconômicos, que caracterizaram culturalmente as populações locais. Todas estas interações modificam a dinâmica das populações vegetais e humanas, assim como os processos sociais<sup>3</sup>.

A maioria da exploração pecuária na região da Caatinga é constituída por sistema de produção familiar ou de subsistência, com predominância de criações mista e semi-confinada. Na atividade leiteira prevalece a ordenha manual e monta natural, sem prática de resfriamento do leite, com poucas vacas em lactação e baixa produtividade diária. Tem sido realizados alguns levantamentos para caracterização da pecuária na região nordeste com o intuito de auxiliar em planejamento de políticas de desenvolvimento pecuário acrescidos com ações para o controle de doenças<sup>4,5,6</sup>.

A tendência para exploração pecuária no Cerrado e na Caatinga é a busca pela sustentabilidade da atividade, reduzindo o uso de novas áreas e evitando o desmatamento. Os recursos naturais deverão ser utilizados com eficiência e subsidiadas por tecnologias que minimizem o consumo de insumos, além de recuperar áreas degradadas e antropizadas<sup>7,8</sup>.

Os bovinos têm importância na preservação da biodiversidade em biomas como o Cerrado e a Caatinga, considerando que também atuam como disseminadores de sementes e no ciclo de nutrientes. Em especial, os da raça Curraleiro Pé-Duro, que colaboram para a pecuária sustentável quando inseridos em locais de preservação deste ecossistema, por seu aproveitamento das pastagens naturais, resistência a doenças mesmo com mínimos cuidados sanitários e baixo custo de produção<sup>9</sup>. O Curraleiro Pé-Duro é uma das cinco raças locais bovinas que ainda existem no Brasil. Os bovinos locais brasileiros formaram-se e adaptaram-se aos diversos ecossistemas brasileiros, a partir das diversas raças de bovinos trazidos pelos colonizadores portugueses e espanhóis da Península Ibérica.

A ocorrência de doenças nos rebanhos causa impactos econômicos significativos na pecuária. A relação entre a ocorrência de doenças nas diferentes populações e suas respectivas paisagens faz parte de estudos epidemiológicos há bastante tempo. Entretanto é importante incluir nestas investigações os efeitos da fragmentação do habitat na prevalência

de infecções dos hospedeiros, tornando necessário o desmembramento das diferentes paisagens com suas divergências de aspectos. Na avaliação de paisagens fragmentadas classicamente, a hipótese é de que as populações são mais susceptíveis aos patógenos com consequente maior prevalência<sup>10</sup>.

Com o intuito de demonstrar a ampla difusão de *Neospora caninum* na região sul da Itália foi realizado um estudo relacionando a presença de animais sororeagentes e fatores que pudessem ser significativos como o clima, as características geográficas, o manejo nas propriedades e as características individuais dos bovinos, produzindo informações consistentes sobre a epidemiologia da neosporose bovina na região<sup>11</sup>. Estudos como estes devem ser realizados para garantir o controle de infecções amplamente distribuídas.

Os avanços epidemiológicos trazidos pela abordagem da geografia da paisagem aliada a análises sanitárias somente foram possíveis de serem entendidos quando aliados ao uso das análises multivariadas. E é exatamente a necessidade em compreender as relações entre diferentes variáveis, ou seja, diferentes possibilidades de interferência o que torna a análise multivariada uma importante ferramenta aplicada à pesquisa científica<sup>12</sup>.

Investigações que ampliam a avaliação dos aspectos epidemiológicos das enfermidades infecciosas e parasitárias tendem a trazer novas perspectivas das formas de disseminação das doenças. Este estudo foi realizado com o intuito de gerar mais informações quanto a relação entre fatores ambientais, características do sistema de produção pecuário e as prevalências de respostas sorológicas positivas de brucelose, leptospirose, leucose enzoótica bovina, diarreia viral bovina, rinotraqueite infecciosa bovina e neosporose em bovinos Curraleiro Pé-Duro criados em municípios dos estados de Goiás, Tocantins e Piauí, utilizando-se análises multivariadas para a definição de *clusters* ambientais e determinação de possíveis correlações com aspectos produtivos e sanitários.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Área de abrangência**

Foram utilizadas as informações do perfil sanitário de rebanhos bovinos da raça Curraleiro Pé-Duro (CPD) obtidos a partir do banco de dados da “Rede Pró-Centro-Oeste Caracterização, Conservação e Uso das Raças Bovinas Locais Brasileiras: Curraleiro e Pantaneiro”, sobre a prevalência de respostas sorológicas positivas de brucelose, leptospirose, leucose enzoótica bovina (LEB), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), diarreia viral bovina

(BVD) e neosporose em rebanhos bovinos de 17 municípios dos estados de Goiás, Tocantins e Piauí, avaliados no ano de 2011.

Os municípios do estado de Goiás avaliados foram Água Fria de Goiás, Campestre de Goiás, Cavalcante, Monte Alegre de Goiás, Mimoso de Goiás, Pilar de Goiás, Pirenópolis e Planaltina de Goiás; em Tocantins, Chapada da Natividade, Guaraí, Porto Nacional e Sucupira; e em Piauí, Campo Maior, Elesbão Veloso, Palmeirais, Oeiras e Teresina. No quadro 1 estão registradas as coordenadas geográficas, a altitude, os municípios das propriedades e numero de animais.

**QUADRO 1 - Municípios, coordenadas geográficas, altitude, número de animais em estudo.**

| <b>Municípios</b>                | <b>Longitude</b> | <b>Latitude</b> | <b>Altitude (m)</b> | <b>Número de animais</b> |
|----------------------------------|------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|
| <b>Água Fria de Goiás, GO</b>    | -47.7954         | -14.9065        | 980                 | 67                       |
| <b>Campestre de Goiás, GO</b>    | -49.7000         | -16.7875        | 651                 | 222                      |
| <b>Cavalcante GO</b>             | -47.6961         | -13.6352        | 823                 | 324                      |
| <b>Monte Alegre de Goiás, GO</b> | -46.9234         | -13.2946        | 557                 | 45                       |
| <b>Mimoso de Goiás GO</b>        | -48.3084         | -15.0171        | 675                 | 78                       |
| <b>Pilar de Goiás, GO</b>        | -49.5216         | -14.5872        | 753                 | 103                      |
| <b>Pirenópolis, GO</b>           | -49.0113         | -15.8089        | 770                 | 306                      |
| <b>Planaltina de Goiás GO</b>    | -47.7518         | -15.2834        | 944                 | 48                       |
| <b>Chapada da Natividade, TO</b> | -47.8462         | -11.5420        | 365                 | 18                       |
| <b>Guaraí, TO</b>                | -48.4415         | -8.7391         | 260                 | 80                       |
| <b>Porto Nacional, TO</b>        | -48.4966         | -10.5442        | 212                 | 40                       |
| <b>Sucupira, TO</b>              | -48.8351         | -12.1135        | 255                 | 19                       |
| <b>Campo Maior PI</b>            | -42.1456         | -4.8775         | 125                 | 110                      |
| <b>Elesbão Veloso PI</b>         | -42.1903         | -6.1874         | 203                 | 50                       |
| <b>Palmeirais PI</b>             | -42.9565         | -5.8825         | 85                  | 40                       |
| <b>Oeiras, PI</b>                | -42.1649         | -6.9667         | 150                 | 49                       |
| <b>Teresina PI</b>               | -42.7830         | -4.9410         | 72                  | 168                      |

## 2.2. Exames sorológicos

Para o diagnóstico da brucelose foram seguidos os preceitos do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT)<sup>13</sup>. As



amostras primeiramente foram testadas em triagem por antígeno acidificado tamponado (AAT), no Laboratório Multiusuário de Pós-Graduação da EVZ/UFG. Como se trata de doença de controle oficial, as amostras positivas foram submetidas ao teste confirmatório do 2-mercaptoetanol (2-ME) no Laboratório de Análise e Diagnóstico Veterinário da Agência Goiana de Defesa Agropecuária (LABVET/AGRODEFESA/GO) e os animais positivos foram sacrificados.

Para leptospirose as amostras foram processadas pela técnica de soroaglutinação microscópica (SAM) no Laboratório de Leptospirose do Setor de Medicina Preventiva da EVZ/UFG, seguindo protocolo descrito no Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals<sup>14</sup>, testadas contra 19 sorovares (*Australis*, *Bratislava*, *Autumnalis*, *Butembo*, *Castellonis*, *Canicola*, *Grippotyphosa*, *Hebdomadis*, *Copenhageni*, *Icterohaemorrhagiae*, *Pomona*, *Pyrogenes*, *Hardjo*, *Wolffi*, *Shermani*, *Tarassovi*, *Andamana*, *Patoc* e *Sentot*), porém neste estudo foram considerados resultados positivos e negativos.

A pesquisa de anticorpos anti-*Neospora caninum* foi realizada pela técnica de reação de imunofluorescência indireta (IFI), efetivada no Laboratório de Protozoologia do Centro de Parasitologia Veterinária (CPV) da EVZ/UFG, conforme descrição de ÁLVAREZ-GARCIA et al. (2002)<sup>15</sup>.

Para leucose, as amostras foram processadas no Laboratório de Virologia Animal do Instituto de Patologia Tropical e Saúde Pública da Universidade Federal de Goiás (IPTSP/UFG) pela técnica de ensaio imunoenzimático (ELISA) indireto utilizando reagentes comerciais (CHEKIT Leucose Serum ® IDEXX Laboratories, Inc.).

A detecção de anticorpos contra o vírus BoHV-1 e BVDV as amostras foram processadas pela técnica de ELISA indireto utilizando reagentes comerciais (HERDCHEK IBRgB ® IDEXX Laboratories, Inc.) no Laboratório de Virologia Animal do IPTSP/UFG.

### 2.3. Dados edafoclimáticos e socioeconômicos

Os dados ambientais utilizados neste estudo foram os disponibilizados na plataforma de pesquisa do Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG). Os dados meteorológicos de cada município ou que atendem aos municípios em estudo foram solicitados ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), totalizaram 27 dados referentes ao ambiente e clima.

O LAPIG disponibiliza pelo site <http://maps.lapig.iesa.ufg.br/lapig.html> em forma de um mapa interativo a plataforma de pesquisa com dados raster e dados vetoriais. Nesta

plataforma foram obtidos os dados por propriedades estudadas no período de 2011 e realizada a média entre os anos 2000 a 2011 (QUADRO 2), este intervalo foi estabelecido para que todos os municípios contemplassem o mesmo período de estudo.

QUADRO 2 - Valores médios dos dados obtidos da plataforma de pesquisa produzidos pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás, no período entre 2000-2011.

|                          | CHUVA  | ETP    | ETN    | ETR   | NDWI    | LST   | NCI    | NDVI   | EVI    |
|--------------------------|--------|--------|--------|-------|---------|-------|--------|--------|--------|
| Água Fria de Goiás GO    | 108.65 | 201.53 | 0.2486 | 58.78 | 0.2798  | 30.51 | 0.1793 | 0.5217 | 0.3459 |
| Campestre de Goiás GO    | 135.50 | 194.44 | 0.3979 | 67.76 | 0.2549  | 29.99 | 0.1918 | 0.7188 | 0.4393 |
| Cavalcante GO            | 108.06 | 217.16 | 0.2623 | 56.68 | 0.0808  | 28.89 | 0.2108 | 0.6418 | 0.3691 |
| Monte Alegre de GO       | 114.74 | 216.85 | 0.2543 | 62.10 | 0.0675  | 31.72 | 0.2918 | 0.5738 | 0.3373 |
| Mimoso de Goiás GO       | 113.80 | 199.53 | 0.2395 | 53.59 | -0.0286 | 32.13 | 0.2632 | 0.4323 | 0.2769 |
| Pilar de Goiás GO        | 119.24 | 202.49 | 0.3463 | 84.18 | 0.0719  | 31.80 | 0.2738 | 0.5945 | 0.3750 |
| Pirenópolis GO           | 126.60 | 194.73 | 0.2793 | 59.18 | 0.1280  | 29.49 | 0.2828 | 0.5938 | 0.3555 |
| Planaltina de Goiás GO   | 110.00 | 196.81 | 0.3103 | 60.40 | 0.0831  | 29.84 | 0.2283 | 0.5008 | 0.3266 |
| Chapada da Natividade TO | 127.90 | 203.25 | 0.3925 | 63.83 | 0.0971  | 31.07 | 0.2056 | 0.6327 | 0.3566 |
| Guaraí TO                | 149.73 | 204.48 | 0.3946 | 80.62 | 0.2639  | 28.85 | 0.1629 | 0.7844 | 0.4749 |
| Porto Nacional TO        | 142.24 | 209.64 | 0.3455 | 60.93 | 0.0831  | 31.69 | 0.2402 | 0.7267 | 0.4438 |
| Sucupira TO              | 117.55 | 208.41 | 0.3131 | 65.09 | 0.1236  | 31.88 | 0.2421 | 0.6593 | 0.3752 |
| Campo Maior PI           | 103.78 | 202.43 | 0.4109 | 74.17 | -0.0160 | 35.99 | 0.2724 | 0.4378 | 0.2706 |
| Elesbão Veloso PI        | 87.89  | 201.19 | 0.4296 | 73.04 | 0.0532  | 33.18 | 0.2051 | 0.4483 | 0.2579 |
| Palmeirais PI            | 118.56 | 198.67 | 0.7260 | 13.09 | 0.2567  | 28.60 | 0.1652 | 0.7443 | 0.4721 |
| Oeiras PI                | 76.92  | 212.25 | 0.4415 | 80.42 | 0.0511  | 32.99 | 0.2725 | 0.5696 | 0.3289 |
| Teresina PI              | 103.40 | 202.53 | 0.4110 | 74.20 | -0.0168 | 36.00 | 0.2726 | 0.4378 | 0.2706 |

Chuva, Evapotranspiração normalizada (ETN), Evapotranspiração potencial (ETP), Evapotranspiração real (ETR), Estresse hídrico (NDWI), Temperatura (LST), Índice de celulose (NCI), Índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI), Índice de vegetação melhorada (EVI).

As informações de chuva foram obtidas do satélite *Tropical Rainfall Measuring Mission*, com resolução espacial de aproximadamente 30 km, em mm de água.

Do satélite EOS-TERRA foram obtidos os dados de medidas de temperatura de superfície (LST), evapotranspiração normalizada (ETN), evapotranspiração potencial (ETP) e evapotranspiração real (ETR), índice de vegetação com diferença normalizada (NDVI) e índice de vegetação melhorado (EVI). Os índices de vegetação são sensíveis à clorofila e à

presença da vegetação saudável com intervalo entre -1 e 1, o valor 1 é o de maior resposta de vegetação fotossinteticamente ativa.

A ETP representa a quantidade de água transferida para a atmosfera de uma superfície gramada, em que não há restrição hídrica de água no solo e o seu valor depende apenas das condições meteorológicas, é medida em mm de água. A ETR é o valor efetivo em milímetros da quantidade de água que uma superfície vegetada transfere para a atmosfera com ou sem restrição de água no solo. A ETN foi obtida pela divisão entre ETR pela ETP, para normalizar os valores de ETR e comparar dois tipos de vegetações semelhantes em locais diferentes sobre condições meteorológicas distintas, reduzindo o efeito locacional, sem unidade de medida.

Índice de estresse hídrico (NDWI) e índice de celulose (NCI) são gerados com duas bandas, o NDWI com infravermelho de ondas curtas e de infravermelho próximo, e o NCI com infravermelho de ondas curtas e a verde, ambos da série história LANDSAT.

Os dados de temperaturas média, máxima e mínima, temperatura do ponto de orvalho, máxima e mínima (C°); umidade relativa, máxima e mínima (%); pressão atmosférica, máxima e mínima (hPa); velocidade dos ventos, rajadas máximas (m/s), direção do vento (graus); radiação global (KJ/M²); e precipitação (mm) foram provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e foi utilizado o resultado da média do intervalo de fundação da estação meteorológica de cada município, ou do mais próximo deste, até o ano de 2011 (Quadro 3).

Os dados da Produção da Pecuária Municipal de 2011, o Índice de Desenvolvimento Humano, a densidade demográfica habitante/Km² (2010), a área total dos municípios e população no último censo (2010) foram obtidos da página: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2011/> do IBGE para comporem os dados socioeconômicos do estudo e estão dispostos no quadro 4, em valores absolutos. Os dados da Produção Pecuária Municipal constituem-se em: efetivo dos rebanhos bovinos, bubalinos, equinos, asininos, muares, suínos, caprinos, ovinos, galos, frangas, frangos e pintos, galinhas, produção de ovos de galinha.

## 2.4. Análise estatística

Os resultados soroepidemiológicos referentes à brucelose, leptospirose, LEB, IBR, BVD e neosporose de 1.767 animais em 38 propriedades de 17 municípios foram organizados em resultado positivo ou negativo, e estabelecidos suas prevalências.

Para gerar os *clusters* ou agrupamentos de municípios foi obtida uma matriz de dissimilaridade euclidiana dos dados ambientais padronizados e, com esta matriz, foi gerado um dendrograma pela metodologia UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*). Após este procedimento, fez-se seleção de dados socioeconômicos utilizando uma função criada em ambiente R<sup>16</sup>. Esta função obtém a matriz de correlação entre os dados, com seus autovalores e autovetores. A variável que possuir maior autovetor associado ao menor autovalor é retirada caso o número de condição da matriz de correlação seja superior a 100. Este procedimento é feito sequencialmente pela função até obter um conjunto de variáveis com matriz de correlação de número de condição inferior a 100.

Depois de selecionados os dados socioeconômicos, estes foram acrescidos com dados de prevalência de respostas sorológicas positivas e submetidos a uma análise discriminante dos *clusters* de municípios. Após este procedimento, realizou-se uma análise de variáveis canônicas para analisar inter-relações entre variáveis (dados socioeconômicos e de prevalência) e *clusters*. Como auxílio nas análises estatísticas utilizou-se o programa R<sup>16</sup> e o pacote Candisc<sup>17</sup>.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Formação dos *clusters* por UPGMA

Os *clusters* ambientais tiveram a seguinte composição:

- *Cluster 1* (G1): Porto Nacional, TO; Chapada da Natividade, TO; Guaraí, TO; Sucupira, TO Palmeirais, PI; Campo Maior, PI; Teresina, PI; Elesbão Veloso, PI; Oeiras, PI.
- *Cluster 2* (G2): Monte Alegre de Goiás, GO; Mimoso de Goiás, GO.
- *Cluster 3* (G3): Campestre de Goiás, GO; Pilar de Goiás, GO; Pirenópolis, GO; Cavalcante, GO; Água Fria de Goiás, GO; Planaltina de Goiás, GO.

O método da ligação média entre grupos (UPGMA) apresenta vantagem comparada a outros métodos por considerar médias aritméticas das medidas de dissimilaridade, não caracterizando a dissimilaridade por valores extremos entre as variáveis consideradas<sup>18</sup>. Ademais, o método UPGMA gera valores mais altos do coeficiente de correlação cofenética<sup>19</sup>. Isso indica que na metodologia de UPGMA ocorre menos distorção na representação das similaridades entre os objetos do dendrograma.

QUADRO 3 - Valores médios dos dados obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia (IMNET), do período de fundação da estação meteorológica até o ano de 2011.

|                                 | TEM  | TMA  | TMI  | TPO  | TPOMA | TPOMI | URA | URMA | URMI | PA      | PAMA    | PAMI    | VV  | VD  | VRM | RG      | PRE |
|---------------------------------|------|------|------|------|-------|-------|-----|------|------|---------|---------|---------|-----|-----|-----|---------|-----|
| <b>Água Fria de Goiás GO</b>    | 21,3 | 22,1 | 20,5 | 14,4 | 14,9  | 13,8  | 69  | 72   | 66   | 900,2   | 900,4   | 899,9   | 2,1 | 127 | 5,1 | 1.508,2 | 0,2 |
| <b>Campestre de Goiás GO</b>    | 23,5 | 24,2 | 22,8 | 15,6 | 16,2  | 15,1  | 66  | 69   | 63   | 932,3   | 932,7   | 932,0   | 1,3 | 176 | 3,8 | 1.431,5 | 0,2 |
| <b>Cavalcante GO</b>            | 25,6 | 26,4 | 24,7 | 15,4 | 16,0  | 14,7  | 59  | 63   | 55   | 950,7   | 950,9   | 950,4   | 1,6 | 138 | 4,3 | 1.621,7 | 0,1 |
| <b>Monte Alegre de GO</b>       | 25,6 | 26,4 | 24,7 | 15,4 | 16,0  | 14,7  | 59  | 63   | 55   | 950,7   | 950,9   | 950,4   | 1,6 | 138 | 4,3 | 1.621,7 | 0,1 |
| <b>Mimoso de Goiás GO</b>       | 24,6 | 25,3 | 23,9 | 15,2 | 15,7  | 14,7  | 61  | 64   | 58   | 938,4   | 938,7   | 938,1   | 2,0 | 164 | 4,4 | 1.770,2 | 0,1 |
| <b>Pilar de Goiás GO</b>        | 24,1 | 24,9 | 23,4 | 17,7 | 18,4  | 17,1  | 72  | 75   | 68   | 950,7   | 951,0   | 950,4   | 1,2 | 201 | 3,6 | 1.394,7 | 0,1 |
| <b>Pirenópolis GO</b>           | 23,5 | 24,2 | 22,8 | 15,6 | 16,2  | 15,1  | 66  | 69   | 63   | 932,3   | 932,7   | 932,    | 1,3 | 176 | 3,8 | 1.431,5 | 0,2 |
| <b>Planaltina de Goiás GO</b>   | 21,3 | 22,1 | 20,5 | 14,4 | 14,9  | 13,8  | 69  | 72   | 66   | 900,2   | 900,4   | 899,9   | 2,1 | 127 | 5,1 | 1.508,2 | 0,2 |
| <b>Chapada da Natividade TO</b> | 24,8 | 25,5 | 24,2 | 15,8 | 16,4  | 15,3  | 62  | 65   | 59   | 931,3   | 931,5   | 931,0   | 2,9 | 139 | 5,7 | 1.574,9 | 0,2 |
| <b>Guaraí TO</b>                | 26,6 | 27,2 | 26,0 | 20,4 | 21,0  | 19,8  | 73  | 76   | 70   | 989,7   | 990,0   | 989,4   | 0,8 | 173 | 3,1 | 1.524,3 | 0,2 |
| <b>Porto Nacional TO</b>        | 27,1 | 27,8 | 26,4 | 18,4 | 19,0  | 17,9  | 64  | 67   | 60   | 978,6   | 978,9   | 978,3   | 1,6 | 148 | 4,2 | 1.336,3 | 0,2 |
| <b>Sucupira TO</b>              | 26,5 | 27,2 | 25,8 | 19,0 | 19,6  | 18,4  | 69  | 72   | 65   | 982,8   | 983,1   | 982,5   | 1,3 | 160 | 3,6 | 1.595,9 | 0,2 |
| <b>Campo Maior PI</b>           | 27,7 | 28,4 | 27,0 | 18,4 | 19,6  | 18,5  | 58  | 68   | 61   | 992,3   | 992,6   | 992,0   | 1,7 | 171 | 4,5 | 1.672,7 | 0,1 |
| <b>Elesbão Veloso PI</b>        | 27,5 | 28,2 | 26,8 | 17,0 | 17,5  | 16,5  | 58  | 60   | 55   | 976,1   | 976,4   | 975,8   | 1,8 | 145 | 4,9 | 1.556,2 | 0,1 |
| <b>Palmeirais PI</b>            | 28,0 | 31,4 | 27,3 | 20,5 | 20,5  | 19,9  | 68  | 71   | 65   | 1.002,3 | 1.002,6 | 1.002,0 | 1,3 | 165 | 3,8 | 1.659,2 | 0,1 |
| <b>Oeiras PI</b>                | 27,8 | 28,6 | 27,0 | 17,7 | 18,3  | 17,2  | 60  | 62   | 57   | 993,5   | 993,8   | 993,2   | 2,0 | 174 | 4,9 | 1.537,8 | 0,1 |
| <b>Teresina PI</b>              | 28,0 | 31,4 | 27,3 | 20,5 | 20,5  | 19,9  | 68  | 71   | 65   | 1.002,3 | 1.002,6 | 1.002,0 | 1,3 | 165 | 3,8 | 1.659,2 | 0,1 |

Temperatura (TEM), Temperatura Máxima (TMA), Temperatura Mínima (TMI), Temperatura do Ponto de Orvalho (TPO), Temperatura do Ponto de Orvalho Máxima (TPOMA), Temperatura do Ponto de Orvalho Mínima (TPOMI), Umidade Relativa do Ar (URA), Umidade Máxima (URMA), Umidade Mínima (URMI), Pressão Atmosférica (PA), Pressão Atmosférica Máxima (PAMA), Pressão Atmosférica Mínima (PAMI), Vento Velocidade (VV), Vento Direção (VD), Vento Rajada Máxima (VRM), Radiação Global (RG), Precipitação (PRE).

QUADRO 4 - Dados socioeconômicos dos municípios, obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

|                          | Altitude | IDH   | População<br>total | Densidade<br>Demográfica | Área<br>Município | Bovino  | Bubalino | Equino | Asinino | Muar  | Suíno  | Caprino | Ovino  | GFFP      | Galinha | Leite  | Ovos<br>Galinha |
|--------------------------|----------|-------|--------------------|--------------------------|-------------------|---------|----------|--------|---------|-------|--------|---------|--------|-----------|---------|--------|-----------------|
| Água Fria de Goiás GO    | 980      | 0,671 | 5.090              | 2,51                     | 2.029,42          | 50.430  | ---      | 1.942  | 18      | 267   | 3.660  | 175     | 1.282  | 113.223   | 11.766  | 4.148  | 87              |
| Campestre de Goiás GO    | 651      | 0,653 | 3.387              | 12,37                    | 273,82            | 28.350  | 105      | 755    | 16      | 84    | 3.135  | 178     | ---    | 18.850    | 13.100  | 1.915  | 53              |
| Cavalcante GO            | 823      | 0,584 | 9.392              | 1,35                     | 6.953,67          | 57.317  | 706      | 2.474  | 138     | 1.538 | 3.660  | 173     | 60     | 16.850    | 15.200  | 1.459  | 108             |
| Monte Alegre de GO       | 557      | 0,615 | 7.730              | 2,48                     | 3.119,81          | 140.337 | 302      | 2.400  | 35      | 500   | 2.300  | 250     | 900    | 15.000    | 12.000  | 2.600  | 84              |
| Mimoso de Goiás GO       | 675      | 0,665 | 2.685              | 1,94                     | 1.386,92          | 60.323  | ---      | 1.462  | 40      | 180   | 4.014  | 550     | 3.390  | 17.500    | 9.000   | 4.350  | 55              |
| Pilar de Goiás GO        | 753      | 0,684 | 2.773              | 3,06                     | 906,64            | 87.200  | 225      | 1.780  | 35      | 105   | 3.730  | 180     | 600    | 11.100    | 8.200   | 11.750 | 68              |
| Pirenópolis GO           | 770      | 0,693 | 23.006             | 10,43                    | 2.205,01          | 143.700 | 15       | 3.800  | 10      | 300   | 9.000  | 90      | 550    | 65.000    | 35.000  | 33.198 | 210             |
| Planaltina de Goiás GO   | 944      | 0,669 | 88.863             | 32,10                    | 2.543,68          | 53.844  | 70       | 2.820  | 22      | 240   | 4.390  | 350     | 1.490  | 65.626    | 276.243 | 4.247  | 3.999           |
| Chapada da Natividade TO | 365      | 0,620 | 3.277              | 1,99                     | 1.646,47          | 30.861  | ---      | 2.062  | 77      | 350   | 1.614  | 34      | 231    | 9.567     | 5.500   | 1.286  | 31              |
| Guaraí TO                | 260      | 0,741 | 23.200             | 10,23                    | 2.268,16          | 111.500 | 120      | 2.790  | 70      | 440   | 3.920  | 200     | 1.830  | 17.010    | 11.340  | 4.423  | 40              |
| Porto Nacional TO        | 212      | 0,740 | 49.146             | 11,04                    | 4.449,92          | 110.798 | 45       | 3.751  | 141     | 796   | 8.365  | 519     | 4.278  | 42.118    | 37.351  | 6.411  | 149             |
| Sucupira TO              | 255      | 0,667 | 1.941              | 1,70                     | 1.025,52          | 62.038  | 28       | 1.244  | 43      | 200   | 1.077  | 48      | 1.168  | 4.183     | 4.050   | 1.011  | 18              |
| Campo Maior PI           | 125      | 0,656 | 45.177             | 26,96                    | 1.680,80          | 25.648  | ---      | 4.451  | 2.549   | 422   | 15.576 | 18.280  | 28.101 | 152.912   | 36.850  | 1.145  | 195             |
| Elesbão Veloso PI        | 203      | 0,580 | 14.512             | 10,77                    | 1.383,02          | 21.317  | ---      | 638    | 1.146   | 88    | 2.938  | 11.847  | 18.756 | 11.399    | 8.010   | 1.370  | 40              |
| Palmeirais PI            | 85       | 0,562 | 13.745             | 9,17                     | 1.499,18          | 8.830   | ---      | 157    | 108     | 61    | 1.799  | 1.830   | 1.079  | 21.162    | 6.320   | 172    | 33              |
| Oeiras PI                | 150      | 0,634 | 35.640             | 13,09                    | 2.702,49          | 14.990  | ---      | 1.025  | 2.835   | 247   | 10.209 | 17.524  | 11.007 | 33.428    | 1.800   | 737    | 75              |
| Teresina PI              | 72       | 0,751 | 814.230            | 584,94                   | 1.391,98          | 13.920  | 15       | 394    | 181     | 90    | 12.179 | 7.538   | 6.249  | 3.583.972 | 98.048  | 3.598  | 1.752           |

GFFP - galos, frangas, frangos e pintos.

Entre as formas de verificar a capacidade do dendograma em reproduzir a matriz de dissimilaridade é construir a matriz cofenética, matriz de distâncias entre os objetos do dendograma. Para verificar a proximidade das duas matrizes de dissimilaridade existe o coeficiente de correlação entre os valores da matriz de dissimilaridade e os correspondentes da matriz cofenética, chamado coeficiente de correlação cofenética<sup>20</sup>. A correlação com a matriz cofenética dos dados ambientais padronizados foi igual a 0,85 e o dendograma foi gerado por UPGMA (Figura 1), mapa de localização dos *clusters* (Figura 2).

A consistência do agrupamento é avaliada pelo coeficiente de correlação cofenética que quantifica a semelhança entre a matriz de distâncias do dendograma (matriz cofenética) e a matriz de distâncias originais, de modo que quanto maior o valor de correlação menor a distorção causada pelo agrupamento.

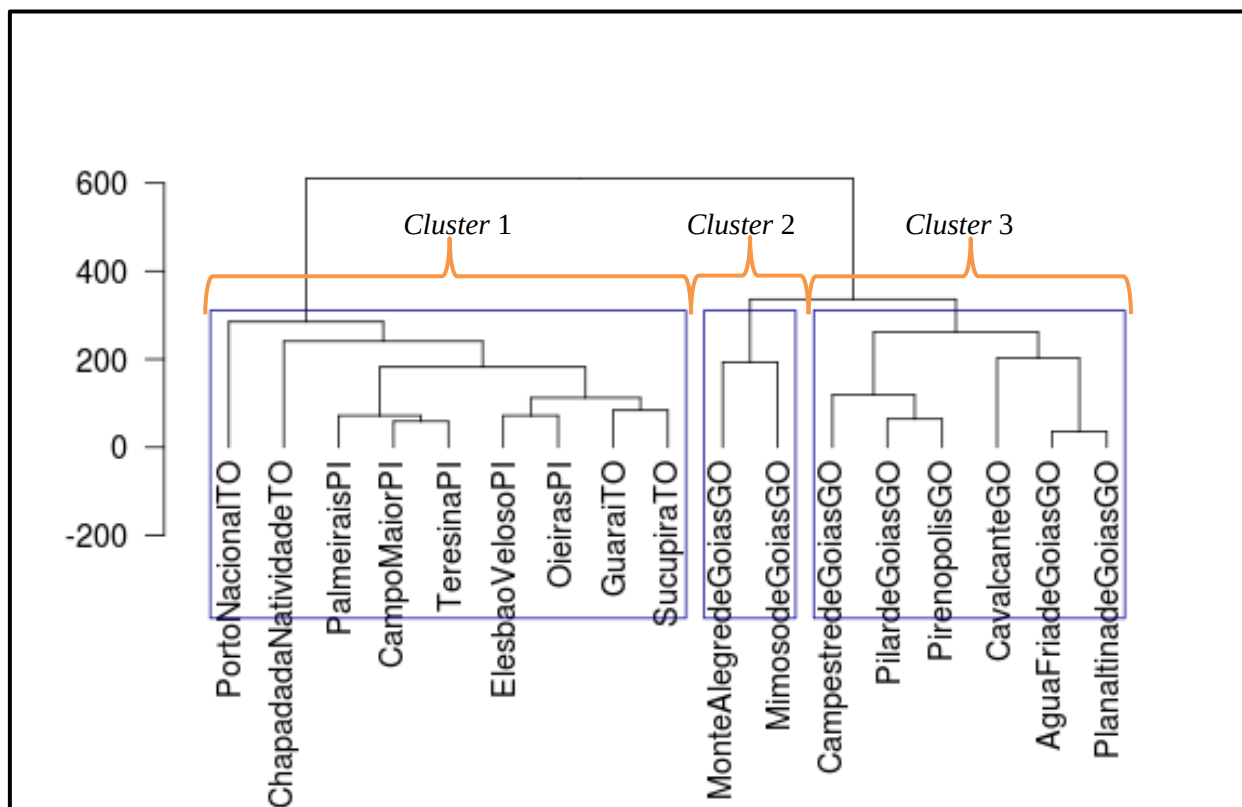


FIGURA 1 - Dendograma dos *clusters*. Composição: *cluster* 1 por Porto Nacional/TO, Chapada da Natividade/TO, Palmeirais/PI, Campo Maior/PI, Teresina/PI, Elesbão Veloso/PI, Oieiras/PI, Guarai/TO e Sucupira/TO; *cluster* 2 por Monte Alegre de Goiás/GO e Mimoso de Goiás/GO; *cluster* 3 Campestre de Goiás/GO, Pilar de Goiás/GO, Pirenópolis/GO, Cavalcante/GO, Água Fria de Goiás/GO e Planaltina de Goiás/GO.

Os agrupamentos formados de acordo com os dados ambientais (*clusters* ambientais) estão apresentados na tabela 1 e nas figuras 3, 4, 5 e 6.

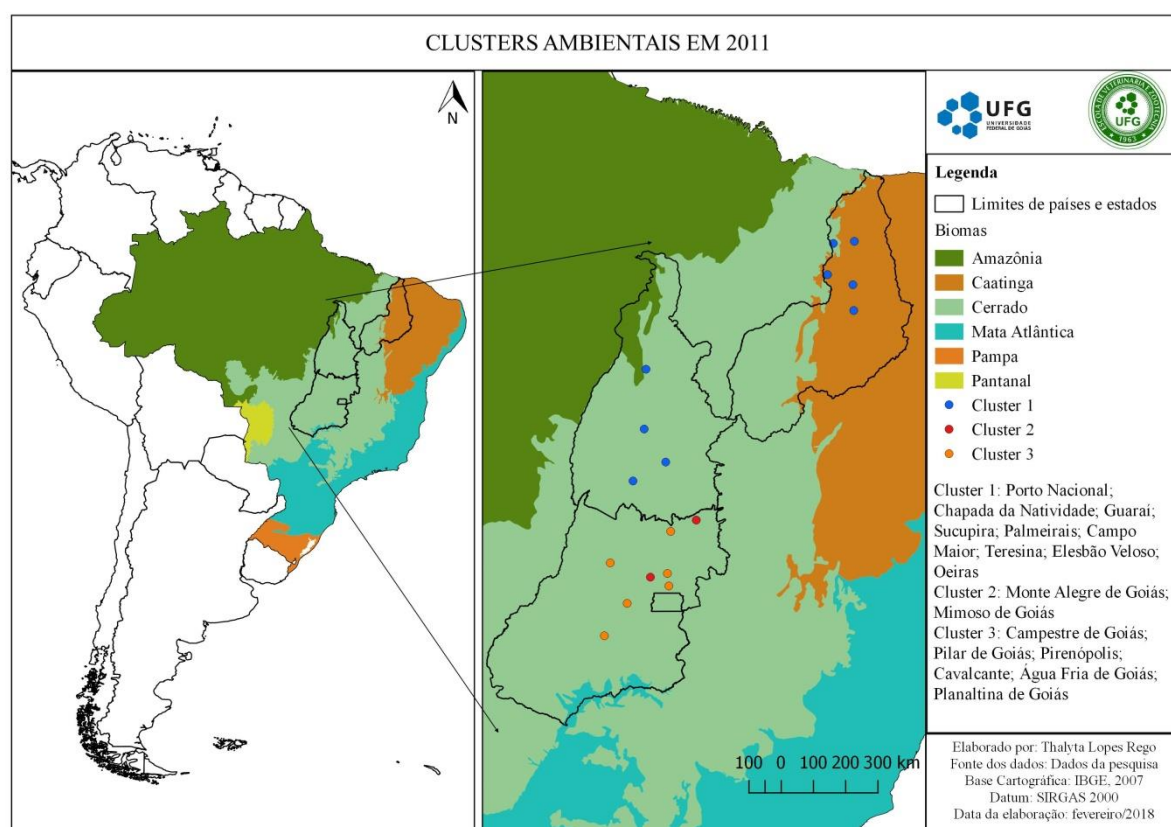


FIGURA 2 - Distribuição geográfica dos *clusters* formados por UPGMA a partir de dados ambientais

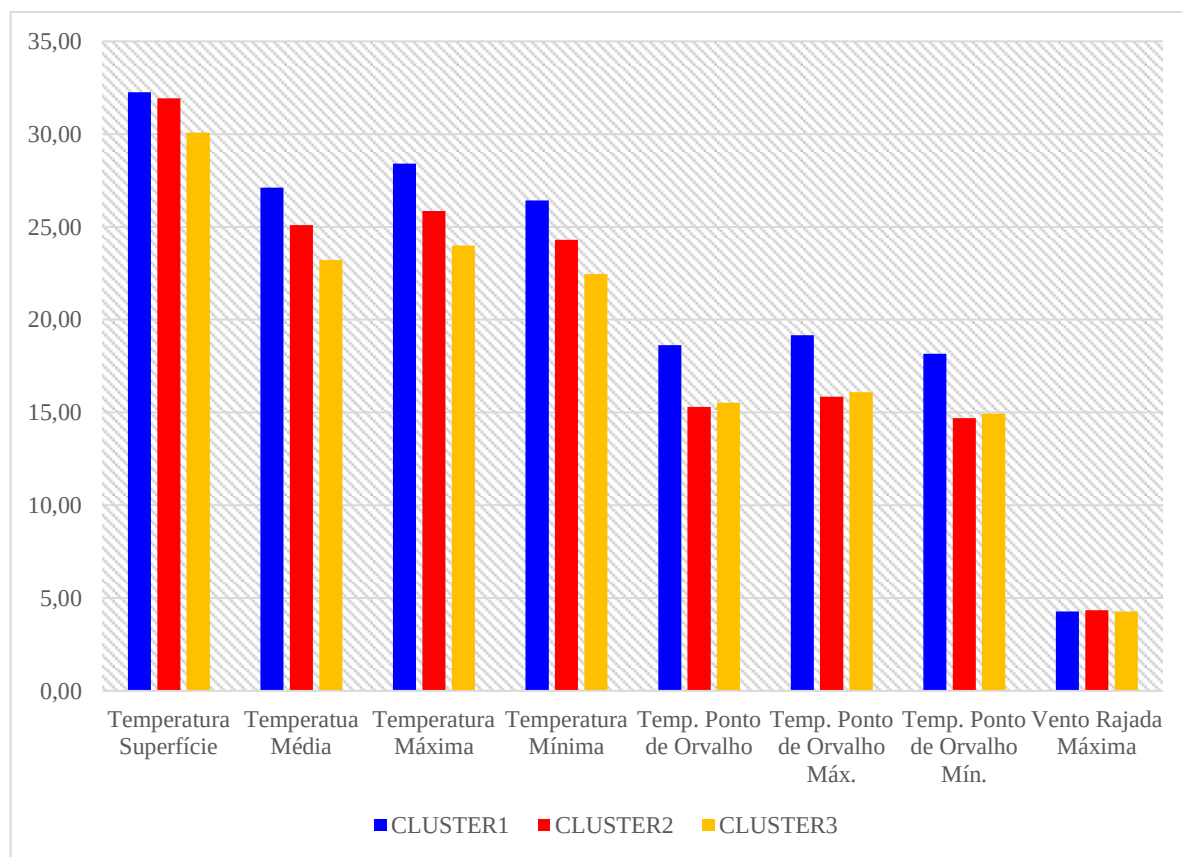
TABELA 1 - Características dos *clusters* ambientais: valores médios (desvio padrão) (continua)

| Dados ambientais (LAPIG e INMET) | CLUSTER1       | CLUSTER2       | CLUSTER3        |
|----------------------------------|----------------|----------------|-----------------|
| Altitude                         | 191,89 (94,30) | 616,00 (83,44) | 820,17 (123,72) |
| Chuva                            | 114,22 (23,91) | 114,27 (0,66)  | 118,01 (11,24)  |
| Evapotranspiração potencial      | 204,73 (4,39)  | 208,19 (12,25) | 201,19 (8,52)   |
| Evapotranspiração normalizada    | 0,43 (0,12)    | 0,25 (0,01)    | 0,31 (0,06)     |
| Evapotranspiração real           | 67,23 (21,24)  | 57,85 (6,02)   | 64,50 (10,36)   |
| Estresse hídrico                 | 0,10 (0,10)    | 0,02 (0,07)    | 0,15 (0,09)     |
| Temperatura de superfície        | 32,25 (2,65)   | 31,93 (0,29)   | 30,09 (1,00)    |
| Índice de celulose               | 0,23 (0,04)    | 0,28 (0,02)    | 0,23 (0,04)     |
| Índice de vegetação normalizada  | 0,60 (0,14)    | 0,50 (0,10)    | 0,60 (0,08)     |
| Índice de vegetação melhorada    | 0,36 (0,09)    | 0,31 (0,04)    | 0,37 (0,04)     |
| Temperatura média                | 27,11 (1,03)   | 25,10 (0,71)   | 23,22 (1,67)    |
| Temperatura máxima               | 28,41 (1,93)   | 25,85 (0,78)   | 23,98 (1,67)    |



TABELA 1 - Características dos *clusters* ambientais: valores médios (desvio padrão) (final)

| Dados ambientais (LAPIG e INMET)       | CLUSTER1          | CLUSTER2          | CLUSTER3         |
|----------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Temperatura mínima                     | 26,42 (0,99)      | 24,30 (0,57)      | 22,45 (1,66)     |
| Temperatura do ponto de orvalho        | 18,63 (1,65)      | 15,30 (0,14)      | 15,52 (1,21)     |
| Temperatura do ponto de orvalho máxima | 19,16 (1,52)      | 15,85 (0,21)      | 16,10 (1,28)     |
| Temperatura do ponto de orvalho mínima | 18,16 (1,61)      | 14,70 (0,00)      | 14,93 (1,21)     |
| Umidade relativa do ar                 | 64,44 (5,34)      | 60,00 (1,41)      | 66,83 (4,45)     |
| Umidade máxima                         | 68,00 (5,10)      | 63,50 (0,71)      | 70,00 (4,10)     |
| Umidade mínima                         | 61,89 (4,73)      | 56,50 (2,12)      | 63,50 (4,59)     |
| Pressão atmosférica                    | 983,21 (21,58)    | 944,55 (8,70)     | 927,73 (22,86)   |
| Pressão atmosférica máxima             | 983,50 (21,61)    | 944,80 (8,63)     | 928,02 (22,90)   |
| Pressão atmosférica mínima             | 982,91 (21,58)    | 944,25 (8,70)     | 927,43 (22,86)   |
| Velocidade dos ventos                  | 1,63 (0,59)       | 1,80 (0,28)       | 1,60 (0,41)      |
| Ventos direção                         | 160,00 (12,97)    | 164,00 (4,66)     | 161,40 (33,02)   |
| Vento rajada máxima                    | 4,28 (0,80)       | 4,35 (0,07)       | 4,28 (0,67)      |
| Radiação global                        | 1.568,50 (103,12) | 1.695,95 (105,01) | 1.482,63 (81,99) |
| Precipitação                           | 0,14 (0,05)       | 0,10 (0,00)       | 0,15 (0,05)      |

FIGURA 3 - Características dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí

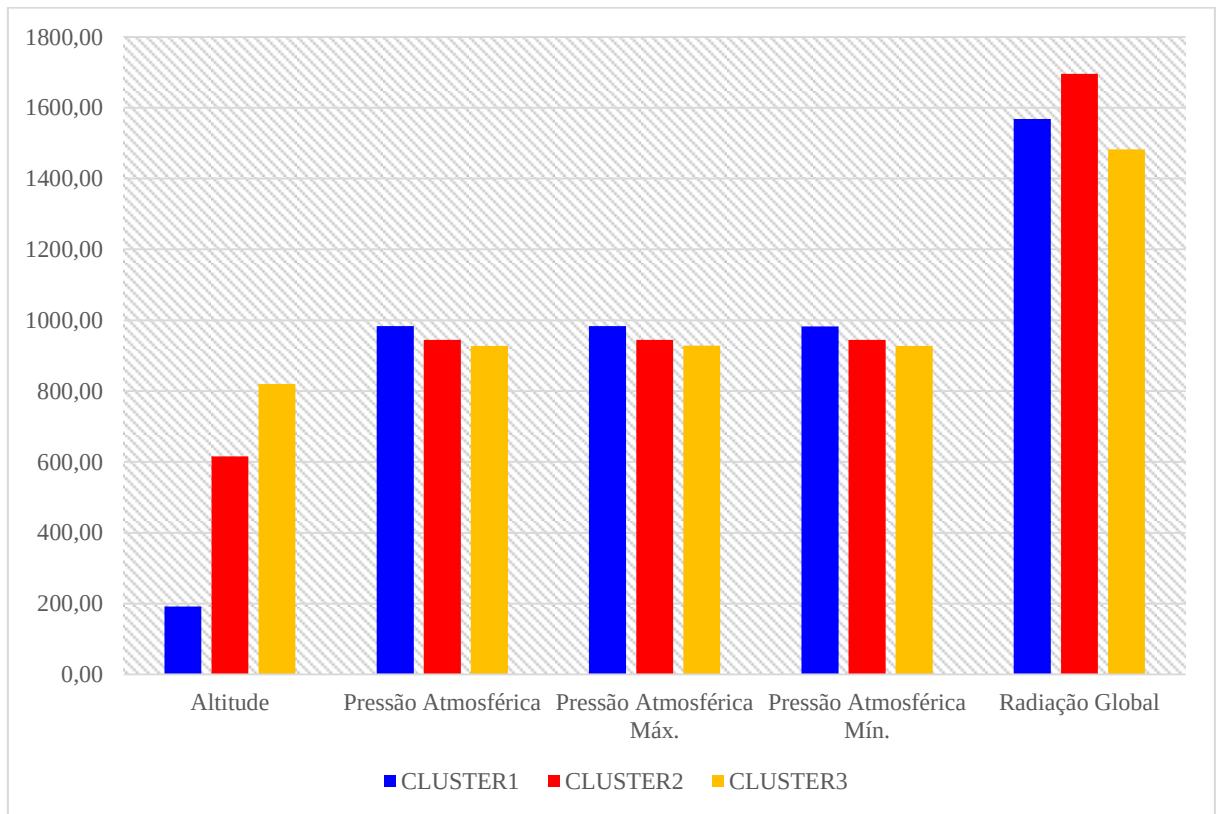


FIGURA 4 - Características dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí

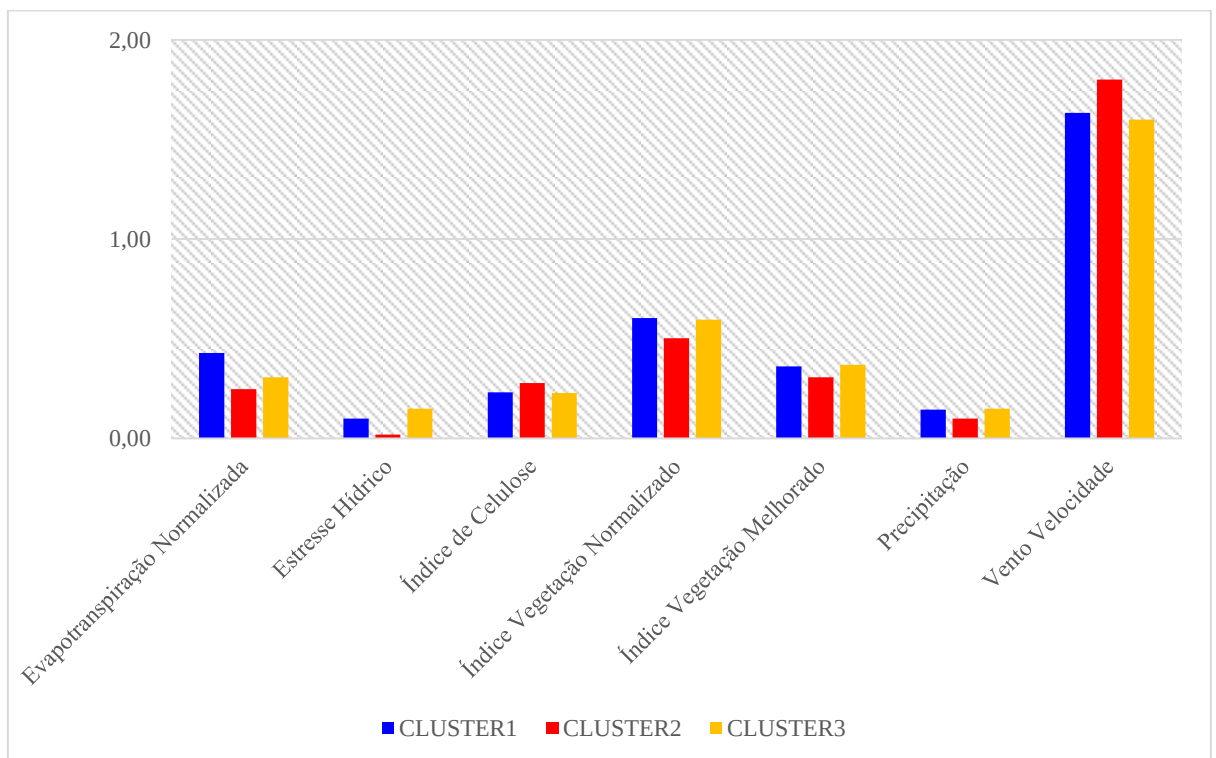


FIGURA 5 - Características dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí

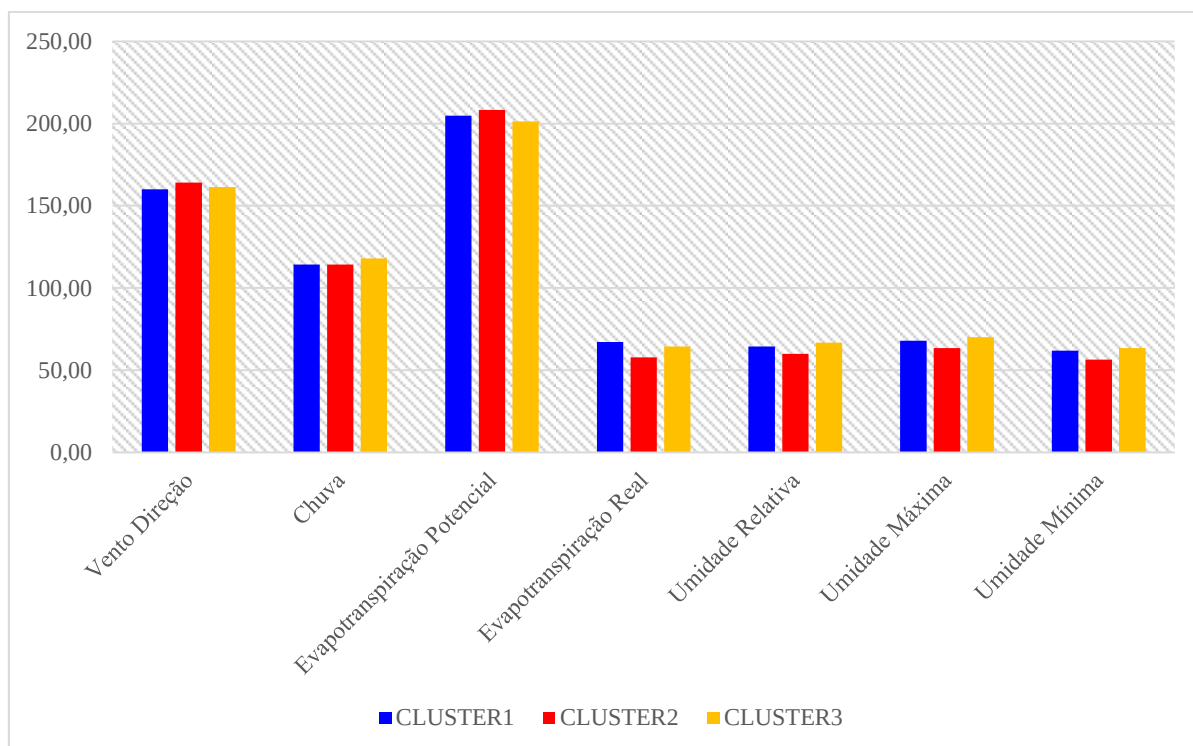


FIGURA 6 - Características dos *clusters* ambientais formados a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí

O *cluster* 1 incluiu todos os municípios do Piauí (Teresina, Palmeirais, Campo Maior, Elesbão Veloso e Oeiras) e do Tocantins (Porto Nacional, Chapada da Natividade, Guaraí e Sucupira). Municípios que em média se localizam nas menores altitudes e pluviometria apresentam as mais elevadas temperaturas e pressões atmosféricas em todas as mensurações utilizadas, bem como maiores evapotranspirações normalizada e real.

Nenhum município goiano foi incluído no *cluster* 1, que diferenciam-se na condição de preservação do Cerrado em relação aos estados de Tocantins e Piauí, localizados na porção norte deste Bioma. Esses dois estados assemelham-se por apresentarem maior proporção de Cerrado não antropizado e as atividades agropecuárias destes estados foram mais tardiamente exploradas quando comparada aos outros estados do Bioma Cerrado<sup>21,22,23,24</sup>.

Os municípios do Piauí encontram-se também em região de transição entre Cerrado e Caatinga, área denominada como meio norte do nordeste brasileiro. Destaca-se como uma região que tem tido o uso do solo ocupado por pastagens cultivadas nas zonas mais úmidas representadas pelo Matopiba, meio norte, agreste e mata atlântica. Essas localidades do meio norte fora da região do Matopiba têm consideráveis exemplos de integração pecuária/lavoura, com pastagens sobre produção de caju, coco e babaçu<sup>8</sup>.

A região de convergência destes estados, juntamente ao Cerrado do Maranhão e da Bahia foi denominada de MaToPiBa, caracterizada ambientalmente como ainda bem preservada tem atraído a atenção e interesse de mídias nacionais e internacionais, representando uma importante fronteira para expansão e intensificação da produção agropecuária no Brasil, sendo considerada a última fronteira agrícola do mundo<sup>25,26</sup>.

As localizações destes municípios ao norte e nordeste do Brasil assemelham-se também em função das temperaturas mais elevadas. Os dados deste *cluster* corroboram com a caracterização edafoclimática da região nordeste brasileira, pelos baixos níveis pluviais, temperaturas elevadas e altas taxas de evaporação, típicas das regiões tropicais. Nas quais a precipitação pluvial varia no tempo, espaço, duração e quantidade, e a temperatura do ar apresenta baixa variabilidade<sup>27</sup>.

O *cluster* 2 distinguiu dois municípios goianos, Monte Alegre de Goiás e Mimoso de Goiás. Apresentaram maiores evapotranspiração potencial, índice de celulose, radiação global, velocidade média e rajada máxima dos ventos. Teve os menores índices de vegetação (NDWI, NDVI e EVI), de evapotranspiração real e normalizada, temperaturas do ponto de orvalho (média, máxima e mínima), umidade relativa do ar (média, máxima e mínima) e pluviometria.

Aparentemente a distinção deste *cluster* dos outros municípios goianos deveu-se as características de região mais seca, não somente pelas menores umidade relativa do ar e evapotranspirações real e normalizada, que indicam maior consumo de umidade pelo solo e plantas, mas também pelos menores índices de vegetação. O NDWI é associado ao teor de água das plantas<sup>28</sup> e NDVI está diretamente relacionado a atividade fotossintética, mas possibilita o monitoramento climático local conforme o ciclo anual de precipitação, aferido pela resposta das plantas aos regimes de seca ou chuva<sup>29</sup>. A pluviometria também está entre os menores valores por *clusters*.

O *cluster* 3 formou-se com os demais municípios do estado de Goiás, Campestre de Goiás, Pilar de Goiás, Pirenópolis, Cavalcante, Água Fria de Goiás e Planaltina de Goiás, em médias são os de maiores altitudes, pluviometria, índices de vegetação (NDWI, NDVI e EVI) e umidade relativa do ar (média, máxima e mínima). Apresentam menores evapotranspiração potencial, temperaturas, pressões atmosféricas (média, máxima e mínima), radiação global, velocidade do vento e rajada máxima do vento.

Entre os municípios deste *cluster* estão àqueles apontados como os que mais avançaram em expansão agropecuária, substituindo a vegetação de Cerrado<sup>30</sup>. As culturas

utilizadas nestas regiões após período de desmatamento podem ter colaborado para obtenção dos índices de vegetação mais elevados para o período deste estudo, 2011.

O desmatamento de áreas nativas em substituição por cultivo do solo resulta em mudanças na dinâmica da matéria orgânica da terra alterando as emissões dos gases da biosfera para a atmosfera, modificando a pressão atmosférica, e pode interferir na temperatura média da região<sup>31</sup>. Neste estudo a região central do Cerrado, o *cluster* 3, foi o que apresentou maior heterogeneidade entre vegetação nativa e atividade agrícola e menor pressão atmosférica. O *cluster* 1, composto por municípios no Bioma Caatinga e mais ao norte do Bioma Cerrado, é região mais preservada e que apresentou maior pressão atmosférica do ar. Deve ser considerado ainda, que o *cluster* 1 apresentou em média a menor altitude e o *cluster* 3 a mais elevada.

### 3.2. Análise discriminante

Para verificar a consistência do agrupamento foi utilizada a análise discriminante de Fischer (1936)<sup>32</sup>, aplicada na distribuição final das variáveis nos grupos obtidos pelo método de agrupamento e verificou-se o percentual de acerto das classificações das variáveis para a validação do agrupamento, esta metodologia tem sido indicada para essa finalidade<sup>33,34,35</sup>. A proporção de observações corretamente posicionadas nos clusters apresentou probabilidade geral de acerto de 94,12%. As proporções de acerto por grupo foram de 100% para os clusters 1 e 3, para o cluster 2 foi de 50%.

As variáveis apontadas pela função discriminantes linear de Fisher (Tabela 2) como significativas para distinção do agrupamento foram: efetivo dos rebanhos caprinos, equinos, suínos e de galos, frangas, frangos e pintos; produção leiteira; e as prevalências de brucelose (BRU), leptospirose (LEP), leucose enzoótica bovina (LEB), rinotraqueíte infecciosa bovina (IBR), diarreia viral bovina (BVD) e neosporose (NEO)

As proporções gráficas de prevalências sorológicas positivas estudadas de acordo com o agrupamento estão apresentadas na figura 7.

O *cluster* ambiental 1 mais ao norte da região de Cerrado, corresponde a atividade pecuária que possui o maior efetivo de caprinos, suínos e criações de galináceos; o menor efetivo de equinos e produção de leite; e apresenta o maior valor de IDH. As maiores prevalências foram de brucelose e leptospirose.

TABELA 2 - Características discriminantes para os agrupamentos, compostos por dados de produção da pecuária municipal obtidos do IBGE e as prevalências de respostas sorológicas positivas

|                                                         | <i>Cluster 1</i> | <i>Cluster 2</i> | <i>Cluster 3</i> |
|---------------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Índice de Desenvolvimento Humano                        | 0,661            | 0,640            | 0,659            |
| Efetivo de rebanhos de caprinos                         | 6.424,44         | 400,00           | 191,00           |
| Efetivo de rebanhos de equinos                          | 1.834,67         | 1.931,00         | 2.261,83         |
| Efetivo de rebanhos de suínos                           | 6.408,56         | 3.157,00         | 4.595,83         |
| Efetivo de rebanhos de galos, frangas, frangos e pintos | 430.639,00       | 16.250,00        | 48.441,50        |
| Produção leiteira                                       | 2.239,22         | 3.475,00         | 11.286,17        |
| Prevalência de sorologia positiva para brucelose        | 0,00             | 0,65             | 1,18             |
| Prevalência de sorologia positiva para leptospirose     | 36,89            | 34,65            | 40,65            |
| Prevalência sorológica positiva de leucose              | 32,07            | 5,15             | 19,87            |
| Prevalência sorológica positiva de IBR                  | 72,01            | 48,80            | 70,50            |
| Prevalência sorológica positiva de BVD                  | 53,76            | 26,80            | 37,65            |
| Prevalência sorológica positiva de neosporose           | 23,28            | 41,60            | 26,62            |

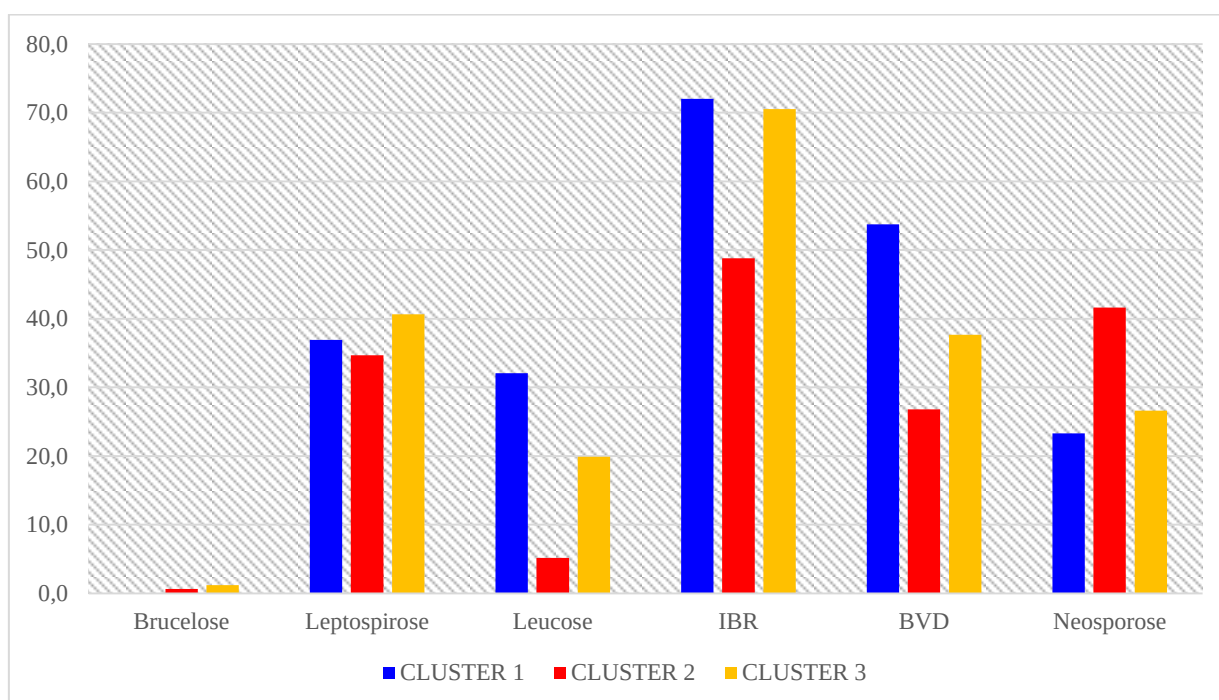


FIGURA 7 - Características sanitárias dos rebanhos dos *clusters* ambientais formadas a partir de dados de municípios do estado de Goiás, Tocantins e Piauí. IBR - rinotraqueíte infecciosa bovina; BVD - diarréia viral bovina

No estado do Piauí as décadas de 70, 80 e 90 aceleraram a ocupação do Cerrado por meio de várias linhas de crédito de instituições públicas, estima-se que 10% do Cerrado piauiense esteja ocupado e utilizado por projetos agropecuários, sendo os grandes projetos voltados para produção de grãos, soja, milho e algodão<sup>36,37</sup>. A produção de caprinos

concentra-se mais na região Nordeste e o Piauí está entre os estados com maior efetivo de rebanho do Brasil, junto à Bahia e ao Pernambuco<sup>38</sup>. Esta atividade está relacionada à pouca disponibilidade de recursos financeiros, à desvinculação de crédito, ao baixo uso de tecnologias, à dissociação entre pesquisa e extensão rural e intensifica-se na participação de mão-de-obra familiar com baixo nível educacional<sup>39</sup>.

A suinocultura e avicultura são atividades com grandes possibilidades de crescimento na região de Matopiba devido ao predomínio de pequenas e médias propriedades familiares, nas quais a mão de obra da família favorece a produção de animais em ciclo contínuo, assim como ocorreu na região Sul do Brasil. Para estas propriedades a suinocultura e avicultura possibilitam gerar renda e garantir escalas econômicas. O IDH considerado médio da região, se deve a maior concentração de renda, cerca de 59,78% da renda bruta, à menor classe considerada rica (0,42%) e à classe média (5,79%) que gera em torno de 26,74% e são capazes de se beneficiar das políticas agrícolas com autonomia financeira<sup>26</sup>.

O *cluster* 2 caracterizou-se por atividade pecuária menos expressiva para criação de suínos e galináceos e mostrou o menor IDH. Apresentou as menores prevalências de leptospirose, LEB, IBR e BVD, porém a maior de neosporose.

Monte Alegre de Goiás está entre os municípios do norte goiano que devido aos relevos ondulados e altamente dissecados, aos solos rasos e pobres em nutrientes, à criação de Unidades de Conservação e de territórios indígena e quilombola foram determinantes para a preservação do Bioma<sup>40</sup>. Dessa forma, Monte Alegre de Goiás está entre os municípios mais ecoeficientes da agropecuária goiana, em contrapartida Mimoso de Goiás enquadra-se entre os municípios altamente ecoineficientes. A ecoeficiência é determinada quando há maximização na produção e minimização dos impactos ambientais, utilizando de dados censitários sobre salários, insumos agropecuários, depreciação estimada, receitas vegetal e animal, área preservada e degradada<sup>41</sup>.

O estado de Goiás, entre as unidades da federação, se desenvolve em patamares elevados em relação à média nacional. Ao considerar o cenário socioeconômico e sua relação com os fatores ambientais do Cerrado, é possível observar que a economia fundamenta-se no agronegócio, com atividades que utilizam intensamente os recursos naturais e consequentemente levam a degradação do Bioma. Desta relação, os fatores socioeconômicos são representados pelo Índice de Desenvolvimento Humano e seus componentes, podendo verificar que quanto mais bem-sucedida economicamente for a região maior a produtividade da agropecuária e pior a condição natural do Cerrado. Na pecuária o índice referente ao número de bovinos está relacionado ao IDH para renda, longevidade e absoluto. À medida

que aumenta o rebanho bovino maior é a renda, a expectativa de vida e o IDH de modo geral<sup>42</sup>.

Outra correlação forte observada em Goiás foi entre as áreas com mais índices de saneamento e as regiões com maior IDH, inversamente relacionadas ao índice de vegetação remanescente. A qualidade da água piora entre os municípios com maior intervenção no ambiente de Cerrado, sendo a região Norte com maior remanescente vegetal e que apresenta melhor qualidade da água<sup>43</sup>. O *cluster* 2 reflete esta condição pois, o menor valor de IDH está localizado ao norte do estado com maior conservação do Bioma e menor atividade produtiva, principalmente na pecuária.

O *cluster* 3 apresentou o menor efetivo de caprinos e o maior de equinos, assim como a maior produção leiteira. As maiores prevalências para brucelose e leptospirose pertencem a este grupo.

A pecuária leiteira na região dos cerrados potencializou-se no final do século XX, devido ao desenvolvimento de tecnologias de conservação e transporte, descentralizando a produção dos tradicionais centros, São Paulo e Minas Gerais. Este processo favoreceu o grande capital do setor que pôde se deslocar espacialmente em busca de maior rentabilidade e aproveitamento das vantagens existentes em diferentes localidades. As empresas investiram nesta região para reduzir custos e aumentar a margem de lucro, aproveitando a produção em terras mais baratas, e ultimamente tem avançado para região Norte do Brasil. Trata-se de uma atividade distribuída por boa parte do território brasileiro como maior ou menor volume de produção, inclusive no estado de Goiás<sup>44</sup>. O *cluster* 3 que concentrou a maioria dos municípios estudados em Goiás apresentaram maior representação desta atividade de grande importância para a pecuária do estado.

Quanto a criação de equinos, a região sudoeste de Goiás está entre as dez microrregiões maiores produtoras no Brasil com um efetivo de 45.449 animais em 2011, conforme dados da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE. Apesar dos municípios estudados não constituírem parte desta região, apresentaram a porção mais representativa de criação de equinos.

### 3.3. Análise de correlação canônica

As prevalências sorológicas positivas e dados socioeconômicos dos municípios foram correlacionados por análise canônica, a fim de demonstrar as associações entre os *clusters* ambientais. Esta análise está indicada na figura 8.



As associações demonstradas pela análise de correlação canônica entre os *clusters* ambientais, os dados socioeconômicos e as prevalências sorológicas positivas correspondem também aos maiores valores apontados na análise discriminante. O *cluster* 1 relacionou-se ao IDH; efetivos de caprinos, suínos e galináceos, e as prevalências de LEB, IBR e BVD. O *cluster* 2 a prevalência de neosporose, enquanto o *cluster* 3 ao efetivo de rebanho de equinos e produção leiteira, e as prevalências de brucelose e leptospirose.

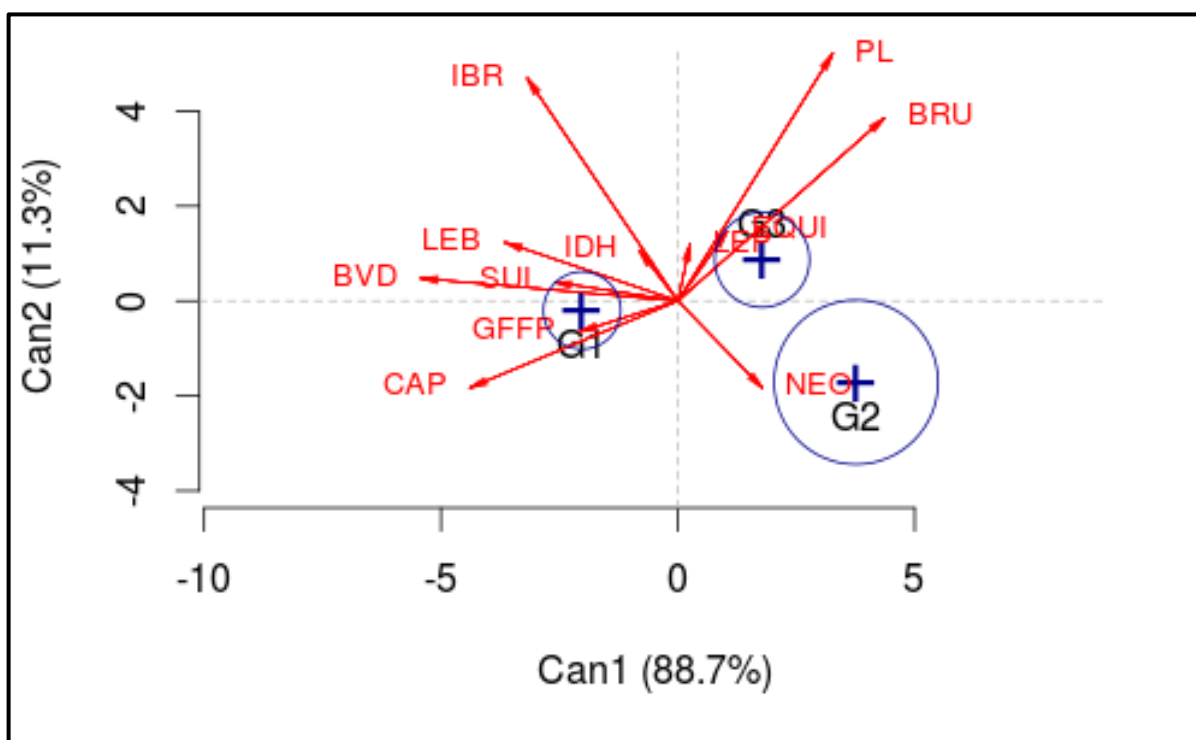


FIGURA 8 - Diagrama de dispersão da análise de correlação canônica. G1 *cluster* 1, G2 *cluster* 2, G3 *cluster* 3, BRU brucelose, LEP leptospirose, LEB leucose enzoótica bovina, BVD diarreia viral bovina, IBR rinotraqueíte infecciosa bovina, NEO neosporose, CAP efetivo de caprino, SUI efetivo de suínos, EQUI efetivo de equinos, GFFP efetivos de galos, frangas, frangos e pintos, PL produção leiteira e IDH índice de desenvolvimento humano.

As prevalências de respostas positivas de LEB, IBR e BVD foram associadas as regiões com melhor IDH, isto se deve a concentração de riqueza das menores classes socioeconômicas que compõem parte da região de Matopiba e parte da Caatinga. A maior classe econômica se constitui de pequenos produtores que devido a facilidade e baixo custo de produção dedicam-se a criação de caprinos, suínos e aves em sistemas tradicionais e pouco tecnológico. Nesse ambiente com preservação natural e clima quente, com baixa pluviometria e menores altitudes.

O maior valor de IDH do cluster 1 pode estar associado ao melhor poder aquisitivo dos produtores rurais e portanto podem comercializarem animais com mais

frequência, o que aumenta o trânsito de animais, sem um controle sanitário adequado aumenta a prevalências de doenças como LEB, IBR e BVD.

A prevalência sorológica positiva de neosporose relacionou-se ao ambiente em estudo mais seco. Que apesar de apresentar bom estado de preservação, a vegetação se constitui menos ricas em água aliados às menores umidade relativa do ar e ocorrência de chuvas, além da maior incidência de radiação solar. A associação de soroprevalência de neosporose às condições climáticas e ambientais também ocorreu em rebanhos italianos na região sul do país, nos quais os fatores associados foram o calor e menores índices de vegetação no verão<sup>11</sup>. Vacas prenhes sororeagentes para neospora mantidas em ambiente seco (umidade menor de 60%) aumentam o risco de aborto durante o segundo terço de prenhez<sup>45,46</sup>. Fato que melhora a percepção do produtor que há problemas reprodutivos em seu rebanho.

A prevalência de respostas positivas para brucelose e leptospirose apresentou-se associada à criação de equinos e maior produção leiteira, atividade na qual os rebanhos são compostos predominantemente por fêmeas podendo ser mantidas por mais tempo na propriedade e em rebanhos numerosos, fatores que estão de acordo com outros estudos<sup>47,48,49,50,51,52,53,54</sup>. Em um ambiente mais úmido, com maior altitude e rico em vegetação, podendo ser por culturas ou remanescentes de vegetação, além das menores temperatura, pressão atmosférica e radiação solar. Concentra-se na porção centro-norte do Cerrado que iniciou a expansão agrícola há mais tempo e segue sentido norte do Bioma.

A leptospirose tem sido caracterizada como uma doença sazonal, com pico de incidência no verão chuvoso de regiões tropicais ou outono em regiões temperadas. Elevados valores de temperatura e umidade são fatores determinantes para a sobrevivência da bactéria, quando inadequados pode levar a rápida dessecação impedindo sua sobrevivência, ou em condições adequadas podem persistir por anos<sup>55</sup>. Neste estudo pode ser atribuída a predisposição a temperaturas adequadas para a sobrevivência de leptospiros e a região mais úmida, entre as estudadas.

Para os *clusters* 1 e 2 podem ainda ser considerada a predisposição para ocorrência de brucelose em bovinos e outros animais domésticos que vivem em áreas ecológicas, relacionados também a presença de animais silvestres<sup>50,56</sup>. Estas áreas correspondem às zonas que possuem maiores índices de vegetação e ambientes naturais preservados. Infecções parasitárias como a neosporose também podem ter como reservatórios os animais silvestres consideraram que além da flora a fauna também poderá estar mais conservada.

É evidente que as condições climáticas e ambientais são fundamentais para a

manutenção de agentes patogênicos viáveis no ambiente, sendo portanto essenciais nas pesquisas envolvendo doenças. Desta forma, a metodologia do presente estudo pode ser extrapolada para outras condições de ambiente e doenças dos animais domésticos.

A relação entre enfermidades infecciosas e o ambiente tem sido exaustivamente observada, detalhamentos sobre a regionalidades desta relação podem contribuir para produzir avanços nos conhecimentos sobre a epidemiologia das doenças dos bovinos no Biomas Cerrado e Caatinga.

A composição de agrupamentos por similaridades ambientais e climáticas das localidades de criação de Curraleiros Pé-Duro, raça bovina peculiar em adaptabilidade aos biomas Cerrado e Caatinga, demonstrou ter sido fundamental para definição do panorama da prevalência de doenças infectocontagiosas e parasitárias conforme condições ambientais e socioeconômicas que possam favorecer a ocorrência dessas. Ou seja, permite estabelecer a associação entre as doenças mais prevalentes e as características mais marcantes de cada região.

#### **4. CONCLUSÃO**

O agrupamento por similaridades de ambiente pôde contextualizar a condição ambiental e socioeconômica relacionados a prevalência de infecções na criação de bovinos Curraleiro Pé-Duro. No Cerrado ambiente mais rico em vegetação natural e na Caatinga, região caracterizada para futura expansão agrícola detêm as maiores prevalências de LEB, IBR e BVD. Em condições de Cerrado preservado e clima mais seco a associação ocorreu com a prevalência de neosporose. Em regiões de Cerrado mais antropizado nos quais os índices de vegetação podem ser por cultivo agrícola, pastagens ou remanescentes de vegetação, com clima quente e úmido, a associação ocorreu com as prevalências de leptospirose e brucelose, juntamente com a presença da pecuária leiteira.

#### **REFERÊNCIAS**

1. Euclides Filho K. Bovinocultura de corte no Brasil. Rev Polít Agríc. 2007; 16(4):121-128.
2. Vilela L, Marta Júnior GB, Barioni LG, Barcellos AO, Andrade RP. Pasture degradation and long-term sustainability of beef cattle systems in the Brazilian Cerrado. In:

- Symposium Cerrado Land-Use and Conservation; Annual Meeting of the Society for Conservation Biology, 19. 2005, Brasília, DF. UnB: 2005.
3. Araújo EL, Castro CC, Albuquerque UP. Dynamics of Brazilian Caatinga – A Review Concerning the Plants, Environment and People. *Func Ecosyst Commun*. 2007; 1(1):15-28.
  4. Clementino IJ, Pimenta CLRM, Fernandes LG, Bezerra CS, Alves CJ, Dias RA, et al. Caracterização da pecuária bovina no estado da Paraíba, nordeste do Brasil. *Semin Cienc Agrar*. 2015; 36(1):557-570.
  5. Carneiro TS, Alves AA, Azevêdo DMMR, Bezerra EEA, Catalano D. Caracterização e eficiência produtiva de rebanhos bovinos leiteiros participantes do Programa INFOLEITE no Baixo Parnaíba, Piauí. *Ver Cient Prod Anim*. 2006; 8(2):9-14.
  6. Silva RA, Fernandes Filho S, Oliveira AVB, Araújo AS, Silva FO, Pereira EM. Caracterização do sistema de produção de leite do município de Paulista - PB. *Agrop Cient Semi-Árido*. 2010; 6(2):31-46.
  7. Barcellos AO, Ramos AKB, Vilela L, Martha Junior GB. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. *R Bras Zootec*. 2008; 37:51-67.
  8. Rangel JHA, Muniz EN, Moraes SA, Souza SF, Amaral AJ, Pimentel JCM. Integração lavoura pecuária na região nordeste do Brasil. *Ciênc Vet Trop*. 2016; 13(3):75-84.
  9. Moura MI, Torres TF, Monteiro EP, Neiva ACGR, Cardoso WS, Fioravanti MCS. Evolução de um rebanho de bovino Curraleiro reintroduzido em Cerrado nativo na região norte do estado de Goiás, Brasil. *AICA*. 2011; 1:123-126.
  10. Balasubramaniam S, Mulder R, Radford J, Pavlova A, Sunnucks P, Melville J. The prevalence of avian malaria in fragmented habitats. *International Congress for Parasitology*, 12, 2010, Melbourne. *Proceedings...* Melbourne: Medimondo, 2010.
  11. Rinaldi L, Fusco G, Musella V, Veneziano V, Guarino A, Taddei R, et al. *Neospora caninum* in pastured cattle: determination of climatic, environmental, farm management and individual animal risk factors using remote sensing and geographical information systems. *Vet Parasitol*. 2005; 128:219-230.
  12. Sartorio SD. Aplicação de técnicas de análise multivariada em experimentos agropecuários usando o software R. Piracicaba. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz; 2008.
  13. Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual Técnico do Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT). Brasília, 2006.

14. Office International des Epizooties (OIE). World Organisation for Animal Health. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. 6th ed. Paris: OIE, 2008. Disponível em: <http://www.oie.int/doc/ged/D7710.pdf>
15. Álvarez-García G, Pereira-Bueno J, Gómez-Bautista M, Ortega-Mora LM. Pattern of recognition of *Neospora caninum* tachyzoite antigens by naturally infected pregnant cattle and aborted fetuses. Vet Parasitol. 2002. 107;15-27.
16. R Core Team (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL. <http://www.R-project.org/>.
17. Friendly M, Fox J. CANDISC: Visualizing generalized canonical discriminant and canonical correlation analysis. 2017. R package version 0.8-0. <http://CRAN.R-project.org/package=candisc>
18. Cruz CD, Carneiro PCS. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Volume 2. Viçosa: UFV, 2003. 623p.
19. Sokal RR, Rohlf FJ. The comparison of dendrograms by objective methods. Taxon. 1962; 11:30-40.
20. Bussab WO, Miazaki ES, Andrade D. Introdução à análise de agrupamentos. São Paulo: Associação Brasileira de Estatística, 1990. 105p.
21. Cunha NRS, Lima JE, Gomes MFM, Braga MJ. A intensidade da exploração agropecuária como indicador da degradação ambiental na região dos cerrados, Brasil. Rev Econ Sociol Rural. 2008; 46(2): 291-323.
22. Mantovani JE, Pereira A. Estimativa da cobertura vegetal de Cerrado através de dados TM/Landsat. In: Anais do IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 1998 set 11-18; Santos, Brasil. Santos: INPE; 1998 p.1455-1466.
23. Oliveira Júnior HJ, Shimabukuro YE. Mapeamento da cobertura da terra dos estados de Goiás e Tocantins utilizando imagens do sensor MODIS. In: Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2005 abr 16-21; Goiânia, Brasil. Goiânia: INPE; 2005 p.1641-1648.
24. Sano EE, Rosa R, Brito JLS, Ferreira LG. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. Pesq Agropec Bras. 2008; 43(1):153-156.
25. Esquerdo JCDM, Coutinho AC, Sanches LB, Ribeiro BMO, Zakharov NZ, Terra TN, et al. Dinâmica da agricultura na região do Matopiba. In: Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto; 2015 abr 25-29; João Pessoa, Brasil. João Pessoa: INPE; 2015 p.4583-4588.

26. Santos Filho JI, Talamini DJD, Scheuermann GN, Bertol TM. Potencial do Matopiba na produção de aves e suínos. *Rev Polit Agríc.* 2016; 25(2):90-102.
27. Cavalcanti EP, Silva VPR, Sousa FAS. Programa computacional para a estimativa da temperature do ar para a região nordeste do Brasil. *Rev Bras Eng Agríc Ambient.* 2006; 10(1):140-147.
28. Jensen JR. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução: José Carlos Neves Epiphany. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.
29. Mascarenhas LMA, Ferreira ME, Ferreira LG. Sensoriamento remoto como instrumento de controle e proteção ambiental: análise da cobertura vegetal remanescente na bacia do Rio Araguaia. *Soc Nat.* 2009; 21(1):5-18.
30. Ferreira LG, Ferreira ME, Rocha GF, Nemayer M, Ferreira NC. Dinâmica agrícola e desmatamentos em áreas de Cerrado: uma análise a partir de dados censitários e imagens de resolução moderada. *Rev Bras Cartog.* 2009; (61/2):117-127.
31. Siqueira Neto M, Piccolo MC, Costa Junior C, Cerri CC, Bernoux M. Emissões de gases de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no Bioma Cerrado. *R Bras Ci Solo.* 2011; 35:63-76.
32. Fisher RA. The use of multiple measurement in taxonomic problems. *Annals of Eugenics.* 1936; 7:179-188.
33. Cruz CD, Ferreira FM, Pessoni LA. Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620p.
34. Mingoti SA. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: Editora UFMG. 2005. 297p.
35. Ferreira DF. Estatística Multivariada. 1 ed. Lavras: Editora UFLA, 2008. 662p.
36. Aguiar TJA, Monteiro MSL. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: a ocupação do Cerrado piauiense. *Redalyc.* 2005; 8(2).
37. Santos C. O espírito do capitalismo na ocupação dos cerrados brasileiros nos estados da Bahia e do Piauí. *Rev GOT.* 2015; (8):229-253.
38. Anuário Estatístico do Brasil. Censo Agropecuário. Rio de Janeiro: IBGE, Vol.75; 2015.
39. Souza Neto J, Baker GA, Sousa FB. Análise socioeconômica da exploração de caprinos e ovinos no estado do Piauí. *Pesq Agropec Bras.* 2005; 30(8):1017-1030.
40. Zardini FPF, Sousa JC, Martins PTA. Meio físico e patrimonialização de áreas: elementos para a conservação do Bioma Cerrado no norte goiano? *ACTA Geográf.* 2016; 10(22):1-16.

41. Vieira J. Ecoeficiência da agropecuária goiana com análise envoltória de dados e funções distância direcionais. Brasília. Dissertação [Mestrado em Agronegócios] – Universidade de Brasília; 2015.
42. Evangelista LB. Relações socioeconômicas e ambientais no Cerrado: o cenário goiano. Goiânia. Dissertação [Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde] – Pontifícia Universidade Católica de Goiás; 2016.
43. Souza SBS, Ferreira NC, Formiga KTM. Estatística espacial para avaliar a relação entre saneamento básico, IDH e remanescente de cobertura vegetal no estado de Goiás, Brasil. *Rev Ambient Água*. 2016; 11(3):625-636.
44. Clemente EC, Hespanhol AN. Reestruturação produtiva da pecuária bovina leiteira: da organização especial-produtiva em “bacias leiteiras” ao “circuito especial de produção”. *GeoNordeste*. 2009; 20(1):151-174.
45. López-Gatius F. Is fertility declining in dairy cattle? A retrospective study in northeastern Spain. *Theriogenology*. 2003; 60:89-99.
46. Yániz JL, López-Gatius F, Almería S, Carretero T, García-Ispuerto I, Serrano B, et al. Dynamics of heat shock protein 70 concentrations in peripheral blood lymphocyte lysates during pregnancy in lactating Holstein-Friesian cows. *Theriogenology*. 2009; 72:1041-1046.
47. Chate SC, Dias RA, Amaku M, Ferreira F, Moraes GM, Costa Neto AA, et al. Situação epidemiológica da brucelose bovina no estado do Mato Grosso do Sul. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 2009; 61(supl.1):46-55.
48. Borba MR, Stevenson MA, Gonçalves VSP, Ferreira Neto JS, Ferreira F, Amaku M, et al. Prevalence and risk-mapping of bovine brucellosis in Maranhão state, Brazil. *Prev Med Vet*. 2013; 110:169-176.
49. Alencar Mota ALA, Ferreira F, Ferreira Neto JS, Dias RA, Amaku M, Grisi-Filho JHH, et al. Large-scale study of herd-level risk factors for bovine brucellosis in Brazil. *Acta Trop*. 2016; 164:226-232.
50. Alhaji NB, Wungak YS, Bertu WJ. Serological survey of bovine brucellosis in Fulani nomadic cattlebreeds (*Bos indicus*) of North-central Nigeria: potential risk factors and zoonotic implications. *Acta Trop*. 2016; 153:28-35.
51. Megersa B, Biffa D, Niguse F, Rufael T, Asmare K, Skjerve E. Cattle brucellosis in traditional livestock husbandry practice in southern and eastern Ethiopia, and its zoonotic implication. *Acta Vet Scand*. 2011; 53:24.

52. Abernethy DA, Moscard-Costello J, Dickson E, Harwood R, Burns K, McKillop E, et al. Epidemiology and management of a bovine brucellosis cluster in northern Ireland. *Prev Vet Med.* 2011; 98:223-229.
53. Oliveira FCS, Azevedo SS, Pinheiro SR, Batista CSA, Moraes ZM, Souza GO, et al. Fatores de risco para a leptospirose em fêmeas bovinas em idade reprodutiva no estado da Bahia, nordeste do Brasil. *Pesq Vet Bras.* 2010; 30(5):398-402.
54. Fávero JF, Araújo HL, Lilenbaum W, Machado G, Tonin AA, Baldissera MD, et al. Bovine leptospirosis: prevalence, associated risk factors for infection and their cause-effect relation. *Microb Pathog.* 2017; 107:149-154.
55. Levett PN. Leptospirosis. *Clin Microbiol Rev.* 2001; 14:296-326.
56. Muma JB, Samui KL, Siamudaala VM, Oloya J, Matope G, Omer MK, et al. Prevalence of antibodies to *Brucella* spp. and individual risk factors of infection in traditional cattle, goats and sheep reared in livestock–wildlife interface areas of Zambia. *Trop Anim Health Prod.* 2006; 38(3):195-206.



## CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A relação do ambiente com a ocorrência de doenças, para humanos e animais, mesmo empiricamente, sempre ocorre, por meio da observação das condições ambientais e climáticas e suas mudanças conforme o tempo, buscando relação com as frequências e tipos de doenças existentes. Cada avanço tecnológico experimentado, mesmo que atualmente considerados rudimentares, auxiliaram na definição de medidas de controle ou prevenção das doenças. Com toda tecnologia disponível atualmente, aliadas a multidisciplinariedade, os estudos epidemiológicos apresentam grande potencial de avanços.

Neste estudo foram incluídos aspectos que rotineiramente devem ser associados na avaliação de fatores de risco de frequência de doenças em rebanhos bovinos, são os sistemas de informação geográfica e as análises multivariadas. Os sistemas de informação geográfica permitem estabelecer a possível relação entre dados geográficos e climáticos com as prevalências sorológicas positivas a diferentes infecções. Essa associação é possível utilizando as diferentes ferramentas das análises multivariadas. Ou seja, é possível realizar em uma única avaliação todos os aspectos do sistema de criação de bovinos.

Além de reforçar a existência de condições ambientais e climáticas que colaboram para a ocorrência de infecções em bovinos, há o acréscimo de informações sobre variáveis ambientais, que podem ser mais bem investigadas. Para algumas infecções, como na leptospirose, estudos com variáveis ambientais são mais usuais, como variações de chuva e temperatura. Outros como NDVI, estresse hídrico, evapotranspiração e demais podem auxiliar a delimitar as zonas que predispõem a determinadas infecções e carecem de mais estudos.

A utilização de diferentes testes estatísticos relacionados às análises multivariadas é necessária para permitir a compreensão da relação, infecção e ambiente. No entanto, é fundamental a multidisciplinariedade da equipe de trabalho. Podem ainda ser incluídas outras áreas de formação, como a geografia e geoprocessamento de dados, que somente contribuirá para a melhoria dos resultados apresentados. A importância da medicina veterinária está na possibilidade de tornar os resultados compatíveis com a realidade, ao considerar que uma associação estatística significativa em um caso particular no estudo não estabelece uma relação causal.

Os aspectos geográficos e climáticos são de extrema importância, pois, a antropização da paisagem tem causado mudanças ambientais drásticas. Como no uso e

ocupação dos solos, que influenciam na dinâmica de transmissão das doenças entre os animais, e também no homem. Cria novos habitats podendo favorecer ambientes para reprodução dos vetores e hospedeiros de doenças, consequentemente facilita a transmissão. Estas mudanças alteram a qualidade da água e modificam outros aspectos naturais, o que leva a exposição aos patógenos, criando novas formas ou locais de contágio. Não será surpresa que surja novas doenças ou ressurgimento de doenças controladas. Esta preocupação não deve ser contida apenas no ambiente acadêmico, deve ser global.

Muitos outros indicadores socioeconômicos e dados edafoclimáticos devem ser utilizados no esclarecimento de ocorrência das infecções em animais domésticos entre eles incluem o trânsito de pessoas, animais e seus resíduos; o monitoramento nas mudanças ambientais e climáticas promovidas pelo desenvolvimento e ocupação urbana e expansão agrícola; a modificação da fauna e flora nativa e não nativa de determinada região com a introdução, transferência e extinção de espécies vertebradas e invertebradas; as mudanças ocorridas com a introdução de novas tecnologias no sistema de produção animal; o reflexo do aquecimento global interferindo nos padrões de precipitação, umidade, temperatura e ventos. Todos estes e outros fatores podem favorecer ou prejudicar doenças causadas por vetores ou veiculadas pelo ambiente.

Para que sejam incluídas tantas variáveis aos estudos epidemiológicos de doenças a utilização de análises multivariada aos dados, com formação de agrupamentos por similaridade, e a associação de diferentes aspectos a frequência das infecções pode ser muito útil e esclarecer os resultados.

Três municípios Água Fria de Goiás, Cavalcante e Planaltina de Goiás foram integrantes dos *clusters* 5 no período de 2006 e 3 em 2011, localizam-se na região central do Cerrado e pode-se inferir que a diminuição dos índices de vegetação no intervalo de cinco anos pode ter ocorrido em função da expansão agrícola referenciada. O menor valor nos índices de vegetação no primeiro período pode ter ocorrido pela exposição dos solos em fase de desmatamento. Posteriormente, a substituição por culturas agrícolas ou pastagens fez com que estes índices apresentassem valores mais elevados. Para as prevalências de infecções em bovinos também houve modificações, de um ambiente em 2006 que apresentava valores moderados as diferentes sorologias positivas, para em 2011 tornar-se o ambiente relacionado a duas importantes infecções em bovinos, brucelose e leptospirose. Associados também a pecuária leiteira no estado de Goiás, com provável crescimento da atividade nestas regiões.

Ainda, ao avaliar a condição sanitária entre os dois períodos de estudo podem ser percebidos redução dos valores gerais de prevalência das infecções estudadas. Esta queda

pode ser atribuída ao fato de que o período de 2006 refere-se às primeiras colheitas de amostras de bovinos Curraleiro Pé-Duro e início das atividades da equipe de pesquisa da Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás (EVZ-UFG) na, então futura, Rede Pró-Centro-Oeste “Caracterização, conservação e uso das raças bovinas locais brasileiras: Curraleiro e Pantaneiro” que delimitaram o perfil sanitário para a raça. Após a obtenção dos resultados sorológicos a equipe orientava os proprietários quanto aos cuidados no manejo dos animais e medidas de controle a serem adotados na prevenção das doenças infectocontagiosas estudadas. Como esta parceria entre a equipe da EVZ-UFG e alguns proprietários associados à rede permaneceu até a segunda fase de estudo estas orientações podem ter colaborado para a redução nas prevalências de maneira geral. De modo que a assistência técnica prestada aos produtores que podem levar benefícios a criação de bovinos.

Para a realização deste estudo, com grande quantidade de amostras e ampla distribuição geográfica, foi fundamental uma equipe numerosa e multicisplinar para a execução das diferentes etapas, além do período considerável de tempo. Ao seu termino, fica para o pesquisador, sem dúvidas, que foi muito trabalhoso, mas bastante engrandecedor no ponto de vista pessoal e profissional.