

Hernán Oliver Daza Gutiérrez

**FORMAS DE PRODUÇÃO PECUÁRIA E DISTRIBUIÇÃO DA FEBRE
AFTOSA NO *DEPARTAMENTO* DE SANTA CRUZ,
BOLÍVIA, 2000 – 2007**

Tese apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, como requisito parcial para a obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal.

Área de concentração: Medicina Veterinária Preventiva e Epidemiologia

Orientador : Professor Élvio Carlos Moreira.

Belo Horizonte
UFMG - Escola de Veterinária
2008

D277f Daza Gutiérrez, Hernán Oliver, 1977-
Formas de produção pecuária e distribuição da febre aftosa no
Departamento de Santa Cruz, Bolívia, 2000 – 2007 / Hernán Oliver
Daza Gutiérrez. –2008.
101 p. :il.

Orientador: Élvio Carlos Moreira
Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola
de Veterinária.
Inclui bibliografia

1. Bovino de corte – Criação – Teses. 2. Produção animal - Teses.
3. Febre aftosa – Teses. I. Moreira, Élvio Carlos. II. Universidade
Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título

CDD – 636.213 08

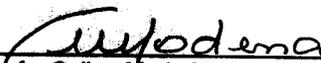
Tese defendida e aprovada, em 27 de fevereiro de 2008, pela Comissão Examinadora constituída por:



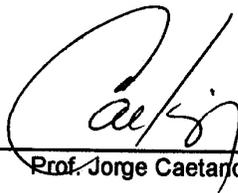
Prof. Elvio Carlos Moreira
Orientador



Profa. Tânia Maria de Paula Lyra



Profa. Celina Maria Modena



Prof. Jorge Caetano Júnior



Prof. João Paulo Amaral Haddad

Aos meus pais, Hernán e Teresa.

Àa meus presentes de Deus Claudia, Jessenia e Daniela.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo cuidado e provisão dos meios necessários para a elaboração do presente trabalho.

Ao Governo da Republica Federativa do Brasil, pela concessão de bolsa de estudos CNPQ, nos termos do PEC-PG.

Ao Professor Élvio Carlos Moreira, por sua orientação, apoio e amizade compartilhada.

Aos Professores José Ailton da Silva e Pedro Lúcio Litgh Pereira, componentes da comissão orientadora, pela amizade e incentivo.

Aos Professores Celina Maria Modena, Tânia Maria de Paula Lyra, Zélia Inês Portela Lobato, Jorge Caetano Júnior, João Paulo Amaral Haddad e Francisco Cecílio Viana por suas valiosas contribuições.

Ao Prof. Rômulo Cerqueira Leite, pelo incentivo e apoio incondicional.

A Professores e funcionários do Colegiado de Pós-Graduação de Veterinária pela atenção.

Aos Professores José Newton Meneses e Marcos Bryan Heinemann pelo incentivo e amizade.

Ao *Servicio Nacional de Sanidad Agropecuária e Inocuidad Alimentaria* da República da Bolívia, SENASAG, pela colaboração para a realização deste trabalho.

À *Federación de Ganaderos de Santa Cruz* - FEGASACRUZ pelo incentivo à pesquisa local.

Ao Dr. Daniel Gareca Vaca pela contribuição, responsável e dedicada, ao presente trabalho.

A Rogério Rodrigues e Geder Herrmann, pela inesquecível amizade.

À Nádia, pelo contínuo e incondicional apoio.

Aos colegas da Pós-Graduação da Escola de Veterinária da UFMG..

.

SUMÁRIO

	Pág.
GLOSÁRIO	10
RESUMO	11
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO	12
2. LITERATURA CONSULTADA	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 Descrição da Área de Estudo.....	27
3.2 Fonte de Dados	27
3.3 Caracterização dos municípios do <i>Departamento</i> Santa Cruz segundo a forma de produção prevalente	28
3.3.1 Indicadores Demográficos.....	28
3.4 Análise do Trânsito de Bovinos.....	28
3.4.1 Descrição da movimentação de Bovinos	28
3.4.2 Análise da Rede de Movimentação de Bovinos.....	29
3.4.2.1 Os atores	29
3.4.2.2 Os vínculos.....	29
3.4.2.3 A Rede	29
3.4.2.4 Grau e Índice de Centralidade <i>Freeman</i>	29
3.4.2.5 Modelo Centro-Periferia	29
3.4.2.6 Autocorrelação entre padrões de movimentação de bovinos e as formas de produção pecuária.....	29
3.4.2.7 <i>Clusters</i> Hierárquicos	29
3.5 Descrição e análise espacial de propriedades afetadas pela febre aftosa no <i>Departamento</i> de Santa Cruz, 2000-2007	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5 CONCLUSÕES	79
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
7 ANEXOS	83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Perfil de alguns indicadores indiretos da organização da atividade pecuária dos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, agregados segundo as Eco-Regiões e Sub-Áreas, no período 2003/2006.....	32
Tabela 2	Perfil de alguns indicadores indiretos da organização da atividade pecuária agregados segundo formas de produção identificadas nos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz, Bolívia no período 2003/2006.....	33
Tabela 3	Participação relativa dos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz - Bolívia como origem nas movimentações de bovinos registradas no interior do <i>Departamento</i> , segundo finalidade, no período de 2004-2006.	37

Tabela 4	Participação relativa dos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, como destino nas movimentações registradas no interior do <i>Departamento</i> no período de 2004-2006.	38
Tabela 5	Participação relativa dos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, como origem nas movimentações registradas e com destino a outros <i>Departamentos</i> , segundo a finalidade no período de 2004-2006.	41
Tabela 6	Participação relativa média de <i>Departamentos</i> da Bolívia como destino nas movimentações de bovinos originados no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, segundo a finalidade, período de 2004-2006.	42
Tabela 7	Perfil de movimento de bovinos segundo as formas de produção pecuária e a finalidade de movimentação* no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, no ano 2006.	47
Tabela 8	Perfil de movimento de bovinos segundo as formas de produção pecuária e a finalidade de movimentação* no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia no ano 2006.	48
Tabela 9	Grau de Centralidade e <i>Coreness</i> para municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, no ano de 2006.	53
Tabela 10	Perfil do Grau de Centralidade nas categorias relativas às formas de produção no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, no ano de 2006.	55
Tabela 11	Perfil do Grau de Centralidade dos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, de acordo a estrutura Centro/Periferia no ano de 2006.	57
Tabela 12	Matriz de densidades* de relacionamento entre municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, agrupados em blocos segundo à forma de produção, ano de 2006.	59
Tabela 13	Freqüência de propriedades afetadas pela febre aftosa, segundo as espécies animais acometidas no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia no período de 2000 – 2002.	60
Tabela 14	Freqüência de propriedades afetadas pela febre aftosa, de acordo com o tamanho de rebanho no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia entre os anos de 2000-2002.	63
Tabela 15	Freqüência de propriedades afetadas pela febre aftosa, segundo a causa provável da doença no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, entre os anos de 2000-2002.	63
Tabela 16	Índice de Auto-correlação Espacial Local Moran para o Índice de persistência (Ω) da febre aftosa nos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, entre os anos 2000-2001.	67
Tabela 17	Análise espacial retrospectivo de varredura, modelo Poisson, para a detecção de conglomerados de propriedades afetadas pela febre aftosa nos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz - Bolívia, entre os anos 2000-2002.	71
Tabela 18	Análise temporal retrospectivo de varredura para detecção de <i>clusters</i> de propriedades afetadas pela febre aftosa, Santa Cruz – Bolívia, entre os anos 2000-2002.	71
Tabela 19	Análise espaço-temporal retrospectivo Modelo Poisson de varredura para detecção de <i>clusters</i> de bovinos afetados pela febre aftosa, <i>Departamento</i> de Santa Cruz, entre os anos 2000-2002.	73

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Formas de produção pecuária prevalente nos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz - Bolívia, ano de 2006.	35
Figura 2	Meio de transporte utilizado para a movimentação de bovinos no interior do <i>Departamento</i> de Santa Cruz, Bolívia no período de 2004-2006.	35

Figura 3	Acumulado absoluto médio de bovinos movimentados nos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz - Bolívia, segundo a finalidade e mês, período de 2004 - 2006.....	39
Figura 4	Acumulado bimestral médio de bovinos movimentados para outros <i>Departamentos</i> da Bolívia desde o <i>Departamento</i> de Santa Cruz, entre os anos 2004-2006.....	43
Figura 5	Distribuição do número total de bovinos movimentados para outros <i>Departamentos</i> da Bolívia segundo a finalidade e ano, <i>Departamento</i> de Santa Cruz-Bolívia, no período 2004 – 2006.....	45
Figura 6	Registro do número total de bovinos ingressos no <i>Departamento</i> de Santa Cruz –Bolívia no período de 2004-2006.....	45
Figura 7	Rede de trânsito de bovinos intra e inter <i>Departamental</i> que mostra determinadas regiões com concentração de ligações resultantes da movimentação na área central do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia no ano de 2006.....	49
Figura 8	Grau de Centralidade em municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia no ano de 2006.....	51
Figura 9	Grau de proximidade ao centro ou <i>Coreness</i> em municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia no ano de 2006.....	53
Figura 10	<i>Clusters</i> hierárquicos da movimentação de bovinos entre municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, ano de 2006.....	61
Figura 11	Mapa <i>Kernel</i> das propriedades afetadas pela febre aftosa no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia entre os anos 2000-2002.....	65
Figura 12	Índice de Auto-correlação Espacial Local Moran para o Índice de persistência (Ω) da febre aftosa nos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz - Bolívia, no período de 2000-2002.....	69
Figura 13	<i>Cluster</i> identificado pelo teste de varredura espacial em propriedades afetadas pela Febre Aftosa no <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, no período de 2000-2002.....	73
Figura 14	<i>Clusters</i> identificados pelo teste de varredura espacial em propriedades afetadas pela Febre Aftosa nos municípios de Santa Cruz – Bolívia, no período de 2000-2002.....	75
Figura 15	Mapa <i>Kernel</i> das propriedades pecuárias afetadas pela febre aftosa no <i>Departamento</i> de Santa Cruz, no ano de 2007.....	77

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1	Províncias Fisiográficas da República de Bolívia.....	83
Anexo 2	Macro-região do <i>Chaco</i> , Bolívia.....	85
Anexo 3	Zonas certificadas internacionalmente pela OIE como livres da febre aftosa com prática de vacinação.....	87
Anexo 4	Distribuição da população humana nos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz–Bolívia, 2006.....	89
Anexo 5	Mapa do <i>Departamento</i> de Santa Cruz - Municípios e Eco-regiões.....	91
Anexo 6	Distribuição de bovinos nos municípios do <i>departamento</i> de Santa Cruz.....	93
Anexo 7	Formulário Oficial da Guia de Movimentação de Animais.....	95
Anexo 8 ^{a,b}	Sistema do Banco de Dados das Guias de Movimentação de Animais, criado em programa Epi Info™.....	97
Anexo 9	Tabela Matricial de Origem e Destino com o número de bovinos movimentados nos municípios do <i>Departamento</i> de Santa Cruz – Bolívia, ano de 2006.....	99
Anexo 10	Correlação genética entre os vírus de Febre Aftosa tipo O/Santa Cruz/Bol/02 e cepas isoladas na Bolívia e na região.....	101

GLOSÁRIO

Altiplano - Planalto

Chaco - Termo geralmente aceito da palavra na língua nativa quechua *chaqu* : Território de caceria. É uma das principais regiões geográficas da América do Sul, localizada no Cone Sul, que se estende por parte dos territórios da Argentina, Bolívia, Brasil e Paraguai, entre os rios Paraguai e Paraná e os Altiplano Andino.

Chiquitania - extensa llanura de América del Sur ubicada en la zona transicional ecotónica entre el Gran Chaco e a Amazonia. Denominada também **Llanos de Chiquitos**. Encuentra se no extremo sudeste da Bolívia, abarcando grande parte do leste do Departamento de Santa Cruz e zonas fronteiriças com Paraguay e Brasil.

Coreness – Medida do potencial topológico de um ator com relação ao centro de uma rede social.

Departamento – Unidades geopolíticas em que o território da Bolívia esta dividido.

Eco-região – Áreas denominadas no marco de uma caracterização específica em torno de elementos de clima, solo e vegetação.

Ocidente boliviano – Região Andina da Bolívia formada principalmente pelos *Departamentos* de La Paz, Oruro e Potosí.

Oriente boliviano – Região subtropical da Bolívia, conformada pelos *Departamentos* de Beni, Pando e Santa Cruz.

Remate – Leilão

RESUMO

Foram caracterizados os municípios pertencentes ao *Departamento* de Santa Cruz, na Bolívia, segundo as formas de produção pecuária. Para tanto foram utilizados indicadores demográficos e de trânsito animal. Técnicas de Análise de Redes Sociais foram usadas para estudar a movimentação de bovinos. A partir destes dados foi identificada uma estrutura tipo centro/periferia; a relação entre as formas de produção e os padrões de movimento de bovinos concilia com as características de intensidade e finalidade da movimentação registrada nos anos 2004-2006 na área de estudo. Os resultados achados sugerem a metodologia utilizada como ferramenta exploratória de dados de movimentação de bovinos, complemento determinante dos processos de caracterização e/ou regionalização. A ocorrência da febre aftosa em rebanhos bovinos do *Departamento* de Santa Cruz entre 2000 e 2007, coincide com regiões que possuem formas de produção empresarial de engorda ou de ciclo completo próximas a centros industriais e de consumo.

Palavras Chaves: Formas de Produção Pecuária, Trânsito Animal, Febre Aftosa.

ABSTRACT

Municipies of Department of Santa Cruz, Bolivia, were characterized due to its predominant form of cattle livestock production. Demografical and movement indicators as well as Social Network Analysys were used for the study of bovine movements patterns. A center/perifery structure was identified; a relation of the forms of production with movement patterns, consiliate with the intensity and finality of the movement recorded data. The results suggest a methodological scheme as exploration tools of movement data as complementation of characterization and/or regionalization processes. The distribution of foot and mouth disease in farms of Department of Santa Cruz 2000-2007, occur in areas where the meat transformation production system predomine, near industrialized áreas.

Key words: Forms of cattle livestock production, Animal movement, Foot and Mouth Disease

I. INTRODUÇÃO

A regionalização epidemiológica da febre aftosa como método de intervenção, permitiu em situações concretas na América Latina, o controle da doença através de estratégias apropriadas à estrutura produtiva pecuária. A quebra da dependência existente entre regiões fonte da doença e outras dependentes das primeiras é o mecanismo pelo qual é possível estabelecer regiões indenens ou livres da doença.

A intervenção sanitária baseada na regionalização epidemiológica considera a caracterização das formas de produção pecuária como um componente metodológico. Nela se expressa a influência da estrutura social das classes, ou frações de classes, vinculadas à atividade rural sobre fatores relacionados à: posse da terra, necessidades de subsistência, produção de excedentes, vínculos com mercados e relações de dependência-dominação referentes ao acesso aos meios e instrumentos de produção como a terra, o trabalho e o capital (Obiaga *et al.*, 1979; Rosenberg, 1986).

Na Bolívia, como nos demais países da América do Sul, a distribuição da febre aftosa, no espaço, dificilmente apresentou um caráter aleatório. Para entender a febre aftosa, deve ser considerada sua inserção no processo histórico e, o que atualmente ela representa em termos de risco e interferência na produtividade da pecuária bovina.

Considera-se como fator de risco todo determinante econômico, social e ecológico que, parcialmente, possa explicar problemas de saúde animal. Um fator associado à introdução e disseminação das doenças agudas de interesse econômico é o trânsito animal; a relação descrita entre a dinâmica das formas de produção pecuária e a movimentação de bovinos mostra até que ponto o seu estudo é útil na epidemiologia das doenças de interesse econômico. De fato, a movimentação de animais tem um

valor predominante sobre outras variáveis de caracterização pecuária no que a definição de risco se refere (Astudillo *et al.*, 1986).

Com respeito à intervenção ao âmbito local, o trânsito de bovinos é considerado um elemento básico nas atividades de atenção veterinária (Serrão *et al.*, 1991); seu estudo e conhecimento levariam a uma diminuição do grau de incerteza nas análises de risco e vigilância epidemiológica (Caetano, 2000). Conceitos como a transparência, a consistência científica, a equivalência e a harmonização demandam dos serviços oficiais, produtores e entidades relacionadas à sanidade animal, um minucioso tratamento dos dados disponíveis e geração de informação, não somente para encarar barreiras de ordem fito-zôo sanitárias, mas como meio de desenvolvimento do sistema produtivo.

O *Departamento* de Santa Cruz, principal pólo industrial da Bolívia, tem experimentado nas últimas décadas uma especialização das formas de produção pecuária em determinadas regiões. A esperada influência destas transformações na cadeia produtiva pecuária e, conseqüentemente, na epidemiologia da febre aftosa determinou a eleição de Santa Cruz como área de estudo.

A identificação de subespaços que apresentem uma exposição particular de diversos fatores de risco para a população bovina no *Departamento* de Santa Cruz é o alvo geral deste trabalho. Mantendo um enfoque global, os objetivos específicos seguem a continuação:

- Estudar as formas de produção pecuária prevalentes nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz;
- Inferir sobre o grau de relação entre as formas de produção pecuária e os padrões de movimentação de bovinos registrados no *Departamento* de Santa Cruz, Bolívia;

- Avaliar em que medida a rede de movimentação de bovinos nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz configura uma estrutura periferia centro dependente;
- Analisar a distribuição das propriedades afetadas pela febre aftosa no *Departamento* de Santa Cruz, período 2000 - 2007.

2. LITERATURA CONSULTADA

No oriente boliviano predominam os dois tipos de desenvolvimento da agricultura, que se estabelecem tanto pela via do fazendeiro como pela via do pequeno produtor camponês. Segundo Cortés (2003), existe a crença que o camponês se encontra totalmente isolado do mercado e que vive em uma economia isolada de subsistência, ou seja, que consome somente o que produz. Na atualidade, este enfoque não é válido, uma vez que as comunidades camponesas vendem grande parte de sua produção no mercado, e contribuem na economia regional com parte de sua força de trabalho migrando temporalmente de seus locais de origem.

O Governo boliviano, através do Decreto Supremo 25.717 de 30/03/2000 (BOLÍVIA, 2000^a), no seu artigo 13, define uma zonificação do país criando unidades denominadas macro-regiões. Consideram-se as seguintes macro-regiões: *Altiplano, Valles, Trópico Húmedo e Chaco* (Anexo 1) sendo que as três últimas compõem o *Departamento* de Santa Cruz. Este novo enfoque é implementado devido à Bolívia possuir rica diversidade natural, expressada em marcados contrastes geográficos, climas, topografia, vegetação natural e solos.

Existem áreas que, no marco de uma caracterização mais específica em torno de elementos de clima, solo e vegetação, denominam-se Eco-Regiões. O projeto ZONISIG - Projeto de Zonificação Agro-ecológica e Estabelecimento de uma Base de Dados e Rede de Sistema de Informação Geográfica na Bolívia, segue os padrões metodológicos da FAO para avaliação de zonas que se ajustam na variabilidade de

eco-região em relação a condições fisiográficas, ambientais, vegetação e socioeconômicas. As Eco-regiões pertencentes ao trópico úmido são: *LLanura* de Santa Cruz (área integrada de Santa Cruz), *Bosque Seco Chiquitano, Cerrado, Pantanal, Gran Chaco, Alto e Bajo Paraguá*. Os *Llanos* de Santa Cruz ocupam as zonas norte e central do *Departamento* e apresentam clima sub-tropical, sub-úmido a úmido. A temperatura média anual mínima no inverno é de 15°C e a média máxima de 26°C no verão. A precipitação fluvial anual oscila em média entre 1.000 mm e 2.500 mm (Yapacaní). Na região noroeste desta zona, desenvolve-se um bosque pluvial denso. Na parte leste, o bosque é estacional.

Desde os anos 1970, a agropecuária nos centros industriais de Santa Cruz tem conseguido desenvolver níveis modernos de exploração. Os cultivos de maior importância são: a soja, o girassol, a cana de açúcar, o arroz, o milho e os cítricos. Na zona norte, pastagens cultivadas favorecem à pecuária de corte como também uma das principais bacias leiteiras do país. A criação de raças zebuínas como o Nelore e de raças européias são comuns na região. A produção moderna de suínos e aves faz parte da economia da região (Bolívia, 2006b).

As Eco-Regiões *Bosque Seco Chiquitano, Cerrado, Pantanal, Gran Chaco, Alto e Bajo Paraguá* estão distribuídas do nordeste ao sudeste do *Departamento* de Santa Cruz. A temperatura média mínima e máxima são de 2° a 26°C, respectivamente; a precipitação pluviométrica varia entre 1.300 mm nas regiões mais úmidas do norte, vizinhas da eco-região da Amazônia (Beni), e 800 mm no sul, perto da região do *Chaco* (Ibisch, 2002). Na parte oriental há uma forte ondulação e presença de serranias alongadas com aspecto de diques. Em sentido oeste-leste, apresentam-se as chamadas *Serranias Chiquitanas*, que figuram uma paisagem de morros onde há solos de boa qualidade, particularmente no município de Pailón, o que permite bom rendimento em cultivos extensivos da soja, trigo, girassol, algodão, sorgo e milho. Há

cultivos de hortaliças, frutas tropicais e pastagens cultivadas para rebanhos de engorda. Na eco-região do *Bosque Seco Chiquitano* encontra-se a chamada zona de expansão, que corresponde aos municípios de Pailón, Cuatro Cañadas e San Julian, principal zona de cultivos de grãos do país. A pecuária se efetua sobre pastagens cultivadas, com a provisão de feno e subprodutos industriais, como o farelo de soja e o farelo de algodão, levando à presença de sistemas de manejo semi-intensivos até intensivos. Estima-se que existam 100.000 hectares de pastagens cultivadas dentro das quais se destacam as *Brachiaria* e *Panicum*.

A macro-região do *Chaco* é a região mais quente do país, com temperaturas máximas extremas de 49,5°C e mínimas de -5°C (Bahn, 1989). O elemento climático está relacionado com a disponibilidade de água para espécies vegetais nativas que têm um papel determinante para o fornecimento de pastagens para o gado na época de estiagem. As precipitações fluviais oscilam entre 300 e 1.400 mm, concentrando-se 80% na primavera-verão, e chuva leve no outono e inverno. As Eco-Regiões que compreendem a macro-região do *Chaco* são: *Subandino*, *Pie de Monte* e *Llanura Chaqueña*. Na Eco-região do *Subandino*, os municípios de Camiri, Gutierrez, Lagunillas têm oscilações de precipitação fluvial de 800 a 1.200 mm e micro climas adequados para produção de milho, amendoim, pimenta, tabaco, hortaliças e frutas. A pecuária aproveita os restos destes cultivos, utilizando feno para novilhos de engorda na época de crise de forragem ou para a manutenção de vacas prenhes. A Eco-região *Pie de Monte* é uma área de transição entre o *Subandino* e a *Llanura del Chaco* que se estende como uma faixa estreita de norte a sul (Anexo 2). O *Departamento* de Santa Cruz abrange os municípios de Cabezas, Abapó, Charagua e Boyuibe, que apresentam uma paisagem semi-árida secada pela drenagem utilizada na região do *Subandino*. A altitude oscila entre 500 e 700 metros sobre o nível do mar, com precipitação anual entre 400 e 1.400 mm e temperatura média de 21,9°C. A Eco-região *Llanura Chaqueña* tem uma

topografia plana, interrompida pela presença de dunas estabilizadas. A altitude diminui de oeste para leste de 450 até 270 metros sobre o nível do mar. O clima da região é classificado como megatermal árido classificação Thortwaite (Bahn, 1989). As precipitações flutuam entre os 350 e 550 mm concentrando-se 80% nos meses de dezembro a março. A temperatura anual média é de 23,4°C, com uma máxima de 40,5°C e uma mínima de 4°C. A *Llanura Chaqueña* é a região mais seca da Bolívia e se estende através dos *Departamentos* de Tarija, Chuquisaca e Santa Cruz. Caracteriza-se a pecuária extensiva baseada em gado crioulo, que pastoreia pastos e bosques nativos de natureza xerofítica, onde as taxas de extração e índices de crescimento são geralmente baixas, mas fornecem um gado de boa qualidade. O milho é o principal cultivo da macro-região (70% da área cultivada), seguido da soja, amendoim e feijão (20% da área cultivada). A criação de suínos e cabras constitui uma importante fonte de segurança alimentar para a região.

Na zona ocidental do *Departamento* de Santa Cruz, acha-se a região Sub-andina com uma superfície de 29.301 km². Esta zona representa às últimas áreas da Cordilheira dos Andes e constitui um complexo de montanhas, serranias, colinas, vales e terraços. Esta região acha-se entre os 1150 e 2190 metros sobre o nível do mar com uma temperatura média anual entre 16 e 22°C.

No projeto de investigação pecuária e perspectivas para o desenvolvimento com pequenos produtores, Roca (2000) expressa o papel dos municípios no desenvolvimento rural e as condições necessárias para este processo. Baseado na lei das municipalidades N° 2028 e da regulamentação da lei de participação popular D.S. 24182, o autor propõe condições necessárias para a promoção da economia municipal. Entre os principais pontos cita-se: a) a existência de uma visão compartilhada do desenvolvimento econômico, b) um acordo entre os atores do município sobre os papéis do governo municipal, c) uma adequada capacidade de

gestão do governo municipal para cumprir com seus papéis, d) papéis definidos para o setor privado e e) a existência de uma instância de acordo pública e privada.

Até 1985 e por mais de 30 anos, o abastecimento de carne para as regiões mais povoadas como La Paz, Cochabamba e centro mineiros, proveio do Oriente boliviano, principalmente de Beni. O transporte via aéreo era um processo que se achava sob acordos entre pecuaristas e o governo sendo os preços estabelecidos quase que de forma arbitrária e com subvenção no custo de transporte. Outro aspecto que influenciava o preço da carne era a intermediação de comerciantes nos centros urbanos e mercados dos centros mineiros. Com a construção de estradas no Oriente boliviano, foi possível vincular os *Departamentos* de Beni e Santa Cruz com o Ocidente boliviano. A liberação do preço da carne, como política, também provocou uma mudança profunda na pecuária do país promovendo uma dinâmica nos processos de produção e comercialização. Neste contexto, deu-se o fenômeno de especialização na produção de gado de carne na região central de Santa Cruz através de animais que, na sua maioria, procediam de Beni e da *Chiquitania*. A alimentação a base de pastagens cultivadas, a eficiência na comercialização em matadouros privados e/ou novos frigoríficos (até 1985 só existiam matadouros municipais) e o estabelecimento de supermercados e açougues modernos, introduziram critérios para a diferenciação do preço da carne considerando a qualidade e a apresentação final do produto, aspectos antes desconhecidos. Alguns pecuaristas começaram a demonstrar interesse por touros de melhor aptidão para produção de carne, sendo isso um desafio para os centros de reprodução da região. Por outro lado, diante da possibilidade de exportação de carne, o Estado, as Federações e Associações de Pecuaristas planejaram uma campanha de controle da febre aftosa, principal barreira que impediria o tráfego internacional de produtos pecuários (Panorama, 2002).

Os primeiros registros da febre aftosa na Argentina datam do início da década de 1870, no Brasil em 1895 e no Uruguai em 1910. Como um iminente problema econômico, Uruguai, Brasil, Chile, Bolívia e Peru viram a necessidade de combater a enfermidade. Nos anos 30-40, a febre aftosa afetou o rebanho boliviano com epidemias altamente virulentas nos *Departamentos* de Tarija e Santa Cruz. Era evidente naquela época a carência de tarefas de inspeção na fronteira Bolívia-Argentina (Machado, 1969). Em 1963, o Ministério da Agricultura da Bolívia elaborou o primeiro Plano de Combate contra a febre aftosa, mas por falta de recursos não foi executado. Porém, tal plano serviu para o aperfeiçoamento do conhecimento da problemática, fato importante para os futuros projetos. Entre 1968 e 1969, surtos da doença com alta morbidade (principalmente pelo vírus tipo O e A) foram registrados no *Departamento* de Cochabamba, mesmo em rebanhos vacinados. Em 1970, outro surto afetou o mesmo *Departamento* e o de Santa Cruz (vírus tipo A denominado provisoriamente A/Bolívia/ 70). No segundo semestre deste mesmo ano, no *Departamento* de Cochabamba numerosos focos da doença foram observados (vírus tipo O₁). Em 1971, foram tipificados os vírus tipo A e C sendo que a doença manifestou-se em sete dos nove *Departamentos* do país. Neste período foram preparados os primeiros estudos para o estabelecimento de medidas de combate (Lucha, 1973).

Em 1972, iniciou-se um Programa de Sanidade Animal Nacional financiado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), cujo propósito foi a implantação de laboratórios de diagnóstico de doenças animais. Com sede nos *Departamentos* de Cochabamba e Santa Cruz, em 1974, o programa focou esforços nas campanhas de vacinação contra a aftosa. Foi estabelecido o Programa Nacional de Controle da Febre Aftosa, Raiva e Brucelose (PRONARB) que em 1976 foi transformado no Serviço Nacional de Erradicação da Aftosa, Raiva e Brucelose (SENARB). Desde 1995 um sistema de vigilância epidemiológica

veterinária, com ênfase no controle da febre aftosa, foi iniciado como o Projeto Nacional de Vigilância Epidemiológica Veterinária, sendo consolidado em 1997 pela assinatura de um convênio bilateral entre Bolívia e o Reino Unido. Com financiamento externo, consultores nacionais e internacionais realizaram um estudo da febre aftosa na Bolívia dando como resultado o Projeto de Erradicação da Febre Aftosa para o período 1998-2002 (Ortiz, 2000).

Ortiz (2000) analisou a epidemiologia da febre aftosa na área integrada de Santa Cruz, nos focos ocorridos em 1999 e o registro oficial revelou que as causas do ingresso e trânsito de animais participaram juntas em 57% das prováveis origens dos casos. Com relação ao trânsito de bovinos, dados de postos de controle mostraram que da região leste do *Departamento* de Beni egressaram bovinos à Cochabamba e Santa Cruz. Os meios de movimentação do gado, principalmente registrados para as finalidades de engorda e abate, foram o trânsito tangido e em caminhão. A maior parte do gado ingressado na área de estudo proveio de Beni e em menor grau da *Chiquitania*. O *Chaco* fornece animais para Cochabamba, Chuquisaca, Tarija e Santa Cruz e o autor concluiu que a área integrada de Santa Cruz é a região de maior convergência de gado bovino no *Departamento* e a mais afetada pela febre aftosa, necessitando de um minucioso controle de movimentação de gado através do PRONEFA, recentemente criado.

Em fevereiro de 2000 registraram-se 87 focos da febre aftosa na Bolívia. Os *Departamentos* de Santa Cruz, Beni e a província *Gran Chaco*, do *Departamento* de Tarija, foram os mais afetados. Durante o ano 2001, o número de casos de febre aftosa aumentou no país registrando-se 144 focos. No ano 2002 os focos diminuíram a dezoito. Em Santa Cruz, os focos registrados em 2001 diminuíram com relação aos registros de 2000; no ano 2002 a diminuição de casos da doença acompanhou a tendência observada no país e em 2003 verificou-se a ocorrência de 16 focos distribuídos nos *Departamentos* de

Chuquisaca, La Paz, Potosí e Tarija (Fonte: SENASAG).

Em março de 2000 foi promulgada a Lei N° 2.061 criando o *Servicio Nacional de Sanidad Agropecuária e Inocuidad Alimentaria* – SENASAG – sob a dependência do Ministério de Agricultura Ganadería e Desenvolvimento Rural – MAGDR – (BOLIVIA, 2000b). El Decreto supremo 25.729 estabelece a organização e funcionamento do SENASAG neste mesmo ano (BOLIVIA, 2000c). Através de Resolução Administrativa 005/01, de março de 2001, se estabelece o Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa na Bolívia – PRONEFA – sob a dependência direta da *Chefia Nacional de Sanidad Animal* do SENASAG (BOLIVIA, 2001a). A resolução aprovou o regulamento técnico do PRONEFA e junto a ele (artigo 3) o formato oficial do certificado de vacinação contra a febre aftosa e a Guia de Movimento de Animais (GMA) (BOLIVIA, 2001b).

Bolívia teve reconhecimento internacional da OIE como zona livre com vacinação nas regiões da Chiquitania, *Departamento* de Santa Cruz em 2003 e no *Altiplano Boliviano*, especificamente no *Departamento* de Oruro, em 2005 (Reconocimiento, 2007) (Anexo 3). O último registro da doença no país foi entre os meses de janeiro e fevereiro de 2007 no *Departamento* de Santa Cruz (Panaftosa, 2007).

O reconhecimento das características da produção pecuária como determinantes dos eco-sistemas da febre aftosa, complementou enfoques predominantemente biológicos ao acrescentar algumas considerações de aspecto sócio-econômico relacionadas à estrutura da produção pecuária. A “organização” da cria depende quase exclusivamente da apropriação que o homem faz da espécie para o seu benefício. Para determinadas regiões da América do Sul, quatro tipos de exploração pecuária podem ser citadas: a pecuária extrativa, mista de transformação para carne, transformação para leite e economia mercantil simples (Obiaga *et al.*, 1979).

Málaga *et al.* (1976) ao descreverem aspectos associados ao risco da ocorrência da febre aftosa no tempo e espaço mostram que a finalidade de rebanhos afetados influenciaria na incidência da doença. Rebanhos de carne, especialmente os dedicados à fase de engorda teriam maior risco de exposição devido a uma maior frequência de ingresso de animais, fato que evidencia a influência de períodos com maior movimentação animal. A composição etária, segundo os autores, não deveria ser descartada quando considerado o tempo e os ciclos de vacinação, uma vez que durante o ano poder-se-iam ter volumes de populações jovens desprotegidas.

Astudillo (1984) aplica o conceito de “forma de organização da produção” para estabelecer relações causa/efeito no âmbito da pecuária e da epidemiologia da febre aftosa. Segundo o autor, a conduta espacial da febre aftosa (existem áreas de elevada ocorrência e outras com baixa) estaria relacionada com as diversas formas de organização da produção animal. A análise da correspondência regional econômico-produtiva-epidemiológica seria um passo indispensável para melhorar a efetividade e a racionalização do processo do controle da doença, permitindo a adequada proposição de estratégias de ação, seletivas e específicas para cada “modalidade” de comportamento epidemiológico. Para o autor, a planificação e a regionalização epidemiológica em saúde animal, deveriam estar estreitamente relacionadas, já que a primeira depende da segunda. O estudo propôs metodologia de caracterização do comportamento regional da febre aftosa e das formas de organização da produção pecuária. Dentro da metodologia, foram apresentados os seguintes indicadores: a) Indicadores sobre o sistema ecológico da doença - Grau de endemismo (Ω), b) Indicadores para o sistema de demografia animal/tipos de exploração pecuária - Densidade bovina, relação novilho/vaca, quantidade de bovinos por estabelecimento e movimentação de animais, entre outros. A interpretação que o autor sugere para densidade bovina – relação do número de bovinos sobre o território agrícola ocupado (has) considera $<0,02$ como baixo e na

medida em que se aproxima a 1,0 têm-se densidades altas.

Segundo Astudillo (1984) a movimentação de animais estaria influenciada pelas finalidades pelas quais o movimento tem origem, seja para continuar o ciclo de desenvolvimento dos animais não terminados (bezerros, novilhos magros), para abate dos animais gordos (novilhos e vacas gordas) ou para recria (novilhas, reprodutores em geral). Em termos gerais, constata-se fluxos de animais que se produzem regularmente na mesma época, todos os anos, os quais geram relações entre regiões detentoras de sistemas de produção diferentes, formando, assim, toda uma rede de relações regionais. A dinâmica do fluxo de animais permite complementar a informação para caracterizar as regiões de acordo com o sistema de produção pecuária. Em regiões tipicamente receptoras predomina o ingresso de bovinos, seja para recria, engorda ou para abate. Nas áreas tipicamente exportadoras, a saída de bovinos de cria acontece para ter continuidade o seu ciclo de desenvolvimento em outras regiões (recria ou engorda). A saída desde áreas de engorda se faz para abate. O conhecimento da finalidade da movimentação é fundamental na descrição do trânsito de bovinos, uma vez que ajuda na definição do tipo de sistema de produção pecuário que caracteriza essas regiões.

Estudando a estrutura social e epidemiologia veterinária na América Latina, Rosenberg (1986) propõe um trabalho que sirva como base diagnóstica referencial para a análise da planificação situacional ou estratégica no campo das ciências veterinárias. Para o autor, a organização da estrutura de produção pecuária, na maioria dos países latino-americanos identificados como em fase de desenvolvimento industrial periférico ou dependente, é resultante da inserção na estrutura social das classes ou frações de classes vinculadas à atividade rural; conseqüentemente, as características produtivas da pecuária dependem das relações entre essas classes ou frações de classe refletidas na renda da terra, nas necessidades de subsistência, na produção

de excedentes, nos vínculos com o mercado e nas relações de dependência-dominação no referente, tanto ao acesso aos meios e instrumentos de produção (terra, trabalho, capital), como do eventual destino do produto obtido (mercado, comercialização).

Estudando aspectos temporais dos problemas sanitários nas populações animais, Rosenberg (1986) discute sobre as variações intra-aneais (sazonalidade) no sentido em que mesmo sendo influenciadas por características climático-naturais, têm uma expressão diferente segundo o problema sanitário-produtivo específico e depende da forma de produção dominante. Citando a Astudillo (1984), o autor relaciona à movimentação derivada do ciclo cria-engorda em primeira instância e posteriormente engorda-abate, a qual determinaria variações sazonais observadas na maioria das doenças agudas, seja pelo aumento de densidade de populações jovens ou pela introdução de fontes de infecção. Faz-se referência à situação em que áreas de engorda empresarial estariam sujeitas a um aumento relativo da incidência da doença, mesmo que esta seja originada em áreas de cria familiar, empresarial ou pré-empresarial. Desta forma, o fenômeno epidêmico estacional refletirá na realidade um eco-sistema endêmico determinado por uma forma de produção diferente daquela na qual tal fenômeno é aparente. Outros problemas de saúde animal, relacionados à variação sazonal, serão marcados onde o controle social dos fenômenos naturais seja menor. Em geral, serão menos aparentes entre as formas empresariais (particularmente de engorda e leite) e mais marcadas nas formas pré-empresariais de cria extensiva-extrativa bem como nas áreas de produção sub-familiar.

Para fins de caracterização das formas de produção, Rosenberg (1986) cita três características principais: o grau de concentração dos meios produtivos (terra-capital), as relações de trabalho e a dependência do mercado para o produto produzido. Segundo esta última característica, as formas de produção poderiam ser sistematizadas em quatro grupos segundo seu nível de

desenvolvimento capitalista-empresarial, a saber: forma pré-empresarial extrativo-extensiva, empresarial de cria, empresarial de leite e empresarial de engorda. As primitivas formas camponesas adotam duas tendências predominantes a partir do desenvolvimento industrial das sociedades: primeiro, uma tendência à proletrização com a conseqüente migração às cidades que reflete uma pecuária marginal que não é suficiente para a subsistência da família camponesa (forma sub-familiar); outro setor camponês, constituído por colonos ou comunidades indígenas, consegue reproduzir a estrutura familiar camponesa através do auto-consumo e a venda de excedentes da produção agropecuária (mercantilismo simples). Geralmente subsidiada pelo excesso de força de trabalho aplicado pelo núcleo familiar, dentro ou fora da atividade agropecuária, esta forma de produção não consegue ampliar a atividade pecuária embora em determinadas circunstâncias o excedente produtivo permita uma ativa inserção da família no mercado consumidor.

Nos processos de caracterização, quando a diferença entre as formas de produção não é marcada, particularmente em áreas de transição entre uma forma e outra ou em regiões de transformação agrícola-pecuária, costumam coexistir mais de uma forma produtiva em uma mesma unidade geográfica. Também pode haver fluxo de gado destinado para abate ou fêrias comerciais em regiões com uma forma de produção pecuária predominante que não possui relação econômica direta com esse fluxo. Desde o ponto de vista de risco epidemiológico, as características do fluxo de animais costumam ter um valor predominante no que a definição de área se refere. Indicadores epidemiológicos podem ser usados: a) porcentagem de egressos segundo finalidade, b) balanço ingresso-egressos, c) razão ingressos-egressos. O Cociente Proporcional da Pecuária de Estabelecimentos Pequenos (menores a 50 cabeças) é apresentado como um indicador aproximativo da importância econômica regional que as formas familiares da produção pecuária possuem. Quanto maior o cociente, maior organização e relevância

econômica possuem as formas de produção familiar. Rosenberg (1986) conclui que a caracterização da forma social e econômica de organização da pecuária como determinante do seu perfil produtivo-sanitário permitiria não somente estabelecer modelos preditivos da ocorrência e distribuição de doenças de etiologia específica, mas o que é mais importante poderá servir para estabelecer uma autêntica planificação de situações que consigam obter transformações concretas nos distintos setores vinculados à produção animal.

A estratificação geral dos pecuaristas realizada pela Federação de Pecuaristas de Santa Cruz (FEGASACRUZ) considera as categorias: familiar, pequeno, mediano e grande. Na região integrada, a pecuária familiar (1-10 cabeças) representa 27% das propriedades afiliadas e 2% da população da zona. Desenvolvem a pecuária com a agricultura em pequena escala e venda de mão de obra. É uma pecuária de subsistência, não realizam manejo e carecem de infra-estrutura para a pecuária. Os pequenos pecuaristas (11-50 cabeças) representam um 45% do total de propriedades da zona e possuem 14% do rebanho da população da região para uma produção de duplo propósito (carne-leite). O gado se alimenta de pastagem cultivada de forma extensiva. Os pecuaristas medianos (51-300 cabeças) representam 23% dos produtores da zona e possuem 32% da população com formas de produção similares aos dos pequenos pecuaristas. O estrato de pecuaristas grandes (> 300 cabeças) é o menor estrato - 5% das propriedades - mas representa 52% da população de bovinos da zona. Têm uma atividade empresarial, conta com bom manejo dos rebanhos, poteiros com pastos cultivados, utilizam registros e fazem contabilidade. Há uma tendência à atividade de engorda aproveitando a disponibilidade de subprodutos da agroindústria e tecnologia para a reprodução (Bolívia, 2006b).

Na *Chiquitania* (Bosque Seco Chiquitano, Cerrado, Pantanal), a categorização dos produtores coincide com o do Plano de

Conservação e Desenvolvimento Sustentável para o Bosque Seco Chiquitano Cerrado e Pantanal Boliviano (Ibisch, 2002). As categorias familiar (1-30 cabeças) e produtores pequenos (31-300 cabeças) manejam só 11,23% da população da zona. Produtores médios (301-800) possuem 21,52% da população e os grandes (> 801) 67,25%. A pecuária familiar esta conformada, em sua maioria, por indígenas chiquitanos que se dedicam à pecuária através de programas de apoio do Vicariato Apostólico de Chiquitos e de Ñuflo de Chávez, alternando esta atividade com a exploração florestal. A atividade é mais centrada nos municípios de San Ignacio, San Miguel, San Rafael e San Jose. Em geral, vendem mão de obra aos pecuaristas grandes, representando 15,79% das propriedades pecuárias e 0,74% da população chiquitana (2006b).

Os produtores pequenos são também de origem chiquitana, mas também há fazendeiros para os quais a pecuária é sua principal fonte de ingressos. Possuem 10,48% do rebanho da zona e constituem 51,50% das propriedades pecuárias. Nos municípios de San Ignacio, San Miguel, San Rafael, Concepción e San Javier realizam atividades mistas de produção de gado de corte e leiteiro. Produtores médios permanecem na propriedade meio tempo e realizam trabalhos na cidade. No estabelecimento realizam tarefas administrativas, gestão comercial e apoio nas lavouras operativas. Os produtores médios representam 23,73% das propriedades e possuem 21,52% do rebanho da região; realizam cria, recria e engorda sobre pastagens nativas. Muitos produtores cultivam pastos para desenvolver sistemas semi-intensivos de cria e recria. Com este sistema pecuário, poucos têm conseguido se capitalizar. Grandes produtores, pelo geral, não moram nas propriedades e sua estadia nelas coincide com a realização das atividades da fazenda. O número de produtores grandes representa aproximadamente 9% dos existentes na região possuindo 67% do rebanho. Costumam contratar mão de obra profissional e/ou um administrador. Há uma tendência ao cultivo do pasto para melhorar

o sistema. No Pantanal, altitudes são habilitadas para resguardar o gado no período das enchentes (Bolívia, 2006b).

Na região do *Chaco* (*Subandino*, *Pie de Monte* e *Llanura del Chaco*) as associações de pecuaristas, consideram a seguinte categorização dos produtores: pequenos (31-100 cabeças), médios (101-500) e grandes (>500); no entanto, é evidente a presença de um grupo de pecuária de tipo familiar. A pecuária de médios e pequenos produtores concentra 71% do rebanho da região mostrando uma atomização do rebanho nestas categorias. Grandes produtores possuem 20% da população do rebanho e o tipo familiar 8%. Esta última categoria esta composta por produtores de escassos recursos econômicos, em terras cooperativizadas e comunitárias de origem (TCO). Em geral, as cooperativas nestas regiões caracterizam se por pertencer a um grupo de pecuaristas associados do local e a migrantes de outros *Departamentos* do país como Chuquisaca e Tarija que, de comum acordo, adquiriram terras ou por solicitação como dotação. Nos seus “postos” foram feitas melhorias em forma individual. Nas TCO, os produtores são geralmente de origem Guarani e respondem a projetos pecuários estabelecidos na região (CIPCA, CARITAS/Camíri). A produção de leite é para o consumo das crianças em um 90% e os animais de descarte são para a venda. Pecuaristas pequenos representam 35%, sendo a pecuária seu principal fonte de ingressos. Realizam atividades com cultivos de milho nas unidades agro-ecológicas com vocação para a agricultura, constituindo-se este grão em um alimento de vital importância para este tipo de produtores na região do *Chaco*. A obra de mão familiar de mulheres é importante para os cuidados de animais menores. Grandes produtores representam 20% dos existentes na região; geralmente não moram na propriedade e dispõem de mão de obra assalariada. (Bolívia, 2006b)

Astudillo *et al.* (1986) apresenta um modelo sobre a regionalização da febre aftosa e o papel da organização econômico-social nela inserida. O trabalho descreve indicadores, critérios e metodologia para caracterização

de ecossistemas. No marco de referencial do trabalho se indica que aglomerados de habitantes – ex. as cidades –, não são simplesmente contingentes de pessoas que habitam nelas, trabalham ou estudam, mas que são centros com relações intra e inter-urbanas. A pecuária está associada a relações de abastecimento e comercialização de bens de consumo de origem animal a grandes cidades criando fluxos de comercialização que influenciam na especialização regional da produção pecuária formando “circuitos” comerciais.

A análise multivariada de variáveis “explicativas” da produção animal, mostrou que variáveis relacionadas ao fator “organização da pecuária bovina de carne” (ingresso para cria, egresso para cria, egresso para abate, porcentagem de bovinos para carne, relação novilho/vaca, densidade bovina, densidade ovina e tamanho médio do rebanho bovino) e a polarização por centros povoados (densidade suína, porcentagem de vacas em ordenha, ingresso de bovinos para abate coincidentes com densidade da habitantes elevadas) explicariam, em efeito acumulado, a variável persistência da febre aftosa em Rio Grande do Sul - Brasil, 1970-1981.

Olascoaga *et al.* (1999) abordam o processo epidêmico da febre aftosa descrevendo os ecossistemas e as formas de produção pecuária como determinantes da doença. Os ecossistemas da febre aftosa são definidos como a relação do vírus com a população hospedeira no entorno ambiental específico na qual se desenvolve. A noção de ecossistema da febre aftosa – aplicável a outras doenças – foi introduzida por Rosenberg e Goic (1973) para explicar os comportamentos diferenciais característicos da doença em diversas áreas pecuárias da América do Sul. Posteriormente este conceito foi ampliado e utilizado como fundamento para a seleção de estratégias regionais para o combate da febre aftosa.

O ecossistema endêmico primário da febre aftosa é aquele no qual um ou mais tipos do vírus da doença coabitam de forma permanente com a biocenose. Isto não

significa que a doença se manifeste de forma contínua; a relação interespecífica (vírus-hospedeiro) de equilíbrio (mais simbiótica do que parasitária) faz com que as manifestações clínicas da doença neste eco-sistema sejam pouco frequentes e de pouca gravidade.

Os ecossistemas endêmicos secundários diferem dos primários nas taxas de contato efetivo (taxa de contágio) significativamente maior, assim como uma taxa elevada de renovação da sua população animal pelo qual indivíduos previamente expostos (por conseguinte imunes) são substituídos por susceptíveis e novas fontes de infecção. Aqui, a manifestação clínica da doença acostuma-se a apresentar-se com maior frequência, severidade e difusão. Nos ecossistemas paraendêmicos a aparição da doença deve-se exclusivamente à introdução ocasional de fatores externos (incluindo a fonte de infecção ou de contaminação). A infecção populacional infectada tende a auto-limitar-se seja porque o ecossistema não dispõe dos mecanismos adequados de transmissão ou porque a exposição do vírus, quando ocorre, é massiva não sobrando número suficiente de susceptíveis que permita um contágio posterior. Ecossistemas livres do agente da doença são facilmente caracterizados, uma vez que qualquer tentativa para descobrir manifestações imunológicas ou clínicas devem dar resultados negativos; a aparição da doença, assim seja um caso, representaria uma epidemia.

As formas pré-empresariais de produção pecuária determinariam ecossistemas endêmicos da febre aftosa; a forma empresarial de engorda seria responsável pela conformação de ecossistemas epiendêmicos. A transformação estrutural de áreas pré-empresariais em áreas empresariais vai acompanhada geralmente pela gradual eliminação do vírus nos ecossistemas endêmicos. As formas camponesas podem determinar a conformação de ecossistemas paraendêmicos ou indenés, embora em regiões em que a produção está localizada em áreas suburbanas rurais, os ecossistemas costumam ter características

de elevado risco assemelhando-se aos ecossistemas epiendêmicos. Em regiões de predominância campesina indígena, pela separação do resto da estrutura pecuária, é possível achar riscos reduzidos com tendência a gerar ecossistemas indenés. Duas características das populações animais são características para a manutenção do endemismo viral: o tamanho da população exposta e a densidade animal. Quanto maior o tamanho do rebanho e menor a sua densidade, maior a probabilidade de circulação viral endêmica (Olascoaga *et al.*, 1999).

Referente às análises de risco de febre aftosa para a América do Sul, Astudillo *et al.* (1995) mencionam que a regionalização da febre aftosa baseada no comportamento epidemiológico da doença em campo, teria contribuído com os avanços realizados na erradicação e controle da doença. Com o mesmo propósito - desenhar estratégias regionais para o controle e erradicação da doença - e dentro do marco do código sanitário da OIE, vários países teriam proposto critérios gerais para a regionalização de níveis de risco para países ou regiões com diferentes situações epidemiológicas da doença.

Moraes (1993) define e avalia os circuitos de comercialização bovina (CCB) como método para entender e intervir epidemiologicamente no espaço agropecuário. Para o autor, o conceito de CCB surge em base às relações de intercâmbio que se estabelecem entre os distintos agentes que integram o processo de produção bovina e que se relacionam entre si de forma dinâmica, influenciados por fatores socioeconômicos, proximidade geográfica, presença de mercados consumidores e valor comercial dos produtos em diferentes regiões e épocas. O estudo dos CCB é baseado na definição dos espaços geopolíticos constituídos por elementos que mantêm entre si certo grau de relação (GR) de compra e venda de bovinos durante um período determinado; quanto maior seja o GR, mais cerrado e independente será o circuito. Estes elementos constituem as unidades básicas para cada circuito e são agentes do

processo agrupados em níveis que podem variar de acordo com o objeto e objetivos do estudo (ex. produtores individuais, municípios).

Na metodologia proposta por Moraes (1993) as relações a serem estudadas na conformação dos CCB, deveriam passar por uma filtragem (1%) desde que a somatória das restantes represente pelos menos 90% do trânsito de ingresso ou egresso; esta aplicação sugere o autor, deve-se à probabilidade de existir comércio ocasional. A metodologia proposta, ao identificar os CCB, foi sensível na detecção de transformações na distribuição das formas de produção bovina na área de estudo, conseqüentemente no comportamento da febre aftosa. Este último aspecto permitiu concluir ao autor que o estudo do trânsito bovino, baseado na relação origem/destino dos produtos envolvidos no processo, mostrou-se eficiente para a definição temporal dos distintos espaços onde se realiza a comercialização bovina; por outro lado a consolidação dos CCB para uma determinada região contribui ao conhecimento necessário no processo de erradicação de doenças uma vez que permite ligar áreas limitadas, não por limites políticos, mas por relações comerciais entre os agentes participantes do processo.

Caetano Junior (1996), avaliando o risco nos focos de febre aftosa em bovinos em Minas Gerais, Brasil, 1992-1994, conclui que as propriedades afetadas não constituem um grupo homogêneo no que diz respeito à distribuição interna e à demanda de bovinos. Segundo o autor, propriedades afetadas pela febre aftosa seriam mais vulneráveis quando a sua demanda por bovinos é aumentada, principalmente por animais pertencentes à faixa etária entre 1 e 2 anos. O trabalho apresenta indicadores demográficos para a discriminação da vulnerabilidade das propriedades de um município ou de uma região à febre aftosa.

Caetano Junior (2000) caracterizou o trânsito de bovino de uma região pecuária com potencial de exportação de carne e material genético - Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil no período de 1993 a 1998 -.

A metodologia foi avaliada como elemento necessário à redução de incertezas em avaliações quantitativas do risco de reintrodução da febre aftosa. O autor considera que devido à associação da ocorrência da febre na América do Sul com a movimentação de bovinos, informações sobre o trânsito desta espécie configuram-se como um elemento indispensável para análises quantitativas de risco quer no âmbito interno, quer no comércio internacional de bovinos vivos e de produtos de origem animal. Contrariamente, a elevação do grau de incerteza originada pela falta ou deficiência de informações de trânsito de bovinos em zonas livres de febre aftosa – no caso do Brasil – poderia resultar em avaliações quantitativas de risco menos favoráveis, possibilitando a manutenção de barreiras não tarifárias aos produtos de origem animal delas procedentes. O autor acrescenta que a análise do trânsito de bovinos pode permitir um melhor gerenciamento do risco em relação à febre aftosa, com reflexos positivos no que diz respeito à ampliação de mercados internacionais de produtos agrícolas. Por outro lado, manifesta o autor, que uma minuciosa análise do trânsito bovino em uma potencial zona livre permite evidenciar seu grau de dependência em relação a outras regiões e também a importância de elementos metodológicos que contribuam com a formulação de estratégias destinadas à redução da dependência de matéria prima na cadeia agro-industrial da pecuária de corte da região.

Fèvre *et al.* (2006) discutem sobre a movimentação de animais com relação à difusão de doenças infecciosas. O autor argumenta que como observado nos humanos, o conhecimento das rotas de movimentação é a chave para a predição da disseminação de doenças infecciosas e o risco das doenças dos animais. Os mercados e feiras agropecuárias têm um papel na disseminação de organismos, podendo ser nós de contato com rebanhos infectados disseminando doenças pelo transporte facilitado. Requer-se mais atenção dos setores envolvidos e uma melhor compreensão global do risco que representa a movimentação. As análises de

riscos simplísticos que focam esforços individuais tentando-se proteger da introdução de doenças, não é mais suficiente já que a detecção passiva da doença em portos de entrada é uma estratégia extremamente perigosa na medida que o volume da movimentação aumenta.

A probabilidade da difusão das doenças de uma fazenda a outra é provavelmente uma função de muitas variáveis. Friedman e Aral (2001), citados por Webb (2005), abordam as redes sociais, risco potencial, saúde/doença e argumentam que combinando grupos de relações favoráveis à disseminação de uma doença em só uma rede, poderia resultar em uma rede de risco potencial.

Segundo Webb (2005), as redes de risco potencial poderiam ser as bases para modelos de disseminação de doenças. O autor apresenta uma análise inicial de dois tipos de relação que se apresentam em uma rede de contato no nível de fazenda de ovinos na Inglaterra. Foi analisada a associação entre redes do potencial de risco e dois tipos de interação: a proximidade geográfica e a frequência de atendimento em férias agrícola. Justificando seu trabalho, o autor questiona o porquê de vários modelos das doenças dos animais focalizarem esforços em obter e estimar características relativas à transmissão das doenças, enquanto pouca atenção é dada à modelagem das redes de contatos. O autor conclui que o estudo ilustra a aplicação da análise de redes sociais a populações de animais domésticos e sobressalia seu potencial para abordar a difusão de doenças nas populações através de um melhor entendimento das redes de contato dos animais domésticos.

Poulin *et al.* (2006) estudaram a rede de comércio da indústria pecuária da Dinamarca como ferramenta analítica do potencial de risco na disseminação de doenças; estes autores consideraram que para aplicar os resultados teóricos de estudos do desenvolvimento das epidemias em redes, como o proposto por Pastor-Satorras e Vespignani (2001), seria

necessário elucidar e descrever as características das redes de movimentação de bovinos da área de estudo. O autor considera que maiores potenciais de risco para a transmissão das doenças de um animal para animal se dão em fazendas com relacionamentos comerciais intensos; assim, o potencial de risco variaria de doença para doença e ainda mais de um patógeno a outro; contando com dados e conhecimentos em um sistema geográfico de informação, seria possível traçar a história e o nível do potencial de risco para casos índices ou casos.

Ortiz-Pelaez *et al.* (2006), usando registros da epidemia da febre aftosa no Reino Unido, estudaram a relação entre a movimentação animal e a ocorrência de doença a partir da quantificação do trânsito ingresso/egresso e a inclusão de parâmetros adicionais representando “movimentação” por análises estatísticas convencionais e técnicas da análise das redes sociais. Segundo os autores, a movimentação de animais entre propriedades é considerada como o principal fator de risco para a introdução de doenças infecciosas em fazendas. A movimentação de animais não representa um risco em si, mas um mecanismo de aglomeração de animais infectados e não infectados dando como resultado a introdução e disseminação da doença. Adverte-se que o critério de seleção de atores e relações determina as características das redes formadas e a centralidade dos membros e que se este critério não é epidemiologicamente fundamentado, as análises podem levar a inferir erradamente com relação ao papel de alguns atores nos surtos e perder outros com papéis mais importantes.

Leon *et al.* (2006) descrevem a movimentação de bovinos em dois *Departamentos* da província de Buenos Aires. Os autores concluem que as características da movimentação de bovinos na área de estudo seriam dependentes dos tipos de empresas pecuárias predominantes.

Robinson e Christley (2007) afirmam que a movimentação de bovinos via mercados foi importante na disseminação do vírus da febre aftosa durante o surto de 2001 na Inglaterra. Os autores concluem que a inclusão de parâmetros de redes, considerando o risco associado com o trânsito pecuário via mercados, pode aumentar o desenvolvimento de estratégias efetivas para o controle de doenças.

Referente ao uso das redes sociais, existe três razões principais para a sua aplicação como metodologia formal e representação de dados relacionais:

a) As matrizes usadas e os *grafos* são compactos e sistêmicos. Eles resumem e apresentam muita informação de forma rápida e fácil. Eles nos forçam a ser sistêmicos e completos na descrição de padrões das relações sociais.

b) As matrizes e grafos nos permitem o uso de computadores para a análise de dados. Isto é útil porque realizar análise de dados de redes sociais pode ser extremamente tedioso se o número de tipos de relações entre atores é ampla. Maior parte do trabalho é vagaroso, repetitivo e pouco interessante, mas ao mesmo tempo requer exatidão, uma característica que os computadores fazem bem.

c) As matrizes e grafos têm normas e convenções: muitas vezes são as normas e convenções que ajudam a comunicarmos claramente. Outras vezes as normas e convenções da linguagem dos grafos e mesmo da matemática nos levam a enxergar coisas em nossos dados possivelmente não tinham sido procuradas (Hanneman e Riddle, 2005).

A perspectiva de redes implica a aceitação de um enfoque metodológico baseado no estudo de sistema sócio-econômicos formado pelos relacionamentos entre os atores que os compõem. Nestes sistemas, as relações entre os agentes (ex. empresas, instituições, indivíduos) constituem a base de intercâmbios, mercantis ou de outro tipo (ex. informação, conhecimento). A dimensão territorial neste aspecto é de suma

importância, uma vez que as estruturas relacionais que conformam os sistemas socioeconômicos se localizam em espaços geográficos concretos. A perspectiva de redes que surgiu no âmbito da antropologia e da psicologia social (Barnes, 1954; Moreno, 1934) esta sendo usada em diversos campos como a sociologia, a política, a medicina. Com relação à economia, a análise de redes permite reintroduzir o “social”, quer dizer, o contexto social no qual o agente se desenvolve, abrigando ao investigador a manter uma perspectiva ampla e interdisciplinar. A dimensão espacial dos processos econômicos não é circunstancial, nem cabe concebê-la como simples resultado da informação utilizada. O território pode ser entendido como um espaço que se define e se reproduz como uma rede, ou um conjunto delas, constituída por nós (ex. instituições, empresas, organizações) entre os quais registram-se fluxos que definem determinadas estruturas em evolução. Nestas estruturas, podem se achar varias posições – de poder, de dependência, de estratégia - ocupadas por instituições empresariais ou não empresariais ou visto desde outra perspectiva, pelos diversos espaços contidos na totalidade do território – por exemplo: centro e periferia - (Semitiel e Nogueira, 2004).

Com relação à dimensão territorial (Porter, 2003; Scott e Storper, 2003), citados por Semitiel e Nogueira (2004), têm destacado o papel que cidades e regiões desempenham nos processo de desenvolvimento. As economias de aglomeração representam um mecanismo através do qual a dimensão territorial é crucial. Neste aspecto, fatores como a proximidade a recursos, mercados, concentração de fluxos de informação representam vantagens competitivas para empresas localizadas em determinadas áreas ou cidades (Marshall, 1920).

A Análise de Redes Sociais é baseada na assunção da importância das relações entre unidades que interagem. Esta perspectiva engloba teorias, modelos e aplicações que são expressadas em termos de conceitos relacionais ou processos. Quer dizer, que as relações definidas por ligações entre

unidades são um componente fundamental das teorias de redes. Adicionalmente a estes conceitos Wasserman e Faust (1994) estimam o seguinte como relevante:

- Atores e suas ações são vistos como interdependentes em vez do que unidades independentes e autônomas.
- Vínculos relacionais (ligações) entre atores são canais para transferir ou fluir de recursos (sejam materiais ou não materiais)
- Modelos de redes que se focam nos indivíduos, vêem o meio estrutural da rede como entorno para fornecer ou privar oportunidades sobre a ação individual.
- Modelos de redes conceitualizam estruturas a partir de padrões relacionais estáveis entre atores.

Uma característica distintiva das teorias ou proposições das redes sociais é seu requerimento por conceitos, definições e processos nos quais as unidades sociais estão vinculadas umas a outras por varias relações. As técnicas estatísticas e descritivas usadas nas redes sociais são distintas da maioria das análises convencionais da área social e requerem conceitos e procedimentos analíticos diferentes da análise de dados e estatística tradicional.

A análise de redes sociais foca seu estudo no conhecimento das relações entre entidades sociais e as implicações de tais relacionamentos. O termo entidades sociais se refere a *atores* que podem representar unidades discretas de indivíduos, corporativas ou coletivas. Os *atores* estão ligados por *vínculos* sociais. A característica que define um *vínculo* é estabelecida por uma ligação entre um par de atores como por exemplo a avaliação de uma pessoa por outra (tipo de amizade, respeito), transferência de recursos materiais (transações bancárias), tipo de afiliação ou associação (pertencer ao mesmo grupo social), movimentação entre locais ou posicionamentos (caminhar juntos ou enviar mensagens), conexões físicas (uma rua, um

rio ou uma ponte conectando dois pontos), relações formais (autoridades), relações biológicas (descendência). De forma geral, o poder das análises de redes fundamenta-se na habilidade de modelar as relações entre sistemas de atores. Um sistema consiste entre os vínculos entre membros de algum grupo. Um grupo é a coleção de todos os atores nos quais os vínculos tendem a formar padrões. Deve-se argüir por critérios teóricos, empíricos ou conceituais que os atores constituem mais ou menos um grupo delimitado. Uma coleção de ligações ou vínculos entre um grupo específico de membros de um grupo é chamada *relação*. Uma *rede social* consiste em um grupo finito ou grupos de atores e sua relação ou relações definidos neles (Wasserman e Faust, 1994)

O grau de um ator é o número de linhas que incidem nele. De forma equivalente, o grau de um nó é o número de nós adjacentes a ele. O grau de um nó pode ser obtido contando o número de linhas incidentes nele (Wasserman e Faust, 1994). Freeman (1979) desenvolveu medidas básicas da centralidade de atores baseados no grau de centralização geral dos grafos. Para dados não direcionados, os atores diferem uns dos outros somente no número de conexões que eles têm. Com dados direcionados, pode ser importante distinguir centralidade baseada no grau de ingresso ou de egresso. Se um ator recebe muitas conexões, eles acostumam ser chamados proeminentes, ou de alto prestígio. Quer dizer, muitos outros nós criam conexões diretas a eles derivando no grau de sua importância. Atores com grau de egresso alto, são aqueles capazes de intercambiar com muitos outros ou fazer com que aqueles tenham conhecimento do seu ponto de vista; estes nós são chamados comumente de atores influentes. (Hanneman e Riddle, 2005). O índice de centralização proposto por Freeman (1979) expressa o grau da variabilidade ou desigualdade dos graus dos atores em porcentagem, comparado com a desigualdade (100%) observada em uma rede tipo “estrela” do mesmo tamanho.

Borgatti e Everett (1999) desenvolveram modelos para a definição de estruturas centro/periferia. Os autores citam Laumann e Pappi (1976) que conceitualizam intuitivamente uma estrutura centro/periférica como a existência de áreas de centro e uma periferia física contendo grupos de pontos no espaço Euclidiano. Assim, pontos perto do centro de um mapa são aqueles não somente próximos entre si, mas próximos de todos os nós da rede; por outro lado, nós perto de áreas dos arredores ficam próximos somente dos nós do centro. No modelo contínuo para identificação de estruturas centro/periféricas se assume que os dados de rede consistem em dados contínuos representando poder ou capacidade relacional. A matriz padrão, conseqüentemente têm: a) valores elevados para pares de nós que são ambos elevados em *coreness*, b) valores médios para pares de nós nos quais um é elevado em *coreness* e o outro não e , c) valores baixos para pares de nós onde ambos são periféricos. O modelo é consistente com a interpretação de que a largura da ligação entre dois atores é uma função de proximidade de ambos ao centro ou talvez do poder gregário de cada ator. O objetivo do algoritmo é obter valores de proximidade ao centro achando correlação entre uma matriz sob estudo e uma matriz modelo para centro/periferia. Uma característica para a definição da estrutura C/P é aquela figura com círculos concêntricos de amplitude sucessiva, centrados no centróide, onde a distância média entre pontos dentro dos círculos aumenta monotonicamente com a distância do centro. Isto significa que a intensidade da relação entre dois atores é inteiramente uma função da extensão a qual cada um é associado com o centro.

Quando se compara o grau de centralidade e os valores *coreness*, Borgatti e Everett (1999) mencionam que atores do “centro” têm necessariamente graus de centralidade elevados enquanto o inverso não é verdade uma vez que nem todo grupo de atores centrais fazem parte do centro. Por exemplo, é possível pegar um grupo de n atores mais centrais em uma rede, de acordo com alguma medida de centralidade (ex. grau, *closeness*), e ainda achar que o

sub-grafo induzido pela agrupação não contém relação nenhuma – um centro vazio–. Pode também ser também o caso que medidas de centralidade de intermediação atribuam valores altos a atores que não estão estritamente conectados ao centro de um grupo de pessoas, mas liga, entre si, regiões não conectadas da rede. Desde o ponto de vista teórico, a principal diferença entre uma medida de centralidade e uma medida *coreness* é que a última leva consigo um modelo de padrões de ligações na rede como um todo. A medida *coreness* é só interpretável na medida em que o modelo ajuste. Contrariamente, uma medida de centralidade é interpretável independentemente a estrutura da rede.

Borgatti (1994) explica a interpretação dos resultados da técnica de *clusters hierárquicos* proposta por Johnson (1994). Considera-se que dado um grupo de N itens a serem aglomerados, e uma matriz $N \times N$ com distâncias (ou semelhanças) o processo consiste em:

a) atribuir a cada item um único *cluster*, de forma que se há N itens, existem N *clusters*, cada um contendo um só item. Então as distâncias (semelhanças) entre *clusters* serão as mesmas distâncias existentes entre os itens;

b) achar o par de *clusters* mais próximos (mais semelhantes) e unir-lo para formar um só *cluster*, de forma que então, se tenha um *cluster* a menos;

c) estimar distâncias (semelhanças) entre o novo *cluster* com cada um dos *clusters* pré-existentes antigamente;

d) repetir os passos B e C até que todos os itens sejam aglomerados dentro de um único *cluster* de tamanho N .

O passo “C” pode ser feito de várias formas, considerando o tipo de vínculo que forma os *clusters*. Assim são citadas *ligações-simples*, *ligações-completas* e *ligações-médias*. Um *cluster* formado por *ligações-simples*, considera a distância entre um *cluster* com outro igual ao valor menor de

qualquer membro de um *cluster* com o membro de um outro *cluster*. No caso de se tratar de dados de semelhança, considera-se o valor maior. Nos *clusters* formados a partir de *ligações-completas* (diâmetro ou método do máximo), considera-se a distância entre um *cluster* a outro *cluster* igual ao maior valor entre o membro de um *cluster* para qualquer membro de outro *cluster*. Os *clusters* formados por *ligações-médias*, consideram a distância entre um *cluster* com outro, igual ao valor médio de qualquer membro de um *cluster* com qualquer membro de um outro *cluster*.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Descrição da Área de Estudo

Santa Cruz situa-se na região centro oriental da República da Bolívia (Anexo 3) aos 57°30'/64°40' de Longitude Oeste e 13°40'/20°20' Latitude Sul, com uma extensão de 370.621 Km². A divisão política do *Departamento* é constituída por 15 províncias e 50 secções municipais (Anexo 4), sendo Santa Cruz o maior *Departamento* em extensão e o mais importante no que se refere à indústria agropecuária da Bolívia.

A temperatura média do *Departamento* é de 24,6°C e a precipitação pluvial de 1.169 mm/ano. O clima de Santa Cruz apresenta nas suas diferentes regiões duas estações marcadas, a úmida e a seca. O verão, úmido e com chuvas, se dá nos meses de janeiro a março. O inverno é seco, com freqüentes ventos frios que provem do sul entre os meses de junho, julho e agosto (NUMEROS, 2000).

Santa Cruz detém 2.090.000 de cabeças de bovinos, aproximadamente 30% do rebanho total do país (Anexo 6) (Fonte: SENASAG, 2006), o segundo maior rebanho do país com favoráveis índices zootécnicos para a região favorecido pela indústria frigorífica existente para intenções de exportação.

A subdivisão por Eco-Regiões adotado no trabalho obedeceu ao utilizado no Plano Operativo do PRONEFA, que considera as Eco-Regiões do *Altiplano*, *Amazônia*, *Chaco*

e *Valles* (Anexo 5). No *Departamento* de Santa Cruz a eco-região da Amazônia compreende segundo a zonificação agroecológica (BOLÍVIA, 2000a), as Eco-Regiões dos *Llanos* de Santa Cruz, *Bosque Seco Chiquitano*, *Cerrado*, *Pantanal*, *Gran Chaco*, *Alto* e *Bajo Paraguá* (Bolívia, 2006b). A região da Amazônia, no *Departamento* de Santa Cruz, possui um rebanho de 1.857.187 bovinos, aproximadamente 89% do *Departamento* (Fonte: SENASAG, 2006). Santa Cruz de la Sierra, cidade capital do *Departamento*, encontra-se nesta eco-região sendo o principal pólo de desenvolvimento do *Departamento* e do país; a cria de bovinos leiteiros e para carne bem como a avicultura e a suinocultura intensiva são consideradas as atividades pecuárias de maior importância na região. De igual forma, a *Chiquitania*, área livre da febre aftosa com vacinação desde 2003, é considerada zona potencial pecuário extrativo extensivo e pre-empresarial do *Departamento*.

O *Chaco* compreende as Eco-Regiões *Subandino*, *Pie de Monte* e *Llanura Chaqueña* segundo a zonificação para Bolívia (Bolívia, 2006b). A população bovina é de 151.452 cabeças (ao redor de 7,3% do *Departamento*). A região dos Vales de Santa Cruz possui uma população de 100.653 bovinos, aproximadamente 4,8% do *Departamento*. (Anexo 5).

3.2 Fonte de Dados

Dados demográficos de bovinos foram obtidos da base cadastral do SENASAG correspondentes às campanhas de vacinação contra febre aftosa entre 2004 e 2006.

Informação sobre o trânsito de bovinos foi extraída das *Guias de Movimiento Animal* (GMA), documento oficial usado para transporte de animais dentro da República da Bolívia (Bolívia, 2001b)(Anexo 7). Foi construída uma base de dados a partir das GMA emitidas entre 2004 e 2006. O ingresso, armazenamento, tabulação parcial e consulta dos dados foi realizado no programa Epi Info™ versão 3.4.2 (Dean, 2007) (Anexo 8a,b).

A informação sobre o trânsito procedente de outros *Departamentos* para Santa Cruz, foi obtida a partir dos registos de animais movimentados em postos fronteiriços de controle do SENASAG entre 2004 e 2006. Estes dados foram fornecidos pelo setor encarregado dos postos de controle, na distrital do SENASAG, no *Departamento* de Santa Cruz.

Dados referentes à febre aftosa foram consultados junto ao SENASAG através dos Formulários de Registro de Suspeita, Atenção e Fechamento de doença vesicular (BOLÍVIA, 2006a) registrados entre janeiro de 2000 a fevereiro de 2007.

Mapas digitais, em formato shape (shp) foram obtidos junto ao *Departamento* de Planejamento de Uso de Solo da prefeitura do *Departamento* de Santa Cruz.

3.3 Caracterização dos municípios do *Departamento* Santa Cruz segundo a forma de produção prevalente

A categorização das formas de produção foi como exposto por Astudillo *et al.* (1991) para a pecuária de corte em: Sistema extensivo de gado de carne, sistemas de cria para gado de carne, sistema de engorda para gado de carne e sistema familiar. O critério para a formação de categorias seguiu a interpretação dada por Rosenberg (1986) no uso da relação Novilho/Vaca.

3.3.1 Indicadores Demográficos

Para a formação das classes a partir da agregação de municípios segundo as formas de produção predominantes neles foi utilizada a relação Novilho/Vaca (Astudillo, 1984) e a interpretação dada por Rosenberg (1986), como visualizado a seguir:

$$N/V = \frac{\text{machos de 1 a 2 anos} + \text{novilhos} > 2 \text{ anos}}{\text{vacas}}$$

Interpretação:

< **0,40** Exploração pecuária de cria, compatível com cria empresarial ou pré-

empresarial em áreas marginais que não permitem a retenção de terneiro)

0,41 – 0,60 Exploração pré-empresarial de cria com recria de machos. Extração de boi jovem ou gordo segundo o grau de produtividade. Devem ser consideradas as formas familiares, empresariais de cria/recria e ciclo completo

0,61 - 1,00 Exploração empresarial de cria ou ciclo completo com excedentes depasto para engorda de bovinos ingressados adicionalmente aos existentes para recria ou engorda. Típico também para algumas formas mercantis simples com engorda familiar de machos produzidos em zonas vizinhas.

> **1,00** Formas empresariais desenvolvidas para engorda intensiva ou semi - intensiva.

Complementarmente, foi estimada a densidade de bovinos por hectare sobre a área total do município, o Cociente Proporcional da Pecuária de Estabelecimentos Pequenos - menores de 50 cabeças CPPEP - e o número médio de animais por propriedade (Rosenberg, 1986).

$$CPPEP = \frac{\frac{\text{bovinos em estabelecimentos pequenos}}{\text{total de bovinos}}}{\frac{\text{estabelecimentos pequenos}}{\text{total de estabelecimentos}}}$$

3.4 Análise do Trânsito de Bovinos

3.4.1 Descrição da Movimentação de Bovinos

Foram estimados indicadores de fluxo bovino de ingresso e egresso de cada município segundo a finalidade de movimentação para cada 1000 animais de população municipal (Astudillo *et al.*, 1986) considerando trânsito intra e interdepartamental. Foram construídas tabelas com dados retirados da base de dados das GMA descrevendo a frequência de movimentação de bovinos segundo o meio de transporte, sazonalidade e finalidade de movimentação para os anos

2004, 2005 e 2006. A partir destes dados foi estimado o balanço I/E como proposto por Rosenberg (1986).

A importação e tabulação de dados referentes à base de dados da GMA bem como a elaboração de gráficos foram realizadas em programa Microsoft® Office Excel 2003 (Microsoft, 2003).

3.4.2 Análise da Rede de Movimentação de Bovinos

O estudo da estrutura da movimentação de bovinos no *Departamento* de Santa Cruz foi realizado com as técnicas das redes sociais como proposta metodológica de Wasserman e Faust (1994) com ênfase nas relações entre entidades sociais.

3.4.2.1 Os atores

Foram estabelecidos como atores sociais aglomerados de produtores pecuários existentes em cada município do *Departamento* de Santa Cruz. Esta unidade geopolítica coincide, na maior parte dos casos, com a área de abrangência das associações de produtores pecuaristas que compõem a Federação de Pecuáristas de Santa Cruz (FEGASACRUZ). Para os fins do estudo, os atores levaram o nome próprio da seção municipal ou município.

3.4.2.2 Os Vínculos

Um vínculo foi definido como a existência de movimento de bovinos entre dois municípios. Dependendo da técnica abordada, serão usadas alternativamente ligações dicotômicas (sim/não) e ligações com valores relativos à movimentação de bovinos entre municípios no ano 2006. Devido à possibilidade de existir movimentações que não representassem relações significativas, o fluxo de bovinos entre dois municípios que não atingissem 1% (Moraes, 1993) do total dos seus ingressos e egressos, foi considerado ocasional e retirado da matriz.

No caso das ligações dicotômicas, também foi aplicado o filtro ao 1%.

Para vínculos com valores, o filtro foi aplicado para movimentos inferiores a 150 cabeças; para valores superiores a este, as ligações seriam formadas independentemente do filtro.

Com relação à simetria, foram empregadas alternativamente segundo o modelo aplicado, ligações simétricas e ligações assimétricas, em ambos casos, de tipo reflexivo (Wasserman e Faust, 1994).

Devido à importância do fluxo de bovinos procedentes do *Departamento* de Beni, dados de animais movimentados desde este *Departamento* com destino ao *Departamento* de Santa Cruz no ano 2006 foram consultados e fornecidos pela Unidade Nacional de Sanidade Animal (UNSA) do SENASAG.

3.4.2.3 A Rede

A partir de relações entre os municípios de origem – linhas – e os de destino – colunas – (Anexo 9) foi construída uma rede unimodal, ou seja com um só tipo de atores, com os dados do fluxo de bovinos (Wasserman e Faust, 1994). Dependendo do tipo de dados usados, conformaram-se redes direcionadas (dados assimétricos) ou redes não direcionadas (dados simétricos).

3.4.2.4 Grau e Índice de Centralidade Freeman

O Grau de Centralidade (Wasserman e Faust, 1994) foi estimado a partir do modelo proposto por Freeman (1979). Foi utilizada uma matriz com dados simétricos para estimar o Grau de centralidade para cada município e dados assimétricos para estimar, por separado, o Grau de Centralidade de Egresso e de Ingresso. Foi calculado o Índice de Centralidade de Freeman (Freeman, 1979; Hanneman e Riddle, 1995) tanto para a rede direcionada quanto para a não direcionada.

3.4.2.5 Modelo Centro-Periferia

O modelo Centro/Periferia contínuo (Borgatti e Everett, 1999) foi utilizado para inferir em que medida os padrões de relacionamento observados em nosso estudo se assemelham com uma estrutura perfeita C/P.

3.4.2.6 Autocorrelação entre padrões de trânsito e formas de produção pecuária

Para analisar em que medida os padrões de trânsito animal obedecem a um grupo específico de municípios com determinadas formas de produção, foram testadas duas variáveis: uma diádica (ligações relativas ao movimento de bovinos) e outra monódica. Esta última foi representada por um vetor de atributos dados a cada município segundo a forma de produção (se cria/recria, ciclo completo/engorda, familiar ou mista dada a municípios de outros *Departamentos*). Foi utilizado o modelo de blocos estruturais (Borgatti *et al.*, 2002) de testes de autocorrelação e randomização para análise de diferenças significativas entre classes e padrões de interação. A matriz foi construída a partir dos dados logaritmizados na base 10. A partir da matriz, o modelo agrupa os municípios segundo o atributo formando blocos e estima densidades de relacionamento entre as interações possíveis. O algoritmo considerou movimentações dentro dos municípios e significância estatística com um p-valor de $\alpha = 0,05$.

3.4.2.7 *Clusters* Hierárquicos

Foi aplicado o algoritmo de aglomerados hierárquicos (Johnson, 1967). A partir de uma matriz quadrática da movimentação, o algoritmo permite a construção de dendogramas representativos dos aglomerados de semelhança entre municípios, segundo a movimentação de bovinos. O modelo considerou o critério de valores médios na formação de *clusters*. (Borgatti, 1994).

A transformação de dados – binários, simétricos – bem como análises da rede de

fluxo de bovinos nos modelos citados, foram executados em programa UCINET versão 6.166 (Borgatti *et al.*, 2002). Gráficos da rede de relações de movimento de bovinos em sobreposição ao mapa da área de estudo foi realizado em programa Terraview versão 3.1.4. (Terraview, 2006).

3.5 Descrição e análise espacial de propriedades afetadas pela febre aftosa no Departamento de Santa Cruz, Bolívia no período de 2000-2007

Para fins descritivos da distribuição das propriedades afetadas pela febre aftosa, foi utilizado o Estimador Kernel (Bailey e Gatrell, 1995). Os testes estatísticos para a detecção de aglomerados de casos de febre aftosa foram: o Índice de Autocorrelação de Moran (Moran, 1950) e a estatística espacial de varredura (Kulldorff e Nagarwalla, 1995).

O Estimador Kernel, ferramenta de interpolação de eventos pontuais, foi utilizado para a construção de mapas de densidade de propriedades afetadas pela febre aftosa entre 2000-2007. A densidade foi estimada com base em uma grade formada sobre a área de distribuição dos pontos pelo algoritmo normal, com um raio de 50 e 60 Km, respectivamente; estes últimos parâmetros foram preestabelecidos a partir das áreas de abrangência da distribuição dos pontos para os dois períodos.

Na análise de autocorrelação espacial de Moran foram aplicadas duas modalidades: primeiramente foi estimado o índice de autocorrelação global. A variável analisada neste teste foi o grau de persistência da doença (Ω) (Astudillo, 1984) estimado para cada município entre 2000-2002. A significância (p-valor, $\alpha = 0,05$) do Índice foi estimado através da estatística-z (Brown, 1983) e teste de randomização em 9999 interações.

A segunda técnica de auto-correlação foi a de I de Moran local (Anselin, 1995). O índice (Ω) foi usado também para examinar padrões de ocorrência da doença ao nível de município e verificar a hipótese de estacionaridade do processo. A significância

(p-valor, $\alpha = 0.05$) dos índices foi estimada através da estatística-z e teste probabilístico em 9999 interações. Com os resultados foi produzido o mapa de Moran que visualiza valores do índice significantes ($\alpha=0.05$) de forma que os índices locais foram associados segundo a seguinte interpretação:

Área I – Regiões onde não pode se afirmar que há correlação.

Área II – Região de ocorrência média alta, correlacionada com regiões na mesma situação.

Área III – Região de ocorrência média baixa, correlacionada com regiões na mesma situação.

Área IV – Região de ocorrência média baixa, correlacionada com regiões em situação oposta.

Os mapas Kernel e a estatística de auto-correlação foram processadas no programa Terraview versão 3.1.4 (INPE, 2006).

Na estatística de varredura foi aplicado o modelo Poisson para a detecção de aglomerados considerando o espaço e a interação espaço-tempo. Um caso foi definido como uma propriedade afetada pela febre aftosa e a população considerada foi o número de propriedades existentes em cada município. Foram usados dados georeferenciados (Lat/Long) das sedes municipais. A agregação e precisão dos dados relativos à data foram de um dia. A

distribuição do índice probabilidade e seus correspondentes valores-p foram obtidos pela simulação de Monte-Carlo ($\alpha = 0,05$) em 999 interações. Todos os cálculos na estatística de varredura foram realizados no programa SaTScan versão 7.0.3 (Kulldorf, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *Departamento* de Santa Cruz possui regiões ecológicas com características climáticas, vegetação e topografia que favorecem ou limitam as atividades de criação de bovinos. Estas condições se complementam com aspectos de ordem socioeconômica cuja caracterização determina o perfil produtivo-sanitário (Rosenberg, 1986). Indicadores indiretos para a caracterização das formas de produção pecuária dos municípios do *Departamento* de Santa Cruz (Tab. 1, 2, Fig. 1) mostram que na eco-região dos vales predominam as formas de produção familiar. O uso de CPPEP e, em menor grau, a densidade bovina, permitiu uma maior discriminação de áreas onde a relação N/V teve valores semelhantes entre as classes cria/recria e as formas familiares. Para municípios situados nos *Valles*, valores altos do CPPEP mostram a relevância da atividade familiar na economia da região. O perfil dos municípios onde prevalecem as formas extrativas de carne e ciclo completo/engorda mostra que a média dos CPPEP varia entre 0,04 e 0,31.

Tabela 1. Perfil de alguns indicadores indiretos da organização da atividade pecuária dos municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, agregados segundo as Eco-Regiões e Sub-Áreas, no período 2003/2006¹

Eco-Região	Área	Relação N/V	Bovinos/ propriedade	Densidade Cab/Há	CPPEP	Balanco I-E
Amaz.	AI	0,51	116	0,30	0,22	22724
		0,38–0,63	76 – 156	0,16 – 0,44	0,13–0,31	-20924 - 66373
Amaz.	CH	0,51	199	0,14	0,12	-12912
		0,37 – 0,67	128 –270	0,02 – 0,26	0,08–0,15	-21531 - 4308
<i>Chaco</i>	-	0,39	139	0,12	0,14	-5139
		0,21–0,56	73 – 205	0,05 – 0,20	0,06–0,23	-13359 - 3082
<i>Valles</i>	-	0,37	25	0,08	0,67	-654
		0,30–0,44	19 – 31	0,05–0,10	0,55–0,79	-1365 – 56

¹ média e Intervalo de Confiança dos valores estimados por município e agregados segundo Eco-regiões e áreas do *Departamento* de Santa Cruz. AI – Área Integrada, CH – *Chiquitania*; N/V Novilho-Vaca; CPPEP Cociente Proporcional da Pecuária de Estabelecimentos Pequenos; I-E Ingresso-Egresso;

Valores elevados positivos do balanço I-E na região Integrada de Santa Cruz contrastam com o potencial extrativo da *Chiquitania*, indicando certo grau de interdependência; a densidade é outro indicador discriminante entre estas duas regiões, fator que pode influenciar as taxas de contato animal das áreas de ciclo completo e engorda da integrada ou central da Amazônia. Um CPPEP mais elevado na Área Integrada indica participação da atividade campesina familiar nesta região e que na *Chiquitania* difere pelo predomínio de propriedades com sistemas de produção

extensiva e recria empresarial. Os produtores pequenos ou de atividade familiar possuem somente pouco mais de 10% da população da região (Bolívia, 2006b). Este caso é similar ao citado por Rosenberg (1986) quando compara o CPPEP da região da Serra Central do Equador (CPPEP>1,0) e áreas pecuárias da *Cuenca* (Bacia) do *Rio de la Plata* (CPPEP<0,2). O uso de 50 cabeças como referencial de uma produção familiar é justificada para o cálculo do indicador CPPEP (Rosenberg, 1986) na área de estudo, coincidindo com a descrição demográfica referente à pecuária familiar e pequenos produtores (Bolívia, 2006b).

Tabela 2. Perfil de alguns indicadores indiretos da organização da atividade pecuária agregados segundo formas de produção identificadas nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz, Bolívia no período 2003/2006¹

Forma de Produção	Relação N/V	CPPEP	Densidade Cab/Há	Balço I-E
Cria Ext.	0,29 0,22-0,37	0,07 0,04-0,10	0,05 -0,01- 0,10	- 7849 -14584 – -1111
Cria/Recria	0,47 0,40 – 0,52	0,16 0,09 – 0,24	0,07 0,01 – 0,13	- 9826 -23001 – 3229
CC*/ Engorda	0,65 0,56 – 0,75	0,17 0,13 – 0,21	0,34 0,21 – 0,48	20043 -28256 – 68341
Engorda	1,11 0,72 – 1,51	0,16 0,01 – 0,31	0,55 0,25 – 0,84	-17130 -68253 – 33992
FAM*	0,35 0,30 – 0,40	0,57 0,43 – 0,71	0,10 0,06 – 0,14	-505 -1195 – 185

¹ média e intervalo de confiança dos valores estimados por município agregados segundo a forma de produção. CC Ciclo Completo; FAM Formas Familiares; Artesanais e Mercantis Simples; N/V Novilho-Vaca; CPPEP Cociente Proporcional da Pecuária de Estabelecimentos Pequenos; I-E Ingresso-Egresso.

O banco contendo dados de 128.499 GMA dos anos 2004 a 2006 foi submetido a filtragem para a eliminação de documentos “NULOS” e “Não Válidos”. Destes documentos resultaram 127.985 registros, sendo estes considerados para a descrição e análise.

A frequência relativa e discriminação dos

meios de transporte usados para transporte de bovinos podem ser observadas nas Fig. 2 e 3; o caminhão foi o meio mais usado tanto para o transporte intermunicipal quanto para o inter-*departamental*. A movimentação tangida de bovinos, que em 1999 era intensa para as finalidades de engorda e abate (Ortiz, 2000), mostrou um registro baixo no período de estudo.

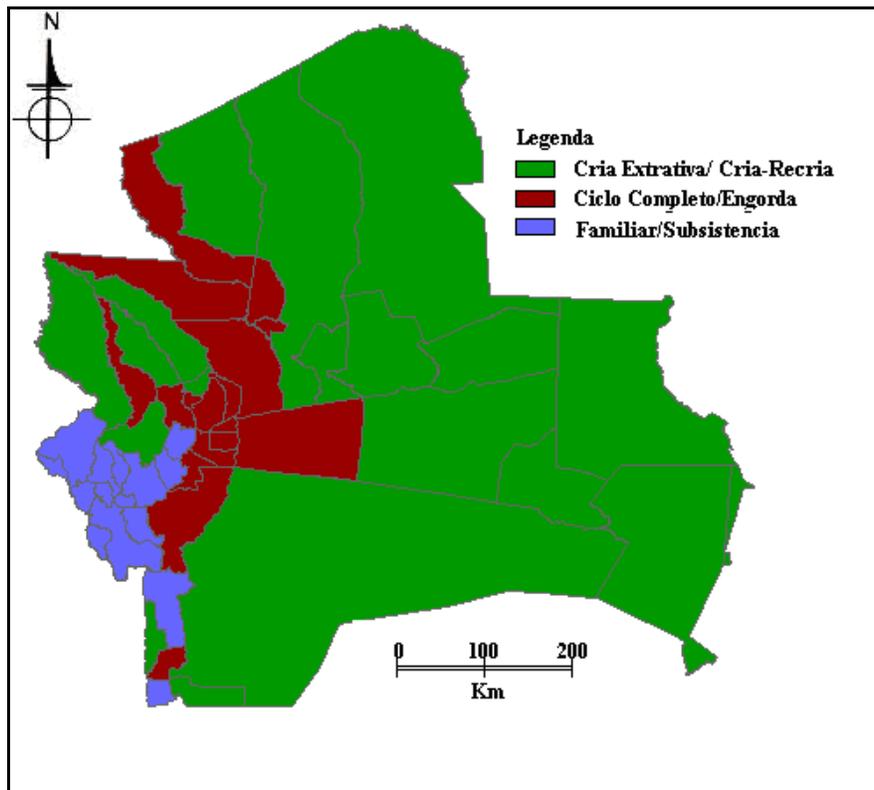


Figura 1. Formas de produção pecuária prevalente nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz - Bolívia, ano de 2006.

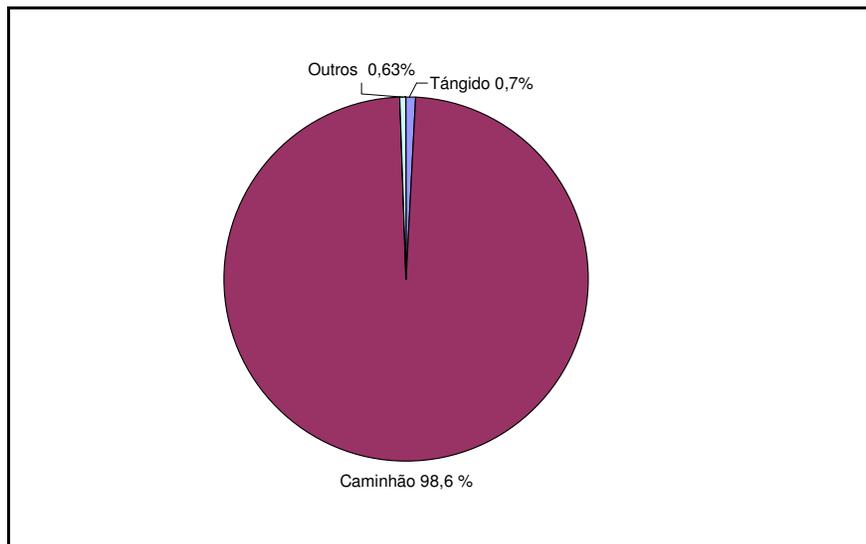


Figura 2. Meio de transporte utilizado para a movimentação de bovinos no interior do *Departamento* de Santa Cruz, Bolívia no período de 2004-2006.

Dados de egresso e ingresso em municípios do *Departamento* de Santa Cruz são apresentados nas Tabelas 3 e 4, ordenados segundo a sua participação. Os resultados mostram a relevância dos municípios da *Chiquitania* como região extrativa de animais de cria e recria. O município de Pailón, com exploração predominante de engorda empresarial (relação N/V = 1,25), participou como local de origem em aproximadamente um terço do total de bovinos destinados para abate em todo o *Departamento*; dos bovinos egressados dele, mais de dois terços correspondeu à

mesma finalidade. San Ignacio expressa também um potencial extrativo de animais para recria e engorda. Em Cotoca, Warnes, San Julián, San Javier predominam o egresso de bovinos para abate, seguido de engorda. O predomínio das finalidades engorda seguido do abate é observado para os municípios de Santa Cruz de la Sierra, Guarayos e Puerto Suárez. Em Cabezas, o predomínio do ciclo completo/engorda (relação N/V = 0,81) concorda com o predomínio do abate como finalidade de movimento de egresso.

Tabela 3. Participação relativa dos municípios do *Departamento* de Santa Cruz - Bolívia como origem nas movimentações de bovinos registradas no interior do *Departamento*, segundo finalidade, no período de 2004-2006.

Município	No. de Bovinos	%	CE	CR	EXP	AB	FM	LE
Pailón	400.859	23,27	9,68 7,73	6,64 13,67	0,08 6,67	69,67 35,17	0,61 18,13	13,28 26,20
S. Ignacio	183.307	10,40	43,39 14,93	25,57 21,87	0,31 10,40	27,15 6,20	0,19 2,23	3,26 2,70
Santa Cruz	184.089	9,67	42,37 14,07	8,34 4,57	0,05 1,53	25,47 6,13	0,17 1,37	23,59 16,00
Cotoca	138.091	7,70	24,27 6,27	9,48 5,93	0,61 15,40	32,02 5,10	0,02 0,20	33,59 20,17
Warnes	90.643	5,37	17,41 3,07	14,15 7,13	1,39 22,00	56,62 6,60	0,24 1,67	10,18 4,57
Guarayos	87.245	5,20	51,51 9,93	7,35 3,97	0,12 1,97	32,50 3,67	0,46 2,97	8,03 2,03
San Julián	76.018	4,50	22,92 3,23	14,86 5,70	0,39 5,80	49,58 4,83	5,37 31,07	6,86 2,17
San Javier	70.347	4,13	31,04 4,67	5,73 2,50	0,05 0,87	58,43 5,17	0,25 1,30	4,50 1,80
Cabezas	67.520	3,87	9,79 1,33	8,16 3,37	0,43 5,50	70,66 5,90	2,14 11,57	8,79 2,27
Pt. Suarez	50.986	2,97	77,03 7,60	5,49 1,57	0,00 0,00	16,86 1,03	0,00 0,00	0,60 0,10

CE Cría Engorda, CR Cría Reprodução, EXP Exposição, AB Abate, FM Feira/Mercado, LE Leilão (*Remate*). **Obs.:** Valores em negrito representam a participação do município nessa finalidade de movimentação.

Com relação aos municípios de destino, aproximadamente a metade dos animais movimentados dirigiram-se a Santa Cruz de la Sierra, dos quais aproximadamente dois terços tiveram a finalidade abate. Os municípios de Warnes, Montero e La Guardia mostram ser receptivos para esta mesma finalidade. Estes dados concordam com o observado por Ortiz (2000) ao considerar a Área Integrada como a região de maior convergência de bovinos no

Departamento. Os municípios Pailón, San Javier e Guarayos recebem bovinos para recria e engorda principalmente de áreas de cria do *Departamento* de Beni. Entre os municípios de Puerto Suárez e El Carmen Rivero Torrez existe movimentação interna seja para engorda ou abate dentro de mesma Provincia Germán Busch e em menor grau de municípios vizinhos ou da *Chiquitania*.

Tabela 4. Participação relativa dos municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, como destino nas movimentações registradas no interior do *Departamento* no período de 2004-2006.

Município	No. de Bovinos	%	CE	CR	EX	AB	FM	LE
Santa Cruz de la Sierra	845.913	47,67	8,69 13,83	1,96 10,20	0,47 73,77	64,08 65,83	0,32 18,10	24,45 99,30
Cotoca	209.648	11,70	20,03 7,97	5,34 6,10	0,00 0,00	74,56 19,23	0,02 0,23	0,05 0,10
Pailón	194.335	11,23	73,22 27,47	25,71 26,03	0,00 0,03	0,98 0,23	0,00 0,00	0,07 0,07
San Ignacio	71.937	4,17	54,23 7,07	33,67 12,57	0,46 6,37	11,43 1,07	0,03 0,20	0,05 0,00
Warnes	59.969	3,53	48,48 5,67	17,50 5,30	0,02 0,20	34,00 2,50	0,00 0,00	0,01 0,00
Montero	46.990	2,83	25,04 2,13	8,56 2,33	0,64 5,73	61,90 4,03	3,82 12,03	0,04 0,00
Pto. Suárez	41.519	2,50	80,47 6,63	5,94 1,67	0,00 0,00	13,26 0,70	0,00 0,00	0,31 0,03
La Guardia	40.172	2,40	17,98 1,27	4,17 0,93	0,00 0,00	77,69 4,17	0,05 0,17	0,11 0,03
A.Guarayos	32.890	1,93	66,77 4,30	21,30 4,77	0,45 2,43	5,53 0,27	0,20 0,53	1,11 0,13
San Javier	26.171	1,53	68,17 3,40	29,87 4,57	0,05 0,20	1,63 0,03	0,00 0,00	0,28 0,10

CE Cria Engorda, CR Cria Reprodução, EXP Exposição, AB Abate, FM Feira/Mercado, LE Leilão (*Remate*). **Obs.:** Valores em negrito representam a participação do município nessa finalidade de movimentação.

O ingresso de animais de municípios fora da *Chiquitania* para Puerto Suárez é improvável devido à distância e pelo *status* sanitário, tratando-se de um município dentro da região certificada internacionalmente como livre da febre aftosa com vacinação em Santa Cruz (Reconocimiento, 2007).

A descrição do acumulado mensal de bovinos movimentados nos municípios de

Santa Cruz permitiu verificar concentração nos meses de março-agosto (Fig. 3). Segundo finalidades de movimento, a distribuição mostra-se regular ao longo dos meses, à exceção de setembro, quando a feira agropecuária-industrial (FEXPOCRUZ) - município de Santa Cruz de la Sierra - produz um registro particular para a finalidade de exposição.

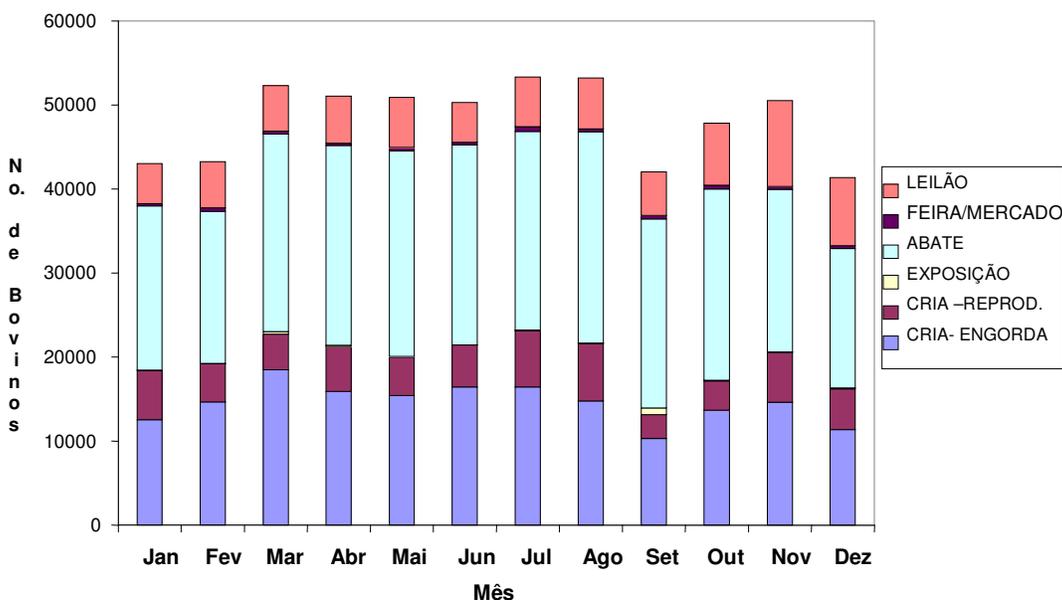


Figura 3. Acumulado absoluto médio de bovinos movimentados nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz - Bolívia, segundo a finalidade e mês, período de 2004 - 2006.

A participação dos municípios como origem de movimento com destino a outros *Departamentos* do país mostra que as finalidades predominantes são abate e feira-mercado (Tab. 5, Fig. 5). Observa-se pouca participação dos municípios de Portachuelo, Yapacaní e Buena Vista como locais de origem na movimentação interdepartamental (Tab. 3) e baixa para os municípios de Cabeças, San Julián. Nestes municípios, ao igual que em Pailón, Santa Cruz de la Sierra, Warnes e Cotoca o papel dos intermediários comerciais (*Rescatistas, Despachantes, Internadores, Consignatários,*

BOLÍVIA, 2006b) desempenha um papel determinante na cadeia produtiva de bovinos e, conseqüentemente, no trânsito de bovinos com destino às feiras e mercados do ocidente boliviano.

Com relação ao movimento de bovinos para as finalidades cria-engorda e cria-reprodução os *Departamentos* de Beni e Tarija foram os que mais animais receberam, sendo a demanda de reprodutores de alto valor genético (BOLÍVIA, 2006b) a possível razão do trânsito deste tipo de animais.

Tabela 5. Participação relativa dos municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, como origem nas movimentações registradas e com destino a outros *Departamentos*, segundo a finalidade no período de 2004-2006.

Município	No. de Bovinos	%	CE	CR	EX	AB	FM	LE
Pailón	28.104	15,97	1,50 11,50	5,35 22,60	0,10 9,90	87,79 20,27	5,22 3,37	0,04 3,27
Santa Cruz de la Sierra	21.785	11,83	1,64 6,73	2,24 4,83	0,15 15,07	92,26 15,33	3,39 1,30	0,05 2,80
San Julián	19.377	10,93	0,95 5,27	2,60 7,37	0,10 8,90	53,98 8,30	42,29 20,07	0,09 7,10
Warnes	11.998	6,77	1,15 3,47	5,67 10,30	0,19 8,73	79,79 7,70	12,58 3,60	0,63 23,70
Cabezas	11.764	6,57	0,43 3,83	2,13 4,63	2,36 3,93	53,94 7,40	36,05 5,07	5,03 2,57
Portachuelo	9.715	5,50	7,26 20,13	2,46 3,70	0,04 1,13	74,44 5,80	15,77 3,83	0,03 1,20
Yapacaní	9.703	5,43	0,21 0,47	0,45 0,67	0,06 1,53	40,21 2,87	55,61 12,33	0,00 0,00
San Javier	7.623	4,27	2,17 3,77	8,30 9,80	0,05 1,33	87,48 5,30	1,54 0,33	0,24 4,00
Cotoca	5.473	3,03	1,67 1,97	6,14 5,23	1,27 26,73	89,24 3,87	0,15 0,00	1,51 25,37
Buena Vista	4.931	2,80	1,77 2,27	1,90 1,23	0,09 1,27	36,79 1,50	59,43 7,07	0,03 0,33

CE Cría Engorda, CR Cría Reprodução, EXP Exposição, AB Abate, FM Feira/Mercado, LE Leilão (*Remate*). **Obs.:** Valores em negrito representam a participação do município nessa finalidade de movimentação.

Acumulados mensais de bovinos movimentados a outros *Departamentos* mostram valores superiores entre os meses de agosto e outubro. No segundo semestre de 2006 observa-se uma queda no trânsito de animais em comparação a períodos anteriores; este fato é atribuível à falta das

datas de emissão dos registros deste período (Fig. 4). O registro de bovinos movimentados em postos de controle fronteiriço mostra proporções superiores de animais procedentes de Beni, com concentrações entre novembro e fevereiro (Fig. 6).

Tabela 6. Participação relativa média de *Departamentos* da Bolívia como destino nas movimentações de bovinos originados no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, segundo a finalidade, período de 2004-2006.

<i>Departamento</i>	No. de Bovinos	%	CE	CR	EX	AB	FM	LE
Cochabamba	141.832	79,47	0,53 20,23	0,26 5,90	0,02 11,87	70,37 79,10	28,45 98,73	0,49 37,13
Chuquisaca	16.409	9,13	0,81 3,07	1,10 2,70	0,29 20,20	96,01 12,37	1,75 0,80	0,02 12,80
Beni	8.173	4,60	28,56 60,97	65,86 80,90	1,74 54,37	1,06 0,07	0,20 0,07	2,12 48,87
Oruro	6.301	3,43	0,00 0,00	0,00 0,00	0,00 0,00	99,47 4,73	0,53 0,10	0,00 0,00
Tarija	2.661	1,40	12,85 15,27	23,73 9,70	1,19 13,53	61,79 1,13	0,20 0,00	0,24 0,90
Potosí	2.445	1,33	0,73 0,17	0,00 0,00	0,00 0,00	98,40 1,73	0,88 0,03	0,00 0,00
La Paz	1.186	0,67	1,37 0,30	6,16 0,83	0,00 0,00	81,67 0,80	10,01 0,27	0,16 0,33

CE Cría Engorda, CR Cría Reprodução, EXP Exposição, AB Abate, FM Feira/Mercado, LE Leilão (*Remate*). **Obs.:** Valores em negrito representam a participação do *Departamento* nessa finalidade de movimentação.

Os fluxo de bovinos pelo posto de controle de transito da região noroeste do Departamento de Santa Cruz, mostra a importância dos animais procedentes de Beni que representam mais do 90 % do total de cabeças ingressadas no *Departamento*.

Por ser Beni um *Departamento* onde predominam as formas de cria extensiva e em menor grau recria e ciclo completo, os registros confirmam este pressuposto por ser a finalidade de engorda a mais registrada na emissão de GMA com destino a Santa Cruz.

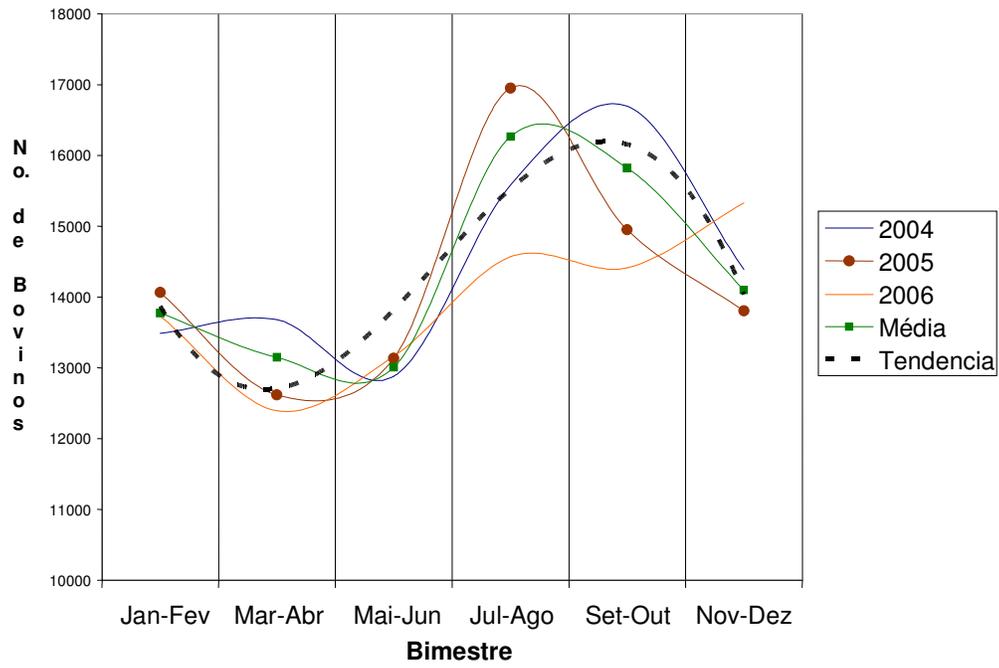


Figura 4. Acumulado bimestral médio de bovinos movimentados para outros *Departamentos* da Bolívia desde o *Departamento* de Santa Cruz, entre os anos 2004-2006.

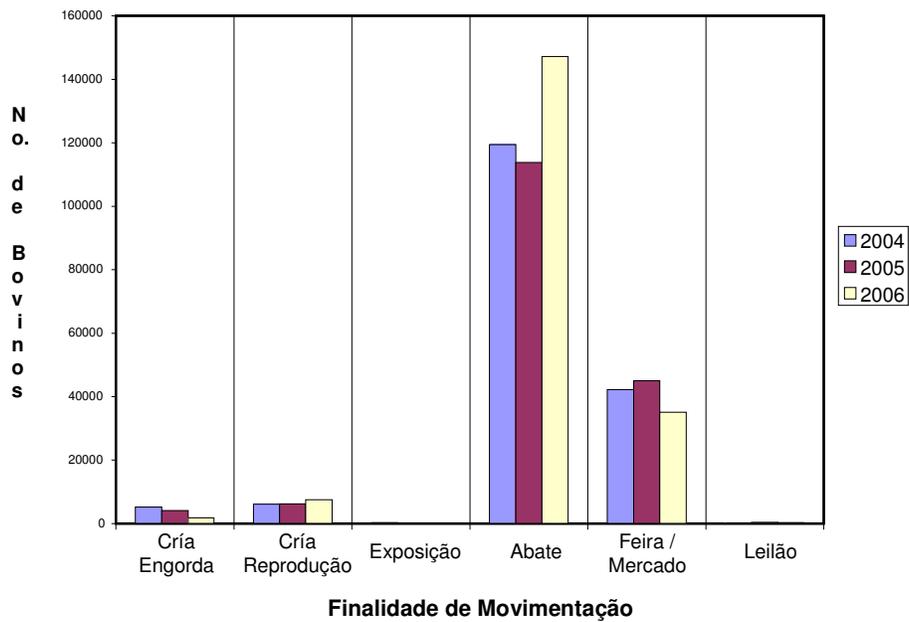


Figura 5. Distribuição do número total de bovinos movimentados para outros *Departamentos* da Bolívia segundo a finalidade e ano, *Departamento* de Santa Cruz-Bolívia, no período 2004 – 2006.

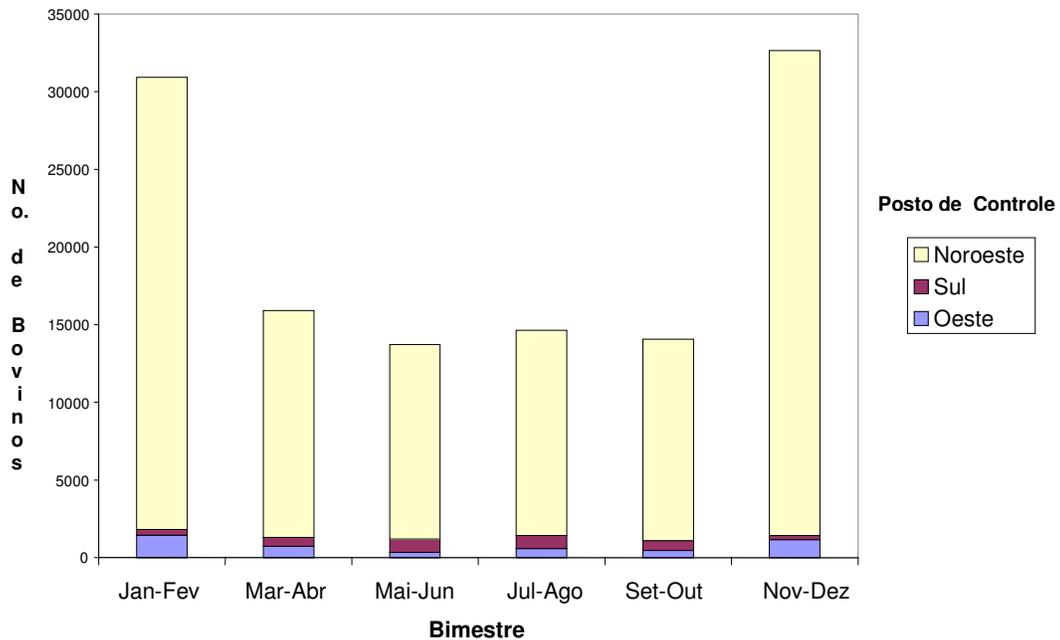


Figura 6. Registro do número total de bovinos ingresos no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia no período de 2004-2006. (Datos de 3 postos de Controle de Trânsito do SENASAG)

As Tab. 7 e 8 mostram o perfil de movimento de bovinos, dos municípios do *Departamento* de Santa Cruz, agregados segundo a forma de produção. Resultados na Tabela 7 não mostraram diferença entre os intervalos de confiança das médias de animais movimentados entre as categorias Cria extensiva e Cria/Recría pré-empresarial e de ciclo completo e engorda. Foram conformados os grupos: Cria/Recría (Formas de produção tipo I ou FPI), ciclo completo-engorda (Formas de Produção tipo II ou FPII) e Familiar (Formas de produção tipo III ou FP III). Este passo facilitou posteriores análises do trânsito no

sentido de considerar a semelhança dos padrões de movimentação e o manejo de dados em menos categorias.

Para as FPI, a relação entre os valores médios para egresso e ingresso mostra uma tendência do predomínio de egresso para todas as finalidades, exceto para exposição. A movimentação registrada para as FPI com finalidade de engorda indica trânsito de bovinos com destino a municípios pertencentes à mesma categoria, fato esperado uma vez que áreas de recría pre-empresarial recebem animais das áreas típicas de cria extensiva para tal finalidade.

Tabela 7 – Perfil de movimento de bovinos segundo as formas de produção pecuária e a finalidade de movimentação* no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, no ano 2006.

FP	Sentido	CE	CR	EXP	FAE	FM	LE
Cría	Egresso	50 8 - 93	16 5 - 27	1 -1 - 3	56 30 - 79	13 -1 - 26	12 -1 - 24
	Ingresso	31 4 - 59	3 -1 - 8	0	0	0	0
Recría	Egresso	104 20 - 188	15 5 - 27	1 -1 - 3	105 24 - 186	20 0,21 - 40	24 8 - 40
	Ingresso	98 20 - 178	10 3 - 18	0	14 - 4 - 32	1 -1 - 2	0,11 - 0,14 - 0,37
CC	Egresso	188 -9 - 384	26 14 - 28	3 0 - 5	317 103 - 531	24 10 - 37	127 6 - 248
	Ingresso	382 133 - 631	40 15 - 65	3 -2 - 8	532 -247 - 1312	3 -2 - 7	207 - 240 - 654
Eng	Egresso	50 -50 - 151	18 -19 - 54	0	267 198 - 732	8 -9 - 24	52 -72 - 175
	Ingresso	252 -170 - 673	15 -28 - 57	0	3 -9 - 14	0	0
Fam	Egresso	2 -1 - 4	2 0 - 3	0	18 1 - 35	40 12 - 68	4 -1 - 9
	Ingresso	9 -6 - 24	2 0 - 3	0,07 -0,1 - 0,2	1 -2 - 4	13 -15 - 42	0

Tabela 8 – Perfil de movimento de bovinos segundo as formas de produção pecuária e a finalidade de movimentação* no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia no ano 2006.

FP	Sentido	CE	CR	EXP	FAE	FM	REM
I	Egresso	87 24 – 151	14 8 – 20	1 -0,07 – 2	85 46 – 194	21 8 - 34	16 7 – 25
	Ingresso	63 25 – 109	8 4 – 12	0 -0,36 – 1	16 -4 – 35	0 -0,27 – 1	0 -0,04 – 0,20
II	Egresso	164 -6 – 333	26 15 - 37	2 0,35 - 4	310 122 – 499	20 8 - 32	124 21 - 228
	Ingresso	372 155 – 588	27 9 - 44	2 -2 – 7	454 -224 – 1133	2 -2 – 6	182 -204 – 568
III	Egresso	2 -1 – 4	2 0 - 3	0	18 1 – 35	40 12 – 68	4 -1 – 9
	Ingresso	9 -6 – 24	2 0 – 3	0,07 -0,08 – 0,2	1 -2 – 4	13 -15 - 42	0

* Média do número de bovinos movimentados por 1000 da população municipal e intervalo de confiança de 95%. FP Forma de Produção, CE Cría Engorda, CR Cría Reprodução, EXP Exposição, AB Abate, FM Feira/Mercado, LE Leilão (*Remate*). I Cria/Recria II CC/Engorda III Familiar, Artesanal, Mercantil S.

Para municípios inseridos no grupo FP II, a movimentação entre municípios da mesma categoria apresenta um fluxo mais intenso de ingresso para as finalidades de engorda (Pailón, Warnes, Okinawa), abate (Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Warnes, Montero, La Guardia) e leilão (Santa Cruz de la Sierra); a procedência dos animais é atribuída a municípios pertencentes ao grupo FPI e municípios do *Departamento* de Beni (San Ignacio de Moxos, Santa Ana da Yacúma, San Ramón, e San Andrés). Trânsito para as finalidades Recria e Exposição teve um balanço do ingresso e egresso próximo a zero.

O trânsito de bovinos em municípios inseridos no grupo de FP III, apresenta em geral, uma intensidade baixa, tanto para egresso quanto para ingresso. Para a finalidade abate, o valor observado deve-se à movimentação originada nos municípios de Vallegrande e Cuevo. Os municípios de Samaipata, El Torno, Comaparapa e mesmo Vallegrande contribuem para a taxa de extração observada para a finalidade Feira/Mercado sendo pontos de origem para a movimentação de bovinos com destino a centros de comércio, especificamente no

município de Punata, *Departamento* de Cochabamba (Fig. 5, Tab. 6). Esta é uma evidência da existência de um comércio mercantil simples camponês/familiar (Cortés, 2003). No ocidente da Bolívia, bem como em algumas regiões agrícolas na região *sub-andina* do *Departamento* de Santa Cruz, o uso e demanda de bois de carro é elevada, e no caso específico da região andina, também novilhos gordos para abate (Bolívia, 2006b). O predomínio de extração de bovinos para Feira/Mercado é registrado nas três formas de produção, sendo que para FP III o ingresso é relativamente superior comparado aos outros dois grupos; neste caso, além do trânsito *interdepartamental*, existe trânsito interno para os municípios de El Torno e em menor grau, Montero, onde também se desenvolvem Feiras Agropecuárias.

Uma das limitações para a o desenvolvimento dos processos descritivos até esta etapa do trabalho, radicou no fato de que dados agregados da movimentação não consideram a posição relativa dos municípios dentro de uma estrutura global de fluxo de bovinos que possa existir na área de estudo. O estudo de vínculos específicos de movimentação entre os municípios da

área de estudo e que conformam transito intra e inter *Departamental* foi somente possível após o uso da ferramenta de filtração da planilha eletrônica Excel® (Microsoft, 2003), processo pouco pratico para bases de dados extensas. Neste sentido, a ARS e a teoria dos grafos fornecem ferramentas para organizar e relacionar dados que superem tais limitações sem afetar os resultados da análise (Ortiz-Pelaez, 2006).

A rede de fluxo de bovinos nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz (Fig. 7) possui 387 ligações e índices *Freeman* de

centralidade de 57,70% no global, 36,94% para graus de egresso e 61,93% para graus de ingresso. Pode se inferir que na rede como um todo, existe concentração de relacionamentos fazendo com que o *poder* dos municípios varie substancialmente; em outras palavras, posições de concentração de vínculos acham distribuídas de forma irregular na rede. Este pressuposto pode ser graficamente observado na Fig. 7, onde os índices de centralidade estimam de forma global uma tendência já manifestada nas Tab. 3, 4, 7 e 8 para o pólo industrial do Departamento de Santa Cruz.

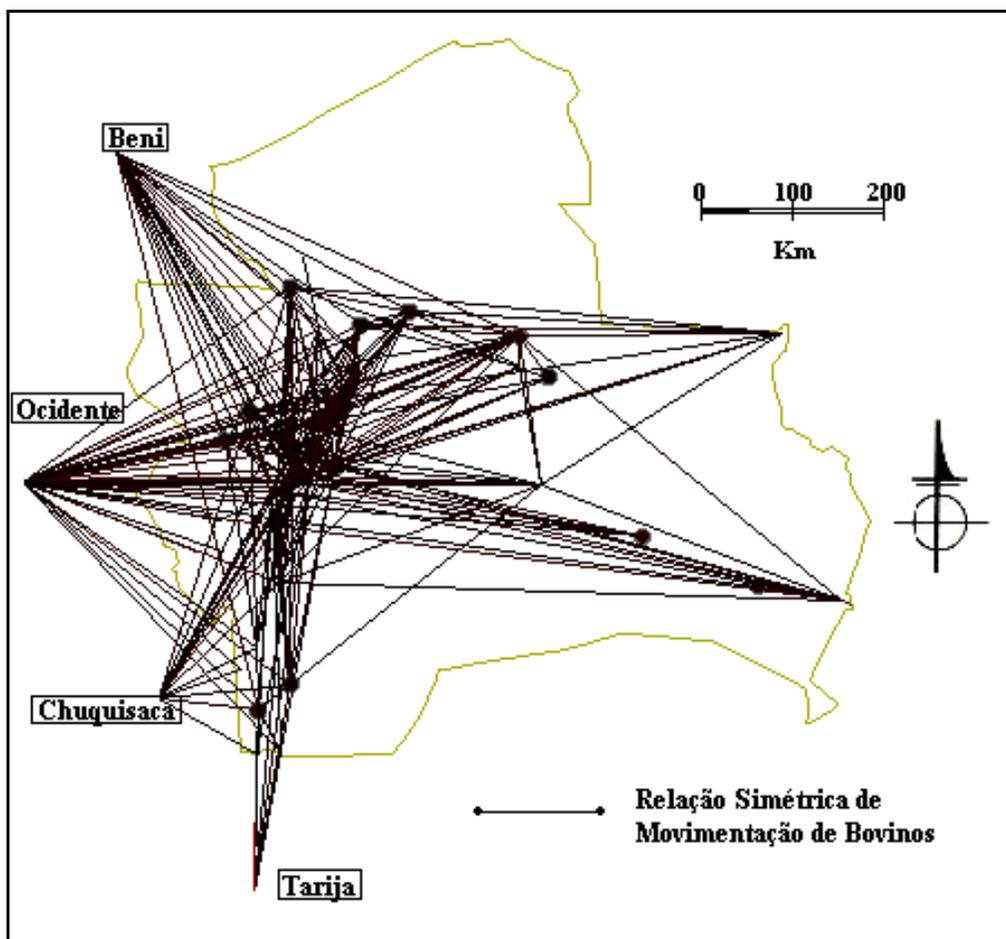


Figura 7. Rede de trânsito de bovinos intra e inter *Departamental* que mostra determinadas regiões com concentração de ligações resultantes da movimentação na área central do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia no ano de 2006.

Este pressuposto é aprofundado nas Tab. 9, 10, 11 onde municípios com certo grau de centralidade “usufruem” de uma posição favorável dada pelas oportunidades de relacionamento com outros centros produtivos, permitindo-lhe certo grau de independência de outros (Hanneman e Riddle, 1995). A interpretação da centralidade, neste sentido, proporciona conceitos homólogos aos da economia de aglomeração, na qual a dimensão territorial é crucial; fatores como a proximidade a recursos, mercados e concentração de fluxos de informação representam vantagens competitivas para empresas localizadas em determinadas áreas ou

cidades (Semitiel e Noguera, 2000). No contexto da América Latina, Astudillo *et al.* 1986) e Rosenberg (1986) explicam que a organização espacial de cadeia produtiva de pecuária é dada em função da polarização que exerce o consumo dos centros urbanos ou os centros de saída da exportação de excedente de produção; por esta razão, em áreas onde se desenvolvem diversas fases da produção, concentram-se núcleos de comercialização (feiras, leilões, exposições) e usinas processadoras que apresentam interações (Astudillo *et al.*, 1986) as quais podemos interpretar como regiões favorecidas para o seu desenvolvimento empresarial.

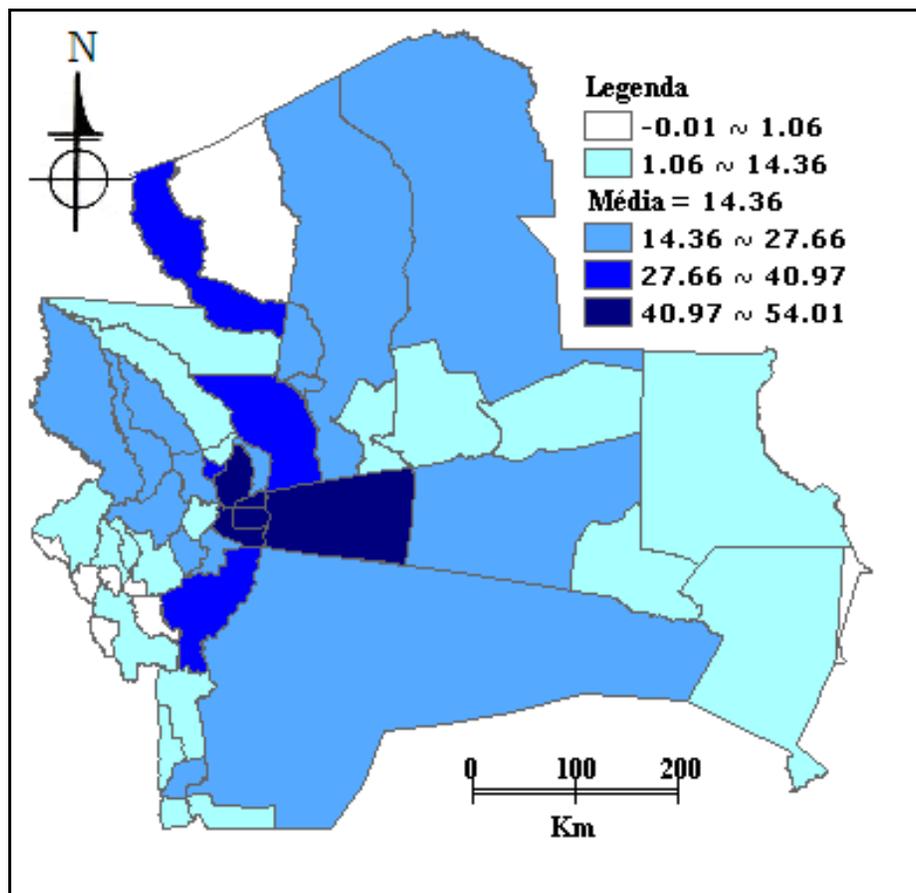


Figura 8. Grau de Centralidade em municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia no ano de 2006.

Tabela 9. Grau de Centralidade e *Coreness* para municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, no ano de 2006*

Município	GCgl	GCglNorm	GCeg	GCegNorm	GCin	GCunNorm	Coreness
SCZ DLS	54	71,05	35	46,05	45	59,21	0,735
Pailón	46	60,53	29	38,16	35	46,05	0,421
Cotoca	46	60,53	25	32,9	38	50	0,293
San Ignacio	23	30,26	22	28,95	7	9,21	0,114
Cabezas	27	35,53	19	25	14	18,42	0,092
C. Cañadas	25	32,9	19	25	14	18,42	0,073
A. Guarayos	28	36,84	17	22,37	21	27,63	0,062
Warnes	37	48,68	22	28,95	25	32,9	0,059
San José	11	14,47	2	2,63	10	13,16	0,058
San Matías	10	13,16	9	11,84	2	2,63	0,053
San Javier	21	27,63	14	18,42	14	18,42	0,044
Montero	27	35,53	14	18,42	21	27,63	0,042
Portachuelo	21	27,63	13	17,11	15	19,74	0,042
Charágua	14	18,42	14	18,42	3	3,95	0,040
San Ramón	21	27,63	11	14,47	14	18,42	0,035
San Julián	25	32,9	20	26,32	13	17,11	0,034
Okinawa	21	27,63	7	9,21	17	22,37	0,029
Cuevo	4	5,26	4	5,26	0	0	0,028
P. Suárez	11	14,47	9	11,84	4	5,26	0,024
B. Vista	7	9,21	6	7,9	3	3,95	0,022
San Miguel	7	9,21	7	9,21	1	1,32	0,021
Mairana	1	1,32	1	1,32	0	0	0,021
Camiri	13	17,11	7	9,21	7	9,21	0,018
Boyube	3	3,95	3	3,95	0	0	0,016
La Guardia	20	26,32	3	3,95	18	23,68	0,015
A. Lomerio	0	0	0	0	0	0	0,015
Moro Moro	0	0	0	0	0	0	0,015
Gutiérrez	3	3,95	3	3,95	0	0	0,012
Yapacaní	10	13,16	3	3,95	9	11,84	0,011
San Carlos	8	10,53	5	6,58	4	5,26	0,011
Porongo	3	3,95	2	2,63	2	2,63	0,011
P. Quijarro	1	1,32	1	1,32	0	0	0,010
Concepción	15	19,74	13	17,11	9	11,84	0,009
Samaipata	1	1,32	1	1,32	0	0	0,009
Postrevalle	0	0	0	0	0	0	0,009
G. Saavedra	7	9,21	7	9,21	2	2,63	0,008
Roboré	6	7,9	6	7,9	1	1,32	0,008
Mineros	2	2,63	2	2,63	1	1,32	0,008
Vallegrande	1	1,32	1	1,32	0	0	0,008
Comarapa	1	1,32	1	1,32	0	0	0,007
El Torno	17	22,37	5	6,58	12	15,79	0,005
C. Bélgica	3	3,95	2	2,63	1	1,32	0,005
Santa Rosa	15	19,74	11	14,47	7	9,21	0,004
Lagunillas	2	2,63	2	2,63	0	0	0,004
Urubicha	1	1,32	1	1,32	0	0	0,002
Trigal	0	0	0	0	0	0	0,002
El Puente	11	14,47	8	10,53	5	6,58	0,001
San Rafael	7	9,21	7	9,21	2	2,63	0,001
C. Rivero	3	3,95	3	3,95	2	2,63	0,001
P. Grande	1	1,32	0	0	1	1,32	0,001
Pucara	0	0	0	0	0	0	0
Quirusillas	0	0	0	0	0	0	0
Saipina	0	0	0	0	0	0	0

GC Grau de Centralidade, gl Global, eg Egresso, in ingresso, Norm Normalizado.

* Municípios ordenados segundo a participação na estrutura C/P, interpretação dada pelo indicador *Coreness*. Linha Vermelha: Divisão dos municípios sugeridos pelo modelo como “centro” entre aqueles considerados “semi-periferia” e “periferia”.

Tabela 10. Perfil do Grau de Centralidade nas categorias relativas às formas de produção no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, no ano de 2006.

Forma de Produção	Grau de Centralidade	GC Normalizado
Cria/Recria	9,85	13,13
	6,57 - 13,13	8,76 - 17,51
Ciclo Completo	19,18	16,82
	23,22 - 35,13	30,97 – 46,84
Familiar	3,75	5
	1,15 – 6,35	1,53 - 8,46

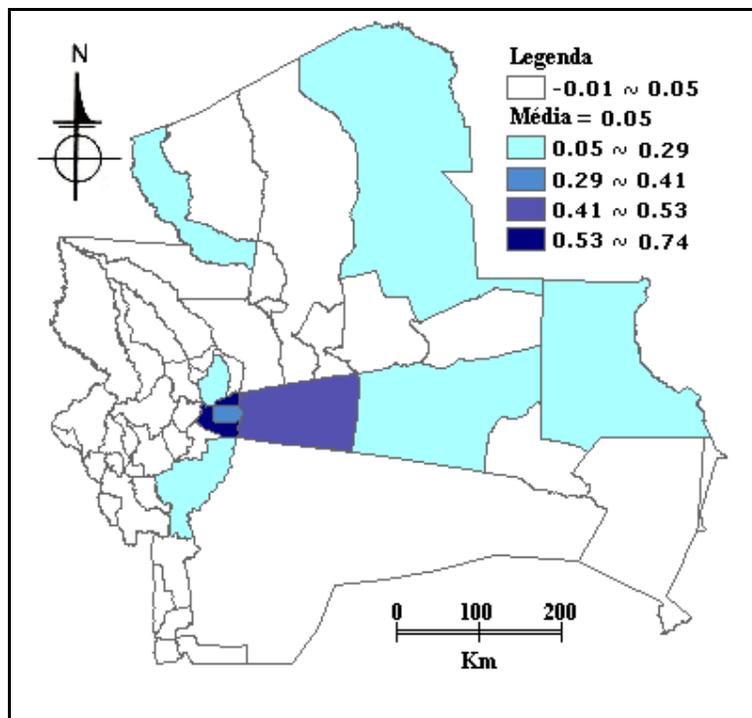


Figura 9. Grau de proximidade ao centro ou *Coreness* em municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia no ano de 2006.

O modelo para detecção de estruturas Centro/Periferia contínuo apresenta uma correlação de 0,728 para o os dados da rede em estudo em relação a uma estrutura C/P perfeita. A Fig. 11 mostra Santa Cruz de la Sierra, Cotoca e Pailón como os municípios recomendados pelo modelo para a composição do centro de estrutura. O indicador *Coreness* – grau de proximidade ao “centro” – é apresentado para cada município junto com valores absolutos e normalizados do grau de centralidade (Tab. 8, Fig. 12). O modelo fornece resultados que merecem consideração, por exemplo: a) as evidências da existência de uma estrutura

tipo C/P, uma vez que a correlação é forte (0,72); b) sugestão do número de membros pertencentes ao centro, (três) e d) o indicador *Coreness* para cada municípios parte da estrutura ou rede. O uso de um modelo que identifique estruturas, como a proposta por Borgatti e Everett (1999) a partir de conceitos intuitivos sobre estruturas C/P, e que coincidam com os processos de formação de circuitos pecuários (Astudillo *et al.*, 1986; Moraes, 1993) sugere sua aplicação em estudos estruturais do trânsito de bovinos como complemento aos processos de caracterização das formas de produção.

Tabela 11. Perfil do Grau de Centralidade dos municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, de acordo a estrutura Centro/Periferia no ano de 2006.

Forma de Produção	Grau de Centralidade	GC Normalizado
Centro	35 29,42 - 63,24	26,67 39,24 - 84,32
Semi-Periferia	8,02 10,61 - 17,34	8,14 14,15 - 23,12
Periferia	0,33 -0,21 - 0,88	0,44 -0,28 - 1,16

Um aspecto importante desta análise foi considerar ligações com valores e não assim dicotômicas. Segundo Borgatti e Everett (1999) a intensidade da relação entre dois atores é inteiramente uma função da extensão a qual cada ator está associado ao “centro”. Por exemplo, se consideramos a mesma rede, mas com ligações dicotômicas o poder discriminatório do modelo é influenciado dando como resultado uma correlação de 0,517 e com vinte municípios no centro da estrutura. Ambos resultados mostram a perda da capacidade do modelo para discriminar municípios que, pelos atributos locais, indicam exercer um papel de pólo atrativo industrial enquanto considerando vínculos com valores, o modelo definiu, com maior precisão este efeito desejado.

Desde o ponto de vista teórico, a principal diferença entre medidas de centralidade (como o Grau de Centralidade) e a medida *Coreness* é que esta ultima leva consigo um modelo de padrões relacionais na rede como um todo, sendo interpretável na medida em que o modelo mantenha correlação; o grau de centralidade é interpretável independentemente da estrutura (Borgatti e Everett, 1999).

Segundo Ortiz-Pelaez (2005) é necessario analisar os critérios de seleção de nós e relações para obter medidas, baseadas epidemiologicamente, e que permitam inferir corretamente sobre o papel de alguns atores em surtos de doenças sem perder a outros com papeis importantes. O presente trabalho não trabalha ao nível de

propriedades, nem aplica técnicas das redes sociais no estudo de redes de risco (Webb, 2005); o estabelecimento dos municípios como unidade de estudo obedeceu ao fundamento histórico, teórico e metodológico, até o presente momento existente, sobre a problemática das doenças infecciosas, especificamente da febre aftosa. Análises de risco realizadas em vários países da América do Sul (Astudillo, 1995), incluída na área de estudo, consideram a regionalização como elemento metodológico de intervenção sanitária, processo no qual o conhecimento das formas de produção é parte fundamental. Com uma visão global das formas de produção pecuária na América Latina, vários estudos detalham indicadores construídos a partir de variáveis produtivas que, analisadas em conjunto, são conseqüência de uma determinada organização social e econômica da produção cuja interpretação é exclusivamente a nível regional e não ao nível de rebanho (Rosenberg, 1986). No contexto da Bolívia, os municípios são unidades geopolíticas por lei promovidas (Roca, 2000) e são alvo de fiscalização sanitária, fato explícito tanto nas estratégias do serviço de defesa sanitária local (ex. cadastros, guias de trânsito Bolívia, 2001^b; Bolívia, 2006^b) quanto nos limites geográficos abrangidos pelas associações de pecuaristas. Os vínculos entre localidades produtivas, expressados pelo trânsito de bovinos entre sistemas pecuários, também são inerentes ao modelo epidemiológico dos ecossistemas das doenças infecciosas abordadas desde os anos 70 no continente como ferramenta de intervenção sanitária (Rosenberg e Goic, 1973, Rosenberg, 1977, Astudillo *et al.*, 1986, Bevilacqua *et al.*, 1996, Olascoaga *et al.*, 1999). De igual forma, mostra-se a associação entre formas de produção e trânsito de bovinos já estudada por Leon *et al.* (2006) analisando dados agregados de movimentação em dois *Departamentos* da República da Argentina.

O uso de conceitos, definições e processos sociais relacionados à atividade pecuária, em que os sistemas de produção se acham

vinculados por relações de comércio de bovinos, justifica a avaliação destas teorias e processos através de medidas relacionadas a técnicas das redes sociais. A Tab. 11 mostra densidades relacionais formadas pela interação entre blocos representando municípios agrupados segundo o atributo Formas de Produção. A FP Externa expressa a FP predominantes em municípios de outros *Departamentos*; agrupados em um quarto tipo, este atributo evitaria que os padrões de movimentação existentes no nível *interdepartamental* não interfiram com as relações intermunicipais de Santa Cruz. Desta matriz resultam interações entre municípios do mesmo grupo – intrarelacional – e interações entre grupos diferentes – interrelacional –. A correlação entre as interações obteve um coeficiente (R^2) igual a 0,25, p-valor de 0,001 ($\alpha=0,05$). A correlação das interações intrarelacionais CC/Engorda – CC/Engorda é estatisticamente significativa ($p<0,05$) indicando que as relações formadas entre a movimentação de bovinos entre municípios com FP deste tipo não se dá ao acaso, mas seria influenciada pelo atributo pelo qual os municípios foram agrupados. A correlação Cria/Recria – Cria/Recria não é estatisticamente significativa ($p>0,05$) evidenciando que o trânsito de bovinos entre este tipo de áreas (Tab. 8) se dá ao acaso. Isto pode ser atribuído a que áreas de cria e recria pré-empresarial destinam seus produtos preferencialmente a áreas especializadas de engorda onde a demanda e os preços são determinantes. A interação FP Familiar/Familiar ($p>0,05$) complementa a informação apresentada na Tab. 8 para dados de trânsito bovinos nas FP Familiares em que se observa uma baixa movimentação para as finalidades de engorda, reprodução, exposição e leilão entre municípios do mesmo grupo. A intensidade de trânsito nas finalidades abate e feira-mercado (Tab. 8) influenciou na correlação FP Familiar-Externa ($p<0,05$) em que a movimentação de bovinos desde municípios com produção familiar inseridos na área integrada, dos *Valles* e do *Subandino* do *Chaco* com destino ao ocidente do país apresentam um aumento nas taxas de extração para estas finalidades.

Tabela 12. Matriz de densidades* de relacionamento entre municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, agrupados em blocos segundo à forma de produção, ano de 2006.

Formas de Produção	Cria/Recria	CC*/Engorda	Familiar	Externas
Cria Recria	0.211 (0.076)	0.575 (0.184)***	0.060 (0.017)	0.482 (0.105)***
CC*/Engorda	0.183 (0.058)	1.437 (0.406)***	0.074 (0.019)	1.459 (0.279)***
Familiar	0.020 (0.006)	0.049 (0.013)	0.035 (0.008)	0.368 (0.064)**
Externas	0.073 (0.016)	0.524 (0.100)***	0	-

* Em negrito – Densidades entre blocos. Em parenteses, coeficientes normalizados de correlação e probabilidade das semelhanças observadas, sob a hipótese nula de ausência de correlação (**P<0.01, ***P<0.001).

A correlação entre o grupo Cria/Recria com o grupo CC/Engorda e com o grupo Externa, com valores $p < 0,01$, se justifica pela movimentação de bovinos originada em áreas extensivas para áreas de engorda ou abate, seja para centro industrial de Santa Cruz ou para o mercado de Cochabamba. As relações entre os grupos CC/Engorda –Cria/Recria, CC/Engorda-Familiar, Familiar-Cria/Recria, Familiar-CC/Engorda, Externa-Cria/Recria (municípios com áreas de cria extensiva do *Departamento* de Beni para áreas de cria de Santa Cruz) e Externa-Familiar (municípios de áreas de cria extensiva Beni para áreas de produção familiar de Santa Cruz) não mostram evidência estatística significativa de correlação ($p > 0,01$). A relação *interdepartamental* CC/Engorda-Externa (áreas de ciclo completo/engorda de Santa Cruz para mercado do ocidente) e Externa-CC/Engorda (municípios de Beni - para áreas de engorda em Santa Cruz) apresenta correlação positiva com valores $p < 0,01$. De maneira global, estes últimos resultados evidenciam o macro circuito Beni - Santa Cruz – Ocidente; embora tal pressuposto fosse apreciável pelos dados descritivos, estes resultados nos sugerem o uso da rede e suas relações no processo de caracterização das formas de produção.

Os resultados apresentados reforçam, a partir de análise estrutural, os trabalhos citados por Olascoaga *et al.* (1999) nos quais o trânsito de bovinos é considerado

como variável explicativa da dinâmica de interação entre os sistemas de produção pecuária. Desta forma, o conhecimento de atributos locais e de informação relacional de uma rede de unidades geográficas favorece os processos de regionalização dos sistemas de produção e dos canais de comercialização que determinam prioridades marcantes nos processos da defesa sanitária animal.

Com a finalidade de identificar trechos que complementem a fase exploratória dos vínculos existentes na rede, a Figura 10 mostra o nível de relacionamento que existe entre municípios através de um dendograma de *clusters*. No lado esquerdo, tem uma coluna com as médias de bovinos movimentados e que representam os níveis nos quais os *clusters* são formados. Entre os municípios de Pailón e Santa Cruz de la Sierra se forma o trecho de maior intensidade de fluxo (nível 56.046); em seguida, o município de Cotoca conforma junto ao *cluster* Pailón-Santa Cruz de la Sierra um outro *cluster* mais ao segundo nível (23.452). Estes tres municípios, identificados dentro de um *cluster*, também são os municípios pertencentes à estrutura do “centro” no modelo C/P (Tab.9). Em geral, estes resultados mostram o poder hierárquico dos vínculos do “centro” da estrutura sobre o restante do vínculos.

O teste de *clusters* hierárquicos (Johnson, 1967) utiliza dados simétricos, o que

significa que não se distingue qual é o local de origem e qual o de destino; no entanto, o conhecimento da forma de produção prevalente do município permite reconhecer o sentido em que a movimentação se dá. Fevrè *et al.* (2006) afirma que como no caso humano, o conhecimento das rotas de movimentação é fundamental nas análises preditivas da disseminação de doenças infecciosas. No entanto, por não ter sido objetivo deste trabalho, a aplicação destes resultados com dita finalidade deve ser aprofundada.

Os *clusters* com os municípios El Carmen Rivero/Puerto Suárez, Baures(Beni)/El Puente, Charagua/Tarija e San Joaquin(Beni)/A. de Guarayos, expressam vínculos de interdependência comercial associados ao componente espacial. O conhecimento de atributos dos municípios (ex. indicadores das formas de produção predominante), a posição dos municípios dentro da estrutura regional (C/P, Grau de centralidade) e os vínculos comerciais importantes com municípios específicos, apresentam se como um esquema exploratório-analítico de dados de movimento de bovinos.

É determinante neste ponto, a delimitação da área de estudo, uma vez que no caso do modelo C/P, a teoria assume a

existência de um só centro, sendo que a existência de subgrupos coesivos interferiria nos resultados finais (Borgatti e Everett, 1999). Neste caso, o uso de medidas de coesão e de redes ego-centricas (Borgatti *et al.*, 2002) podem apoiar na identificação de sub-grupos independentes de uma estrutura.

Entre 2000 e 2002, as propriedades afetadas pela febre aftosa no *Departamento* de Santa Cruz tiveram a participação, em todos os casos, da espécie bovina (Tab.13). Pouco mais de 60% de estabelecimentos com rebanhos “pequenos” - <50 cabeças (Rosenberg, 1986), <30 cabeças (Ibisch, 2000)- foi afetado pela febre aftosa (Tab. 14) e mais da metade dos casos teve relação com a movimentação de bovinos (Tab. 15).

Tabela 13. Freqüência de propriedades afetadas pela febre aftosa, segundo as espécies animais acometidas no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia no período de 2000 – 2002.

Espécie	No. de Propriedades	%
Bovinos	89	97,80
Bovinos/Suíños	4	2,20
TOTAL	91	100,00

Tabela 14. Frequência de propriedades afetadas pela febre aftosa, de acordo com o tamanho de rebanho no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia entre os anos de 2000-2002.

Tamanho do Rebanho	No. de Propriedades	%
<20	19	20,88
21-100	38	41,76
101-1000	17	18,68
>1000	17	18,68
TOTAL	91	100,00

Tabela 15. Frequência de propriedades afetadas pela febre aftosa, segundo a causa provável da doença no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, entre os anos de 2000-2002.

Causa Provável	No. de Propriedades	%
Animais ingressos	38	41,76
Transito de Animais	13	14,29
Caminhão/pessoal contaminado	7	7,69
Propriedades Vizinhas Contaminadas	17	18,68
Área afetada	11	12,09
Outras	1	1,10
Não registrado	4	4,40
TOTAL	91	100,00

A distribuição espacial da febre aftosa no *Departamento* de Santa Cruz apresenta uma concentração na área integrada do *Departamento* (Fig. 11) região industrial do *Departamento*.

A estatística de auto-correlação I de Moran, considerando o Índice de persistência (Ω) da febre aftosa entre 2000-2002, teve um valor global de 0,357 com um p-valor ($\alpha=0,05$) de 0,006. A Tab. 16 mostra os índices de auto-correlação espacial a nível local (para cada município) para o mesmo índice (Ω). A partir dos valores Z, WZ e p-valor a Fig. 12 mostra aglomerados da doença formados a partir da variável associada à ocorrência da doença, o Índice Ω .

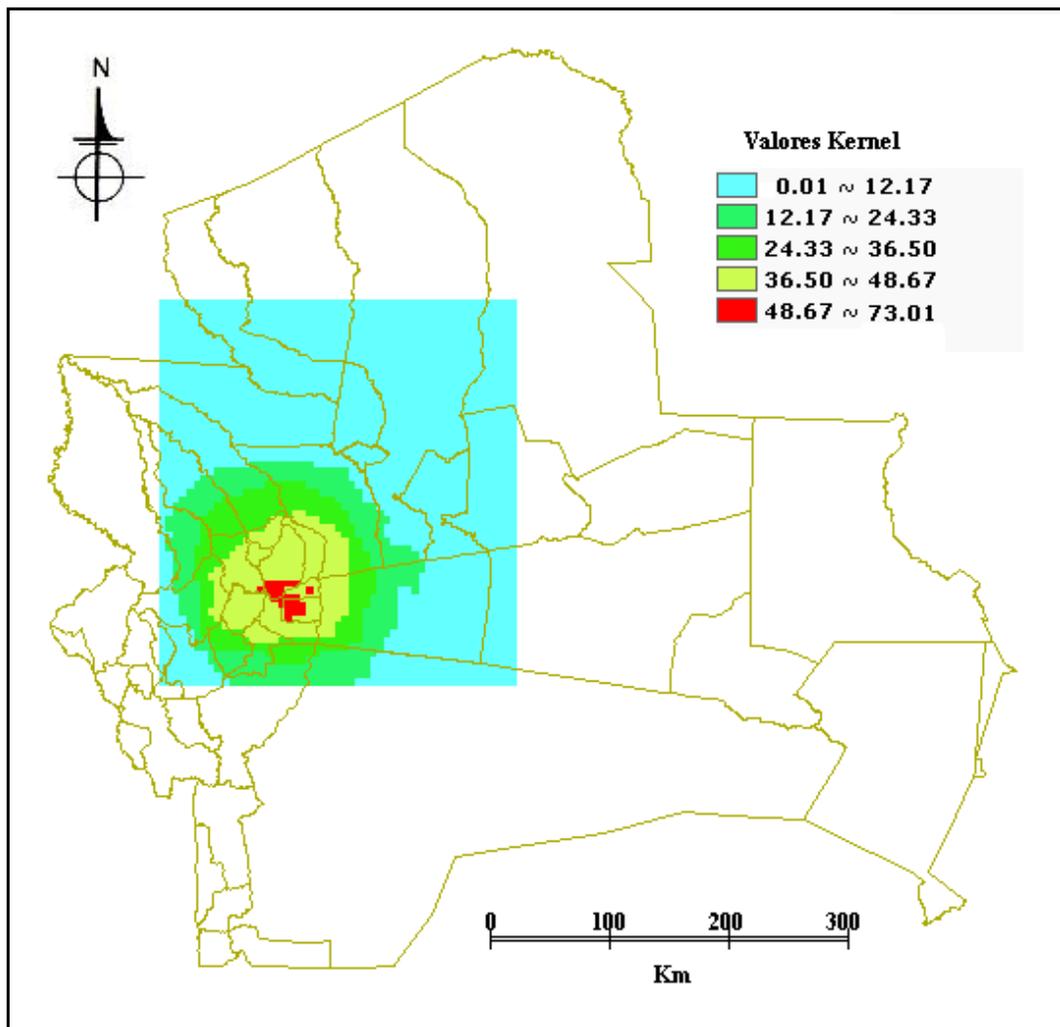


Figura 11. Mapa *Kernel* das propriedades afetadas pela febre aftosa no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia entre os anos 2000-2002, (Raio = 50 Km).

Tabela 16. Índice de Auto-correlação Espacial Local Moran para o Índice de persistência (Ω) da febre aftosa nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, entre os anos 2000-2001.

Município	(Ω)	valor Z	valor Wz	Índice Moran	p-valor
Ascensión	0	-4,25	0,25	-0,02	0,390
Boyuíbe	0	-4,25	-4,25	0,30	0,211
Buena Vista	0	-4,25	-0,60	0,04	0,416
Cabezas	15,79	11,54	1,79	0,34	0,215
Camiri	0	-4,25	-1,10	0,08	0,407
Charagua	0	-4,25	3,08	-0,22	0,140
Comarapa	0	-4,25	-3,17	0,22	0,100
Concepción	1,79	-2,46	3,68	-0,15	0,083
Cotoca	25	20,75	19,90	6,86	0,006
Cuevo	0	-4,25	-4,25	0,30	0,358
El Puente	0	-4,25	3,09	-0,22	0,197
El Torno	5,41	1,16	-4,25	-0,08	0,000
G. Saavedra	5,41	1,16	7,93	0,15	0,014
Gutiérrez	0	-4,25	-1,10	0,08	0,407
La Guardia	0	-4,25	2,15	-0,15	0,258
Lagunillas	0	-4,25	-4,25	0,30	0,365
Mairana	0	-4,25	-4,25	0,30	0,211
Mineros	2,78	-1,47	3,75	-0,09	0,107
Montero	8,33	4,08	10,51	0,71	0,026
Moromoro	0	-4,25	-4,25	0,30	0,122
Okinawa	5,41	1,16	9,78	0,19	0,019
P. Grande	0	-4,25	-4,25	0,30	0,021
Pailón	37,5	33,25	4,25	2,35	0,012
Porongo	0	-4,25	2,32	-0,16	0,248
Portachuelo	16,67	12,42	2,45	0,51	0,147
Postrevalle	0	-4,25	-0,31	0,02	0,528
Pto. Suarez	0	-4,25	-4,25	0,30	0,123
Pucará	0	-4,25	-4,25	0,30	0,600
Quijarro	0	-4,25	-4,25	0,30	0,363
Quirusillas	0	-4,25	-4,25	0,30	0,000
Roboré	0	-4,25	-2,90	0,21	0,311
S. Lomerio	0	-4,25	8,84	-0,63	0,054
Saipina	0	-4,25	-4,25	0,30	0,607
Samaipata	0	-4,25	-1,60	0,11	0,269
San Carlos	5,41	1,16	1,80	0,03	0,267
San Ignacio	0	-4,25	-3,81	0,27	0,140
San Javier	10,81	6,56	-0,36	-0,04	0,534
San José	5,41	1,16	2,00	0,04	0,244
San Julián	17,7	13,45	4,03	0,90	0,052
San Matías	0	-4,25	-3,35	0,24	0,061
San Miguel	0	-4,25	3,20	-0,23	0,160
San Rafael	0	-4,25	-2,90	0,21	0,322
San Ramón	0	-4,25	5,85	-0,41	0,124
SCZ de la S.	10,81	6,56	11,33	1,23	0,001
Santa Rosa	5,41	1,16	4,03	0,08	0,175
Trigal	0	-4,25	-4,25	0,30	0,123
Urubichá	5,41	1,16	-3,36	-0,06	0,399
Vallegrande	0	-4,25	-2,00	0,14	0,228
Warnes	22,22	17,97	5,07	1,51	0,072
Yapacaní	5,41	1,16	-2,62	-0,05	0,251

Observa-se que os municípios de Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Pailón, Warnes, Mineros e Montero conformam um aglomerado em uma região onde as formas de produção de ciclo completo e engorda prevalecem configurando, para esse período, um ecossistema secundário da febre aftosa. O município El Torno apresenta uma correlação negativa com áreas próximas com persistência da febre aftosa menor. Este município, com atividade agrícola, apresenta no seu perfil demográfico bovino, uma forte participação

da produção familiar indicado pelo CPEPP (0,53). Esta característica, somada à existência de feiras agropecuárias do município, favorece a convergência de animais de outras regiões, tornando-se uma ponte para o comércio entre áreas de extração para o mercado do ocidente. Segundo Ortiz-Pelaes *et al.* (2006) e Robinson e Christley (2007), estas peculiaridades de “transitabilidade” tornam os centros de comércio em alvos de tarefas sanitárias devido ao risco de difusão de doenças.

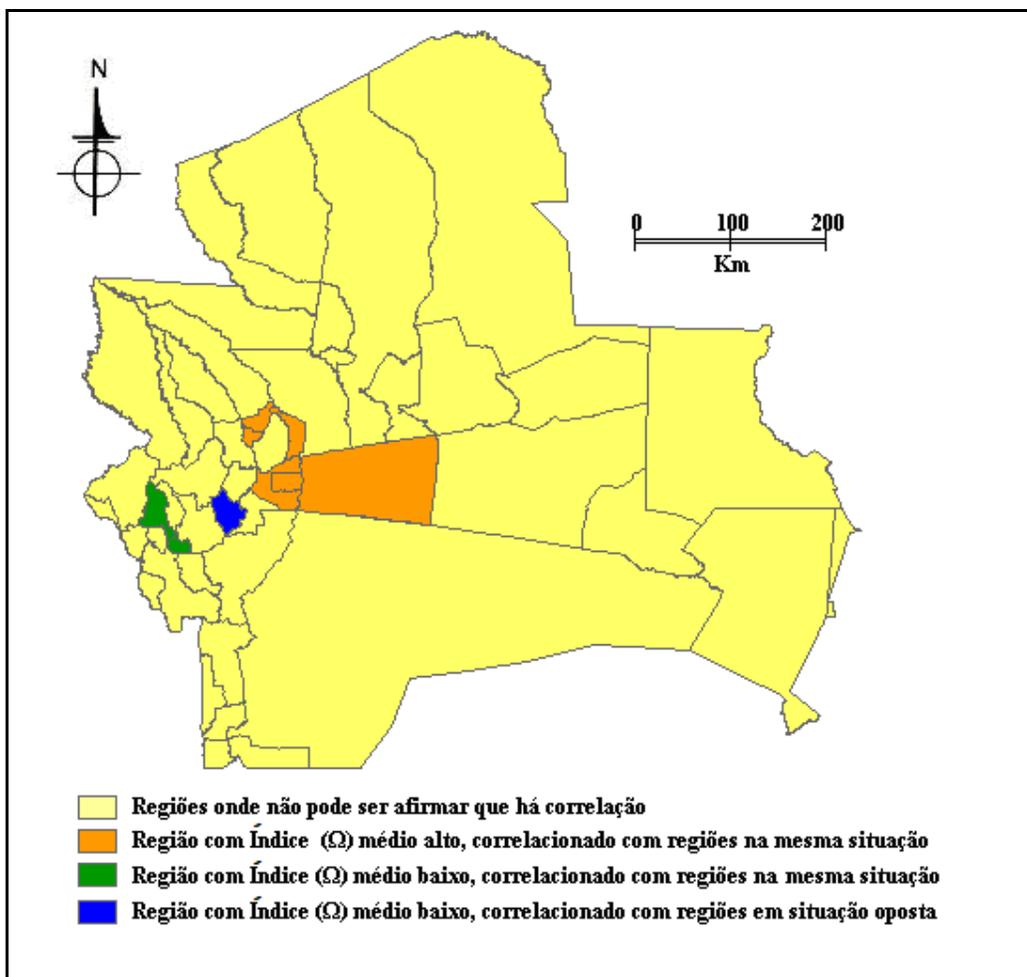


Figura 12. Índice de Auto-correlação Espacial Local Moran para o Índice de persistência (Ω) da febre aftosa nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz - Bolívia, no período de 2000-2002.

O teste de varredura, puramente espacial identificou um *cluster* de casos com um raio de 31.04 Km ($p = 0,001$) abrangendo os municípios de Warnes, Montero, Cotoca e Portachuelo (Tab. 17, Fig. 13), área semelhante à identificada pelo método de

correlação espacial local. Considerando o aspecto puramente temporal, o modelo identificou uma janela no período de janeiro a julho de 2000 com um risco de 5,24 vezes superior ao esperado (p -valor de 0,001) (Tab. 18).

Tabela 17. Análise espacial retrospectivo de varredura, modelo Poisson, para a detecção de conglomerados de propriedades afetadas pela febre aftosa nos municípios do Departamento de Santa Cruz - Bolívia, entre os anos 2000-2002.

<i>Cluster</i>	Municipios	PT*	CT*	PC*	CC*	CE*	CC/CE*	RR*	Valor-P
Máis Provável	Warnes Montero Cotoca Portachuelo	10571	91	1480	42	12,74	3,30	5,27	0,001

* PT-População Total, CT-Casos Totais, PT-População do *Cluster*, CC-Casos no *Cluster*, CE-Casos Esperados, RR - Risco Relativo.

Tabela 18. Análise temporal retrospectivo de varredura para detecção de *clusters* de propriedades afetadas pela febre aftosa, Santa Cruz – Bolívia, entre os anos 2000-2002.

<i>Cluster</i>	Municipios	Espaço de Tempo	No. de Casos	CE*	RR*	Valor-P
Mais Provável	Todos	2000/1/1 - 2000/7/14	48	15,98	5,24	0,001

* CE-Casos Esperados, RR - Risco Relativo.

O teste de varredura espacial espaço-temporal identificou dois *clusters*: um primário, com um raio de 154,16 Km ($p < 0,001$), constituído pelos municípios de San Javier, Concepción, San Julián, Urubicha, Okinawa, Mineros, Saavedra, Montero, Sta. Rosa del Sara, Portachuelo e

Warnes; o cluster secundário localizado no município de Cotoca ($p < 0,001$). A janela de tempo em que os aglomerados foram identificados compreendeu os períodos de janeiro a agosto de 2000 e maio a junho de 2001, respectivamente (Tab. 19, Fig. 14).

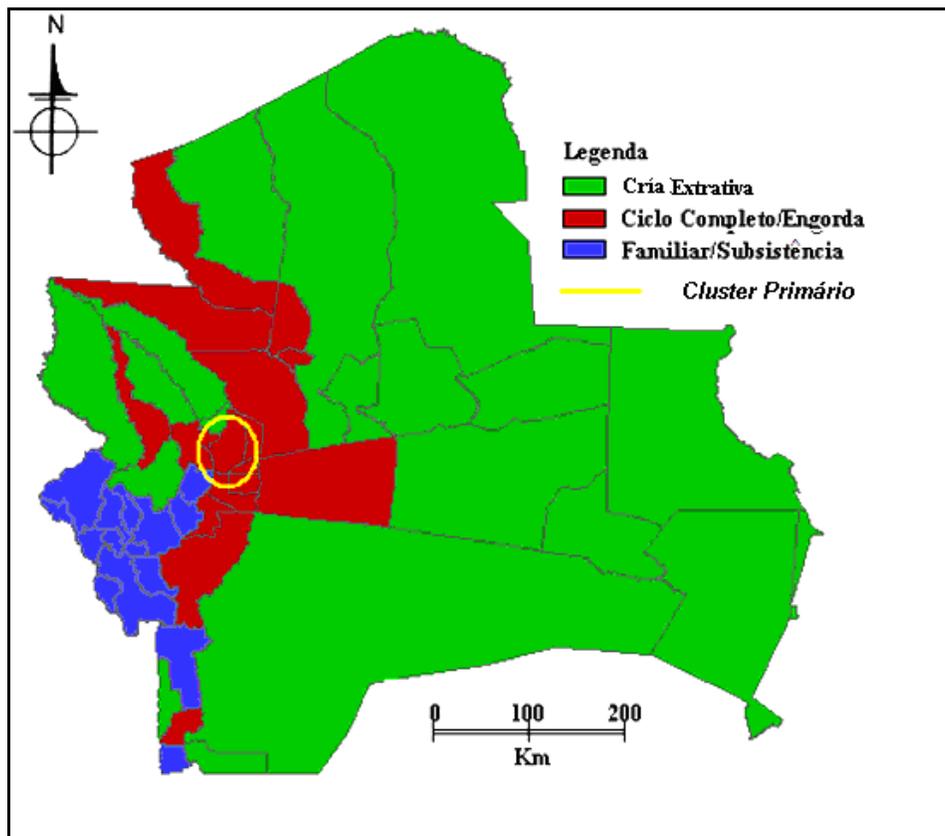


Figura 13. *Cluster* identificado pelo teste de varredura espacial em propriedades afetadas pela Febre Aftosa no *Departamento* de Santa Cruz – Bolívia, no período de 2000-2002.

Tabela 19. Análise espaço-temporal retrospectivo Modelo Poisson de varredura para detecção de *clusters* de bovinos afetados pela febre aftosa, *Departamento* de Santa Cruz, entre os anos 2000-2002.

Cluster	Municipios	Espaço de Tempo	PT*	CT*	PC*	CC*	CE*	CC/CE*	RR*	Valor-P
Mais Provável	San Javier Concepción San Julián Urubichá	1/01/2000 – 3/08/2000	10571	91	3815	37	6,38	5,80	9,08	0,001
	Okinawa Mineros Saavedra Montero Sta. Rosa del Sara Portachuelo Warnes									
Secundário	Cotoca	11/05/2001 – 19/06/2001	10571	91	502	8	0,16	48,51	53,14	0,001

* PT-População Total, CT- Casos Totais, PC – População do *Cluster*, CC- Casos no *Cluster*, Casos Esperados RR - Risco Relativo.

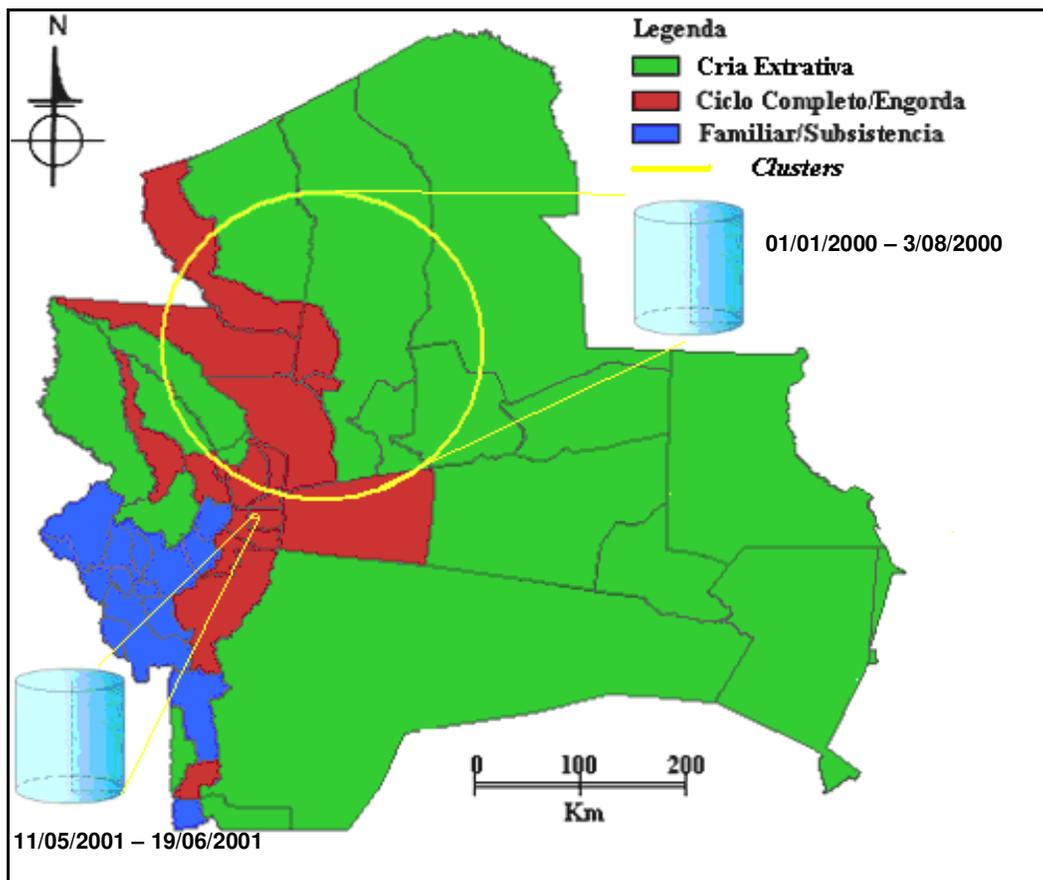


Figura 14. *Clusters* identificados pelo teste de varredura espacial em propriedades afetadas pela Febre Aftosa nos municípios de Santa Cruz – Bolívia, no período de 2000-2002.

O último registro confirmado da febre aftosa em bovinos no *Departamento* de Santa Cruz foi em 26 de janeiro de 2007, no qual foram totalizados cinco brotes com 20 propriedades afetadas, sendo responsável o vírus tipo “O”, cepa endógena da América do Sul (O/N.Chavez/Santa Cruz/Bol/07, Panaftosa, 2007) (Anexo 10). A distribuição de propriedades afetadas pela doença apresenta-se na Fig. 16. Observa-se que a

manifestação da doença ocorreu de forma similar ao período 2001-2002, em municípios cujas formas de produção e comércio predispõem manifestações epizooticas da febre aftosa. Respeito aos últimos episódios, ao ter se tratado de uma região sem manifestação da doença há mais de quatro anos, estes foram estritamente de caráter epidêmico.

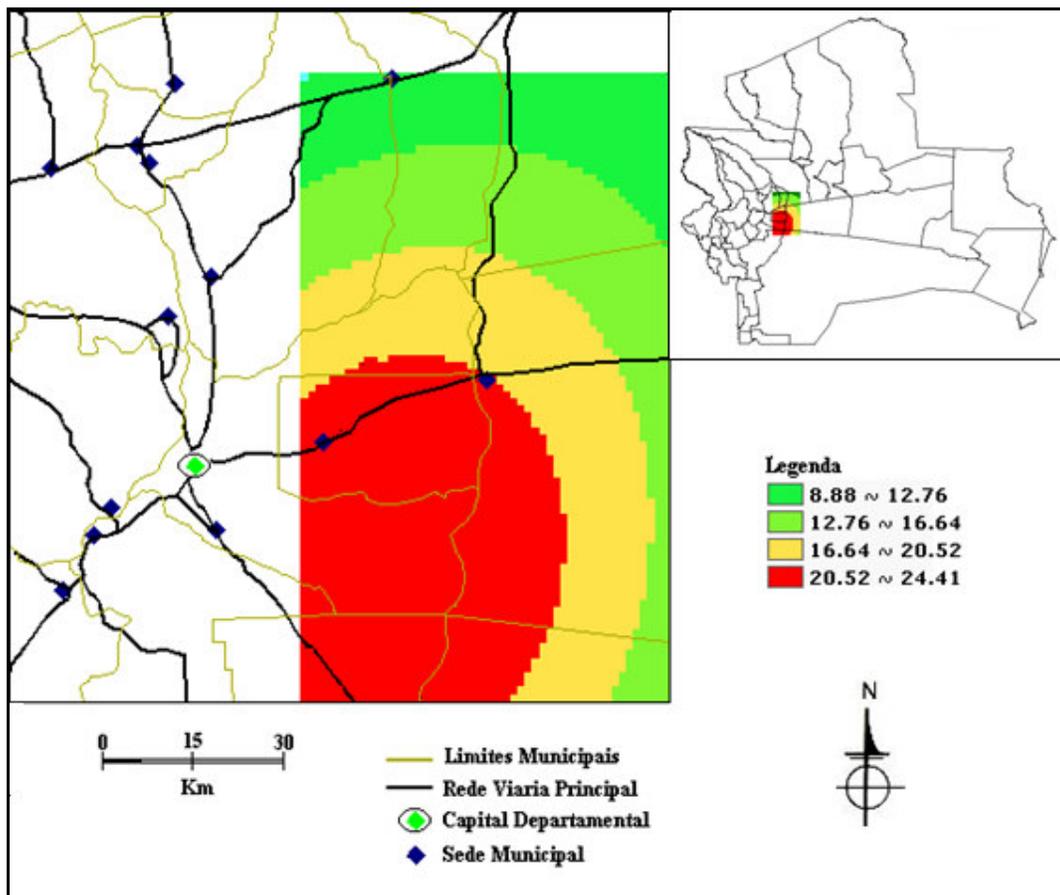


Figura 15. Mapa *Kernel* das propriedades pecuárias afetadas pela febre aftosa no Departamento de Santa Cruz, no ano de 2007 (Raio = 60 Km).

5. CONCLUSÕES

A análise da estrutura da rede de movimento de bovinos permitiu identificar relações centro-dependentes consistentes com as características de intensidade e finalidade do trânsito de bovinos como resultado das formas de produção prevalentes nos municípios de Santa Cruz, Bolívia no período de 2004-2006.

Os indicadores de grau de centralidade, o índice de centralização, os modelos centro/periferia e *Clusters* hierárquicos possibilitam o manejo e análise de dados de trânsito de bovinos para sua caracterização e regionalização.

As regiões com o predomínio de formas empresariais de engorda e ciclo completo de bovinos constituem áreas vulneráveis para a ocorrência de epidemias de Febre Aftosa no *Departamento* Santa Cruz tornando-se, deste o ponto de vista sanitário, áreas mais dependentes das tarefas de vigilância epidemiológica aplicada a esta doença.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANSELIN, L. Local indicators of spatial association – LISA. *Geographical Analysis*, v.27, p. 93-116, 1995.
- ASTUDILLO, V. Formas de organização da produção como determinantes de risco de febre aftosa. *A Hora Vet.* v.3, n, 17, p. 11 – 20, 1984.
- ASTUDILLO, V. M.; DORA, J.F.P.; SILVA, A.J.M. Ecosystems and regional strategies for foot-and-mouth disease control. Application to the case of Río Grande do Sul. Brazil. *Bol. Cent. Panam.Fiebre Aftosa*, n.52, p. 47-77, 1986.
- ASTUDILLO, V.M; ZOTTELE. A.; DORA. F. Desarrollo ganadero y salud animal en Latino América. *Bol.Cent.Panam. Fiebre Aftosa.*, v. 57, p. 7-14, 1991.
- ASTUDILLO, V.; SUTMOLLER, P. Regionalización en el análisis de riesgo de fiebre aftosa para América del Sur. In: REUNIÓN DEL COMITÉ DE ENFERMEDADES EXÓTICAS SE LA ASOCIACIÓN DE SALUD ANIMAL DE LOS EEUU, 1995. p.57-61. Disponível em:< <http://bvs.panaftosa.org.br/cgi-bin/wxis1660.exe/lildbi/iah/em1995>>. Acesso em: 26 de janeiro de 2008.
- BAHN, U. *Marco referencial para programas de desarrollo pecuario en el Chaco Sur.* Programa de Desarrollo Integral del Chaco Boliviano, Santa Cruz: OEA, 1989.
- BAILEY, T.C.; GATRELL, A.C. *Interactive spatial data analysis.* Longman: Harlow. Reino Unido. 1995.
- BEVILACQUA, P.D.; MODENA, C.M.; MOREIRA, E.C.; LEITE, R.C. Definição dos ecossistemas para anemia infecciosa eqüina em Minas Gerais, Brasil, 1973 a 1991. *Arq. Bras. Med. Zootec.* v.48, n.1, p. 7-18,1996.
- BOLÍVIA. Decreto Supremo 25717, *define una zonificación del país creando unidades denominadas macroregiones.* 2000a.
- BOLÍVIA. Ley 2061. *Crea el Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria – SENASAG – bajo la dependencia del MAGDR.* 2000b.
- BOLÍVIA. Decreto supremo 25729. *Establece la organización y funcionamiento del SENASAG.* 2000c.
- BOLÍVIA. *Resolución Administrativa del SENASAG 005/01. Art. 1. Se establece el Programa Nacional de Erradicación de la Fiebre Aftosa en Bolívia – PRONEFA – bajo la dependencia directa de la Jefatura Nacional de Sanidad Animal del SENASAG.* 2001a.

- BOLÍVIA. Resolución Administrativa del SENASAG 005/01. Art.3. Aprueba el formato oficial del Certificado de Vacunación contra la fiebre aftosa y de la guía de movimiento de animales. 2001b.
- BOLIVIA. Ministerio de Agropecuaria Desarrollo e Ganadería (MAGDR). Manual del Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica. SENASAG/Área Nacional de Epidemiología Veterinaria. Trinidad. Bolivia. 62 p. 2006a.
- BOLIVIA. Ministerio de Agropecuaria, Desarrollo y Ganadería (MAGDR). Fundación de Desarrollo del Trópico Húmedo. *Caracterización de la cadena productiva de carne*. 2006b. Disponível em: < http://www.tropico.org.bo/est_bovinos.htm >. Acesso em: 15 de janeiro de 2008.
- BORGATTI, S.P. How to explain hierarchical clustering. *Connections*, v.17, n.2, p.81-84,1994.
- BORGATTI, S.P.; EVERETT, M.G.; Models of core/periphery structures. *Social Networks*, v. 21, p.375-395, 1999.
- BORGATTI, S.P.; EVERETT, M.G.; FREEMAN. L.C. *Ucinet 6 for Windows*. Harvard: Analytic Technologies. 2002. (Software Registrado)
- CAETANO, J. *Avaliação de risco nos focos de febre aftosa em bovinos, Minas Gerais. 1992-1994*. 1996. 68 P. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- CAETANO, J. *Risco de febre aftosa associado ao trânsito de bovinos no Triângulo Mineiro, Minas Gerais, Brasil*. 2000. 101 P. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- CORTÈS, G.J. *Dinâmica de la Sociologia Rural en Bolivia*. Oruro: Latinas, 2003.
- DEAN, A.G.; DEAN, J.A.; BURTON, A.H. et al. *EPIINFO: Database and statistics software for public health professionals*. Version 3.3.2. Atlanta, 2007. Disponível em: < <http://www.cdc.gov/epiinfo/>>. Acesso em: 26 de Janeiro de 2008.
- FÈVRE, E.M.; BRONSVOORT, B.M.; HAMILTON, K.A. et al. Animal movements and the spread of infectious diseases. *Trends in Microbio*,. v. 14, n.3, p. 125-131, 2006.
- FREEMAN, L.C. Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*. v.1, p. 215-239, 1979.
- FRIEDMAN, S.R.; ARAL, S. Social networks, risk-potencial networks, health and disease. *J. Urban Health*, v.78, n.3, p. 411-418, 2001.
- GARECA, V.R.D. *Formas de produção pecuária y análisis del tránsito bovino en el Departamento de Santa Cruz*. 2006. 71 P. Monografía (Para a obtenção do título de Médico Veterinário Zootecnista) Faculdade de Ciências Veterinárias, Universidade Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- HANNEMAN, R.A.; RIDDLE, M. Introduction to social network methods. Riverside. CA: University of California. Riverside. 2005. Disponível em: <<http://faculty.ucr.edu/~hanneman/>>. Acesso em 2 de novembro de 2007.
- IBISCH, P. Plan de conservación y desarrollo sostenible para el Bosque Seco Chiquitano. Cerrado y Pantanal boliviano. Santa Cruz de la Sierra: FAN – FCBC. 2002.
- JOHNSON, S.C. Hierarchical clustering schemes. *Psychometrika*, v. 32, p. 241-253, 1967.
- KULLDORF, M.; NAGARWALLA, N. Spatial disease clusters: detection and inference. *Statist.Med.*, v. 14, p.799-810, 1995.

- KULLDORFF, M. SaTScan(TM) v7.0: software for the spatial and space-time scan statistics. 2007. Disponível em: <www.satscan.org>. Acesso em : novembro de 2007.
- LAUMANN, E.O.; PAPP, F.U. *Networks of Collective Action: a perspective on community influence systems*. New York: Academic Press, 1976.
- LEON, E.A.; STEVENSON, M.A.; DUFFY, S.A. et al. A description of cattle movements in two departments of Buenos Aires province. Argentina. *Preventive Veterinary Medicine*, v.76, p.109-120, 2006.
- LUCHA contra la fiebre aftosa en América del Sur (Quinquenio 1967/1971). Rio de Janeiro: Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, 1973. (*Série de Monografías Científicas y Técnicas*. n. 1).
- MACHADO, M.A.J. *Aftosa*. Albany: State University of New York, 1969, 182 p.
- MÁLAGA, H.; WANDERLEY, M.; DE LA CANAL, H. et al. Observaciones sobre el riesgo de ocurrencia de fiebre aftosa. *Bol. Cent. Panaftosa*, n.23-24, p. 51 – 67, 1976.
- MARSHAL, A. *Principles of economics*. Londres: McMillan, 1920.
- MICROSOFT Corp. Office/Excel 2003. Planilha eletrônica Excel. Portland: Microsoft Research 2003.
- MORAES, G. The bovine commercialization circuits as elements of sanitary intervention. *Bol. Cent. Panaftosa*, v. 59, n.1, p. 29-44, 1993.
- MORAN, P.A.P. Notes on continuous stochastic phenomena. *Biometrika*, v. 37, n.1, p.17-23, 1950.
- NÚMEROS de nuestra tierra: *diagnóstico del sector agropecuario regional*. Santa Cruz. Bolívia: NUMEROS,2000. p.-2-7.
- OBIAGA, J.A.; ROSENBERG, F.J.; ASTUDILLO, V. M. et al. Characteristics of livestock production as determinant of foot-and-mouth disease ecosystems. *Bol. Cent. Panam. Fiebre Aftosa*. v. 33/34, p.33-52, 1979.
- OLASCOAGA, R.C.; GOMES. I.; ROSENBERG, F.J. et al. Fiebre aftosa. São Paulo; Atheneu; 1999. 458 p.
- ORTIZ-PELAEZ, A.; PFEIFFER, D.U.; SOARES-MAGALHÃES et al. Use of social network analysis to characterize the pattern of animal movements in the initial phases of the 2001 foot and mouth disease (FMD) epidemic in the UK. *Prev.Vet Med.*, v. 76, p.40-55, 2006.
- ORTIZ, M.J.B. *La Epidemiología de la fiebre aftosa (En el Área Integrada de Santa Cruz)*.2000. 53 P. Tese de Grau (Para a obtenção do título de Médico Veterinário Zootecnista) - Faculdade de Ciências Veterinárias, Universidade Autônoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz de la Sierra - Bolívia.
- PANAFTOSA: informações sobre la ocurrencia de fiebre aftosa en Bolívia, 2007. Disponível em: <http://www.panaftosa.org.br/inst/FOCO_FM_D/bolDoc200724e.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2007.
- PANORAMA de la situación de los bovinos de Carne. 2002. Disponível em: <<http://www.infoagro.gov.bo/infoagro/index.htm>>. Acesso em: 25 de novembro de 2007.
- PASTOR-SATORRAS, R.; VESPIGNANI. A. Epidemic dynamics and endemic states in complex networks. *Physical Review E*, v. 63, p. 066117, 2001.
- POULIN, B.M.; THOMPSON, R.A.; CHRIEL, M. et al. Network analysis of Danish cattle industry trade patterns as an evaluation of risk potential for disease spread. *Preventive Veterinary Medicine*. v.76, p. 11-39, 2006.

PORTER, M. E. The economic performance of regions. *Regional Studies*. v. 37, n.67, p. 549-78, 2003.

RECONOCIMIENTO de la situación sanitaria de los Países Miembros respecto de la fiebre aftosa. RECONOCIMIENTO, 2007. Disponível em <http://www.Reconocimiento.int/esp/info/es_fm_d.htm> Acesso em : 15 de janeiro de 2008.

ROBINSON, S.E.; CHRISTLEY, R.M. Exploring the role of auction markets in cattle movements within Great Britain. *Preventive Veterinary Medicine*, v.81, p. 21-37. 2007.

ROCA, A.C. El rol de los municipios en el desarrollo rural con pequeños productores. In: TALLER SOBRE LA INVESTIGACIÓN PECUARIA Y PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO CON PEQUEÑOS PRODUCTORES, 2000, Yapacaní-Santa Cruz. *Memórias*. Santa Cruz: CIAT/NRI, 2000. p.52-53.

ROSENBERG, F.J.; GOIC, R.M. Programas de controle e prevenção de la fiebre aftosa en las Américas. *Bol. Cent. Panaftosa.*, v. 12, p.1-22. 1973

ROSENBERG, F.J. *Principios de epidemiología*. Rio de Janeiro, Centro Panamericano de Fiebre Aftosa, 1975. 98 p. (Série de manuales didácticos n.1).

ROSENBERG, F.J. Social structure and veterinary epidemiology in Latin America. *Bol. Cent. Panam Fiebre Aftosa*, v. 52, p.3-45, 1986.

SCOTT, A.; STORPER, M. Regions, globalisation, development. *Regional Studies*, v.37, n.6-7, p. 579-93, 2003,

SEMITIEL, G.M.; NOGUERA, M.P. Los sistemas productivos regionales desde la perspectiva del Análisis de Redes. *Revista Hispana para el Análisis de redes sociales*. v.6, n.3, 2004. Disponível em: <<http://revista-redes.rediris.es>>. Acesso em: 09 de maio de 2006.

SERRÃO, U.M., DORA, F.; MUZIO, F. et al. Atención veterinaria local. *Bol.Centr.Panam Fiebre Aftosa*, v.57, 1991.

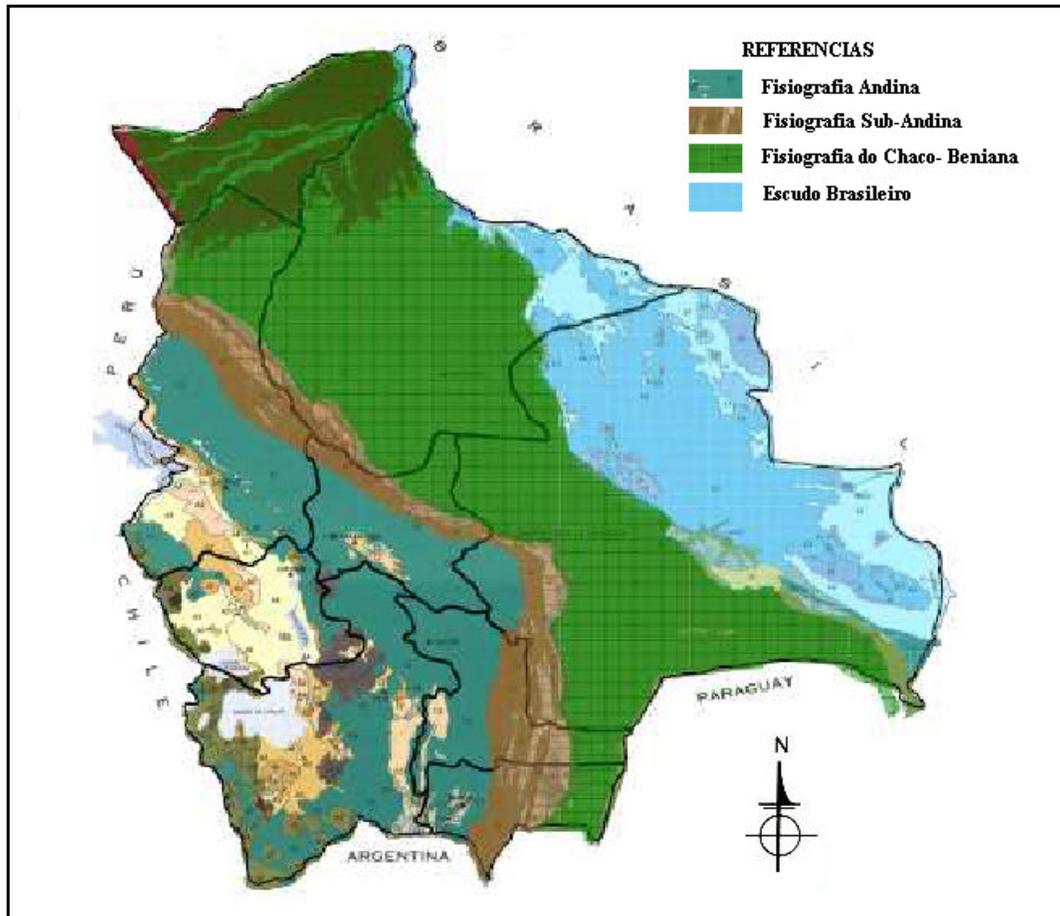
TERRAVIEW versão 3.1.4., 2007. Software disponível em: <<http://dpi.inpe.br/terraview>>.

WASSERMAN, S.; FAUST, K. *Social network analysis: methods and applications*. Cambridge: Cambridge University, 1994. 825 p.

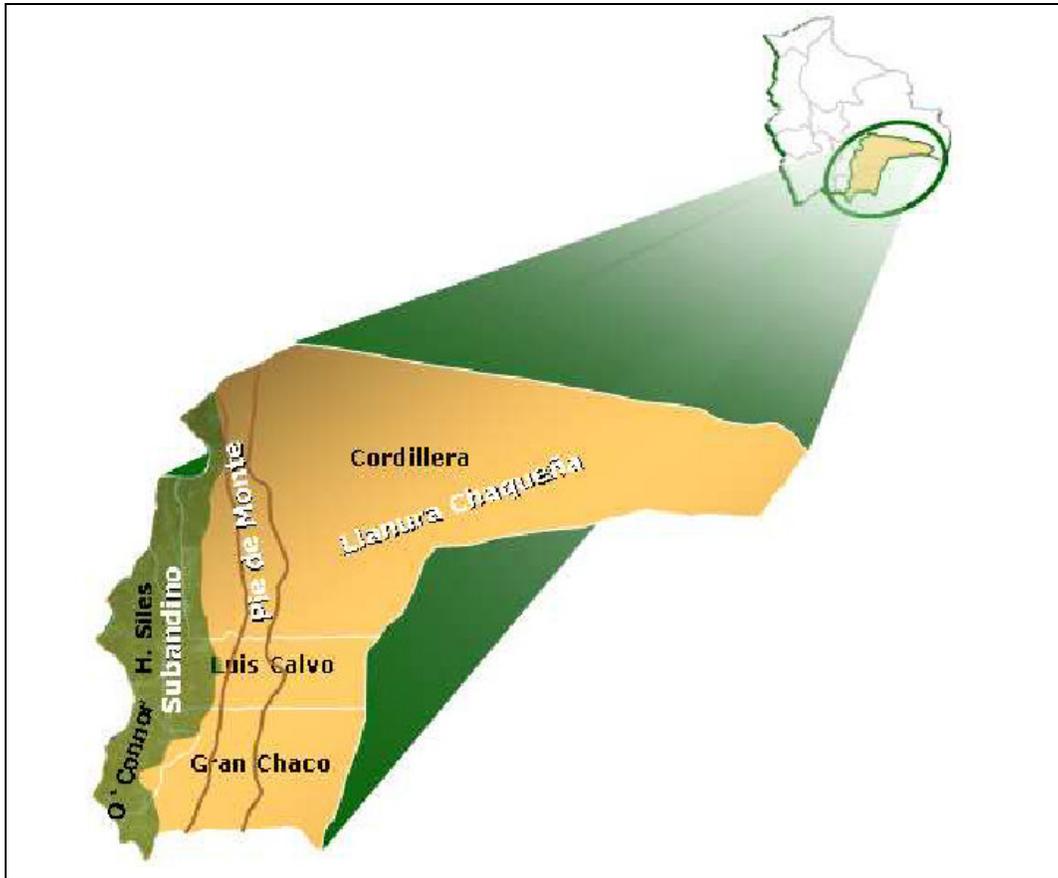
WEBB, C.R. Farm animal networks: unraveling the contact structure of the British sheep population. *Prev. Vet. Med.*, v.68, p.3-17, 2005.

7. ANEXOS

Anexo 1. Províncias Fisiográficas da República de Bolívia (Bolívia, 2006b)

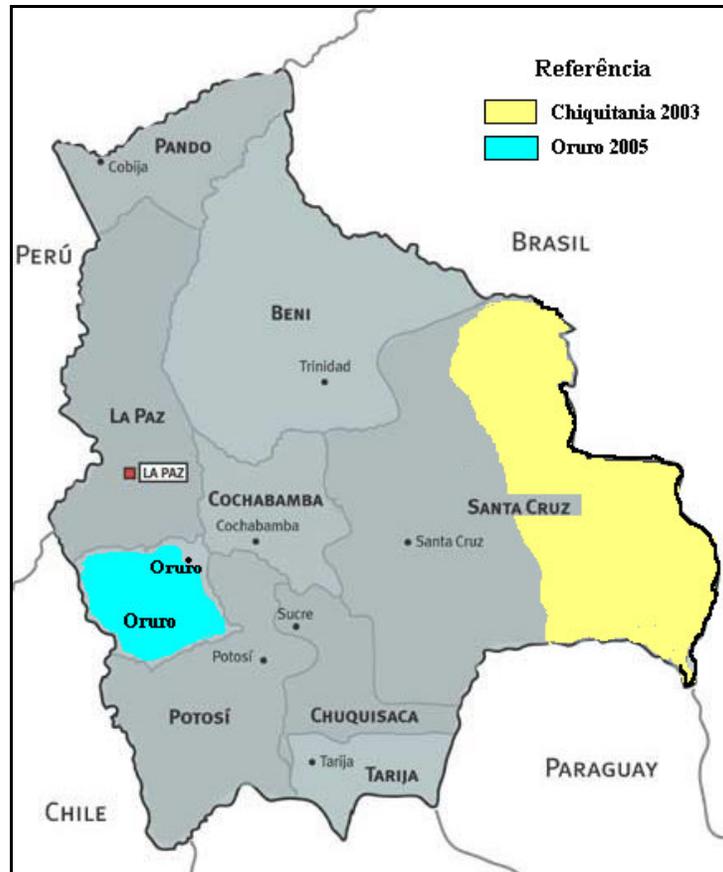


Anexo 2. Macro-região do *Chaco*, Bolívia.

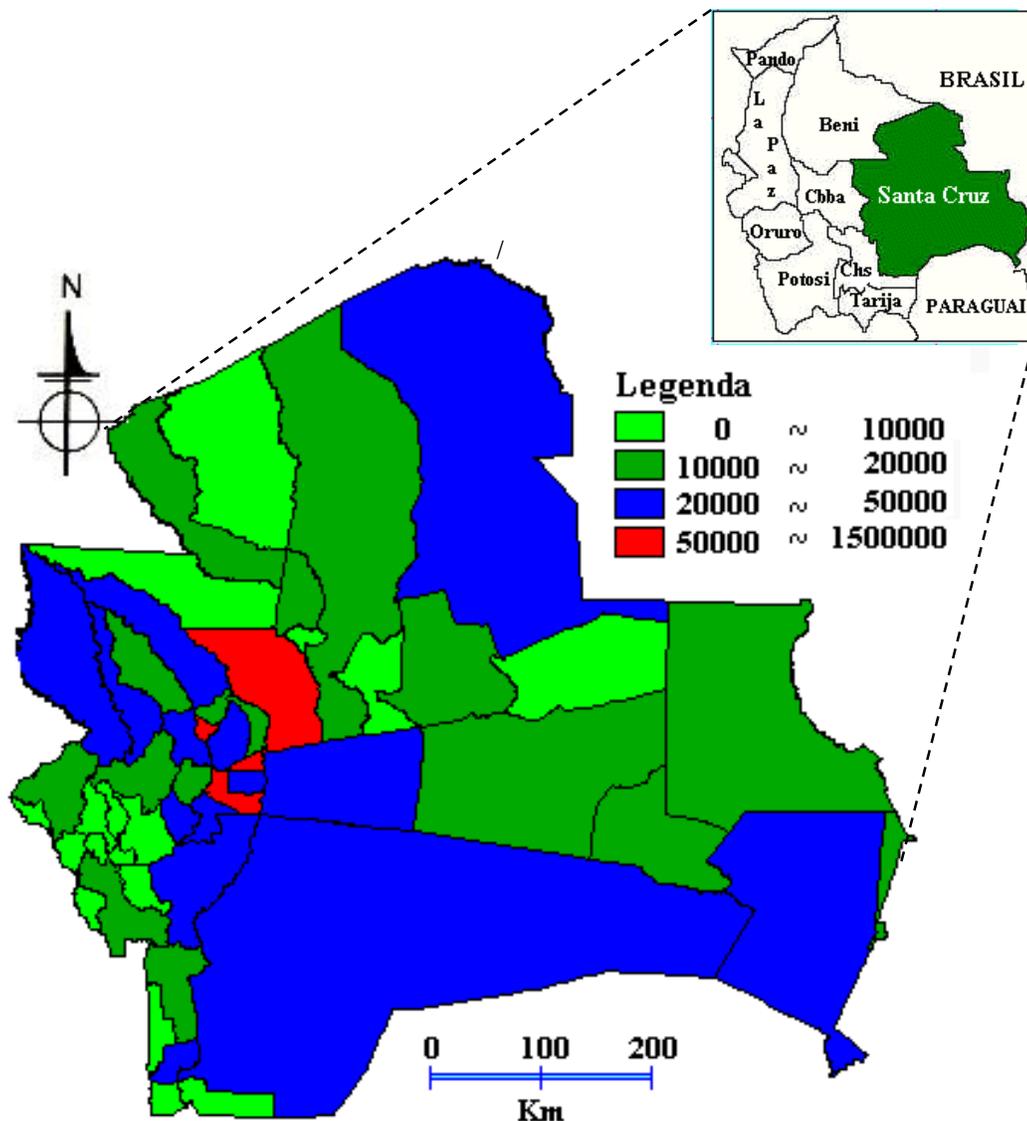


Fonte: Bolívia, 2006b

Anexo 3. Zonas certificadas internacionalmente pela OIE como livres da febre aftosa com pratica de vacinação

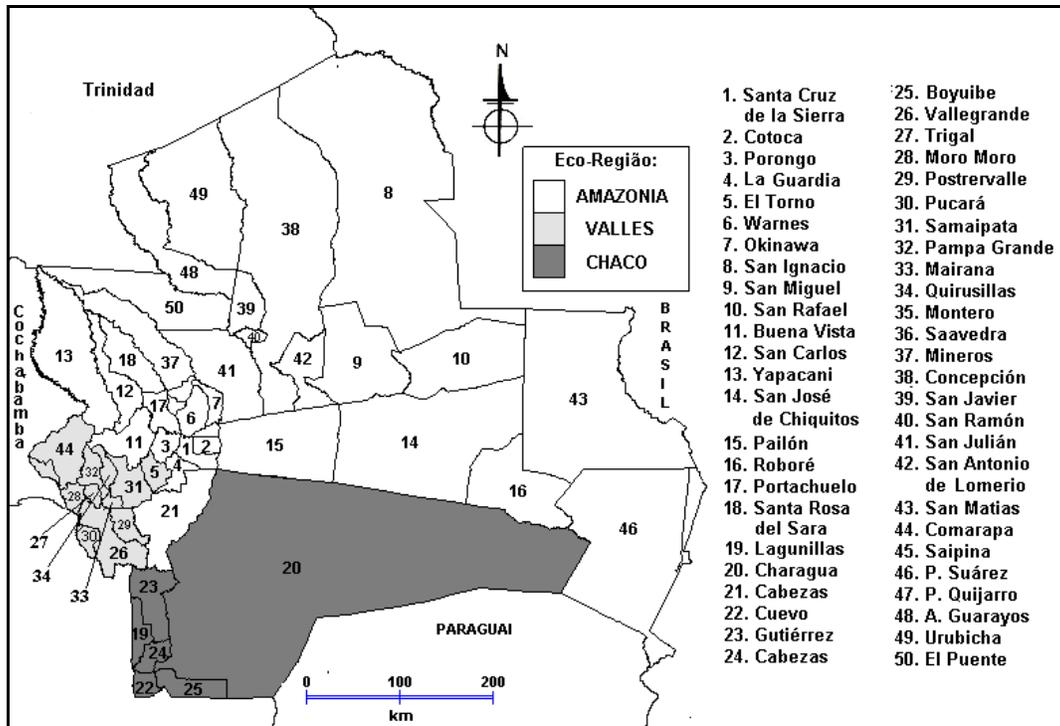


Anexo 4. Distribuição da população humana nos municípios do Departamento de Santa Cruz– Bolívia, 2006

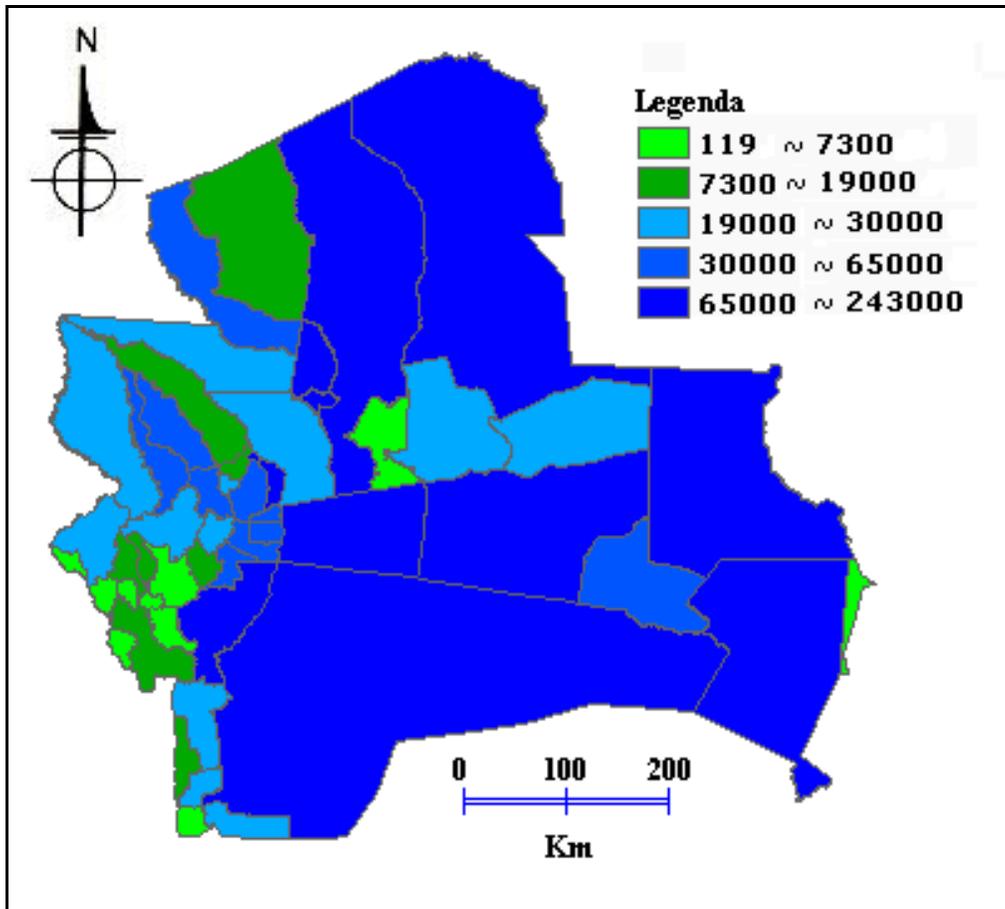


Fonte de Datos: INE, 2007

Anexo 5. Mapa do *Departamento* de Santa Cruz - Municípios e Eco-regiões.



Anexo 6. Distribuição de bovinos nos municípios do *departamento* de Santa Cruz.



Fonte de Dados: SENASAG - 2006

Anexo 7. Formulario Oficial da *Guía de Movimiento de Animales*



MINISTERIO DE ASUNTOS CAMPESINOS Y AGROPECUARIOS
SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA E INOCUIDAD ALIMENTARIA
senasag
BOLIVIA
GUIA DE MOVIMIENTO DE ANIMALES

RESOLUCIONES ADMINISTRATIVAS N.º. 05/2001 y 000/2002

COD. 02 N°

1. IDENTIFICACION

ORIG Pred Fer Exp Remate DESTIN Exp Mercado Fer

Procedo Retirado

Nombre.....
 Nombre.....
 Propietario(s).....
 Propietario(s).....

Mm. Reg. / Catastro:..... Mm. Reg. /
 Catastro:.....
 Municipio:..... Dpto:..... Municipio:.....
 Dpto:.....

2. DETALLE DE LOS ANIMALES A MOVILIZAR

CATEGORIA DE ANIMALES BOVINOS Y SUBALINOS	TOTAL	MARCAS Y CONTRA MARCAS	CATEGORIA DE ANIMALES PORCINOS
Terminos			Marranos
Vaquillas			Verracos
Tornillos			Garrinos
Tornillos			Lechones
Novillos			TOTAL
Vacas			TOTAL LITERAL
Toros			DIFERENTES ESPECIES
Bueyes			Caprinos
TOTAL			Cuinos
			Equinos
TOTAL LITERAL			

3. OBJE TIVO DE MOVIMIENTO

Faeno Cría / Engorde Cría / Reproducción Exposición Remate Feria Mercado

4. MEDIO DE TRANSPORTE

Camión Tren Barco Arreo Otros.....

Conductor / Transportador:..... Identificación del Transporte:.....

5. DATOS DE LA VACUNACION

Este ganado ha sido vacunado contra la fiebre aftosa en fecha:.....

Tal como consta en el (los) certificado (s) Nro:..... Laboratorio:..... Partida:.....

Fiscalizado por el veterinario oficial Dr.:..... Procedencia:..... Vendimiento:.....

6. AUTORIZACION DE MOVIMIENTO

Ruta autorizada:.....

Es dado en:..... fecha:.....

Válido hasta el:.....

Nombre del funcionario que emite:..... Firma..... Sello.....

Observaciones:.....

SOLICITANTE:.....

7. CONTROLES Y FISCALIZACION DURANTE LA MOVILIZACION

P. de Control Resp.	Destino Final			
Firma y sello	Firma y sello	Firma y sello	Firma y sello	
Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
Hora	Hora	Hora	Hora	Hora

NOTA: Esta guía debe ser presentada en los puestos de control fijos y móviles y para su emisión es obligatoria la presentación del último certificado de vacunación contra la fiebre aftosa del (los) hatos(s) bovino de origen.

Fonte: SENASAG

Anexo 8^{a,b}. Sistema do Banco de Dados das Guias de Movimentação de Animais, criado em programa Epi Info™.

a)

Registro N° 1 of 1

Abrir Guardar Imprimir Buscar Borrar Opciones Ayuda Salir

Página Datos GMA 1 Datos GMA 2 Formulario de Captación 3

Talonnario 0000951.001000 Guia N° 000960 Recibo N° 009875

ORIGEN

Nombre (Propiedad) Cañada

Propietario

N° Reg/ Catastro

Municipio Paillón

Departamento SCZ

PREDIO
 FERIA
 EXPOS.
 REMATE

DESTINO

Nombre FRIMUP

Propietario HAM

N° Reg./Catastro

Pais Bolivia

Departamento SCZ

Municipio SCZ de la Sierra

Expos.
 Matadero
 Feria
 Predio
 Remate

b)

Registro N° 1 of 1

Abrir Guardar Imprimir Buscar Borrar Opciones Ayuda Salir

Página Datos GMA 1 Datos GMA 2 Formulario de Captación 3

Categoria de Bovinos y Bubalinos

Termeros 000

Vaquillas 000

Torillos 000

Torettes 000

Novillos 0030

Vacas 000

Toros 000

Bueyes 000

Bufalos 000

Total 0000 0000 0030 0030

Por Motivo de Destino

Para Cria

Normal 0000

Remate 000

Exposición 000

Mercado 000

Para Faeneo

Machos 000

Hembras 000

Novillos 030

Porcinos

Marranas 000

Verracos 000

Gorrinos 000

Lechones 000

Total 000

Otras Especies

Caprinos 000

Ovinos 000

Equinos 000

Camelidos 000

OBJETIVO MOVIMIENTO

Faeneo

Cria/Engorde

Cria/Reproducción

Exposición

Remate

Feria Mercado

MEDIO DE TRANSPORTE

Camión

Tren

Barco

Arreo

Otros

FECHA 03 06 2003

Fonte: Gareca, (2006) – FEGASACRUZ – SENASAG

Anexo 9. Tabela Matricial de Origem e Destino com o numero de bovinos movimentados nos municípios do *Departamento* de Santa Cruz, ano de 2006.

The screenshot shows the UCINET Spreadsheet application window. The main area displays a matrix with municipalities as both rows and columns. The municipalities listed are: A. Guarayos, Boyuibe, Buena Vista, Cabezas, Camiri, Carmen Rivero, Charagua, Colpa Belgica, Comarapa, Concepción, Cotoca, Cuatro Cañadas, and Cuevo. The matrix contains numerical values representing the number of bovine movements. The control panel on the right shows 'Current cell' at Row 0, Col 0, 'Dimensions' at 76 rows and 76 columns, and 'Mode' set to 'Normal'.

	A. Guar...	Boyuibe	Buena ...	Cabezas	Camiri	Carmen...	Charagua	Colpa
A. Guarayos	725	0	0	450	0	0	0	
Boyuibe	0	0	0	0	582	0	0	
Buena Vista	0	50	0	0	0	0	0	
Cabezas	0	0	0	0	45	0	36	
Camiri	0	4	0	0	2926	0	0	
Carmen Rivero	0	0	0	0	0	600	0	
Charagua	0	0	32	244	567	0	326	
Colpa Belgica	0	0	0	0	0	0	0	
Comarapa	0	0	0	0	0	0	0	
Concepción	0	0	33	166	0	0	0	
Cotoca	632	0	0	706	0	0	250	
Cuatro Cañadas	0	0	30	0	0	0	0	
Cuevo	0	0	0	0	115	0	0	

Anexo 10. Correlación genética entre os vírus de Febre Aftosa tipo O/Santa Cruz/Bol/02 e cepas aisladas na Bolívia e na região (Panaftosa, 2007).

