

JOSÉ LOPES DA SILVA JÚNIOR

**CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE TRÂNSITO DE BOVINOS DO
ESTADO DE PERNAMBUCO**

RECIFE

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

JOSÉ LOPES DA SILVA JÚNIOR

**CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE TRÂNSITO DE BOVINOS DO
ESTADO DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Veterinária do Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência Veterinária.

Orientador:

Prof. Dr. Jean Carlos Ramos da Silva

Co-orientadores:

Prof. Dr. Marcos Amaku

Prof. Dr. José Henrique Hildebrand Grisi Filho

RECIFE

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA VETERINÁRIA

**CARACTERIZAÇÃO DA REDE DE TRÂNSITO DE BOVINOS DO
ESTADO DE PERNAMBUCO**

Dissertação de Mestrado elaborada por
JOSÉ LOPES DA SILVA JÚNIOR

Aprovada em: 27 / 02 / 2015.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. JEAN CARLOS RAMOS DA SILVA
Orientador – Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE

Prof. Dr. JOSÉ HENRIQUE HILDEBRAND GRISI FILHO
Universidade de São Paulo

Dr^a. FABÍOLA DO NASCIMENTO CORREA
Laboratório Nacional Agropecuário, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

Dra. ERIVÂNIA CAMELO DE ALMEIDA
Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco

Dedico
A paiho e mainha, pela vida
e ensinamentos que me foram dados.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo a Deus, por tudo e mais um pouco.

Aos meus avós maternos e paternos (*in memoriam*) e em especial às vovós *Severina Lopes da Silva* – “Vó Biba” e *Marina Ferreira do Nascimento* “Vó Marina”.

Aos meus pais, minha mãe (*Maria José Nascimento da Silva*) e meu pai (*José Lopes da Silva*), pela minha existência, por toda ajuda e por todo amor e carinho, incondicionalmente, me ofertado durante todo o tempo da minha existência.

A minha namorada *Silvia Isabel*, ou simplesmente *Isabel*, pelo amor, dedicação, apoio e muita paciência.

À tia Bernadete, pela receptividade e apoio durante minha estada em São Paulo;

Ao meu orientador, professor *Jean Carlos*, a quem tenho uma grande admiração desde meus tempos de graduação, pela confiança, compreensão, apoio, incentivo, motivação e por ter me proporcionado mais esse aprendizado.

Aos meus co-orientadores, professor *Marcos Amaku* e Prof. *José Henrique Hildebrand Grisi Filho* por compartilharem dos seus conhecimentos, por toda colaboração e boa vontade em esclarecerem minhas dúvidas.

A todos os professores do Programa de pós-graduação em Ciência Veterinária e em especial à coordenação na pessoa do professor Dr. *Hélio Manso Filho* e do Dr. *Fábio de Souza Mendonça*.

Aos professores do Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal – VPS (FMVZ-USP), Dr. *José Soares Ferreira Neto*, *Ricardo Augusto Dias* e *Fernando Ferreira*, pela receptividade, pelo tratamento cordial e prestativo apoio e aos colegas pós-graduandos *Raul Ossada* e *Fernando Marques* do Laboratório de Epidemiologia e Bioestatística- LEB, pela atenção, receptividade e grande contribuição na realização dos trabalhos.

Ao Governo de Pernambuco pelo apoio logístico, financeiro e operacional.

À Dra. *Erivânia Camelo de Almeida* e a Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco – ADAGRO pela oportunidade que me foi dada, pelo reconhecimento, apoio e pela viabilização do presente trabalho.

Aos colegas e parceiros do dia a dia, *Marcelo Brasil Machado*, *Fernando Góes*, *Adaiz Lima*, *Gustavo Guerra*, *Aurélio Galindo*, *Dulcilene Lacerda (Dulci)*, *Mirian Magalhães*, *Fabiola Corrêa* (hoje no Ministério da Agricultura), *Socorro Oliveira* (ex-chefe) e *Rinaldo*

Gonçalves (Sr. Canário), pelo incentivo e compreensão para que pudesse cumprir as atividades da pós-graduação.

A todos os colegas da ADAGRO, em especial a *Paula Regina, Francisco David, Gabriel Martins, Marcelo Magnata* (hoje no Ministério da Agricultura), *Manoel Eugênio, Fabrício dos Santos, Eldo Novaes, Eduardo Brum, Luciana Torres, Sr. Severino Laurindo, Dona Rosa.*

Aos colegas da ADEAL, *Andre Sandes, Maria Santa Rita Lacerda, Alexandro Nunes e Lara Campelo.*

A todos os amigos.

A todos os produtores rurais do estado de Pernambuco.

A vida é como uma grande corrida de bicicleta – cuja meta é cumprir a Lenda Pessoal.
Na largada, estamos juntos – compartilhando camaradagem e entusiasmo.
Mas, à medida que a corrida se desenvolve, a alegria inicial cede lugar aos verdadeiros desafios: o cansaço, a monotonia, as dúvidas quanto à própria capacidade.
Reparamos que alguns amigos desistiram do desafio – ainda estão correndo, mas apenas por que não podem parar no meio de uma estrada; eles são numerosos, pedalam ao lado do carro de apoio, conversam entre si e cumprem uma obrigação.
Terminamos por nos distanciar deles; e então somos obrigados a enfrentar a solidão, as surpresas com as curvas desconhecidas, os problemas com a bicicleta.
Perguntamo-nos finalmente se vale a pena tanto esforço.
Sim, vale. É só não desistir.

RESUMO

A movimentação de animais é considerada um importante fator de risco para a disseminação de doenças entre animais, rebanhos e regiões geográficas envolvidas. Contudo, existem poucos estudos epidemiológicos relacionados ao tema em Pernambuco e no Brasil. Objetivou-se caracterizar a rede trânsito de bovinos do estado de Pernambuco, com base nas Guias de Trânsito Animal (GTAs) emitidas pela Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco (Adagro), no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013, e identificar a intensidade da relação comercial entre os estabelecimentos. Para tanto, foram analisadas 737.950 GTAs emitidas para a espécie bovina nos anos de 2012 e 2013 que se encontraram na base de dados do Sistema de Integração Agropecuária - Siapec. Os resultados foram os seguintes: um total de 3.481.185 movimentações de bovinos foi realizada no período estudado, sendo 1.688.585 em 2012 e 1.792.600 em 2013. Um percentual de 52,6% das movimentações de bovinos envolveu entrada ou saída de feiras de gado. Dentre os 103.453 estabelecimentos que realizaram movimentação compra e/ou venda de bovinos, 75% compraram no máximo oito animais, dois lotes de animais e de apenas um estabelecimento, e venderam no máximo 15 animais, quatro lotes de animais, a quatro estabelecimentos diferentes. No tocante à movimentação de bovinos, evidenciou-se que 20% dos estabelecimentos mais conectados foram responsáveis por aproximadamente 87% das movimentações relacionadas às vendas e 95% relacionadas à compra. Desta forma, muitos estabelecimentos comercializaram poucos animais e poucos estabelecimentos comercializam muitos animais. Esta pesquisa representou o primeiro estudo sobre a caracterização da rede de trânsito de bovinos no estado de Pernambuco e no nordeste do Brasil. Além disso, apresentou resultados importantes que poderão subsidiar as ações de defesa sanitária animal coordenadas pela Adagro. Dentre estes resultados, destacou-se o papel das feiras de gado na movimentação de bovinos, sua importância na vigilância epidemiológica e para a disseminação de patógenos e doenças.

Palavras chave: Trânsito de bovinos, redes sociais, Pernambuco (Estado), lei de Pareto, lei de potência.

ABSTRACT

The movement of animals is considered an important risk factor for the sowing of diseases among animals, herds and geographical regions involved. However, there are few epidemiological studies related to the topic in Pernambuco State and Brazil. This study aimed to characterize the network traffic state of Pernambuco cattle, based on the Animal Traffic Guides (GTAs) issued by the Defence Agency and Agricultural Inspection Pernambuco (Adagro), from January 2012 to December 2013, and identify the intensity of the commercial relationship between the establishments. For this, 737.950 GTAs were analyzed issued for the bovine species in the years 2012 and 2013 they met in the Agricultural Integration System database - Siapec. The results were as follows: the transit of animals totaled 3,481,185 during the study period, with 1,688,585 in 2012 and 1,792,600 in 2013. A percentage of 52.6% of this involved input or output cattle market. Among the 103.453 establishments that made movement of purchase and/or sale of cattle, 75% bought up to eight animals, two lots of animals from a single establishment, and sold no more than 15 animals, four batches of animals, to four different establishments. Regarding the movement of cattle, it was shown that 20% of the online stores accounted for approximately 87% of the transactions relating to the sales and 95% related to buying. Thus, many establishments marketed few animals and few stores sold many animals. This study was the first study on the characterization of cattle transit network in the state of Pernambuco and northeastern Brazil. It also presented important results which may support the actions of animal health protection coordinated by Adagro. Among these results, highlighted the role of livestock markets in the traffic of cattle, its importance in epidemiological surveillance and to the spread of pathogens and diseases.

Keywords: cattle Transit, social networks, Pernambuco (state), Pareto law, power law.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração de um grafo direcionado.	19
Figura 2 – Exemplo de uma matriz de adjacência e respectivo grafo direcionado.	20
Figura 3 – Rede fictícia de movimentação de bovinos do estabelecimento “A”.	22
Figura 4 - Mapa do estado de Pernambuco com os municípios que realizam feiras semanais.	24
Figura 5 – Quantitativo de bovinos e de lotes movimentados, intraestadual e interestadual em Pernambuco, 2012.	34
Figura 6 – Quantitativo de bovinos e de lotes movimentados, intraestadual e interestadual em Pernambuco em 2013.	34
Figura 7 – Quantitativo de bovinos e de lotes movimentados, intraestadual e interestadual em Pernambuco em 2012 e 2013.	35
Figura 8 – Comparativo do número de bovinos e de lotes movimentados em Pernambuco, 2012 e 2013.	35
Figura 9 – Quantitativo de bovinos movimentados para propriedades mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2012.	36
Figura 10 – Quantitativo de bovinos movimentados para propriedades mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2013.	36
Figura 11 – Quantitativo de bovinos movimentados para eventos mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2012.	37
Figura 12 – Quantitativo de bovinos movimentados para eventos mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2013.	37
Figura 13 – Quantitativo de bovinos movimentados para matadouros mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2012.	38
Figura 14 – Quantitativo de bovinos movimentados para matadouros mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2013.	38
Figura 15 – <i>Boxplots</i> apresentando o total de animais movimentados por cada estabelecimento, separados por compra, venda e total.	39
Figura 16 – <i>Boxplots</i> apresentando o total de animais movimentados por cada estabelecimento, separados por compra, venda e total (zoom, limitando o eixo y a 50 animais).	40
Figura 17 – <i>Boxplots</i> apresentando o total de lotes movimentados (baseado no número de GTAs emitidas) por cada estabelecimento, separados por compra, venda e total.	40

Figura 18 – <i>Boxplots</i> apresentando o total de lotes movimentados (baseado no número de GTAs emitidas) por cada estabelecimento, separados por compra, venda e total (zoom, limitando o eixo y a 15 lotes).	41
Figura 19 – <i>Boxplots</i> apresentando o total de vizinhos de cada estabelecimento, separados por compra, venda e total.	41
Figura 20 – <i>Boxplots</i> apresentando o total de vizinhos de cada estabelecimento, separados por compra, venda e total (zoom, limitando o eixo y a 10 vizinhos).	42
Figura 21 – Distribuição de graus dos estabelecimentos apresentando a proporção de nós que possuem um determinado grau. Reta ajustada a partir da lei de potência.	42
Figura 22 - Distribuição de graus dos estabelecimentos apresentando a proporção de nós que possuem um determinado grau, segundo o tipo de estabelecimento. Reta ajustada a partir da lei de potência.	43
Figura 23 – Distribuição de graus dos estabelecimentos apresentando a proporção de nós que possuem um determinado grau, separados por compra e venda. Reta ajustada a partir da lei de potência.	43
Figura 24 – Gráfico apresentando o percentual de movimentações realizadas pelos nós mais conectados.	44
Figura 25 – Gráfico de dispersão, apresentando a quantidade de bovinos comprados e vendidos por cada estabelecimento.	44
Figura 26 – Gráfico de dispersão, apresentando a quantidade de bovinos comprados e vendidos por cada estabelecimento (zoom, limitando eixo y e eixo x em 5.000 animais).	45
Figura 27 – Gráfico de dispersão, apresentando a quantidade de bovinos comprados e vendidos, separando os estabelecimentos por tipo.	45
Figura 28 – Gráfico de dispersão, apresentando a quantidade de bovinos comprados e vendidos (zoom, limitando eixo y e eixo x em 5.000 animais), separando os estabelecimentos por tipo.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores dos graus do estabelecimento A, da rede fictícia.	22
Tabela 2 – Número de Guias de Trânsito Animal (GTAs) emitidas nos anos de 2012 e 2013.	28
Tabela 3 – Distribuição de movimentação de bovinos intraestadual em Pernambuco, segundo finalidades em 2012 e 2013.	29
Tabela 4 – Distribuição de movimentação de bovinos interestadual em Pernambuco, segundo finalidades em 2012 e 2013.	30
Tabela 5 – Distribuição de movimentação de bovinos, intraestadual e interestadual em Pernambuco, segundo tipo de estabelecimento de destino em 2012 e 2013.	31
Tabela 6 – Distribuição de movimentação de bovinos egressos de feiras de gado, intermunicipal e interestadual em Pernambuco, segundo tipo de estabelecimento de destino em 2012 e 2013.	32
Tabela 7 – Distribuição de movimentação de bovinos, intraestadual e interestadual em Pernambuco, segundo tipo de trânsito em 2012 e 2013.	32
Tabela 8 – Parâmetros da rede de movimentação de bovinos do estado de Pernambuco, segundo entrada (k_{in}) e saída (k_{out}) de bovinos e lotes de bovinos em 2012 e 2013.	33
Tabela 9 – Diferença das variáveis do trânsito de bovinos nos estados Mato Grosso (2007) e Pernambuco (2012 e 2013).	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Defesa Sanitária Animal no Brasil.....	15
2.2	Defesa Sanitária Animal no Estado de Pernambuco.....	16
2.3	Importância da Movimentação de Bovinos na Epidemiologia de Transmissão de Doenças.....	17
2.4	Trânsito de Bovinos no Estado de Pernambuco	18
2.5	Redes.....	19
2.5.1	<i>Matriz de Adjacência.....</i>	20
2.5.2	Grau.....	21
2.5.3	<i>Grau Médio dos Primeiros Vizinhos.....</i>	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Área de Estudo.....	23
3.2	Obtenção dos Dados de Transito de Bovinos.....	25
3.3	Análise de Dados.....	25
3.3.1	<i>Banco de dados do Sistema de Integração Agropecuária (SIAPEC).....</i>	25
3.3.2	<i>Banco de Dados em Formato Excel.....</i>	25
3.3.2.1	Análise Descritiva dos Dados de Movimentação de Bovinos.....	26
3.3.3	<i>Análise Estatística.....</i>	27
4	RESULTADOS.....	28
5	DISCUSSÃO	47
6	CONCLUSÃO.....	52
7	REFERÊNCIAS.....	53
8	APÊNDICES.....	58

1 INTRODUÇÃO

A atividade agropecuária brasileira tem tido nos últimos anos uma importante participação na economia, sendo um componente relevante do Produto Interno Bruto (PIB) e da geração de riquezas do país. A pecuária bovina também ganhou relevância, tanto no cenário interno quanto externo e hoje o Brasil tem o maior rebanho comercial bovino do mundo (IBGE, 2012; ANUALPEC, 2005).

A região nordeste representa 13,5% do Produto Interno Bruto - PIB brasileiro. O estado de Pernambuco é a segunda maior economia da região participando com 19,8% e nacionalmente ocupa a 10ª colocação, com 2,7% (IBGE, 2014). A agropecuária representou 3,5% do PIB estadual e foi o setor que mais se destacou no primeiro semestre de 2014. Entre os fatores envolvidos, o destaque da pecuária foi devido a sua importância socioeconômica, cuja intensa movimentação de animais de produção entre os estabelecimentos teve um papel de grande relevância econômica para a região nordeste e principalmente para o estado de Pernambuco. Contudo, em sistemas agroprodutivos o trânsito animal representa um fator de risco potencial para a disseminação de muitas doenças infecciosas para as propriedades e regiões envolvidas, especialmente quando há intensa movimentação de animais, o que as tornam vulneráveis a transmissão de agentes etiológicos (NATALE et al., 2009; RIBEIRO, 2009).

A caracterização das redes de trânsito animal permite a realização de inferências sobre os potenciais perigos nos nichos agropecuários, além de resultar em conhecimento sobre a dinâmica comercial e as formas de produção destas regiões. A identificação da concentração das unidades epidemiológicas em regiões específicas e a visualização dessas áreas em mapas georreferenciados constituem ferramentas epidemiológicas com poder de explicação do espaço pecuário (AMADOR; CORRÊA e BARBOZA, 2009), auxiliando as tomadas de decisões e aplicações de medidas sanitárias (NEGREIROS, 2010). Além disso, a análise das particularidades das redes de trânsito pode indicar os caminhos para a prevenção e controle de doenças animais (NEGREIROS, 2010).

Os registros de emissão da Guia de Trânsito animal (GTA) são importantes para caracterização do trânsito e das redes de movimentação de animais. A GTA é um documento oficial obrigatório em todo o país, tanto para o trânsito intraestadual como interestadual de animais vivos (exceto cães e gatos domésticos), ovos férteis e outros materiais de multiplicação animal, independente da finalidade e é emitida pelos serviços veterinários oficiais dos estados. O referido documento contém informações sobre origem, destino e

condições sanitárias dos animais e dos estabelecimentos de origem, bem como a finalidade do transporte animal (BRASIL, 2006b). No Brasil, alguns estudos foram realizados com a utilização das GTAs como fonte de dados, tais como: delineamento amostral para realização de inquéritos epidemiológicos para brucelose e tuberculose bovina e ampliação da zona livre de febre aftosa, estudos de rastreabilidade de bovinos e seus produtos, análises de redes de trânsito (redes sociais), caracterização do trânsito de bovinos e avaliação e implementação de modelos epidemiológicos de transmissão de doenças).

O estado de Pernambuco possui algumas peculiaridades que podem influenciar o trânsito animal. Em média foram movimentados por ano dois milhões de ruminantes de uma população de aproximadamente 6,7 milhões (ADAGRO, 2014). O padrão de movimentação desses animais pode seguir diferentes tendências, variando nas unidades epidemiológicas de acordo com as condições climáticas (períodos secos e chuvosos), com a realização das feiras de gado comuns em certos municípios (SILVA JÚNIOR et al., 2012), entre outros fatores econômicos e socioculturais inerentes à realidade nordestina. A análise de padrões de movimentação pode ajudar a identificar os atuais ou futuros grupos de risco para a transmissão de doenças endêmicas e epidêmicas, auxiliando as atividades de vigilância epidemiológica do serviço veterinário oficial e as políticas de prevenção e controle de doenças animais no estado (WHITE et al., 2010).

Desta forma, a análise dos dados de trânsito de bovinos do estado de Pernambuco é um trabalho inédito que fornecerá informações úteis à vigilância epidemiológica e ampliará o conhecimento sobre espaço produtivo pecuário, podendo gerar melhores estratégias na defesa sanitária animal. A caracterização da rede de trânsito de bovinos em Pernambuco também é fundamental para a predição do risco de disseminação de doenças entre rebanhos e para direcionar medidas de controle efetivo de enfermidades endêmicas e medidas preventivas contra a introdução de doenças exóticas.

1.1 OBJETIVOS

Geral

- a) Caracterizar a rede trânsito de bovinos do estado de Pernambuco, com base nas Guias de Trânsito Animal (GTAs) emitidas pela Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco (Adagro), no período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013, e identificar a intensidade da relação comercial entre os estabelecimentos.

Específicos

- a) Caracterizar a rede utilizando-se do número de estabelecimentos (propriedades de criação, feiras e matadouros) que realizaram movimentação, do número de bovinos movimentados e do número de lotes movimentados entre os estabelecimentos.
- b) Analisar as características da rede de trânsito animal calculando a distribuição do semigrau interior, exterior e total dos estabelecimentos na rede.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Defesa Sanitária Animal no Brasil

O marco da defesa sanitária no Brasil ocorreu em 1934 com a publicação do Decreto nº 24.548 que aprovou o regulamento para execução, no território nacional, do Serviço de Defesa Sanitária Animal. Este serviço tem a missão de executar as medidas de profilaxia previstas no regulamento, a fim de preservar o país da introdução de doenças exóticas e combater as moléstias infectocontagiosas e parasitárias existentes no seu território. Dentre as medidas contempladas, estão medidas restritivas e proibitivas para o trânsito de animais, dos produtos e dos subprodutos de origem animal no território nacional que estejam sem certificação sanitária (BRASIL, 1934).

No ano de 2006, por meio do decreto nº 5.741, foi instituído o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA) que, dentre outras medidas, ratificou a obrigatoriedade do controle do trânsito nacional e internacional, por qualquer via, de animais, seus produtos e subprodutos e de qualquer outro material proveniente. Com isso ficou estabelecido que o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) seria a instância central e superior responsável por estabelecer as normas e coordenar a sua fiscalização. Enquanto que, os Serviços Veterinários Oficiais dos estados (SVO) seriam as instâncias intermediárias responsáveis por regulamentar, coordenar e, juntamente com as instâncias locais, atuariam na fiscalização do trânsito interestadual, intermunicipal e intramunicipal (BRASIL, 2006a).

Diante deste contexto, a defesa sanitária animal no Brasil foi construída de forma coletiva com a participação de representantes das instituições federais e estaduais ligadas ao setor, do setor privado e de instituições de ensino e pesquisa. Trata-se de em um conjunto de medidas e procedimentos legais, norteados pelo conhecimento científico e que têm como principais objetivos: controlar, prevenir e erradicar as doenças e seus agentes causadores, visando salvaguardar o rebanho nacional e conseqüentemente prevenir agravos à saúde pública (BRASIL, 2009; RITDA, 2015).

As doenças passíveis da aplicação de medidas de defesa sanitária animal são de notificação obrigatória para qualquer cidadão, além dos profissionais que atuam na área de diagnóstico, ensino ou pesquisa em saúde animal. Recentemente a relação destas doenças foi atualizada e as doenças foram dispostas em quatro listas de acordo com os critérios a seguir:

1. doenças erradicadas ou nunca registradas no País, que requerem notificação imediata de

caso suspeito ou diagnóstico laboratorial; 2. doenças que requerem notificação imediata de qualquer caso suspeito; 3. doenças que requerem notificação imediata de qualquer caso confirmado e 4. doenças que requerem notificação mensal de qualquer caso confirmado (BRASIL, 2013).

Vários outros atos legais como: portarias, instruções normativas e de serviço foram expedidos ao longo dos anos pelo MAPA com o objetivo de regulamentar os programas sanitários, orientar as ações, definir diretrizes e promover a articulação entre níveis do governo, demais setores e instituições envolvidas.

2.2 Defesa Sanitária Animal no Estado de Pernambuco

Em Pernambuco, a defesa sanitária animal foi instituída pela lei 12.228 de 21 de junho de 2002 e regulamentada pelo decreto nº 27.687, de 28 de fevereiro de 2005 (PERNAMBUCO, 2005). O Poder Executivo conferiu à Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária que, por meio da Diretoria de Defesa e Fiscalização Agropecuária – DDF, ou do órgão que venha a substituí-la, a normatização, a coordenação, o planejamento, a articulação, a inspeção, a fiscalização, a execução e a avaliação de programas estaduais e regionais de controle ou erradicação de doenças dos animais que interfiram na economia do Estado, na saúde pública ou no meio ambiente (PERNAMBUCO, 2002).

A unidade técnica Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco (Adagro) foi criada pela Lei Estadual nº 12.506, de 16 de dezembro de 2003, executa as ações de defesa sanitária animal e possui como atividades (PERNAMBUCO, 2003):

- a) Exercer o controle zoossanitário nas exposições, leilões de animais, vaquejadas, provas hípicas, feiras agropecuárias e outras aglomerações de animais; controlar o trânsito de animais intra e interestadual;
- b) Exercer as atividades de vigilância epidemiológica, profilaxia e controle de pragas e doenças animais e vegetais;
- c) Interditar, por descumprimento de medida sanitária, profilática ou preventiva, estabelecimento público ou particular e proibir o trânsito de animais, vegetais e seus subprodutos em desacordo com a regulamentação sanitária.

Com a finalidade de evitar os riscos de difusão de doenças no rebanho estadual, por movimentação de animais, seus produtos e subprodutos e material biológico, a lei 12.228/2002, dentre outras medidas de controle, estabeleceu a obrigatoriedade da fiscalização do trânsito inter e intraestadual, destinados a quaisquer fins (PERNAMBUCO, 2012).

2.3 Importância da Movimentação de Bovinos na Epidemiologia de Transmissão de Doenças

O controle do trânsito de animais é de suma importância para impedir a propagação ou a entrada de doenças, auxiliar no combate a focos de doenças, permitir a rastreabilidade, favorecer a certificação para exportações, controlar o saldo de rebanhos e estabelecer e manter as zonas e compartimentos livres de doenças (OIE, 2014).

A introdução ou a difusão de doenças pode gerar severos impactos econômicos, diretos e indiretos, sociais e políticos. Como exemplos de efeitos diretos incluem-se morte de animais, redução ou interrupção na produção ou produtividade e imposição de barreiras sanitárias. Os exemplos de efeitos indiretos são traduzidos por perda total ou de parte de mercados, em âmbito nacional e internacional, gastos com sacrifícios e destruição de animais e indenizações daí decorrentes, gastos com desinfecção, gastos com repovoamento e aumento de preços aos consumidores no país (UFLA, 2014). Neste contexto, nos focos de febre aftosa ocorridos no estado do Mato Grosso do Sul, só no ano de 2007, foram sacrificados ou eliminados 77.895 animais, entre bovinos, suínos e pequenos ruminantes. O valor pago em indenizações aos proprietários foi de R\$ 16.483.530 e a liberação da área de segurança zoossanitária do Mato Grosso do Sul levou 27 meses, dos quais 19 meses foram relacionados à realização de inquéritos sorológicos para avaliação da circulação viral (BRASIL, 2008).

Em nosso país, considerando os estudos sobre a caracterização e análise da rede de trânsito de bovinos utilizando a base de GTAs emitidas e recebidas pelas agências de defesa sanitária animal, foram poucas pesquisas realizadas.

Nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (CAPANEMA, HADDAD e FELIPE, 2012), Paraná e Santa Catarina (FELIPE et al., 2013) foram realizados estudos com o objetivo de identificar as redes intraestaduais de movimentação de bovinos destinados ao abate em frigoríficos com Serviço de Inspeção Federal (SIF), o que resultou na identificação de regiões fornecedoras de animais (egressos) e regiões receptoras ou Pólos de Abate (ingressos).

Em outro estudo realizado no estado do Mato Grosso com objetivo mais direcionado para caracterização da rede de trânsito, os principais resultados encontrados foram: aproximadamente 80% (14.487.370/18.109.213) das movimentações de bovinos esteve concentrada em 20% (15.255/76.277) das propriedades que realizaram movimentação de bovinos no período estudado, indicando a existência de poucas propriedades com intensa comercialização para abate, engorda ou reprodução e muitas com pouca comercialização. O

percentual de movimentação interestadual foi de 2,65% (479.148/18.109.213) dos animais movimentados, predominando as movimentações intraestaduais (NEGREIROS, 2010).

Neste contexto, o trânsito animal é um complexo e dinâmico sistema relacionado a um amplo número de elementos correlacionados com princípios econômicos, situados nas mais diversas esferas, desde a local até a internacional, estabelecendo risco de disseminação de doenças, impactos comerciais e de saúde pública (FÈVRE; BRONSVOORT e HAMILTON, 2006; HUESTON; TRAVIS e KLINK, 2011; OIE, 2014).

2.4 Trânsito de Bovinos no Estado de Pernambuco

A Adagro tem por missão integrar ações do Governo Federal, Estadual e Municipal que contribuam para promover e executar a defesa sanitária animal e vegetal, além do controle e inspeção de produtos de origem agropecuária (PERNAMBUCO, 2003). Dentre as atividades realizadas pela Adagro destaca-se a emissão da GTA, que é um documento oficial obrigatório para o trânsito de animais vivos, ovos férteis e outros materiais de multiplicação animal em todo o território nacional. As análises das GTAs possibilitam estabelecer parâmetros sanitários e podem se constituir de uma ferramenta para garantir a rastreabilidade dos animais.

O estado de Pernambuco possui aproximadamente 1,97 milhões de cabeças de bovinos, 10.150 mil de bubalinos, 2,37 milhões de caprinos, 2,37 milhões de ovinos e 620 mil de suínos e 125 mil de equídeos (ADAGRO, 2014). No que diz respeito à movimentação de bovinos, pode-se destacar o fato de existirem 51 feiras semanais, proporcionando um grande e intenso fluxo de animais dentro do seu território. Este fator deve ser mais bem investigado.

Informações sobre a movimentação animal foram utilizadas para incorporar elementos de risco no delineamento amostral do estudo soroepidemiológico de avaliação da circulação viral e ampliação da zona livre de febre aftosa com vacinação. O serviço veterinário estadual de Pernambuco e dos demais estados envolvidos, disponibilizaram as bases de GTAs emitidas nos anos de 2010 e 2011 para definição das subpopulações amostrais, onde com base na movimentação de bovídeos foi realizada a detecção das “comunidades” e estas foram agrupadas por municípios, microrregiões e mesorregiões. As análises permitiram que fossem constituídas cinco subpopulações amostrais representando circuitos pecuários distintos no tocante ao trânsito de animais onde 94% dos animais movimentados entre propriedades rurais tiveram como origem e destino uma mesma subpopulação. Em Pernambuco, foram selecionadas 143 unidades primárias de amostragem distribuídas em 118 municípios do

estado Pernambuco (BRASIL, 2013). Contudo, no estado não existe um estudo sobre o trânsito de bovinos.

2.5 Redes

Uma rede é um conjunto de nós (ou vértices) conectados entre si por meio de um conjunto de arestas (ou ligações). Redes podem representar qualquer conjunto de objetos que possuam relações entre si. Podem, por exemplo, representar as relações sociais entre indivíduos. Em uma rede ponderada cada aresta possui um valor, que representa a intensidade da ligação entre dois nós. Redes podem ser direcionadas e não-direcionadas: uma rede direcionada apresenta a direção da relação entre dois nós; uma rede não-direcionada assume que a relação entre dois nós é sempre recíproca. Em uma rede direcionada e ponderada, o grau de entrada é a soma dos valores das arestas que um nó recebe, o grau de saída é a soma dos valores das arestas que um nó envia e o grau total é igual à soma dos graus de entrada e de saída (GRISI-FILHO, 2012). As redes podem ser representadas por grafos que são, alguns ou todos os nós ligados entre si por meio de arestas (CIPULLO, 2013), de acordo com o esquema da Figura 1.

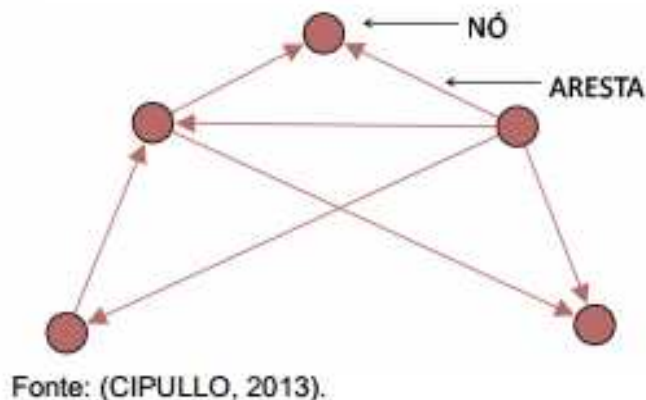


Figura 1 – Ilustração de um grafo direcionado.

Quando a análise de redes é aplicada ao estudo da movimentação animal dentro de um sistema produtivo, as unidades epidemiológicas de interesse (propriedades, estabelecimentos, municípios, estados, países, entre outros) são representadas como nós, enquanto a movimentação animal entre elas é representada por arestas de uma rede, cujo valor de cada aresta traz o número de animais comercializados entre dois nós. Assim, o grau de entrada de um nó equivale à quantidade de animais comprados e o grau de saída equivale à quantidade

de animais vendidos por uma propriedade. A análise de redes tem sido utilizada para estudar uma grande variedade de problemas dentro da medicina veterinária, incluindo análises de epidemias (GIBBENS; WILESMITH e SHARPE, 2001), análises etológicas (LUSSEAU e NEWMAN, 2004), padrões de distribuição de doenças e modelos preditivos (HARVEY et al., 2007), análises de risco, eficácia de sistemas de vigilância, entre outros (MARTÍNEZ-LOPEZ; PEREZ e SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, 2009).

Na realização deste estudo o conceito de redes foi estabelecido de forma que os nós corresponderam aos estabelecimentos (criação, matadouros e eventos) e as arestas às movimentações dos bovinos entre os nós. O quantitativo de nós e arestas são características básicas de uma rede (grafo) e para um estudo mais acurado são necessários outros parâmetros descritivos e que estão detalhados a seguir.

2.5.1 Matriz de Adjacência

As redes podem ser representadas matematicamente por meio de matrizes de adjacência (A), que são tabelas contendo números em que a interseção de cada coluna (j) e cada linha (i) representa uma aresta da rede. Os valores de A_{ij} iguais a 1 indicam a existência de uma aresta (ligação) entre o nós i -ésimo ao nó j -ésimo, e valores iguais a 0 indicam a inexistência de ligação entre esses nós (Figura 2).

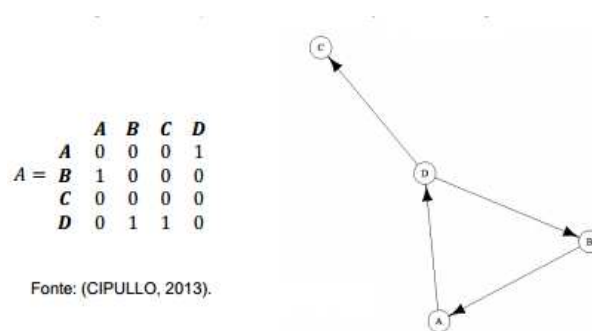


Figura 2 – Exemplo de uma matriz de adjacência e respectivo grafo direcionado.

A matriz de adjacência A apresenta na linha a origem das arestas e nas colunas os destinos das arestas e, por se tratar de uma representação de grafos direcionado, a matriz não é simétrica ($A_{ij} \neq A_{ji}$).

2.5.2 Grau

O grau é representado por k e que, por definição, é o número de arestas (ou conexões) que um nó possui. Em um grafo direcionado, cada nó possui dois graus: um grau de entrada (K_{in}) e um grau de saída (K_{out}) e referem-se, respectivamente, ao número de arestas que chegam e que saem do referido nó. Estabelecimentos com grau de entrada igual a 0 são “fontes” de animais (i.e, rebanhos de fêmeas em reprodução), já os estabelecimentos com grau de saída 0 são classificados como “sumidouros” ou “escoadouros” de animais e caracterizam-se como o final da cadeia produtiva (i.e estabelecimentos de abate de animais), todos os demais estabelecimentos são denominados de “trânsito” por apresentarem grau de entrada e grau de saída diferentes de zero (BIGRAS-POULIN et al., 2006).

Em um grafo não-direcionado o grau k_i de um nó i é calculado somando a linha i ou a coluna i da matriz de adjacência A (n,n) e pode ser definido desta forma (CALDARELLI, 2007):

$$k_i = \sum_{j=1,n} a_{ji}$$

Fonte: (CALDARELLI, 2007).

Em um grafo direcionado, o grau de entrada (K_{in}) e o grau de saída (K_{out}) são calculados somando a coluna i e linha i respectivamente, e podem ser definidos das seguintes formas (CALDARELLI, 2007):

$$k_i^{in} = \sum_{j=1,n} a_{ji} \qquad k_i^{out} = \sum_{j=1,n} a_{ij}$$

Fonte: (CALDARELLI, 2007).

O grau total de um grafo direcionado é o somatório dos graus de entrada e de saída:

$$k = k_{in} + k_{out}$$

Segundo Cipullo (2013), para a análise do grau de uma rede de movimentação de bovinos, o nó pode ser representado por um estabelecimento (abatedouro, fazenda, outros) e

as arestas podem ser definidas de três formas, resultando em três classificações distintas de grau:

- Grau ponderado por animais movimentados: quantitativo de bovinos comprados (s_{in}) e vendidos (s_{out}) pelo estabelecimento,
- Grau ponderado por lotes movimentados: quantitativo de lotes comprados (s_{in}) e vendidos (s_{out}) pelo estabelecimento,
- Grau por vizinhos: quantitativo de estabelecimentos com quem comercializou (k_{in} e k_{out}).

O grau ponderado é também chamado de *strength* (força) por alguns autores (COSTA et al., 2007), o que explica a notação “s” utilizada.

A Figura 3 exemplifica uma rede fictícia em que o estabelecimento A comercializa com outros quatro estabelecimentos o quantitativo de bovinos expressos nas setas.

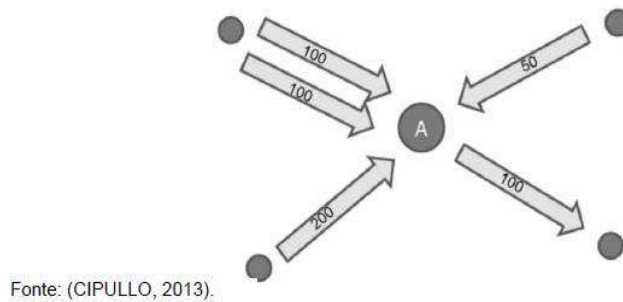


Figura 3 – Rede fictícia de movimentação de bovinos do estabelecimento “A”.

Os valores dos graus do estabelecimento A, da rede fictícia estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores dos graus do estabelecimento A da rede fictícia.

GRAU DO ESTABELECIMENTO "A"		
Por animais movimentados	Por lotes movimentados	Por estabelecimentos vizinhos
$s = 550$	$s = 5$	$k = 4$
$s_{in} = 450$	$s_{in} = 4$	$k_{in} = 3$
$s_{out} = 100$	$s_{out} = 1$	$k_{out} = 1$

Considerando uma rede de movimentação animal, o grau de uma propriedade irá expressar o quanto ela está conectada com a rede e o quanto de animais e lotes ela movimentada na rede, mostrando, portanto, a força de sua conexão na rede (CIPULLO, 2013).

2.5.3 Grau Médio dos Primeiros Vizinhos

Estima-se que os nós de uma rede estão misturados de modo “assortativo” em relação ao grau quando os nós com graus iguais ou próximos estão associados mais intimamente entre si do que com os nós com graus diferentes. Com isso, para analisar se uma determinada rede apresenta comportamento “assortativo”, pode-se executar uma análise da correlação existente entre o grau médio dos primeiros vizinhos ou vizinhos mais próximos, (k_{nn}), em função do nó, k . Para um nó i de grau k , pode-se calcular o grau médio dos vizinhos através da seguinte equação:

$$k_{nn,i} = \frac{\sum_{j=1}^N a_{ij} k_j}{k_i}$$

Para os nós de grau k , k_{nn} é a medida dos graus médios dos primeiros vizinhos, calculados com base na expressão acima.

Se, na análise de correlação entre k_{nn} e k , a correlação for positiva, considera-se que se trata de uma rede com comportamento “assortativo”, e, caso a correlação for negativa, “disassortativo” em relação ao grau (CALDARELLI, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de Estudo

O estado de Pernambuco possui uma área geográfica de 98.938 Km² além dos 18,2 Km² pertencentes ao Arquipélago de Fernando de Noronha. Possui 184 municípios e está dividido em três grandes regiões geoeconômicas: Litoral/Zona da Mata, Agreste e Sertão. A soma destas duas últimas regiões compreende 87.317 km² e nelas está localizado o chamado Polígono das Secas; essa área corresponde a 88,84% do território pernambucano. O estado limita-se, ao norte, com o Ceará e a Paraíba; a oeste, com o Piauí; ao sul, com Bahia e Alagoas; e a leste, com o Oceano Atlântico. Com relação à pecuária, possui um dos mais importantes rebanhos bovinos, ocupando a 4ª colocação na região nordeste e a 18ª colocação no ranking nacional (BRASIL, 2014). Atualmente o estado possui cerca de 1,97 milhões de

cabeças de bovinos, 10.150 mil de bubalinos, 2,37 milhões de caprinos, 2,37 milhões de ovinos, 620 mil de suínos e 125 mil de equídeos (ADAGRO, 2014).

O estado possui cadastrados 97.917 estabelecimentos de criação de bovinos, 101.606 criadores de bovinos e 1.977.693 bovinos. Com relação aos estabelecimentos de abate, atualmente existe um total de 166, sendo que cinco encontram-se desativados, oito fechados, 26 interditados e 127 em situação regular para funcionamento.

Em Pernambuco, semanalmente, são realizadas 51 feiras de gado, sendo três na mesorregião da zona da mata, 23 no agreste e 24 no sertão, onde se aglomeram um grande quantitativo de animais de produção sendo em sua grande maioria bovinos, caprinos e ovinos (Figura 4).

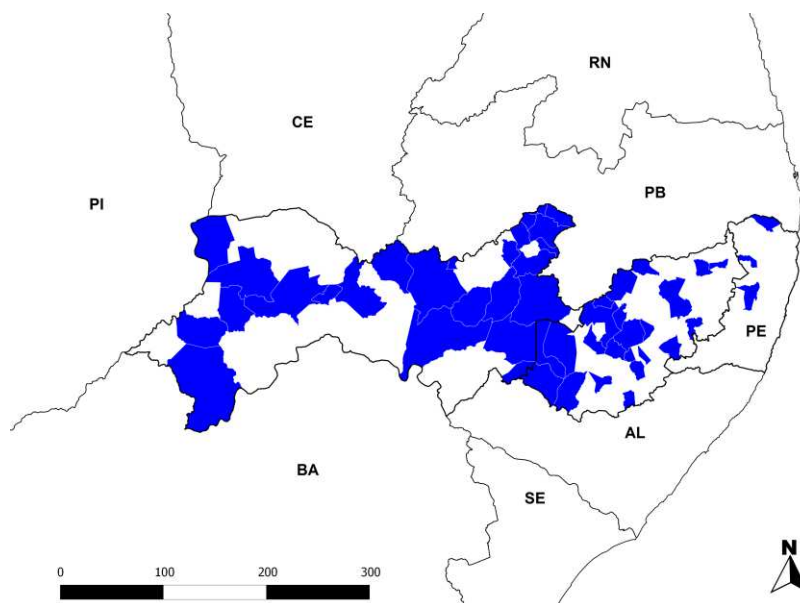


Figura 4 – Mapa do estado de Pernambuco com os municípios que realizam feiras semanais.

Para fins de uma melhor sistematização das atividades da defesa sanitária animal e valorizar as características regionais e geográficas, a Adagro dividiu o estado de Pernambuco em 11 regionais administrativas: Recife, Surubim, Palmares, Caruaru, Belo Jardim, Garanhuns, Sertânia, Serra Talhada, Salgueiro, Ouricuri e Petrolina. Nestas regionais existem os escritórios (com o total de 48 Unidades Veterinária Local - UVL) que possuem estruturas de gestão de vigilância veterinária associada a um espaço geográfico. Dentre as atividades desenvolvidas nas UVLs e Escritórios de Atendimento à Comunidade (EACs), destaca-se a emissão das GTAs e em 104 escritórios, de um total de 158, realizam emissão eletrônica de GTA.

3.2 Obtenção dos Dados de Transito de Bovinos

No período de janeiro de 2012 a dezembro 2013, a emissão informatizada das GTAs (Apêndice 1) foi realizada *on line* no Sistema de Integração Agropecuária (Siapec) da Adagro (Apêndice 2) e os dados foram gerados em maio de 2014.

As GTAs foram emitidas pelos funcionários da Adagro devidamente treinados e lotados nos escritórios e postos de atendimento distribuídos em todo estado de Pernambuco. Para análise dos resultados obtidos neste estudo, cada GTA emitida foi contabilizada como um lote de bovinos movimentados.

3.3 Análise de Dados

3.3.1 Banco de dados do Sistema de Integração Agropecuária (SIAPEC)

A partir dos registros da movimentação de animais foram gerados relatórios em arquivos do tipo CSV (separado por vírgulas) em planilhas do Programa *Microsoft Excel* 2007. Os dados referentes a outras espécies animais foram excluídos, sendo utilizados somente os registros da movimentação de bovinos.

3.3.2 Banco de Dados em Formato Excel

Na planilha de dados gerada no *Excel* foram analisadas as seguintes variáveis:

- 1- Número da GTA: Número de ordem da GTA.
- 2- Série da GTA.
- 3- Data da Emissão.
- 4- Finalidade: analisou-se o trânsito por finalidade e também por tipo de estabelecimento de destino, com a seguinte classificação: estabelecimentos de criação de animais (propriedades), estabelecimentos de abate de animais (matadouros) e os estabelecimentos de aglomeração de animais (eventos).
- 5- Tipo de Trânsito: meio de transporte utilizado.
- 6- Total de Machos: total de bovinos machos na GTA.
- 7- Total de Fêmeas: total de bovinos fêmeas na GTA.
- 8- Total de Animais: número total de bovinos contidos na GTA.
- 9- Código do estabelecimento: código de identificação do estabelecimento de origem dos animais gerado no ato do cadastramento da propriedade no Siapec.

- 10- Município_Dest: código e nome do município segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- 11- CPF ou CNPJ: número do CPF ou do CNPJ do produtor de origem e destino dos animais.
- 12- Código do estabelecimento destino: código do estabelecimento de destino dos animais.
- 13- Nome Propriedade Destino: nome do estabelecimento de destino.

Para fins de análise do banco de dados foi necessária a sua organização e verificação. Na primeira análise, foram verificados os códigos dos estabelecimentos de destino localizados no estado de Pernambuco e em outras unidades da federação (UF) e constatou-se que os estabelecimentos localizados em outras UF não apresentavam uma codificação única, pois eram codificados de forma que recebiam um código de sete dígitos referente ao município segundo o IBGE. Isto ocorreu devido não está concluído o processo de migração das bases de explorações pecuárias e de trânsito de animais dos estados para a Base de Dados Única (BDU) do MAPA e que por isso não estão disponíveis no SIAPEC da Adagro. Sendo assim, foi necessário realizar uma recodificação, de forma que fosse atribuído um código único para cada um dos estabelecimentos em questão. A recodificação foi realizada, conforme descrito abaixo:

- Código dos estabelecimentos de criação: número do CPF ou CNPJ do destino mais o nome do estabelecimento de destino.
- Códigos dos estabelecimentos de abate: código e nome do município de destino (segundo o IBGE) mais o número do estado de destino (segundo o IBGE) seguido de três zeros.
- Códigos de estabelecimento de aglomeração (feiras, exposições e leilões): código do município (segundo o IBGE) mais o número sequencial intraestadual, atribuído de quatro dígitos.

Alguns estabelecimentos de abate do estado de Pernambuco apresentaram códigos que eram comuns aos estabelecimentos de aglomeração de animais. Diante disto, também foi necessário que os mesmos fossem recodificados a fim de receberem um código único.

3.3.2.1 Análise Descritiva dos Dados de Movimentação de Bovinos

Foram elaboradas tabelas e gráficos sobre os seguintes parâmetros:

- a) Quantitativo (valores absolutos e relativos) de animais movimentados por finalidade dentro do estado de Pernambuco (Intraestadual) e para outras unidades da federação (Interestadual).
- b) Quantitativo (valores absolutos e relativos) de bovinos movimentados, por estabelecimento de destino, dentro do estado de Pernambuco e para outras unidades da federação.
- c) Quantitativo (valores absolutos e relativos) de bovinos egressos de feiras de gado movimentados, por tipo de estabelecimento de destino, dentro do estado de Pernambuco e para outras unidades da federação.
- d) Quantitativo (valores absolutos e relativos) de bovinos movimentados, por tipo de trânsito, dentro do estado de Pernambuco e para outras unidades da federação.

Para um melhor entendimento, foram elaborados gráficos com o quantitativo total de animais (e por gênero) e lotes de animais (GTA) movimentados mês a mês nos anos de 2012 e 2013 e também em todo o período do estudo. Nas análises por tipo de estabelecimento de destino a categoria “eventos” abrangeu todas as GTAs emitidas com as finalidades esporte, exposição/leilão, feira de animais e outras, a categoria “propriedade” englobou as GTAs emitidas para a finalidade cria/engorda, cria/reprodução, já na categoria “matadouro” foram contabilizadas as GTAs emitidas com a finalidade de abate.

3.3.3 Análise Estatística

Os dados da movimentação de bovinos foram analisados por meio do programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2014) e do pacote *igraph* (CSARDI e NEPUSZ, 2006) para melhor compreensão do funcionamento da rede de trânsito de bovino e suas peculiaridades, conforme descrito por Negreiros (2010) e Grisi-Filho (2012).

4 RESULTADOS

No período de janeiro de 2012 a dezembro de 2013 foram emitidas 993.313 GTAs para todas as espécies animais. A divisão do número de GTAs para todas as espécies e para a espécie bovina consta na Tabela 2.

Tabela 2 – Número de Guias de Trânsito Animal (GTAs) emitidas nos anos de 2012 e 2013.

	Guias de Trânsito Animal (GTAs) Emitidas		
	2012	2013	Total
Todas as Espécies	489.103	504.210	993.313
Bovinos	372.521	365.429	737.950
Total	861.624	869.639	1.731.263

Um total de 3.481.185 movimentações de bovinos foi realizada no período estudado, dos quais 3.179.412 (91.33%) foram destinados a estabelecimentos localizados no estado de Pernambuco e 301.773 (8.67%) tiveram como destino outras unidades da federação. Os dados de movimentações de bovinos intraestadual e interestadual por finalidade estão expressos nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3 – Distribuição de movimentação intraestadual de bovinos em Pernambuco, segundo finalidades em 2012 e 2013.

Finalidades	Intraestadual			% relativa ao total movimentado no estado			Total movimentado no estado		
	2012	2013	Total	2012	2013	2012/2013	2012	2013	Total
Abate	249.002	311.064	560.066	14,75%	17,35%	16,09%	275.271	332.971	608.242
Cria/Engorda	663.295	754.974	1.418.269	39,28%	42,12%	40,74%	768.783	849.012	1.617.795
Cria/Reprodução	106.267	93.237	199.504	6,29%	5,20%	5,73%	126.015	104.480	230.495
Esportes	8.211	10.907	19.118	0,49%	0,61%	0,55%	8.548	11.698	20.246
Exposição/Leilão	400	453	853	0,02%	0,03%	0,02%	404	465	869
Feira de Animais	496.635	484.854	981.489	29,41%	27,05%	28,19%	509.523	493.900	1.003.423
Outras	39	74	113	0,00%	0,00%	0,00%	41	74	115
Total	1.523.849	1.655.563	3.179.412	90,24%	92,36%	91,33%	1.688.585	1.792.600	3.481.185

Tabela 4 – Distribuição de movimentação interestadual de bovinos em Pernambuco, segundo finalidades em 2012 e 2013.

Finalidades	Interestadual			% relativa ao total movimentado no estado			Total movimentado no estado		
	2012	2013	Total	2012	2013	2012/2013	2012	2013	Total
Abate	26.269	21.907	48.176	1,56%	1,22%	1,38%	275.271	332.971	608.242
Cria/Engorda	105.488	94.038	199.526	6,25%	5,25%	5,73%	768.783	849.012	1.617.795
Cria/Reprodução	19.748	11.243	30.991	1,17%	0,63%	0,89%	126.015	104.480	230.495
Esportes	337	791	1.128	0,02%	0,04%	0,03%	8.548	11.698	20.246
Exposição/Leilão	4	12	16	0,00%	0,00%	0,00%	404	465	869
Feira de Animais	12.888	9.046	21.934	0,76%	0,50%	0,63%	509.523	493.900	1.003.423
Outras	2	0	2	0,00%	0,00%	0,00%	41	74	115
Total	164.736	137.037	301.773	9,76%	7,64%	8,67%	1.688.585	1.792.600	3.481.185

Os dados de bovinos movimentados por tipo de estabelecimento de destino estão dispostos na Tabela 5.

Tabela 5 – Distribuição de movimentação de bovinos, intraestadual e interestadual em Pernambuco, segundo tipo de estabelecimento de destino em 2012 e 2013.

Estabelecimento	Intraestadual	% relativa ao total movimentado no estado	Interestadual	% relativa ao total movimentado no estado	Total
Eventos	1.001.486	28,77%	23.078	0,66%	1.024.564
Matadouro	560.066	16,09%	48.176	1,38%	608.242
Propriedade	1.617.860	46,47%	230.519	6,62%	1.848.379
Total	3.179.412	91,33%	301.773	8,67%	3.481.185

Os dados de bovinos egressos de feiras de gado por tipo estabelecimento de destino estão dispostos na Tabela 6. Os dados de bovinos movimentados por tipo de trânsito estão contidos na Tabela 7.

Os parâmetros da rede de movimentação de bovinos e de lotes de bovinos do estado de Pernambuco estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 6 – Distribuição de movimentação de bovinos egressos de feiras de gado, intraestadual e interestadual em Pernambuco, segundo tipo de estabelecimento de destino em 2012 e 2013.

Estabelecimento	Intraestadual		% relativa ao total movimentado no estado		Interestadual		% Relativa ao Total Movimentado no Estado		Total	
	Animais	Lotes	Animais	Lotes	Animais	Lotes	Animais	Lotes	Animais	Lotes
Eventos	253	65	0,03%	0,02%	101	25	0,30%	0,23%	354	90
Matadouro	116.171	53.471	14,66%	20,48%	10.905	4.542	32,17%	42,52%	127.076	58.013
Propriedade	676.165	207.569	85,31%	79,50%	22.889	6.116	67,53%	57,25%	699.054	213.685
Total	792.589	261.105	100%	100%	33.895	10.683	100%	100%	826.484	271.788

Tabela 7 – Distribuição de movimentação de bovinos, intraestadual e interestadual em Pernambuco, segundo tipo de trânsito em 2012 e 2013.

Tipo de trânsito	Intraestadual		% relativa ao total movimentado no estado		Interestadual		% relativa ao total movimentado no estado		Total	
	Animais	Lotes	Animais	Lotes	Animais	Lotes	Lotes	Animais	Animais	Lotes
A Pé	142.763	30.500	4,49%	4,29%	2.379	173	0,79%	0,66%	145.142	30.673
Rodoviário	3.036.649	681.189	95,51%	95,71%	299.394	26.089	99,21%	99,34%	3.336.043	707.278
Total	3.179.412	711.689	100%	100%	301.773	26.262	100%	100%	3.481.185	737.951

Tabela 8 – Parâmetros da rede de movimentação de bovinos do estado de Pernambuco, segundo entrada (k_{in}) e saída (k_{out}) de bovinos e lotes de bovinos em 2012 e 2013.

Semigrau interior e semigrau exterior para o número de lotes e número de bovinos	Mínima	1º Quartil	Média	Mediana	3º Quartil	Máxima
K	0	2	29,213	3	10	195.343
(k_{in}) lotes	1	1	11,58	1	3	32.432
(k_{out}) lotes	1	1	9,14	2	5	48.845
(k_{in}) bovinos	0	2	54,62	5	15	195.343
(k_{out}) bovinos	0	4	43,14	8	20	164.728

Os gráficos das Figuras 5 e 6 apresentam um comparativo dos anos de 2012 e 2013, no que diz respeito ao número de bovinos e número de lotes (GTAs) movimentados.

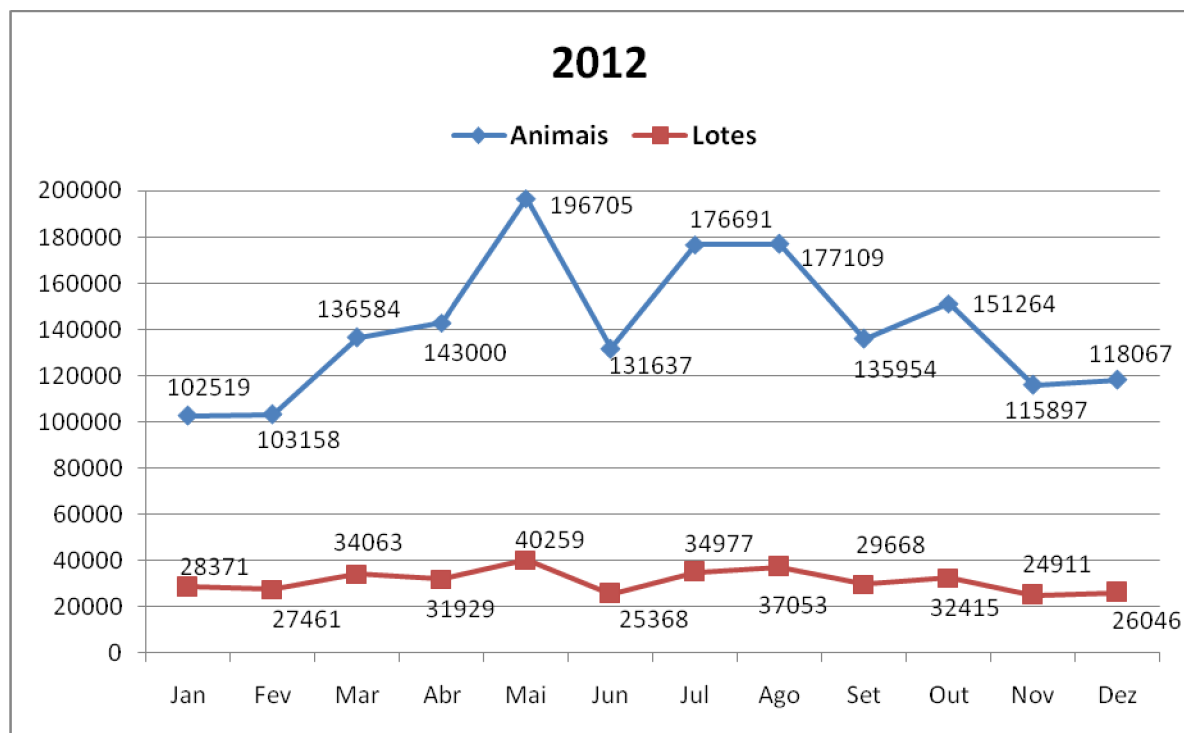


Figura 5 – Quantitativo de bovinos e de lotes movimentados, intraestadual e interestadual em Pernambuco, 2012.

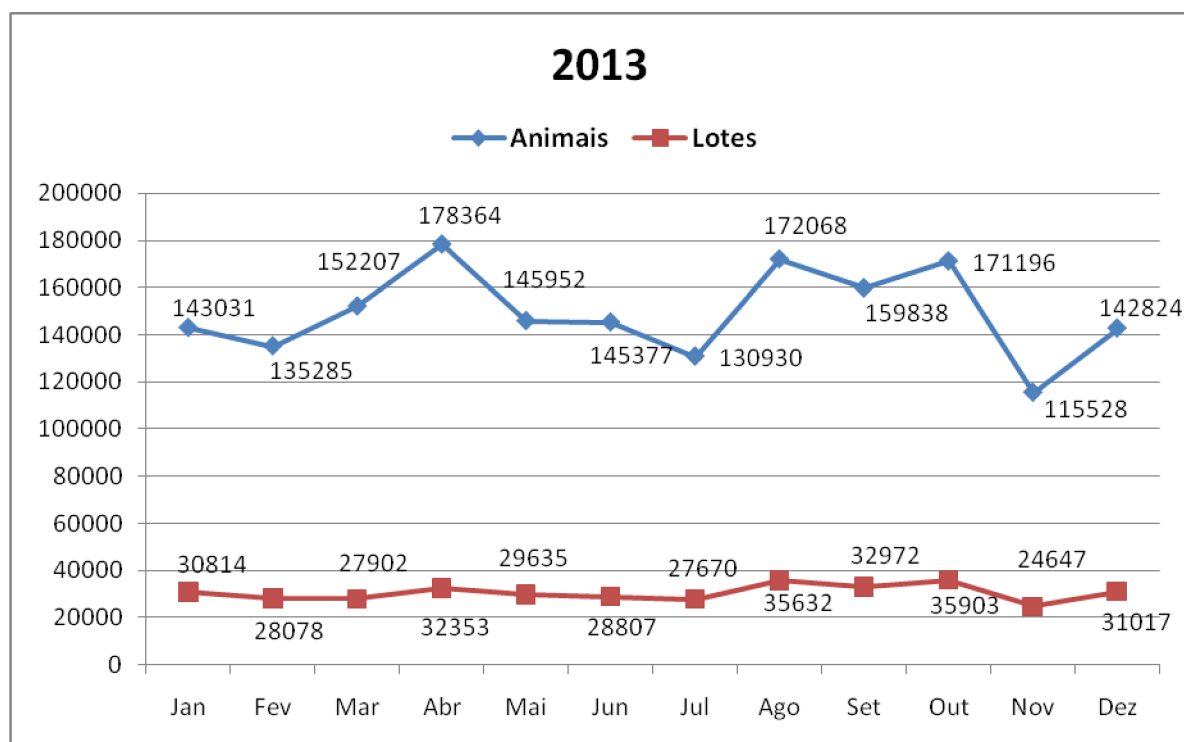


Figura 6 – Quantitativo de bovinos e de lotes movimentados, intraestadual e interestadual em Pernambuco em 2013.

O gráfico da Figura 7 apresenta o quantitativo de bovinos e de lotes movimentados em todo período (2012 – 2013).

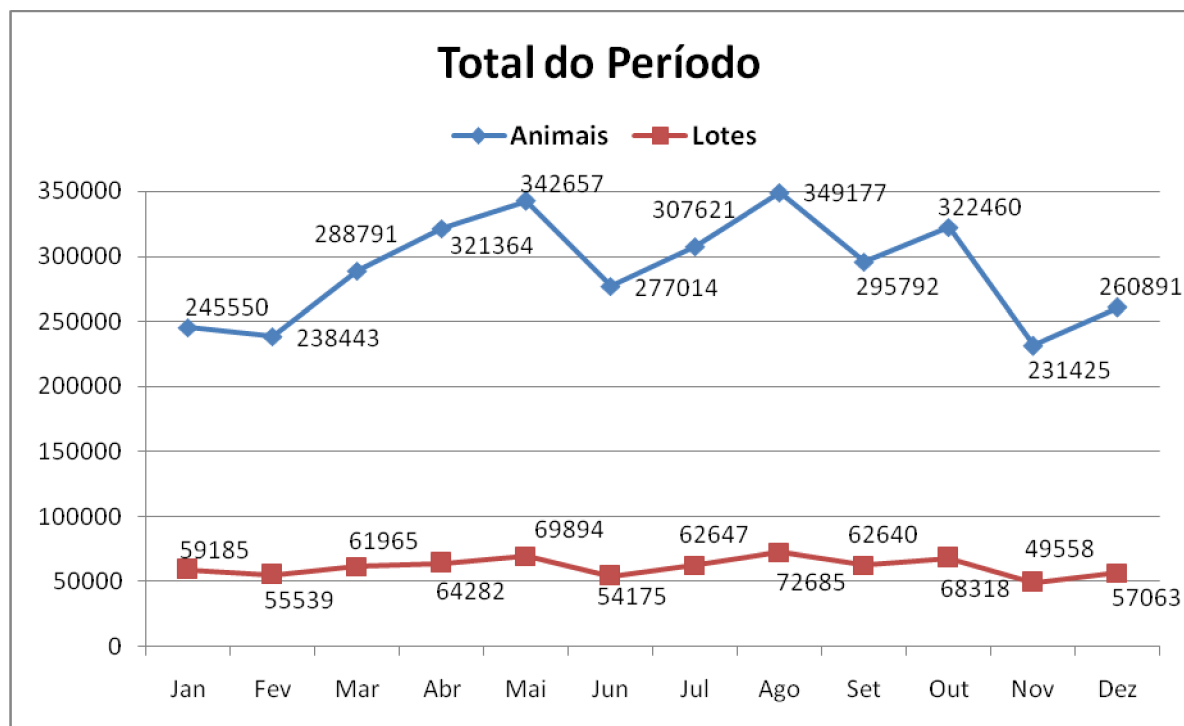


Figura 7 – Quantitativo de bovinos e de lotes movimentados, intraestadual e interestadual em Pernambuco em 2012 e 2013.

O gráfico da Figura 8 apresenta um comparativo do número de bovinos e de lotes movimentados em 2012 e 2013.

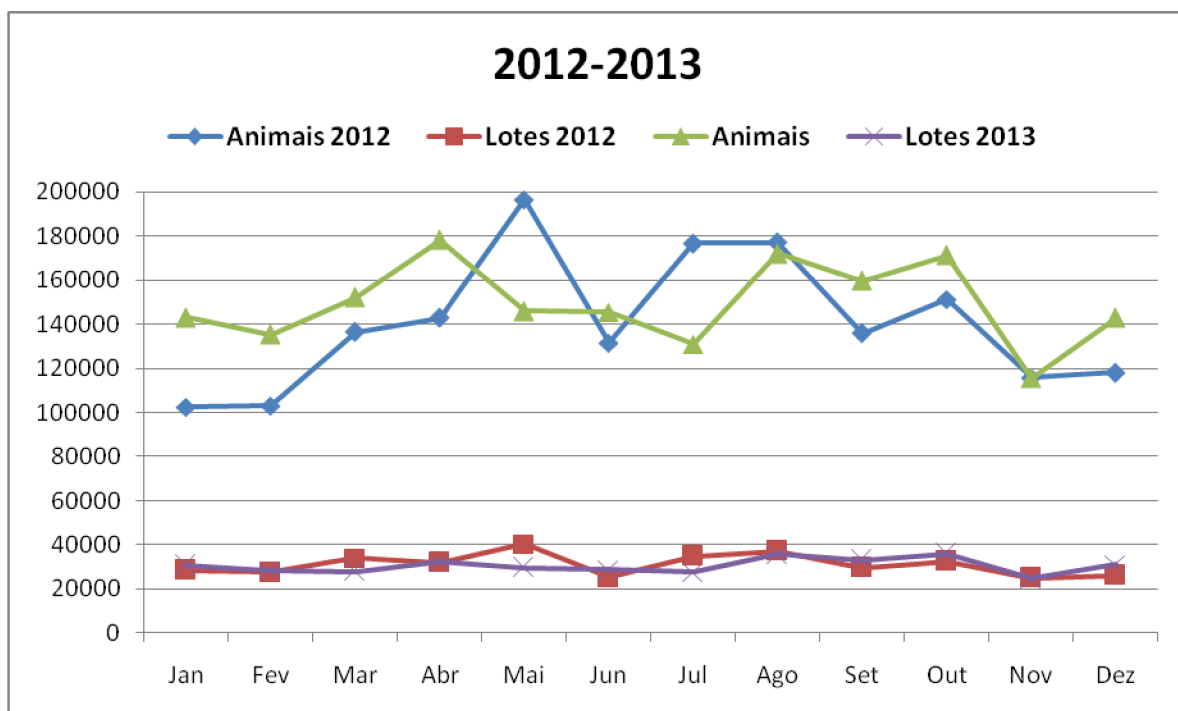


Figura 8 – Comparativo do número de bovinos e de lotes movimentados em Pernambuco, 2012 e 2013.

Os gráficos das Figuras 9 a 14 apresentam um comparativo do número de bovinos mensalmente, segundo gênero e tipo de estabelecimento de destino em 2012 e 2013.

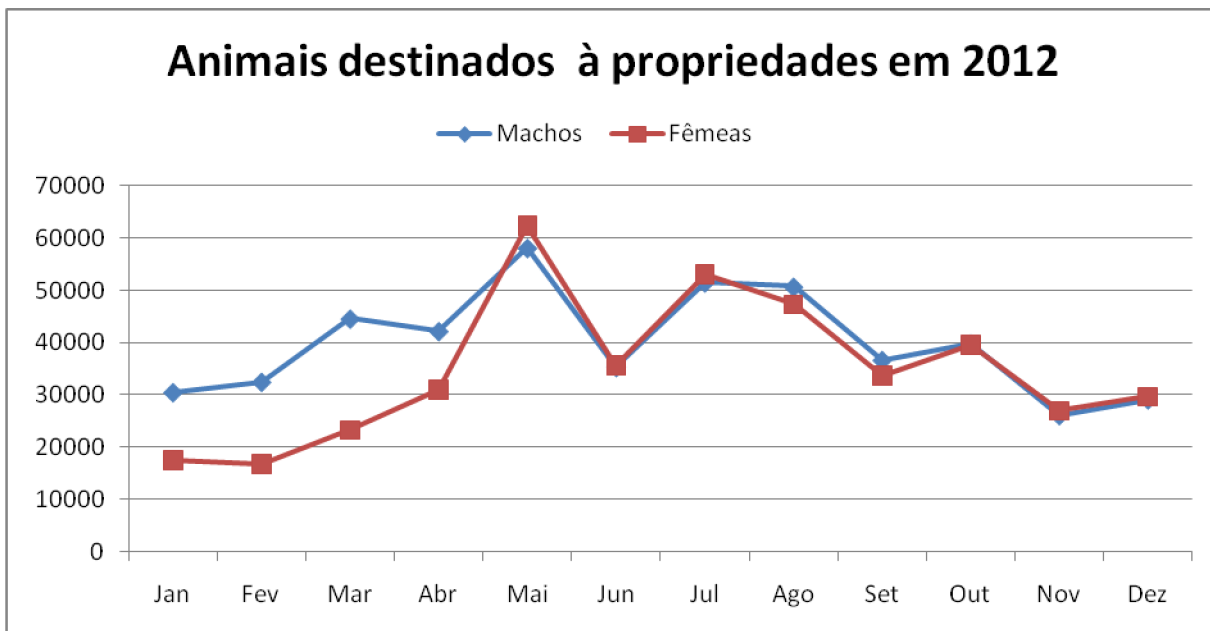


Figura 9 – Quantitativo de bovinos movimentados para propriedades mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2012.

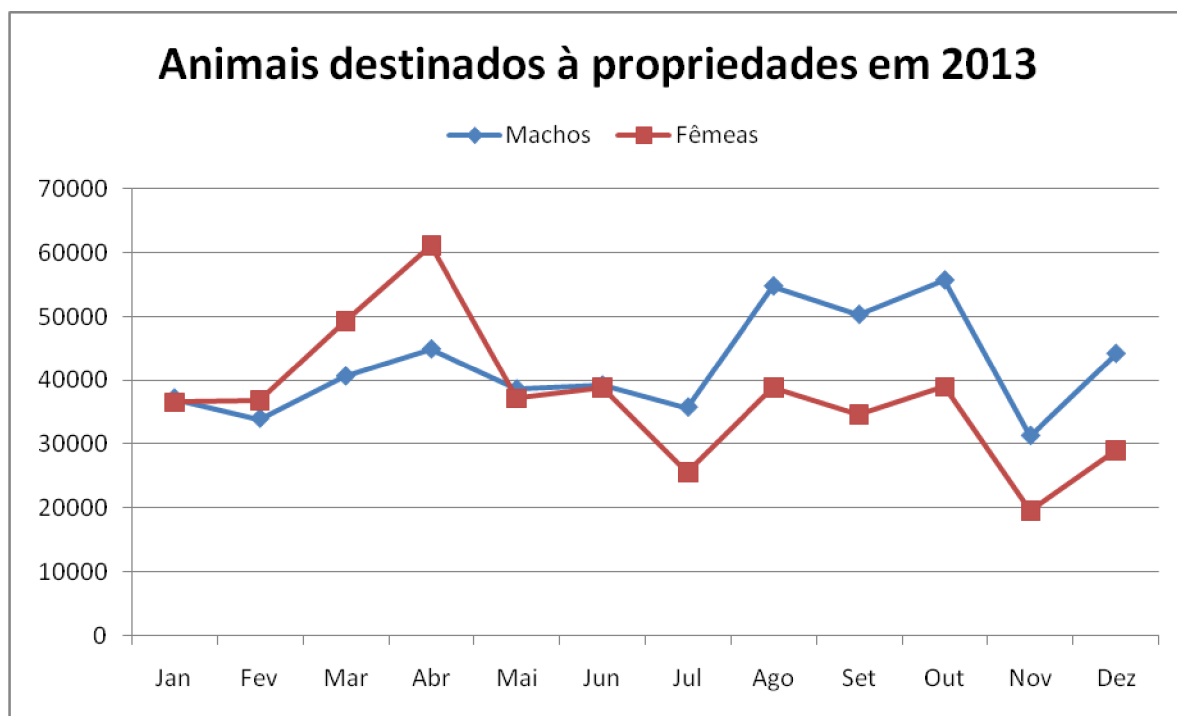


Figura 10 – Quantitativo de bovinos movimentados para propriedades mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2013.

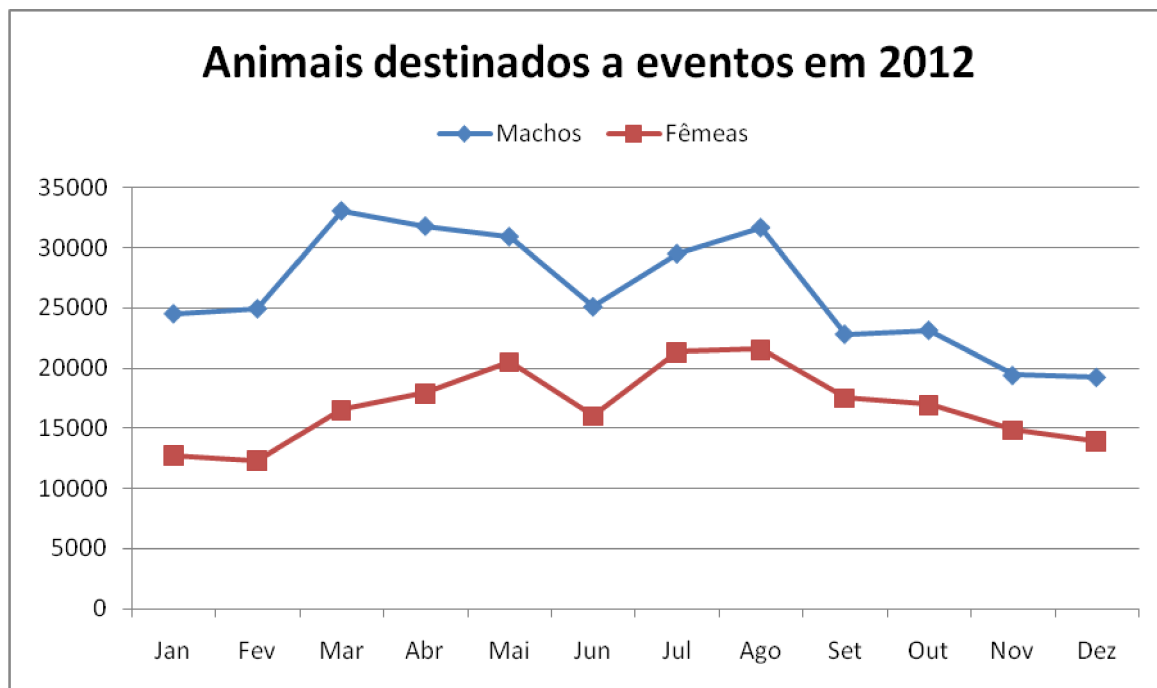


Figura 11 – Quantitativo de bovinos movimentados para eventos mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2012.

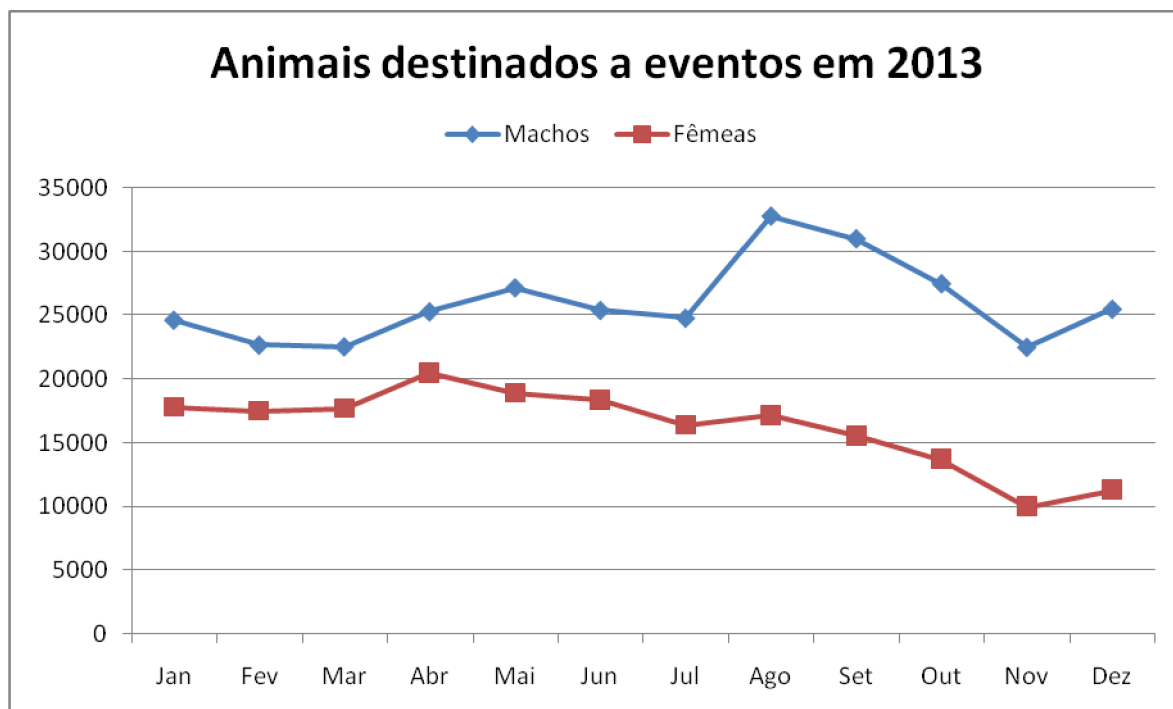


Figura 12 – Quantitativo de bovinos movimentados para eventos mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2013.

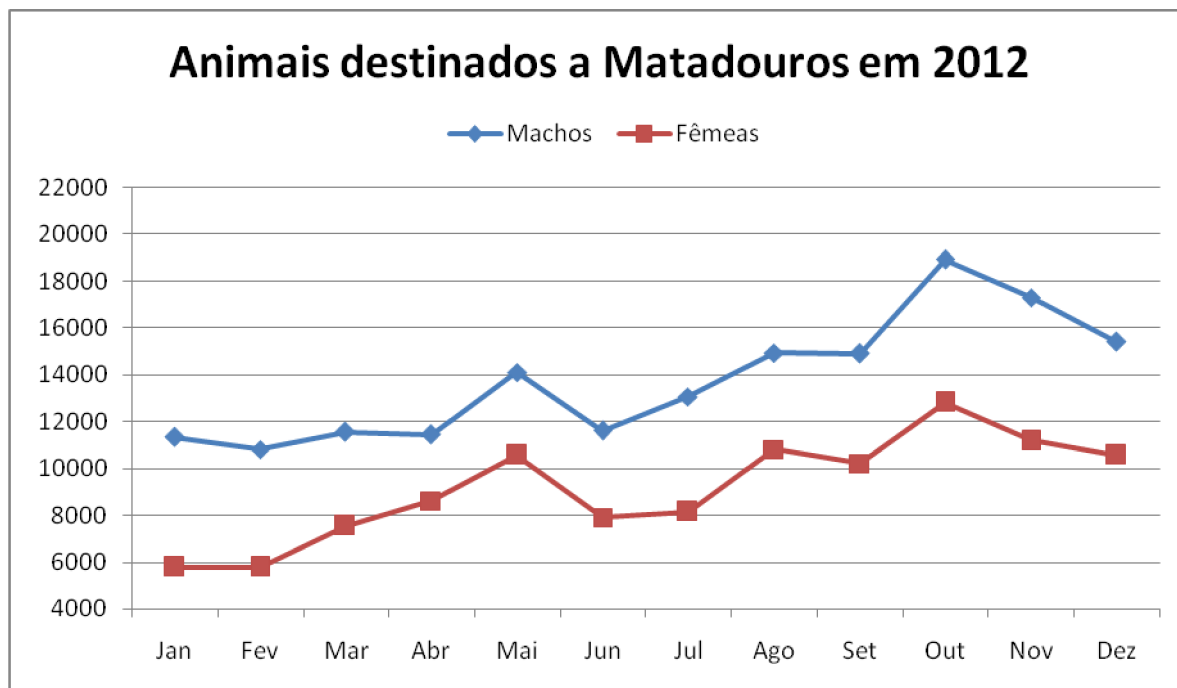


Figura 13 – Quantitativo de bovinos movimentados para matadouros mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2012.

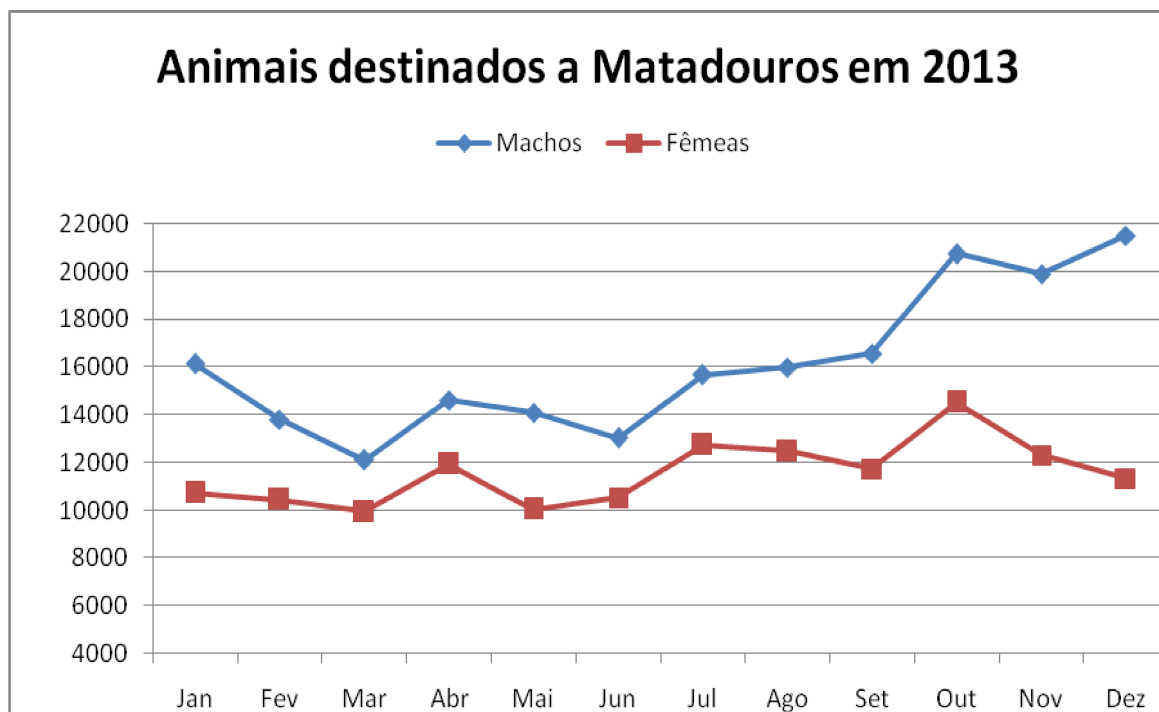


Figura 14 – Quantitativo de bovinos movimentados para matadouros mensalmente em Pernambuco, segundo gênero em 2013.

4.1 Análise Estatística

Na análise estatística dos dados realizada pelo programa R foram analisados 738.010 registros de GTAs e destes, 60 foram perdidos por ausência de código do estabelecimento de origem, representando uma perda de dados de apenas 0,00811%. Desta forma analisou-se 737.950 GTAs, com o número de 103.453 estabelecimentos e de 3.464.935 bovinos movimentados.

Para ilustrar a rede de movimentação de bovinos foram elaborados gráficos estatísticos em *boxplots* e gráficos de dispersão abrangendo as entradas e saídas nas propriedades ora de lotes de bovinos ora de bovinos, considerando também a relação entre o número de bovinos comprados e vendidos segundo o tipo de estabelecimento (Propriedade, Evento e Matadouro) de origem e de destino (Figuras 15 a 28).

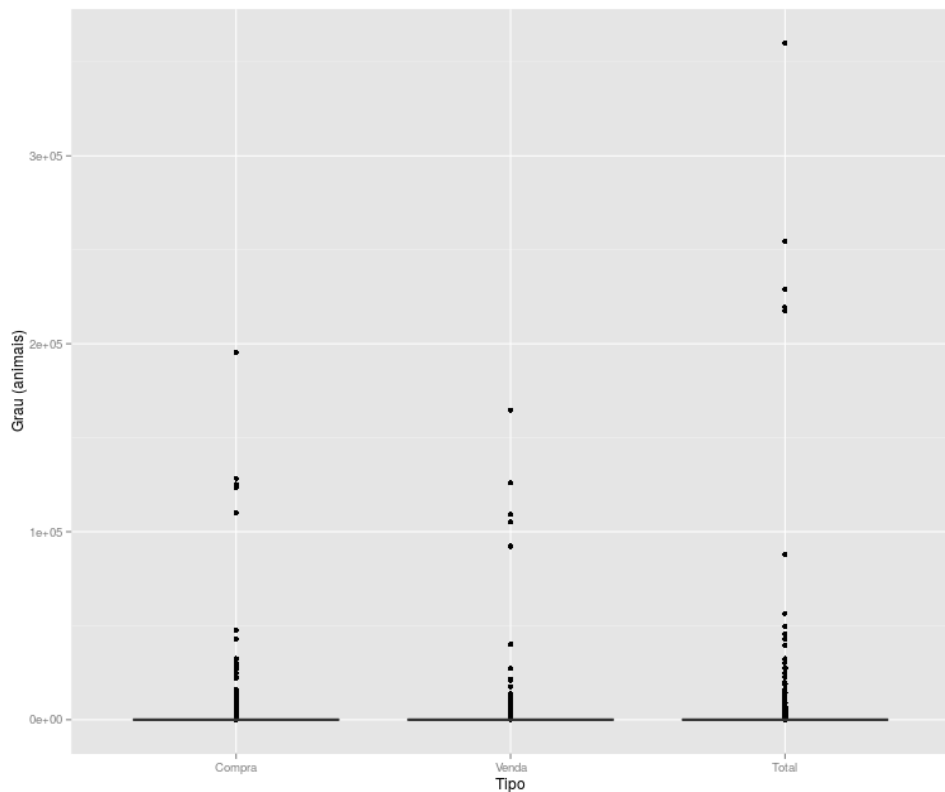


Figura 15 – *Boxplots* apresentando o total de animais movimentados por cada estabelecimento, separados por compra, venda e total.

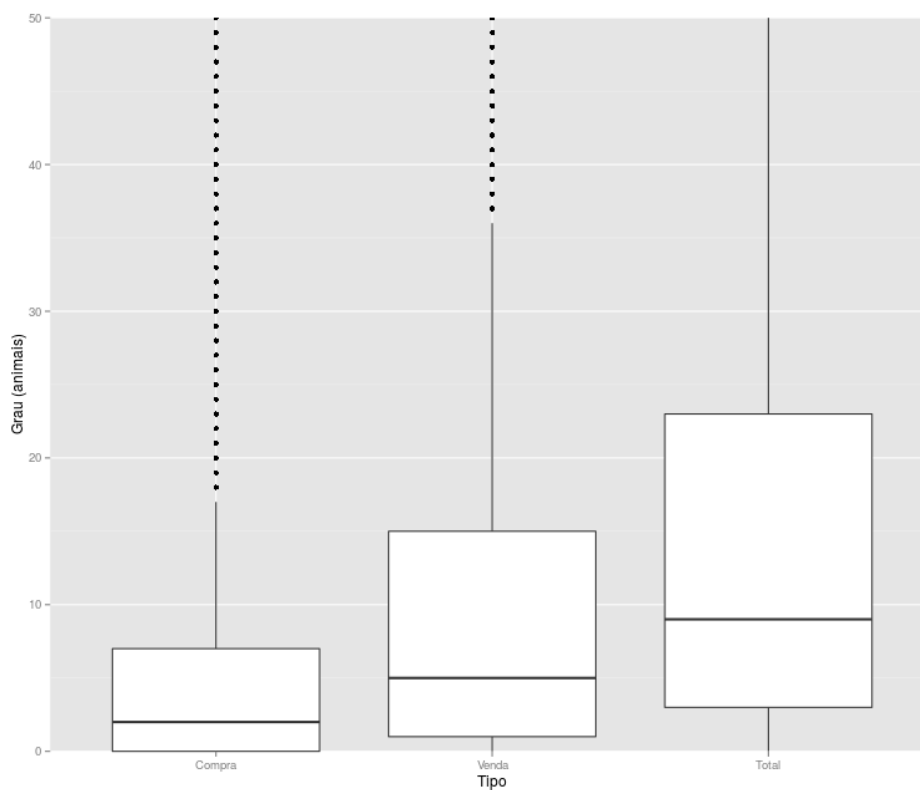


Figura 16 – *Boxplots* apresentando o total de animais movimentados por cada estabelecimento, separados por compra, venda e total (zoom, limitando o eixo y a 50 animais).

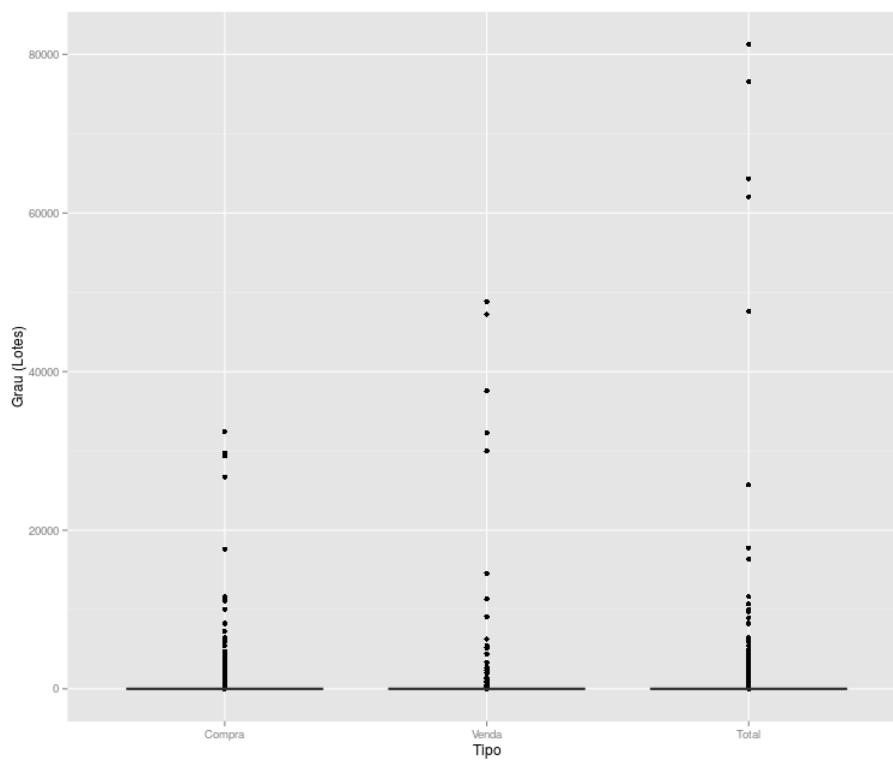


Figura 17 – *Boxplots* apresentando o total de lotes movimentados (baseado no número de GTAs emitidas) por cada estabelecimento, separados por compra, venda e total.

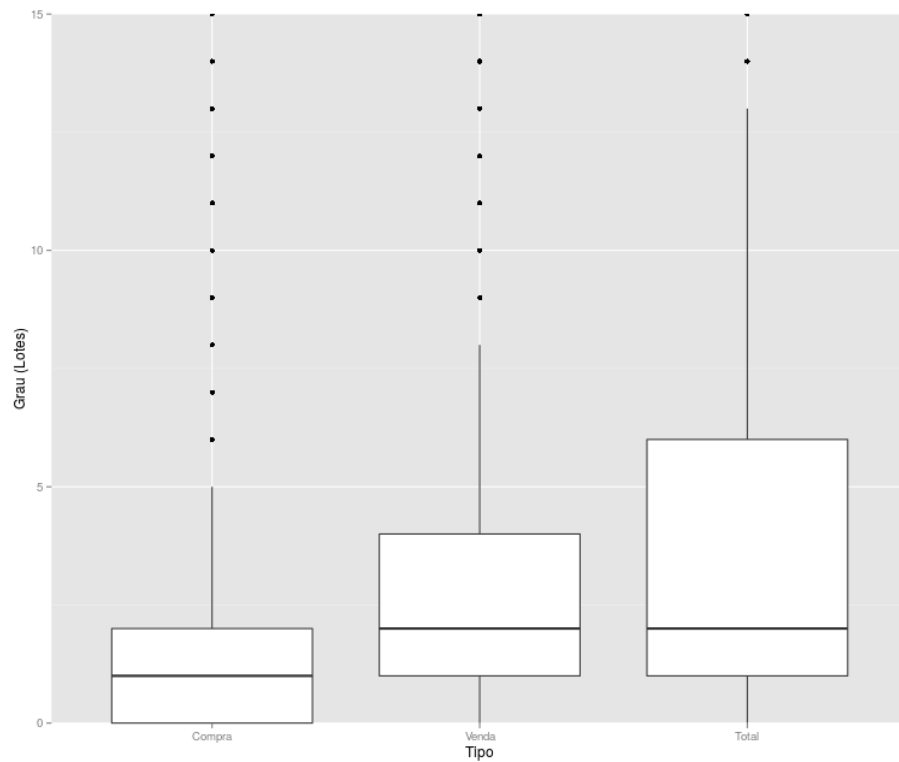


Figura 18 – *Boxplots* apresentando o total de lotes movimentados (baseado no número de GTAs emitidas) por cada estabelecimento, separados por compra, venda e total (zoom, limitando o eixo y a 15 lotes).

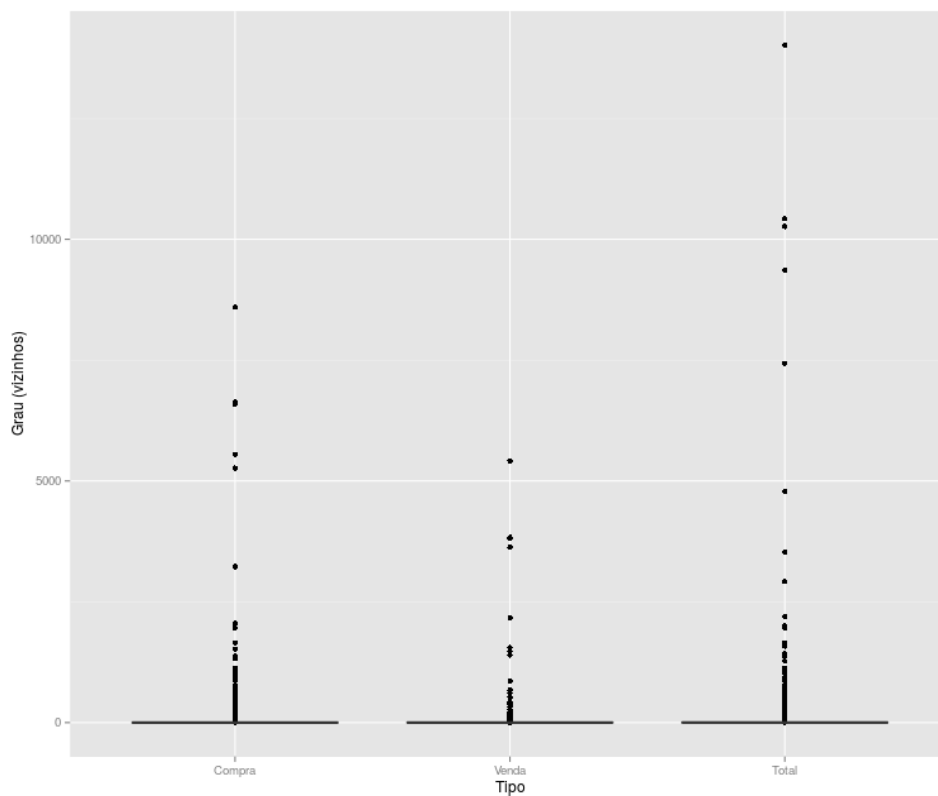


Figura 19 – *Boxplots* apresentando o total de vizinhos de cada estabelecimento, separados por compra, venda e total.

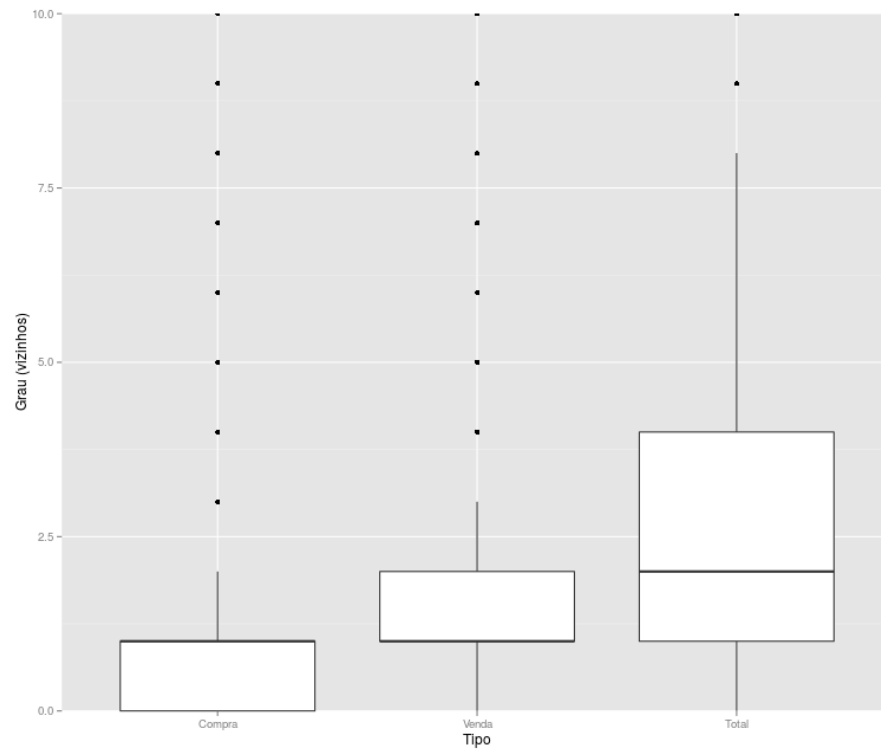


Figura 20 – *Boxplots* apresentando o total de vizinhos de cada estabelecimento, separados por compra, venda e total (zoom, limitando o eixo y a 10 vizinhos).

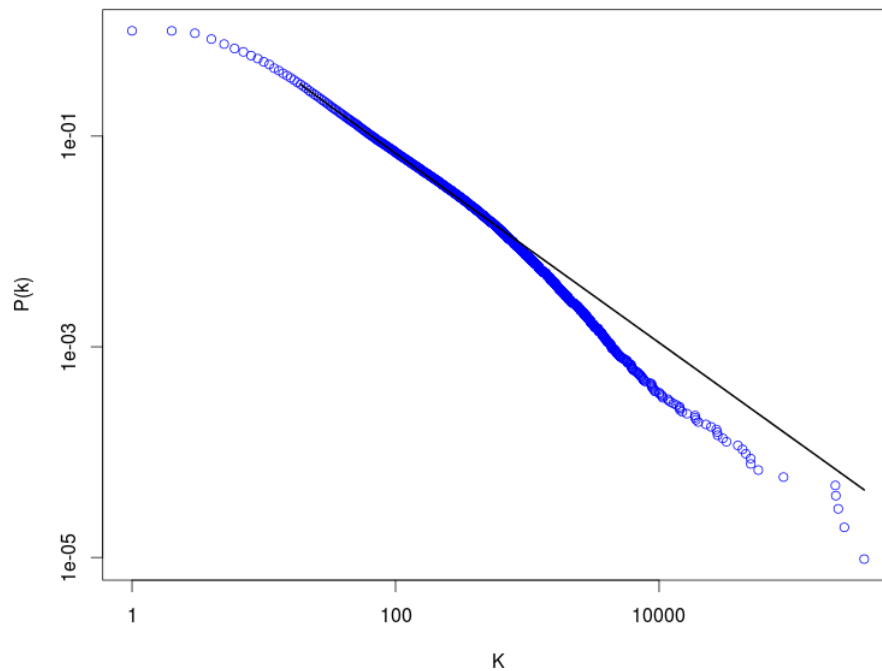


Figura 21 – Distribuição de graus dos estabelecimentos apresentando a proporção de nós que possuem um determinado grau. Reta ajustada a partir da lei de potência.

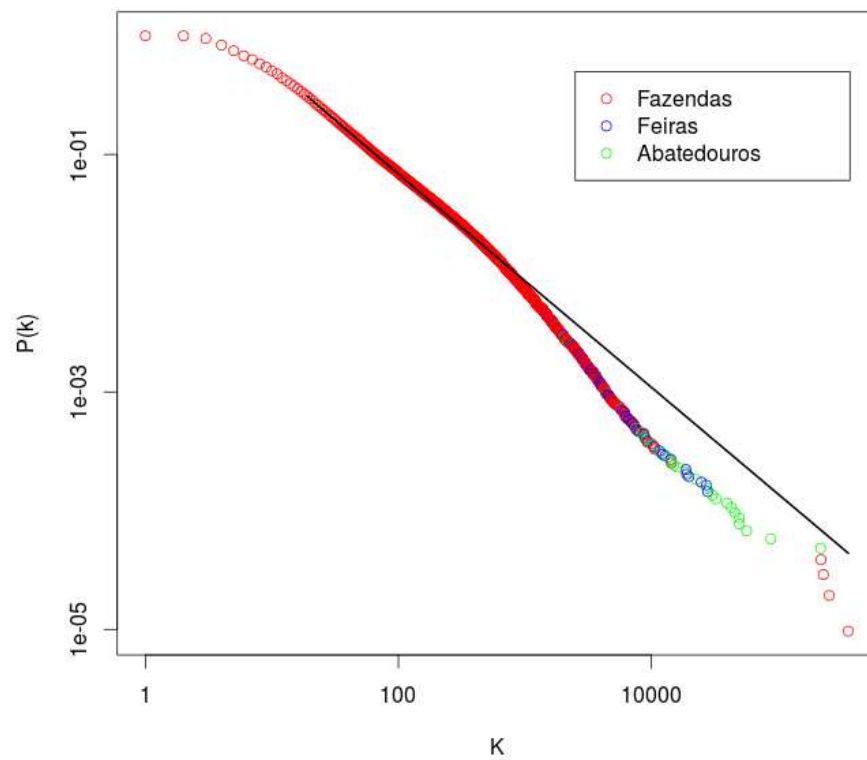


Figura 22 – Distribuição de graus dos estabelecimentos apresentando a proporção de nós que possuem um determinado grau, segundo o tipo de estabelecimento. Reta ajustada a partir da lei de potência.

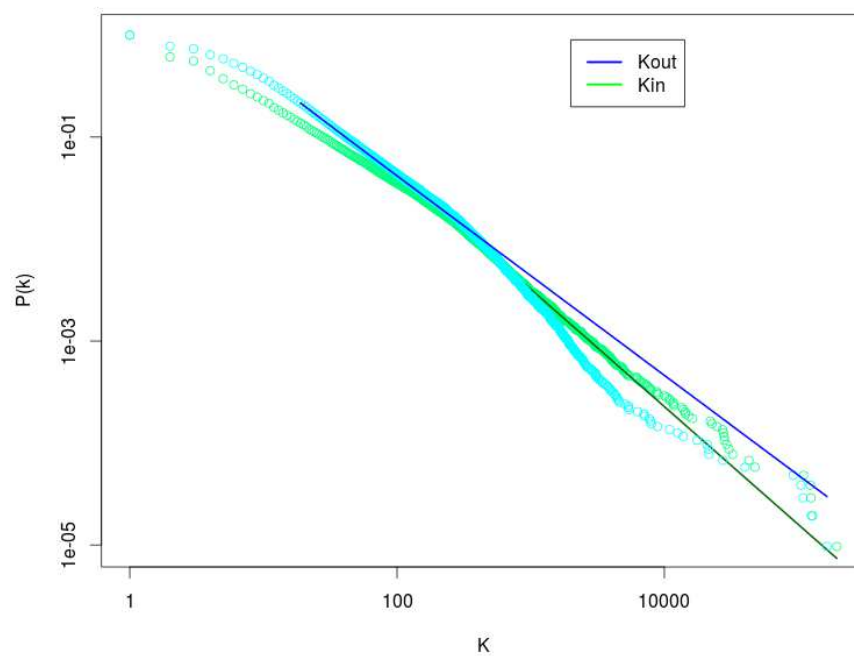


Figura 23 – Distribuição de graus dos estabelecimentos apresentando a proporção de nós que possuem um determinado grau, separados por compra e venda. Reta ajustada a partir da lei de potência.

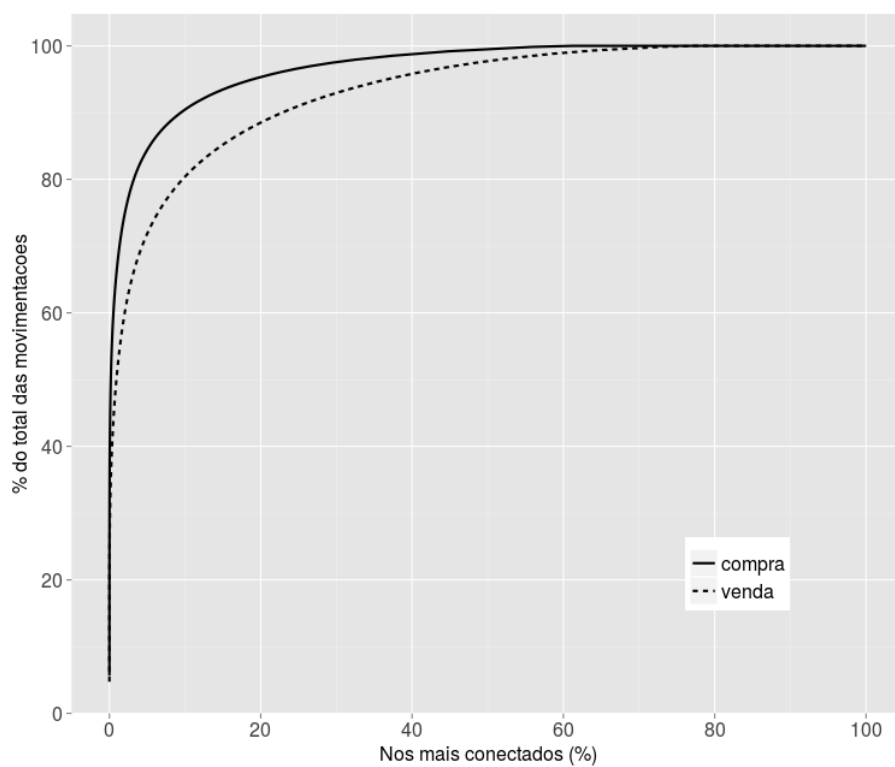


Figura 24 – Percentual de movimentações realizadas pelos nós mais conectados.

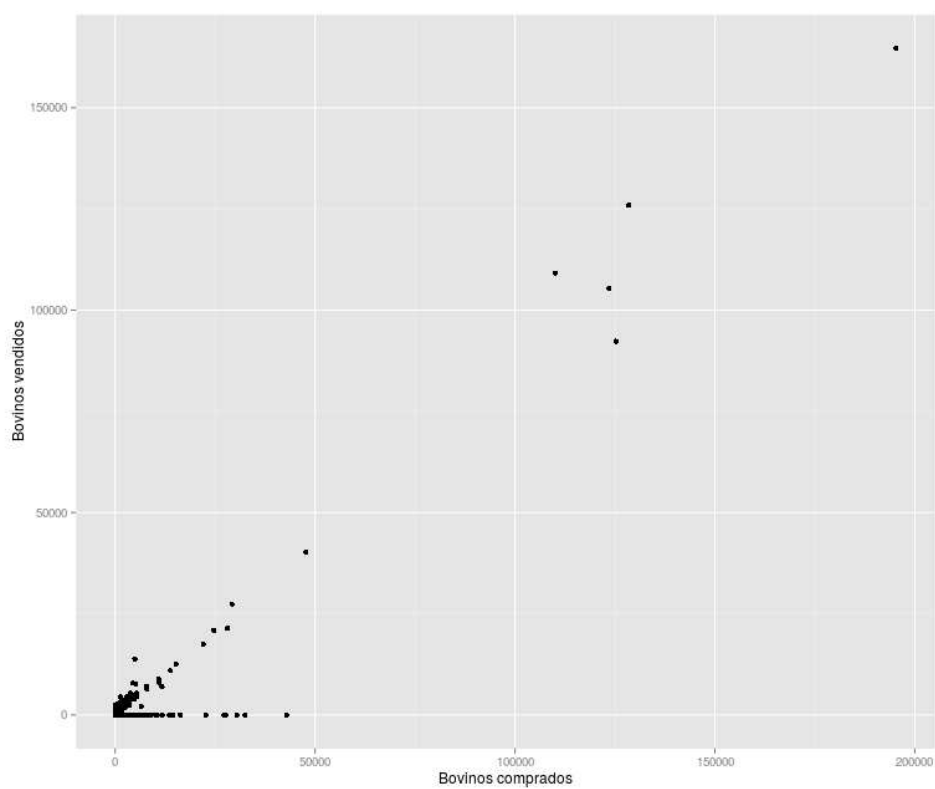


Figura 25 – Gráfico de dispersão, apresentando a quantidade de bovinos comprados e vendidos por cada estabelecimento.

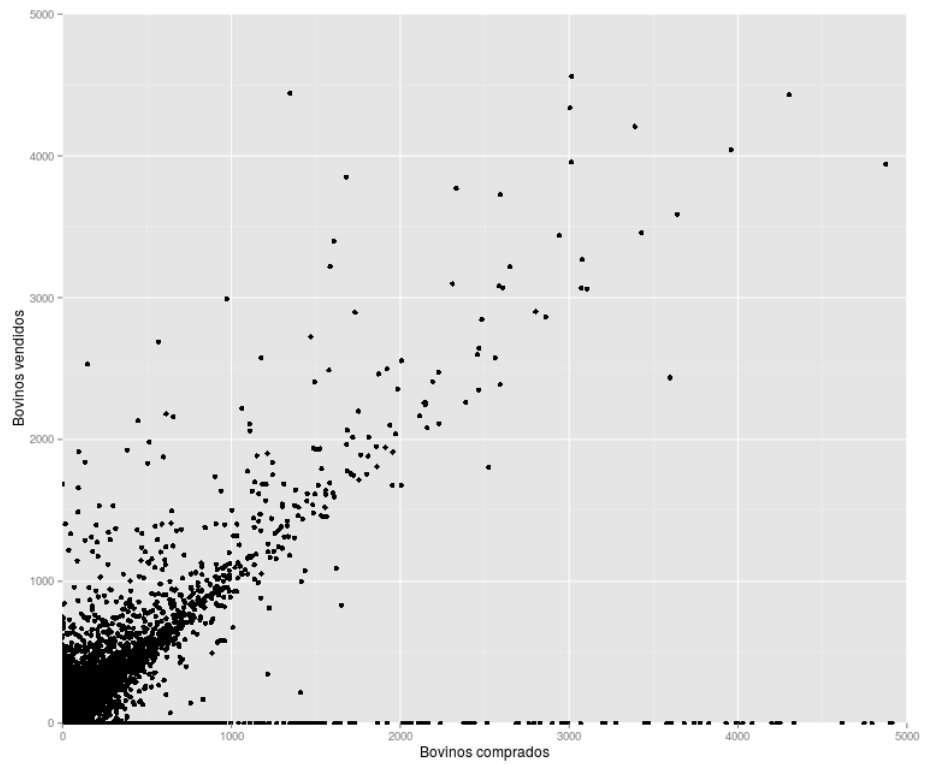


Figura 26 – Gráfico de dispersão, apresentando a quantidade de bovinos comprados e vendidos por cada estabelecimento (zoom, limitando eixo y e eixo x em 5.000 animais).

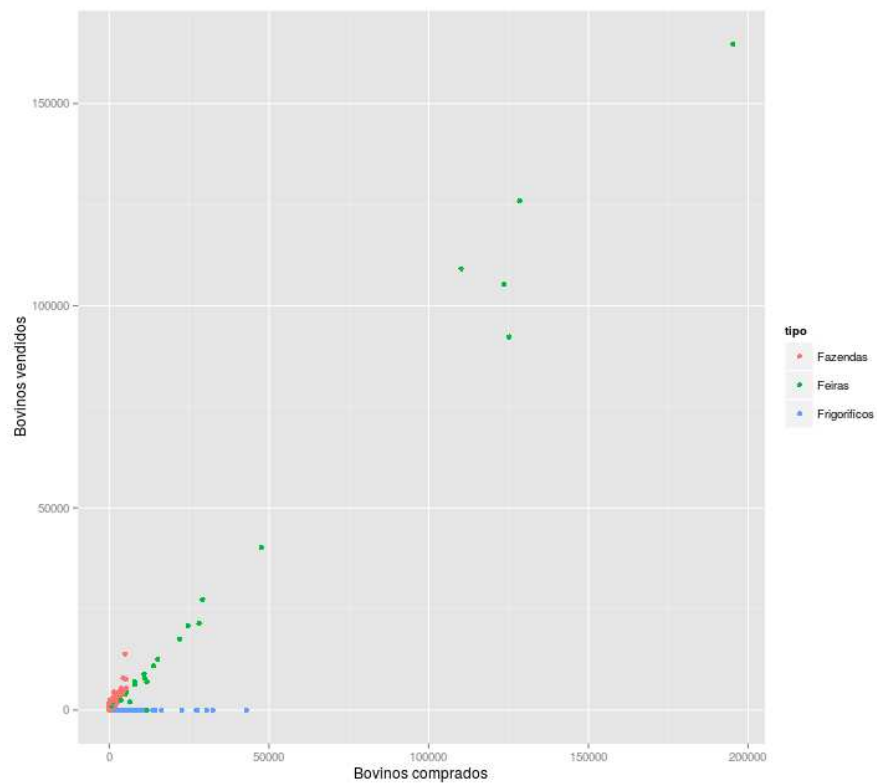


Figura 27 – Gráfico de dispersão, apresentando a quantidade de bovinos comprados e vendidos, separando os estabelecimentos por tipo.

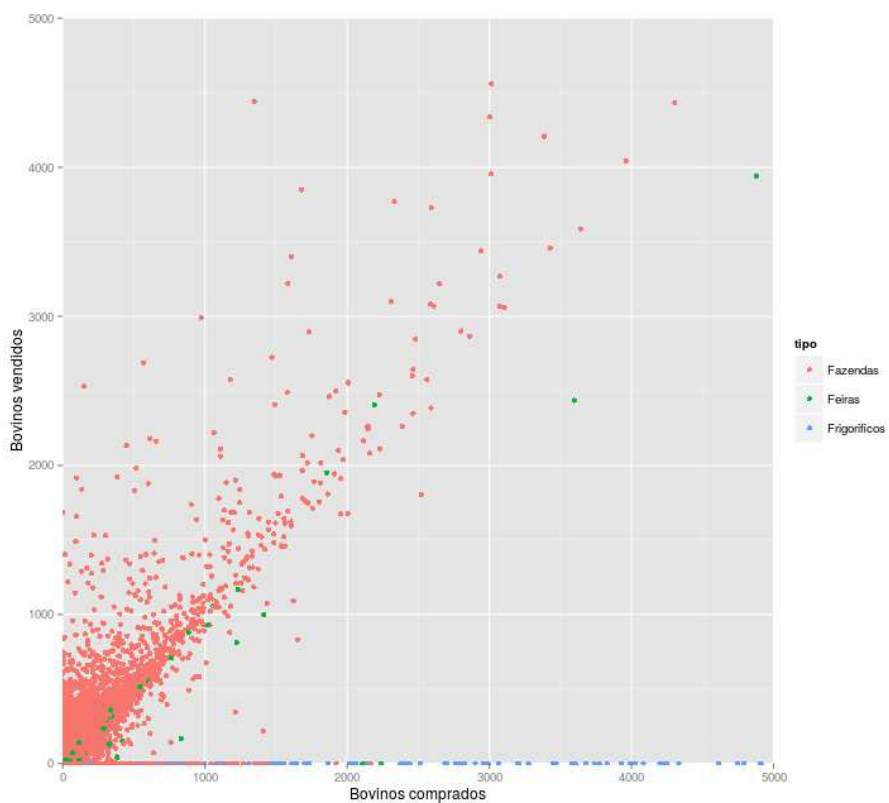


Figura 28 – Gráfico de dispersão, apresentando a quantidade de bovinos comprados e vendidos (zoom, limitando eixo y e eixo x em 5.000 animais), separando os estabelecimentos por tipo.

5 DISCUSSÃO

Esta pesquisa representou o primeiro estudo sobre a caracterização da rede de trânsito de bovinos no estado de Pernambuco e no nordeste do Brasil. Além disso, apresentou resultados importantes que poderão subsidiar as ações de defesa sanitária animal coordenadas pela Adagro. Dentre estes resultados, destacou-se o papel das feiras de gado na movimentação de bovinos, sua importância na vigilância epidemiológica e para a disseminação de patógenos e doenças.

Ao todo, no período de 2012 a 2013, em Pernambuco foram realizadas 3.481.185 movimentações de bovinos, sendo 1.688.585 em 2012 e 1.792.600 em 2013. Um percentual de 52,6% das movimentações de bovinos envolveu entrada ou saída de feiras de gado, o que reflete a importância epidemiológica destes estabelecimentos para o risco potencial de transmissão de doenças.

No Brasil, outros estudos de trânsito de bovinos foram realizados nos estados de Mato Grosso (CAPANEMA, HADDAD e FELIPE, 2012; CIPULLO, 2013), Mato Grosso do Sul (CAPANEMA, HADDAD e FELIPE, 2012), Paraná e Santa Catarina (FELIPE et al., 2013).

Nos estudos realizados por Capanema, Haddad e Felipe (2012) e Felipe et al. (2013), foram analisadas as informações do trânsito de bovinos apenas para o abate em frigoríficos que apresentavam Serviço de Inspeção Federal (SIF), metodologia que diferiu do presente estudo.

Nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do sul também foram utilizadas as GTAs e buscou-se identificar os municípios que receberam maior volume de bovinos para os frigoríficos, sendo classificados como municípios pólos de abate (CAPANEMA, HADDAD e FELIPE, 2012). Já nos estados do Paraná e Santa Catarina foram analisadas as GTAs com o objetivo de identificar as microrregiões responsáveis por receberem o maior volume de bovinos, denominadas regiões pólo de abate ou de destino de abate (FELIPE et al., 2013). Estes métodos de análise diferiram do presente estudo, realizado em Pernambuco, pois para caracterização da rede de movimentação de bovinos, analisou-se todas as GTAs emitidas para todas as finalidades em 2012 e 2013.

No estudo realizado no Mato Grosso por Cipullo (2013) foi realizada uma comparação e análise da rede de movimentos de bovinos de propriedades positivas e negativas para brucelose, metodologia que também diferiu do presente estudo.

Pelo nosso conhecimento, o único estudo que realizou a caracterização do trânsito de bovinos verificando diversas finalidades foi realizado no estado do Mato Grosso

(NEGREIROS, 2010). A Tabela 9 apresenta as diferenças encontradas entre as variáveis estudadas e relacionadas ao trânsito de bovinos nos estados de Mato Grosso e Pernambuco.

Tabela 9 – Diferença das variáveis do trânsito de bovinos nos estados de Mato Grosso (2007) e Pernambuco (2012 e 2013).

Variáveis	Mato Grosso (NEGREIROS, 2010)		Pernambuco (Presente Estudo)	
	2007	2012	2013	2012-2013
Período da pesquisa	2007	2012	2013	2012-2013
Número de bovinos	18.109.213	1.688.585	1.792.600	3.481.185
Número de lotes	536.830	372.521	365.429	737.950
Nós	76.277	79.910	71.796	103.453
Abate	33,49%	16.30%	18.57%	17,47%
Engorda	44,30%	45.53%	47.36%	46,47%
Participação em feira*	0%	30.17%	27.55%	28,83%
Reprodução	21,94%	7.46%	5.83%	6,62%
Exposição e leilão	2,22%	0.02%	0.03%	0,02%
Esporte	0%	0.51%	0.65%	0,58%
Outras**	0%	0.002%	0.004%	0,003%

Legenda: * Dados utilizados apenas do ingresso de bovinos. **Outras variáveis: atendimento médico veterinário, lazer, pesquisa, sacrifício sanitário, saída de frigorífico e trabalho.

A comparação dos resultados dos dois estados revelou que em Pernambuco o número de bovinos movimentados foi 5,2 vezes menor, e o fato da movimentação ter sido analisada no período de dois anos, pode ter favorecido o aparecimento do maior número de lotes (n=737.950), porém ao analisarmos os anos de 2012 e 2013 isoladamente verificou-se que o número de lotes movimentados foi menor.

No ano de 2012 os estados da região nordeste passaram por um período de seca e isso pode ter influenciado na dinâmica das movimentações de bovinos. Em 2012 existiram 8114 nós conectados e distribuídos em Pernambuco e em outros estados da federação a mais do que 2013 (Tabela 7).

Observou-se estabelecimentos que, assim como no Mato Grosso, apresentaram semigrau interior ou exterior igual a zero, ou seja, alguns estabelecimentos que compuseram a

rede não compraram ($k_{in}=0$) ou não venderam ($k_{out}=0$), porém apresentaram ao menos uma conexão durante os dois anos estudados, com no mínimo, uma conexão de entrada ou de saída. No Mato Grosso a rede apresentou 76.277 nós em 2007 e já no período de 2012 a 2013 a rede de Pernambuco apresentou 103.453 nós.

A movimentação total de bovinos no ano de 2012 foi maior que o ano de 2013, ainda no ano 2012 houve um incremento na movimentação de bovinos machos destinados a propriedades, de fêmeas destinadas a eventos e matadouros em relação ao ano de 2013, o que pode ser explicado pelo período de estiagem prolongada (seca) ocorrido nos últimos anos e que teve seu auge no ano de 2012, o que acabou levando grande parte dos criadores a desfazerem-se de seus rebanhos no intuito de salvar seus animais e amenizar os prejuízos.

Considerando a finalidade do trânsito entre os dois estados, foram destinadas ao abate 17,47% das movimentações, sendo 16,30% em 2012 e 18,57% em 2013. Já para a finalidade engorda foram 46,47%, sendo 45,53% em 2012 e 47,36% em 2013 e para a finalidade feira de gado foi de 28,83%, sendo 30,17% em 2012 e 27,55% em 2013, enquanto que no Mato Grosso foram de 33,49%, 44,35%, 21,94% e 2,22% tiveram como finalidade o abate, engorda, reprodução e exposição e leilão, respectivamente. Verificou-se que a feira de gado não é uma realidade em Mato Grosso que se destaca na pecuária de corte no cenário nacional e que a reprodução, participação em exposições e leilões não são atividades econômicas de expressão em Pernambuco, pois somente 6,62% (7,46% em 2012 e 5,83% em 2013) e 0,02% (0,02% em 2012 e 0,03% em 2013), respectivamente, das movimentações de bovinos foram para estas finalidades. As variáveis esporte (participação em vaquejadas), atendimento médico veterinário, lazer, pesquisa, sacrifício sanitário, saída de frigorífico e trabalho tiveram pouca expressão e somente foram encontradas em Pernambuco.

As feiras de gado em Pernambuco foram eventos semanais que concentraram um grande fluxo de animais de produção e lotes de animais. Por isto foi considerado um fator predisponente para que o número de animais destinados a “cria/engorda” se apresentasse de forma superestimada visto que os animais que ingressaram nestes estabelecimentos, quando não comercializados, egressaram com destino as suas propriedades de origem tendo como a finalidade “cria/engorda” e é sabido que os estes animais participarão de outras feiras no estado de Pernambuco e/ou nos estados vizinhos, principalmente Alagoas, Paraíba, Piauí e Ceará. As feiras de gado representaram 52,57% (1.829.907/3.481.185) da movimentação de bovinos tanto para compra quanto para venda. As feiras de gado ocorrem todos os dias da semana em diversos municípios recebendo um grande fluxo de bovinos.

A diferença apresentada no tocante ao quantitativo de bovinos que ingressaram e egressaram das feiras de gado no período estudado pode ser atribuída a dois fatores: a perda de registros de GTAs que foram emitidas manualmente e a prática de evasão de alguns comerciantes das feiras. O primeiro fator relacionava-se a prática atualmente não mais utilizada para os animais egressos das feiras de gado, pois a partir de 2014 toda GTA é emitida eletronicamente. O segundo fator relacionou-se a conduta de alguns comerciantes que adotaram a prática de evasão da fiscalização agropecuária retirando seus animais por locais não estabelecidos, fator favorecido pela estrutura dos recintos onde são realizadas as feiras. Outros fatores necessitam de maiores investigações para sanar tal conduta.

Essa intensificação tanto relacionada ao número de feiras semanais e quanto ao número de bovinos movimentados para estes estabelecimentos são fatores que podem facilitar a disseminação de patógenos e doenças importantes para o âmbito da defesa sanitária animal entre os estabelecimentos e as regiões, dentre as quais se destacam as doenças Febre Aftosa, Brucelose e Tuberculose.

No estado de Pernambuco os estabelecimentos foram considerados as unidades centrais de onde partiram e chegaram bovinos e observou-se o quantitativo de que para 75% dos estabelecimentos as entradas não foram superiores a oito animais (k_{in}) e saídas não foram superiores a 15 animais (k_{out}) (Figuras 15 e 16). Os quantitativos encontrados por Negreiros (2010) no Mato Grosso foram que 75% dos estabelecimentos apresentaram valores iguais ou inferiores a 62 para entrada e 143 para saída (NEGREIROS, 2010).

Considerando o número de lotes, em Pernambuco observou-se que em 75% dos estabelecimentos os valores de lotes de entrada foram de no máximo dois lotes, enquanto que os valores de lotes de saída foram de no máximo quatro lotes (Figuras 17 e 18). Já no Mato Grosso, foram de dois lotes comprados e seis lotes vendidos (NEGREIROS, 2010).

Quanto à relação comercial entre os estabelecimentos (vizinhos), o grau (k) evidenciou que 75% dos estabelecimentos compraram e/ou venderam a no máximo quatro estabelecimentos diferentes. Na análise do semigrau interior (k_{in}), 75% dos estabelecimentos da rede compraram de apenas um estabelecimento e analisando semigrau exterior (k_{out}), 75% dos estabelecimentos venderam a no máximo quatro estabelecimentos diferentes (Figuras 19 e 20). Em Mato Grosso, 75% dos estabelecimentos da rede compraram de no máximo dois estabelecimentos diferentes e para saída, 75% dos estabelecimentos compraram de no máximo três estabelecimentos diferentes (NEGREIROS, 2010).

Ao analisarmos os dados de movimentação de bovinos de Pernambuco quanto à distribuição dos graus, observou-se quando do ajuste do P (k_{in}), alguns estabelecimentos

compraram bovinos de um número elevado de estabelecimentos e apresentaram comportamento acima do previsto pela lei de potência. Estes estabelecimentos foram aqueles que também apresentaram elevado número de ingresso de animais, tais como os de abate e feiras de gado. No ajuste do $P(k_{out})$ uma pequena proporção de estabelecimentos que venderam bovinos para um número elevado de estabelecimentos e apresentaram um comportamento abaixo do previsto pela lei de potência (Figuras 21 a 23). Segundo Negreiros (2010) os estabelecimentos que apresentam baixos valores de movimentação de animais, k_{in} e k_{out} , exerceram influência direta nos valores de $P(k_{in})$ e $P(k_{out})$, respectivamente, para valores baixos. Em Pernambuco essa característica pode ser atribuída aos estabelecimentos com perfil para agricultura familiar ou criações de subsistência. Estes dados também corroboraram com Negreiros (2010) que obteve resultados semelhantes analisando dados de movimentação de animais do estado do Mato Grosso.

Em Pernambuco, evidenciou-se que 20% dos estabelecimentos mais conectados foram responsáveis por aproximadamente 87% das movimentações relacionadas às vendas e 95% às relacionadas à compra (Figura 24). Com isso a rede seguiu de maneira aproximada a Lei de Pareto, também conhecida com regra 80/20, onde se estabelece que aproximadamente 80% das consequências são provenientes de 20% das causas, o que foi verificado em Pernambuco, pois muitos estabelecimentos comercializaram poucos bovinos e poucos estabelecimentos comercializaram muitos bovinos. Aliado a isto, os poucos estabelecimentos que concentraram a maioria das movimentações devem ser dada maior atenção pela Adagro com relação às ações de vigilância epidemiológica com o intuito de realizar a detecção precoce de doenças de interesse na defesa sanitária animal. Estes dados também corroboraram com Negreiros (2010) que obteve resultados semelhantes analisando dados de movimentação de animais do estado do Mato Grosso.

Pelo nosso conhecimento, em nosso país, não existem estudos sobre o potencial papel das feiras de gado na transmissão de doenças de importância para a defesa sanitária animal. Desta forma, pelos resultados encontrados neste estudo, sugere-se que a Adagro elabore um sistema de vigilância epidemiológica com foco nas feiras e nos estabelecimentos que possuem intensa comercialização de compra e/ou venda de animais.

6 CONCLUSÃO

1. Mais da metade (52,6%) das movimentações de bovinos no estado de Pernambuco em 2012 e 2103 envolveu entrada ou saída de feiras de gado.
2. Em todas as mesorregiões do estado as feiras semanais de gado possuíram um importante papel socioeconômico e que podem representar uma importância epidemiológica para a disseminação de patógenos e doenças, necessitando-se de maiores estudos.
3. 20% dos estabelecimentos foram responsáveis por 87% das movimentações de venda e 95% das movimentações de compra e contribuíram para dar significado à utilização de algumas categorias de propriedade que apresentaram semigrau interior alto (k_m elevado) e semigrau exterior alto (k_{out} elevado) para vigilância epidemiológica. Essa pode ser uma estratégia eficaz de prevenção, monitoramento, vigilância e intervenção para algumas doenças infecciosas de relevância para a defesa sanitária animal.
4. Muitos estabelecimentos comercializaram poucos animais e poucos estabelecimentos comercializam muitos animais.
5. A grande maioria dos estabelecimentos movimentaram poucos animais e isso evidencia a característica de subsistência da grande maioria dos produtores do estado.
6. Esta pesquisa representou o primeiro estudo sobre a caracterização da rede de trânsito de bovinos no estado de Pernambuco e no nordeste do Brasil. Além disso, apresentou resultados importantes que poderão subsidiar as ações de defesa sanitária animal coordenadas pela Adagro.

7 REFERÊNCIAS

ADAGRO. Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco. **Relatório da Campanha de Vacinação de Febre Aftosa – 1ª Etapa de 2014**. Recife: ADAGRO, 2014.

AMADOR, M. B. M.; CORRÊA, A. C. B.; BARBOZA, A. D. Contribuição da visão sistêmica ao estudo do espaço pecuário de Venturosa e Pedra no Agreste de Pernambuco. In: ENCONTRO DE GEOGRÁFOS DA AMÉRICA LATINA, 12, 2009, Montevidéu. **Anais...** Montevidéu, 2009. p. 31.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. Informa Economics FNP - Consultoria e Agroinformativos, São Paulo, ed. 11, 2005.

BIGRAS-POULIN, M.; THOMPSON, R. A.; CHRIEL, M.; MORTENSEN, S.; GREINER, M. Network analysis of Danish cattle industry trade patterns as an evaluation of risk potential for disease spread. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 80, n. 76, p. 11-39, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Gabinete do Ministro. Departamento de Defesa Animal. Decreto nº 24.548, de 3 de julho de 1934. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 14 jul. 1934, Seção 1, p. 2, Brasília.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Gabinete do Ministro. Departamento de Saúde Animal. Decreto nº 5.741, de 31 de março de 2006a. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 mar. 2006, Seção 1, p. 82, Brasília.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Gabinete do Ministro. Departamento de Defesa Animal. Instrução Normativa nº 18, de 18 de julho de 2006b. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 jul. 2006, Seção 1, p. 12, Brasília.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Saúde Animal. Relatório Anual do Programa Nacional de Erradicação da Febre Aftosa. Ano base 2007. Brasília, DF, mar. 2008. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 02 out. 14.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Saúde Animal. **Manual de legislação programas nacionais de saúde animal do Brasil**. Brasília, DF, p. 440, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Saúde Animal. **Projeto de ampliação da zona livre de febre aftosa com vacinação – Relatório Final**. Brasília, DF, p. 37, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Gabinete do Ministro. Departamento de Defesa Animal. Instrução Normativa nº 50, de 24 de Setembro de 2013. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 set. 2013, Seção 1, p. 12, Brasília.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Departamento de Saúde Animal. **Resultados da 1ª etapa de vacinação contra a febre aftosa 2014**. Brasília, DF, 2014. <<http://www.agricultura.gov.br/>> Acesso em: 01 dez. 14.

CALDARELLI, G. **Scale-free network**. Oxford: Oxford University Press, p. 336, 2007.

CAPANEMA, R. O.; HADDAD, J. P. A.; FELIPE, P. L. S. Trânsito de bovinos nos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, Brasil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 2, p. 253-262, 2012.

CIPULLO, R. I. **Comparação e análise da rede de movimento de bovinos de propriedades positivas e negativas para brucelose no estado do Mato Grosso**. 2013. 57 f, Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2013.

COSTA, L. D. F.; RODRIGUES, F. A.; TRAVIESO, G.; VILLAS BOAS, P. R. Characterization of complex networks: a survey of measurements, **Advances in Physics**, v. 56, n. 1, p. 167–242, 2007.

CSARDI G.; NEPUSZ T. The igraph software package for complex network research. **InterJournal**. v. Complex Systems, p. 1695, 2006. Disponível em: <<http://igraph.org>> Acesso em: 30 out. 14.

FELIPE, P. L. S.; NICOLINO, R. R.; CAPANEMA, R. O.; HADDAD, J. P. A. Caracterização do trânsito bovino no estado do Paraná e Santa Catarina, Brasil. 2008. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 3, p. 659-668, 2013.

FÈVRE, E. M.; BRONSVOORT, B. M. C.; HAMILTON, K. A. Animal movements and the spread of infectious diseases. **Trends in Microbiology**, v. 14, n. 3, p. 125-131, 2006.

GIBBENS, J. C.; WILESMITH, J. W.; SHARPE, C. E. Descriptive epidemiology of the 2001 foot-and-mouth disease epidemic in Great Britain: the first five months. **Veterinary Record**, v. 149, n. 24, p. 729-743, 2001.

GRISI-FILHO, J. H. H. **Caracterização de circuitos pecuários com base em redes de movimentação de animais**. 2012. 30 f, Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2012.

HARVEY, N.; REEVES, A.; SCHOENBAUM, M. A.; ZAGMUTT-VERGARA, F. J.; DUBÉ, C.; HILL, A. E.; CORSO, B. A.; MCNAB, W. B.; CARTWRIGHT, C. I.; SALMAN, M. D. The North American Animal Disease Spread Model: a simulation model to assist decision making in evaluating animal disease incursions. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 82, n. 3-4, p. 176-97, 2007.

HUESTON, W.; TRAVIS, D.; KLINK, E. Optimising import risk mitigation: anticipation the unintended consequences and competing risk of informal trade. **Scientific and Technical Review**, v. 30, n. 1, p. 309-316, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Contas Regionais do Brasil 2012**. Brasília: IBGE, 2014. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 dez. 14.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Pesquisa Pecuária Municipal**. Brasília: IBGE, 2012. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 dez. 14.

LUSSEAU, D.; NEWMAN, M. E. J. Identifying the role that animals play in their social networks. *Proceedings. Biological sciences. Royal Society*, v. 271, p. 5477–5481, 2004.

MARTÍNEZ-LÓPEZ, B.; PEREZ, A. M.; SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, J. M. Social network analysis. Review of general concepts and use in Preventive Veterinary Medicine. *Transboundary and Emerging Diseases*, v. 56, n. 4, p. 109–20, 2009.

NATALE, F.; GIOVANNINI, A.; SAVINI, L.; PALMA, D.; POSSENTI, L.; FIORE, G.; CALISTRI, P. Network analysis of Italian cattle trade patterns and evaluation of risks for potential disease spread. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 92, n. 1, p. 341–350, 2009.

NEGREIROS, R. L. **Caracterização e análise da rede de movimento de bovinos no Estado de Mato Grosso**. 2010. 121 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

OIE. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE ANIMAL, **Código sanitário para os animais terrestres**, 2014. Disponível em: <<http://www.oie.int>>. acesso em: 13 dez. 14.

PERNAMBUCO. Decreto nº 27.687, de 28 de fevereiro de 2005. Regulamenta a Lei nº 12.228, de 21 de Junho de 2002, que dispõe sobre a Defesa Sanitária Animal, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, 1 mar. 2005. p. 3, col. 1, 2005.

PERNAMBUCO. Lei nº 12.228, de 21 de junho de 2002. Institui a Defesa Sanitária Animal no Estado de Pernambuco, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, 22 jun. 2002. p. 2, col. 1, 2002.

PERNAMBUCO. Lei nº 12.506, de 16 de dezembro de 2003. Cria a Unidade Técnica Agência de Defesa e Fiscalização Agropecuária de Pernambuco - ADAGRO, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado de Pernambuco**, 17 dez. 1996. p. 5, col. 2, 2003.

PERNAMBUCO. Secretaria de Planejamento e Gestão de Pernambuco, **Panorama geral Seplag**, Pernambuco, n. 37, 2014. Disponível em <http://www.seplag.pe.gov.br>> Acesso em: 03 dez. 14.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. acesso em: 13 jan. 14.

RITDA. **Rede Inovação Tecnológica para Defesa Agropecuária**. Disponível em <<http://www.inovadefesa.ning.com>> Acesso em: 03 jan. 15.

RIBEIRO, K. P. P. **Diagnóstico dos bovinos abatidos no frigorífico da região Centro-Sul do Mato Grosso e Influência da cobertura de sombrite e aspersão nos currais de espera do frigorífico, nas características de qualidade da carne bovina**. 2009. 72 f. Dissertação (Mestrado). Ciência Animal. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

SIAPEC. Sistema de Integração Agropecuária. **Relatório de GTAs emitidos**. Disponível em: <<http://www.siapec.adagro.pe.gov.br>> Acesso em: 29 out 2012.

SILVA JÚNIOR, J. L.; CORRÊA, F. N.; NASCIMENTO, D. L.; BURGOS, M. S. O.; MACHADO, M. B.; ALMEIDA, E. C. Perfil do trânsito de animais em feiras de gado do estado de Pernambuco durante o ano de 2011. In: Conferência Nacional sobre Defesa Agropecuária, III, 2012. **Anais...** Salvador, 2012. p. 194.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Importância do cadastro e do controle da movimentação de animais na defesa sanitária**. Lavras: Boletim Técnico, n. 95. p. 26, 2014.

WHITE, P.; FRANKENA, K.; O'KEEFFE, J.; MORE, S. J.; MARTIN, S. W. Predictors of the first between-herd animal movement for cattle born in 2002 in Ireland. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 97, n. 3-4, p. 264-269, 2010.

Apêndice 2 - Página Eletrônica do Sistema de Integração Agropecuária - SIAPEC.

