



**Universidade Federal do Pará
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal**

Marcos Antônio Souza dos Santos

**A PECUÁRIA DE CORTE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: SISTEMAS DE
PRODUÇÃO, MERCADO E AMBIENTE INSTITUCIONAL**

Belém
2017

Marcos Antônio Souza dos Santos

**A PECUÁRIA DE CORTE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: SISTEMAS DE
PRODUÇÃO, MERCADO E AMBIENTE INSTITUCIONAL**

Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Universidade Federal Rural da Amazônia.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior

Belém
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca do NCADR/UFPA

Santos, Marcos Antônio Souza dos

A pecuária de corte na Amazônia brasileira: sistemas de produção, mercado e ambiente institucional / Marcos Antônio Souza dos Santos; Orientador, José de Brito Lourenço Júnior. - 2017.

85 f. : il. ; 29 cm

Inclui bibliografias

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Universidade Federal Rural da Amazônia, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Belém, 2017.

1. Bovino de corte - Amazônia. 2. Pecuária – aspectos econômicos - Amazônia. I. Lourenço Júnior, José de Brito, orientador. II. Título.

CDD – 22 ed. 338.17621109811

Marcos Antônio Souza dos Santos

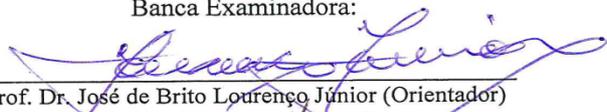
**A PECUÁRIA DE CORTE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: SISTEMAS DE
PRODUÇÃO, MERCADO E AMBIENTE INSTITUCIONAL**

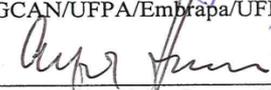
Tese apresentada para obtenção do grau de Doutor em Ciência Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária e Universidade Federal Rural da Amazônia.

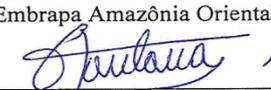
Área de concentração: Produção Animal.

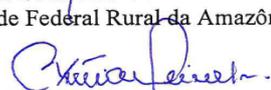
Belém (PA), 07 de março de 2017.

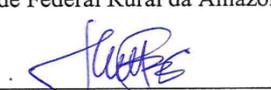
Banca Examinadora:


Prof. Dr. José de Brito Lourenço Júnior (Orientador)
PPGCAN/UFPA/Embrapa/UFRA


Prof. Dr. Alfredo Kingo Oyama Homma
Embrapa Amazônia Oriental


Prof. Dr. Antônio Cordeiro de Santana
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA


Prof.ª Dr.ª Cyntia Meireles Martins
Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA


Prof. Dr. Stefano Juliano Tavares de Andrade
Universidade Federal do Pará - UFPA

Ao meu pai Ozias Antônio Cunha Santos (*In memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus, pela família maravilhosa com a qual fui agraciado que sempre foi fonte de apoio e motivação nas muitas empreitadas pessoais, acadêmicas e profissionais ao longo da vida.

À minha mãe Luiza Souza Santos e ao meu pai Ozias Antônio Cunha Santos (*In memoriam*) por sempre apoiarem incondicionalmente os meus projetos de vida. Aos meus irmãos Adriano Souza Santos e Eliane Souza Santos pelo convívio e incentivo. Aos meus filhos Ana Beatriz Maia dos Santos e Marcos Antônio Maia dos Santos pelo incentivo e compreensão. Essa conquista também é de vocês.

À Universidade Federal do Pará, Embrapa Amazônia Oriental e Universidade Federal Rural da Amazônia pela acolhida no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e oportunidade de realização deste curso.

Ao professor José de Brito Lourenço Júnior pela confiança depositada, ensinamentos e incentivo no decorrer do trabalho. Mais que um orientador, um verdadeiro amigo.

Aos professores Antônio Cordeiro de Santana, Alfredo Kingo Oyama Homma, Cyntia Meireles Martins e Stefano Juliano Tavares de Andrade pelas importantes contribuições ao trabalho.

Aos colegas de turma Bruno Cabral Soares, Gerlane Nunes Noronha e Lilaine de Sousa Neres pelo convívio, amizade, compartilhamento de ideias e incentivo ao longo do curso.

Às amigas de trabalho Andréia Costa de Sousa, Cíntia Maria Cardoso, Cyntia Meireles Martins e Ruth Helena Cristo Almeida pelo incentivo e por tornarem os dias de trabalho na UFRA mais suaves e alegres.

Ao estimado amigo Fabrício Khoury Rebello, parceiro de grandes empreitadas em estudos sobre a economia da Amazônia, pelo incentivo e convívio de longa data.

Às amigas Oderle Milhomem Araújo, Maria de Fátima da Costa Leão, Ana Laura dos Santos Sena e Josinete Pereira Lima pelo incentivo.

A todos aqueles que direta e indiretamente contribuíram para o desenvolvimento do trabalho e concretização de um sonho.

"A gratidão não é somente a maior das virtudes, mas a origem de todas as outras."
Cícero (106-43 a.C.)

RESUMO

O trabalho avalia as características tecnológicas dos sistemas de produção, o mercado e o ambiente institucional da pecuária de corte na Amazônia. A tese é composta por quatro capítulos, elaborados a partir de dados oficiais sobre produção, mercados e políticas públicas de investimento, combinadas com a aplicação de métodos estatísticos e econométricos. O primeiro capítulo avalia o comportamento da produção, dos preços e os efeitos de variáveis ambientais e institucionais sobre a produção de bovinos na Amazônia nas últimas três décadas. No segundo capítulo utiliza-se análise fatorial para identificar os fatores tecnológicos subjacentes e, a partir dos escores fatoriais, estimar um índice para aferir o nível tecnológico dos sistemas de produção de bovinos nos municípios da Amazônia. No terceiro capítulo estima-se, a partir de métodos econométricos, uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, com o objetivo de avaliar a eficiência econômica dos sistemas de produção de bovinos quanto ao uso dos fatores de produção (pastagens, trabalho e capital), além de identificar o efeito deslocamento causado pelo acesso aos serviços de assistência. O quarto capítulo avalia o mercado de bovinos a partir da estimação de um modelo econométrico recursivo de demanda e oferta. A finalidade é quantificar os efeitos de variáveis relevantes como preços, renda, salário rural, crédito rural, desmatamento entre outras, sobre o comportamento da demanda e da oferta de bovinos para abate. Estes resultados são importantes para orientar os investimentos e as políticas públicas de fomento à pecuária de corte na Amazônia, numa perspectiva de inovação tecnológica e sustentabilidade.

Palavras-chave: Produção animal. Tecnologia. Análise econômica. Mercado. Amazônia.

ABSTRACT

This work evaluates the technological characteristics of the production systems, Amazon's beef cattle market and institutional environment. Thesis composed by four chapters, elaborated using production official data, market and investment public policies, combined with statistical and econometric application methods. The first chapter assess production behavior, prices and institutional and environmental variable effects on Amazon cattle production on the past three decades. In chapter two factorial analysis were utilized to identify underlying technological factors and, through factorial scores, estimate an index to gauge the production system technological factors on Amazonia cities cattle. In third chapter, via econometric methods, assessed a production function Cobb-Douglas type, aiming to appraise the cattle production system economic efficiency regarding production factors utilization (pastures, work and capital), in addition to identify the displacement effect caused by technical assistance services accesses. Chapter four evaluates cattle market through a supply and demand recursive econometric model estimative. The goal is to quantify relevant variable effects such as, prices, income, rural wage, rural credit, deforestation among others, upon supply and demand behavior on cattle slaughter. These results are important to guide investments and foment public policies to Amazon beef cattle, on a sustainability and technological innovation perspective.

Keywords: Animal production. Technology. Economic analysis. Market. Amazon.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	CAPÍTULO I – COMPORTAMENTO DA PRODUÇÃO E DOS PREÇOS DE BOVINOS DE CORTE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA NO PERÍODO 1990-2015	16
	RESUMO	16
	ABSTRACT	17
	INTRODUÇÃO	18
	METODOLOGIA	19
	Área de estudo e dados utilizados	19
	Modelos de análise	20
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
	Comportamento da produção	22
	Comportamento dos preços	29
	CONCLUSÃO	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
4	CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO DO NÍVEL TECNOLÓGICO DA PECUÁRIA BOVINA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA	35
	RESUMO	35
	ABSTRACT	36
	INTRODUÇÃO	37
	METODOLOGIA	38
	Análise fatorial	38
	Índice tecnológico da pecuária bovina	41
	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
	Fatores tecnológicos dos sistemas de produção de bovinos	41
	Nível tecnológico dos sistemas de produção de bovinos	46
	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
5	CAPÍTULO III – EFICIÊNCIA ECONÔMICA DA PECUÁRIA BOVINA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA	57
	RESUMO	57
	ABSTRACT	58
	INTRODUÇÃO	59

METODOLOGIA	60
Área de estudo e dados utilizados	60
Modelo teórico	60
Modelo econométrico.....	61
RESULTADOS E DISCUSSÃO	64
CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
6 CAPÍTULO IV – ANÁLISE QUANTITATIVA DO MERCADO DE BOVINOS DE CORTE NO ESTADO DO PARÁ	70
RESUMO	70
ABSTRACT	71
INTRODUÇÃO	72
METODOLOGIA	73
Área de estudo e dados utilizados	73
Modelo teórico	74
Modelo econométrico.....	76
RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
7 CONCLUSÕES	85

1 INTRODUÇÃO

Na Amazônia, a pecuária bovina vem exibindo intenso crescimento desde o início da década de 1970, impulsionada por grandes projetos de infraestrutura e de colonização agrícola que intensificaram o povoamento e o desenvolvimento da agropecuária (VALENTIN; ANDRADE, 2009; DIAS-FILHO, 2012). A partir da década de 1990 esse ritmo de crescimento se intensificou, em todos os estados, em função dos incentivos da política de crédito rural e da expansão da rede de frigoríficos e laticínios (SANTOS et al., 2007; MARTINS et al., 2008).

Assim, entre 1990 a 2015, o rebanho bovino regional cresceu a uma taxa de 5% ao ano, enquanto o crescimento agregado do rebanho brasileiro foi de 1,7% ao ano. Com isso a participação da Amazônia no rebanho nacional que, em 1990, foi de 18,1%, atingiu, em 2015, 39,1%, aproximando-se dos 84,2 milhões de cabeças (IBGE, 2016a). Nas outras grandes regiões brasileiras, apenas o Centro Oeste exibiu crescimento maior que a média nacional (2% ao ano). Nas demais, o rebanho manteve-se estável e as taxas de crescimento não chegaram a atingir 1% ao ano.

Nesse período, todos os estados da Amazônia registraram crescimento superior ao nacional. Os rebanhos do Amapá, Amazonas, Maranhão, Roraima e Tocantins mais que duplicaram. Mato Grosso e Pará aumentaram em mais de três vezes e o Acre em 7,3 vezes. O maior destaque ocorreu em Rondônia que teve o rebanho ampliado em 7,8 vezes e, atualmente, responde por 15,9% do efetivo bovino regional quando, em 1990, respondia por apenas 6,5%. Atualmente os estados que concentram a maior parcela do rebanho bovino regional são: Mato Grosso (34,9%), Pará (24,1%), Rondônia (15,9%), Tocantins (10%) e Maranhão (9,1%). Os estados do Acre, Amapá, Roraima e Amazonas, em conjunto, respondem por apenas 6% do rebanho bovino, 5,2 milhões de cabeças (IBGE, 2016a).

A produção de leite bovino teve aumento semelhante. Entre 1990 e 2015, a produção nacional cresceu a uma taxa de 3,8% ao ano. A Amazônia ganhou espaço importante, pois exibiu uma taxa de crescimento de 5,3% ao ano. As outras duas regiões com crescimento superior à média nacional foram o Sul (5,8% ao ano) e Centro-Oeste (4,3% ao ano). Nas regiões Nordeste e Sudeste, as taxas foram 3,5% e 2,3% ao ano, respectivamente. Em 2015, a participação da Amazônia na produção nacional de leite foi de 8,5%, cerca de 3 bilhões de litros. Esse crescimento contribuiu para que muitos municípios da Amazônia tenham ganhado destaque na produção leiteira nacional e indica que a atividade tem avançado para a

Amazônia, motivada pelo menor custo de oportunidade da terra e mão de obra, disponibilidade de financiamento e a predominância da agricultura familiar, em que a pecuária leiteira é uma atividade importante na complementação de renda em sistemas pecuários de aptidão mista (CARVALHO; HOTT, 2007; MARTINS et al., 2008).

Atualmente, a pecuária bovina configura uma das cadeias mais importantes do agronegócio regional. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), em 2015, foi responsável por 25,3% do valor da produção do setor agropecuário da Amazônia (MAPA, 2016a). Entretanto, existem estados em que a pecuária bovina exibe maior participação na composição do valor da produção como os casos dos estados do Acre (59,2%), Rondônia (54,1%), Pará (44,3%), Amazonas (42,5%) e Tocantins (39,1%).

Na Amazônia a pecuária bovina (corte e leite) é caracterizada pela heterogeneidade dos sistemas de produção que apresentam elevada diferenciação quanto à escala produtiva, uso dos fatores de produção (terra, trabalho e capital) e nível tecnológico. Essa diversidade implica em distintos graus de impacto sobre o meio ambiente com rebatimentos sobre a o mercado de terras, ciclagem de nutrientes, balanços de gases do efeito estufa, contaminação dos recursos hídricos entre outros. A diversidade também está associada à variabilidade de condições de clima, solos e socioeconômicas.

A multiplicidade de variáveis que configuram os sistemas de produção e o mercado pecuário na Amazônia requer o desenvolvimento de pesquisas que permitam aferir o nível tecnológico dos sistemas de produção, a eficiência na alocação de recursos e as influências de variáveis econômicas e institucionais. Para analisar essa dinâmica a tese é composta por quatro capítulos.

O primeiro capítulo avalia o comportamento da produção e dos preços na pecuária de corte regional. O objetivo é identificar a influência de variáveis econômicas, ambientais e institucionais sobre o crescimento da produção, observar o movimento dos preços e destacar os avanços importantes no âmbito da estrutura agroindustrial e das políticas financiamento e de sanidade animal que marcaram o mercado pecuário regional nos últimos 25 anos.

No segundo capítulo, utiliza-se a análise fatorial para identificar os fatores tecnológicos que definem os sistemas de produção de bovinos nos municípios amazônicos. A partir dos escores fatoriais, estima-se o índice tecnológico da pecuária bovina (ITPEC), o qual permite segmentar os municípios em quatro níveis tecnológicos e avaliar o percentual de adoção de tecnologias.

O objetivo do terceiro capítulo é avaliar a eficiência econômica dos sistemas de produção de bovinos quanto ao uso dos fatores de produção (pastagens, trabalho e capital), além de identificar o efeito deslocamento causado pelo acesso aos serviços de assistência. Estima-se, a partir de métodos econométricos, os parâmetros de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, visando determinar a eficiência do uso dos insumos na produção regional de bovinos dos municípios com maior nível tecnológico.

O quarto capítulo avalia o mercado de bovinos a partir da estimação dos parâmetros de um modelo econométrico com a finalidade de quantificar os efeitos de variáveis relevantes como preços, renda, salário rural, crédito rural, entre outras, sobre o comportamento da demanda e da oferta de bovinos de corte.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as características dos sistemas de produção, do mercado e do ambiente institucional da pecuária de corte na Amazônia Brasileira.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (a) Avaliar o comportamento da produção e dos preços na pecuária de corte na Amazônia Brasileira.
- (b) Caracterizar o nível tecnológico dos sistemas de produção de bovinos nos municípios da Amazônia Brasileira.
- (c) Avaliar a influência dos fatores de produção (pastagens, mão de obra e capital) e do acesso aos serviços de assistência técnica sobre o valor bruto da produção de bovinos na Amazônia Brasileira.
- (d) Avaliar o efeito de variáveis econômicas, ambientais e institucionais sobre a oferta e a demanda de bovinos.

3 CAPÍTULO I – COMPORTAMENTO DA PRODUÇÃO E DOS PREÇOS DE BOVINOS DE CORTE NA AMAZÔNIA BRASILEIRA NO PERÍODO 1990-2015

RESUMO

O objetivo deste capítulo foi analisar o comportamento da produção e dos preços da pecuária de corte na Amazônia brasileira. Utilizaram-se dados de séries temporais obtidos em diversas fontes e submetidos à análise de regressão múltipla. Para a análise de preços, utilizou-se o modelo clássico de séries temporais com a separação dos índices sazonais e cíclicos, com base na média móvel centrada em doze meses. As análises abrangem o período de 1990 a 2015, fase em que o rebanho bovino regional evoluiu a uma taxa de 5% ao ano, frente a um crescimento de 1,7% do rebanho nacional. Os resultados indicam que a política de crédito rural assumiu papel importante ao viabilizar a oferta de recursos para o financiamento de projetos pecuários que ganharam espaço frente aos investimentos em agricultura. A criação e estruturação das agências estaduais de defesa agropecuária, a partir do final da década de 1990, representam avanço importante na esfera institucional, pois ao executarem as políticas e programas de sanidade animal tem gerado um ambiente favorável para a expansão dos investimentos na produção e processamento, além de abrir oportunidades para comercialização no mercado interno, nacional e internacional.

Palavras-chave: Bovinocultura de corte. Mercado. Crédito rural. Análise de preços. Amazônia.

ABSTRACT

This chapter aim is to analyze Brazilian Amazon beef cattle, production and market behavior. Temporal series data were utilized obtained from various sources and submitted to multiple regressive analysis. For the price analysis, were used temporal series classic model with seasonal and cyclical index separation, with moving average centered on twelve months. The analyses cover the period of 1990 to 2015, phase that regional beef cattle evolved to 5% rate per year, front a national cattle growth of 1.7%. Results indicates that rural credit politic took important role by enabling resources supply to livestock project founding that gained space in front of farming investments. The farming defense state agencies creation and structuration, starting from 1990s decade, represent important advancement in institution sphere, on this account executing animal health political and programs, generating a favorable environment to expansion the processing and production investment, aside from opening marketing opportunities on internal, national and international market.

Keywords: Beef Cattle. Market. Rural credit. Price analysis. Amazon.

INTRODUÇÃO

A pecuária bovina é uma das principais atividades produtivas da agropecuária brasileira. Em 2015, a produção de carne e leite bovino representou 20,1% do valor bruto da produção agropecuária do país, sendo superada apenas pela cultura da soja que participou com 21,5% (MAPA, 2016a). No período 1990-2015 o rebanho bovino nacional cresceu a uma taxa de 1,7% ao ano o que conduziu o país a um efetivo de 215,2 milhões de cabeças, em 2015, 21,7% do total mundial, o maior rebanho comercial do mundo, segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2016).

Esse padrão de crescimento do rebanho tem como resultado o aumento da produção e exportação de carne. No início da década de 1980, o país não possuía destaque no comércio internacional de carne bovina em função, principalmente, de problemas de ordem sanitária (YARDLEY-PODOLSKY, 1981). A partir de meados da década de 1990, o contexto econômico nacional torna-se mais favorável ao desenvolvimento da pecuária bovina. A abertura comercial, a adoção de inovações tecnológicas nos sistemas de produção, os avanços nas políticas sanitárias e a implantação de frigoríficos impulsionou o crescimento da pecuária bovina em todo o país.

A atividade também encontrou um cenário internacional mais favorável em função do aumento das exigências do mercado consumidor, focada na sanidade e origem dos animais em função das ocorrências de doenças como a febre aftosa e o mal da vaca louca, na Europa, Estados Unidos e Canadá (SANTOS et al., 2007). No caso do mal da vaca louca, como a doença está associada à reciclagem de carne, ossos, sangue e vísceras e seu uso em ração animal, surgiram oportunidades de mercado para a pecuária brasileira cujo rebanho é alimentado a pasto, sem contar que os rebanhos de muitos dos principais países da Europa sofreram baixas severas no final da década de 1990 e no início da primeira década do século 21. Assim, em 2004, o país tornou-se o maior exportador mundial, posição mantida até hoje em função da melhoria na qualidade da carne (MOITA; GOLANI, 2014).

Nesse contexto, a Amazônia possui papel de destaque no crescimento da pecuária nacional, com o rebanho de 84,2 milhões de cabeças, 39,1% do rebanho nacional. Entre 1990 e 2015 foi quem impulsionou a expansão da pecuária nacional, pois exibiu uma taxa de crescimento do rebanho de 5% ao ano, bem superior ao crescimento nacional que foi de 1,7% ao ano (IBGE, 2016b). Também é uma área de expansão da agroindústria de carne bovina,

pois atualmente concentra um terço dos frigoríficos com registro no Sistema de Inspeção Federal (SIF) no país (IBGE, 2016c).

Neste capítulo avalia-se o comportamento da produção e dos preços na pecuária de corte nos últimos 25 anos. O objetivo é identificar os efeitos das variáveis que determinam o crescimento do rebanho bovino na região e identificar os padrões de tendência, sazonalidade e ciclos de preços da pecuária regional.

METODOLOGIA

Área de estudo e dados utilizados

A área de referência da pesquisa é a Amazônia Legal composta pelos estados da região Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), o estado de Mato Grosso e os municípios do estado do Maranhão, situados a oeste do meridiano 44°. É composta por 775 municípios e ocupa uma superfície de aproximadamente 5 milhões de km², 61% do território brasileiro (IBGE, 2016a), com uma população de 27,9 milhões de habitantes, 13,4% da população nacional. Possui destaque na pecuária bovina nacional, pois a atividade ocorre em 46,2% dos estabelecimentos agropecuários que concentram 39,1% do rebanho nacional, 84,2 milhões de cabeças (IBGE, 2016a; IBGE, 2016b). Em função disso a pecuária bovina ocupa 47,98 milhões de hectares de pastagens, sendo responsável por aproximadamente 63% do uso do solo para fins agropecuários na região (ALMEIDA et al., 2016; INPE, 2016).

As análises apresentadas neste capítulo abrangem o período de 1990 a 2015 que marca uma importante fase de expansão da pecuária bovina marcada pelo avanço de problemas ambientais como o desmatamento e também por mudanças institucionais significativas no âmbito das políticas públicas de financiamento e de defesa sanitária animal.

Utilizaram-se séries temporais de diversas fontes oficiais. O efetivo do rebanho e o total de bovinos abatidos sob inspeção foram obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016c). A taxa de desmatamento do banco de dados do Sistema de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia Legal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016b). O preço do boi gordo na Amazônia foi calculado a partir das médias dos preços nos estados de Mato Grosso, Maranhão, Pará, Rondônia e Tocantins, obtidos no Anuário da Pecuária Brasileira (ANUALPEC, 2015). Os valores dos saldos das operações

crédito rural (agrícola e pecuário) do Banco Central do Brasil (BACEN, 2016). Os preços do boi gordo e saldos das operações de crédito rural foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços Disponibilidade Interna (IGP-DI), base dezembro de 2015 (FGV, 2016).

Modelos de análise

O crescimento da pecuária de corte na Amazônia é resultado da interação de variáveis ambientais, econômicas e institucionais que influenciam na tomada de decisão dos produtores e outros agentes econômicos que compõem a cadeia produtiva. O período analisado foi marcado pelo avanço do desmatamento, ampliação da oferta de crédito rural por meio dos Fundos Constitucionais de Financiamento (FNO, FNE e FCO) e a criação das agências de defesa agropecuária em todos os estados. Para aferir o efeito do desmatamento, do crédito rural e da criação das agências de defesa agropecuária sobre o crescimento do rebanho bovino foi estimado por meio do seguinte modelo econométrico:

$$EBOV_t = a_0 + a_1 CR_t + a_2 TDM_{t-2} + a_6 VD_t + e_t \quad (1)$$

Em que:

- $EBOV_t$ = logaritmo natural do efetivo de bovinos da Amazônia, no período de 1990 a 2015;
- CR_t = logaritmo natural do saldo das operações de crédito rural em pecuária bovina na Amazônia, em R\$, no período de 1990 a 2015;
- TDM_{t-2} = taxa de desmatamento defasada em dois períodos, em percentual, no período de 1990 a 2015;
- VD_t = variável dummy incluída no modelo para captar o efeito da criação das agências estaduais de defesa agropecuária que assume valor 0, no período 1990-1998, e valor 1 no período 1998-2015;

As hipóteses a serem testadas são de que todos os coeficientes sejam positivos, visto que o aumento da oferta de crédito e a criação das agências criam um ambiente de negócios favorável aos investimentos de projetos pecuários. A correlação entre desmatamento e o crescimento do rebanho é direta, mas o efeito deve ocorrer com defasagem temporal, pois inicialmente o desmatamento afeta o mercado de madeira e somente depois de um ou dois anos as áreas desmatadas serão utilizadas na produção agropecuária (RIVERO et al., 2009; SANTANA et al., 2011).

A principal variável econômica que exerce influência sobre a produção de bovinos é o preço do boi gordo, o qual funciona como referência para a decisão dos pecuaristas e afeta os preços das demais categorias animais, envolvidas nas fases de cria, recria e engorda, influenciando também a dinâmica dos abates nos frigoríficos.

A avaliação do comportamento dos preços do boi gordo requer a identificação de três movimentos básicos: tendência, ciclos e sazonalidade. A tendência é um movimento de longo prazo e, no caso da pecuária de corte, decorre de ganhos de produtividade associados às inovações tecnológicas, mudanças estruturais no mercado e de políticas públicas de fomento à produção.

Os preços do boi gordo também apresentam movimentos plurianuais de crescimento e declínio em que a queda na cotação do boi gordo causa a retração nos preços de categorias intermediárias até o momento em que se aumenta a taxa de descarte de matrizes (SACHS; PINATTI, 2013). O aumento do abate de matrizes por sua vez gera excesso de oferta de carne bovina, reforçando a queda dos preços que só reagem quando ocorre redução na disponibilidade de boi gordo. Esse movimento é denominado de ciclo pecuário e o conhecimento de suas características é importante para o planejamento da atividade por parte de produtores e agentes econômicos da cadeia produtiva da pecuária de corte.

Os movimentos sazonais são de curto prazo e estão relacionados às condições climáticas nas diferentes épocas do ano e que definem períodos de safra e entressafra. No caso de bovinos, a sazonalidade dos preços está associada à maior ou menor oferta de animais para o abate, que depende da qualidade e disponibilidade de pastagens ao longo do ano.

A análise dos preços foi realizada a partir do modelo clássico de decomposição de séries temporais o qual pressupõe que a série histórica de preços pode ser decomposta em quatro componentes básicos: (a) tendência, (b) ciclo, (c) sazonalidade e (d) variações aleatórias (SANTANA, 2003; MENDES; PADILHA JUNIOR, 2007; ROSSI; NEVES, 2014). Considerando as séries originais dos preços do boi gordo, o modelo é especificado matematicamente a seguir:

$$P_t = T_t \times C_t \times S_t \times E_t \quad (2)$$

Em que:

P_t = preço do boi gordo, no mês t, em R\$/@;

T_t = tendência da série temporal no período t ;

C_t = variação cíclica da série temporal no período t ;

S_t = variação estacional da série temporal no período t ;

E_t = variações aleatórias.

A tendência dos preços reais foi estimada por meio de regressão, sendo que a partir de uma visualização previa do comportamento dos dados o modelo de melhor ajustamento foi o de um polinômio do terceiro grau:

$$\hat{Y}_{it} = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3 + e_t \quad (3)$$

Em que:

\hat{Y}_{it} = é o valor estimado do preço do boi gordo que reflete a tendência no mês i , no ano t ;

t = é uma variável tendência, assumindo os seguintes valores ($T = 0$, para 1990, ..., $T = 25$, para 2015);

a_0 = é o intercepto da função que representa o preço médio no período analisado;

a_i = são os coeficientes angulares da função;

e_t = é o termo de erro aleatório.

Os índices sazonais de preços que configuram os períodos de safra e entressafra da pecuária foram determinados a partir do método da média móvel centrada em 12 meses e suas flutuações foram quantificadas por meio desvio padrão e o coeficiente de variação (SANTANA, 2003; MENDES; PADILHA JUNIOR, 2007). O índice cíclico foi calculado por meio da divisão da média móvel pelo valor da tendência para cada mês.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comportamento da produção

No período 1990-2015 a Amazônia impulsionou o crescimento da pecuária nacional, pois enquanto o rebanho nacional cresceu a uma taxa de apenas 1,7% ao ano, o rebanho regional cresceu a uma taxa de 5% ao ano. Nas outras grandes regiões brasileiras, apenas o

Centro Oeste exibiu crescimento maior que a média nacional (2% ao ano). Nas demais, o rebanho manteve-se estável e as taxas não chegaram a atingir 1% ao ano (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição e crescimento do rebanho bovino brasileiro, em mil cabeças, 1990-2015.

Ano Região/Estado	1990		2000		2010		2015		TGC
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	%aa
Norte	13.663	9,27	24.518	14,43	42.101	20,09	47.155	21,91	5,40*
Rondônia	1.719	1,17	5.664	3,33	11.842	5,65	13.398	6,23	7,88*
Acre	400	0,27	1.033	0,61	2.578	1,23	2.916	1,36	9,57*
Amazonas	637	0,43	843	0,50	1.361	0,65	1.293	0,60	3,80*
Roraima	346	0,23	480	0,28	577	0,28	795	0,37	3,49*
Pará	6.182	4,19	10.271	6,05	17.633	8,42	20.272	9,42	5,45*
Amapá	70	0,05	83	0,05	115	0,05	79	0,04	2,83*
Tocantins	4.309	2,92	6.142	3,62	7.994	3,82	8.402	3,90	2,71*
Nordeste	26.190	17,76	22.567	13,28	28.762	13,73	29.092	13,52	0,96*
Maranhão	3.900	2,65	4.094	2,41	6.980	3,33	7.643	3,55	3,49*
Piauí	1.974	1,34	1.779	1,05	1.680	0,80	1.650	0,77	-0,79*
Ceará	2.621	1,78	2.206	1,30	2.546	1,22	2.516	1,17	0,38**
Rio Grande do Norte	956	0,65	804	0,47	1.065	0,51	919	0,43	1,04*
Paraíba	1.345	0,91	953	0,56	1.243	0,59	1.171	0,54	0,05 ^{ns}
Pernambuco	1.966	1,33	1.516	0,89	2.383	1,14	1.948	0,91	1,30*
Alagoas	891	0,60	779	0,46	1.220	0,58	1.256	0,58	1,83*
Sergipe	1.030	0,70	880	0,52	1.118	0,53	1.231	0,57	1,16*
Bahia	11.505	7,80	9.557	5,63	10.528	5,02	10.758	5,00	0,07 ^{ns}
Sudeste	36.323	24,63	36.852	21,69	38.252	18,26	38.812	18,04	0,27*
Minas Gerais	20.472	13,88	19.975	11,76	22.698	10,83	23.769	11,05	0,72*
Espírito Santo	1.665	1,13	1.825	1,07	2.195	1,05	2.224	1,03	1,09*
Rio de Janeiro	1.924	1,30	1.959	1,15	2.161	1,03	2.351	1,09	0,86*
São Paulo	12.263	8,32	13.092	7,71	11.198	5,34	10.468	4,86	-0,82*
Sul	25.326	17,18	26.298	15,48	27.866	13,30	27.435	12,75	0,36*
Paraná	8.617	5,84	9.646	5,68	9.411	4,49	9.315	4,33	0,28**
Santa Catarina	2.994	2,03	3.051	1,80	3.986	1,90	4.382	2,04	1,65*
Rio Grande do Sul	13.715	9,30	13.601	8,01	14.469	6,91	13.737	6,38	0,09 ^{ns}
Centro Oeste	45.946	31,16	59.641	35,11	72.560	34,63	72.706	33,79	1,89*
Mato Grosso do Sul	19.164	13,00	22.205	13,07	22.354	10,67	21.357	9,92	0,26 ^{ns}
Mato Grosso	9.041	6,13	18.925	11,14	28.757	13,72	29.364	13,65	4,88*
Goiás	17.635	11,96	18.399	10,83	21.348	10,19	21.888	10,17	0,96*
Distrito Federal	106	0,07	112	0,07	101	0,05	97	0,04	-0,79*
Brasil	147.448	100,00	169.876	100,00	209.541	100,00	215.199	100,00	1,70*

Fonte: IBGE, 2016b.

Notas: TGC = Taxa Geométrica de Crescimento determinada por meio de Regressão linear. (*) e (**) indicam significância a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, com base no teste t de Student. (ns) não significativo.

Nesse período todos os estados da Amazônia registraram taxas superiores ao crescimento nacional. Os rebanhos do Amapá, Amazonas, Maranhão, Roraima e Tocantins mais que duplicaram. Mato Grosso e Pará aumentaram em mais de três vezes e o Acre em 7,3 vezes. O maior destaque ocorreu em Rondônia que teve o rebanho ampliado em 7,8 vezes e, atualmente, responde por 15,9% do rebanho bovino regional quando, em 1990, respondia por apenas 6,5%.

Atualmente os estados que concentram a maior parcela do rebanho bovino regional são: Mato Grosso (34,9%), Pará (24,1%), Rondônia (15,9%), Tocantins (10%) e Maranhão (9,1%). Os estados do Acre, Amapá, Roraima e Amazonas, em conjunto, respondem por apenas 6% do rebanho bovino, 5,2 milhões de cabeças.

O crescimento do rebanho na Amazônia provocou mudanças significativas na distribuição espacial da agroindústria de abate no país. Na Tabela 2 pode-se observar a distribuição estadual e regional, entre os anos de 1997 e 2015, dos estabelecimentos de abate de bovinos com registro no Sistema de Inspeção Federal (SIF). Pode-se observar que neste período praticamente não houve alteração no número total de estabelecimentos no país. Contudo, o número de estabelecimentos na Amazônia mais que duplicou passando de 35, em 1997, para 72, em 2015. Isto representa 33% do parque frigorífico de bovinos nacional.

Em termos de distribuição por Unidade da Federação, os seis maiores parques frigoríficos estão localizados em Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, São Paulo, Goiás e Pará que, em conjunto, respondem por 67,43% do número de empresas estabelecidas no país. Outros estados da Amazônia que também exibiram crescimento importante foram Rondônia e o Tocantins.

Tabela 2. Estabelecimentos de abate de bovinos sob inspeção federal (SIF), 1997, 2000, 2010 e 2015.

Ano	1997		2000		2010		2015	
Região/Estado	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Norte	15	6,82	23	10,50	42	19,00	40	18,35
Rondônia	3	1,36	6	2,74	15	6,79	13	5,96
Acre	1	0,45	1	0,46	3	1,36	2	0,92
Amazonas	0	0,00	1	0,46	2	0,90	1	0,46
Roraima	1	0,45	1	0,46	1	0,45	1	0,46
Pará	4	1,82	8	3,65	14	6,33	14	6,42
Amapá	0	0,00	0	0,00	0	0,00-	0	0,00
Tocantins	6	2,73	6	2,74	7	3,17	9	4,13
Nordeste	16	7,27	13	5,94	8	3,62	13	5,96
Maranhão	4	1,82	3	1,37	2	0,90	4	1,83
Piauí	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Ceará	1	0,45	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Rio Grande do Norte	2	0,91	1	0,46	1	0,45	0	0,00
Paraíba	2	0,91	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Pernambuco	1	0,45	1	0,46	0	0,00	0	0,00
Alagoas	1	0,45	3	1,37	0	0,00	0	0,00
Sergipe	0	0,00	0	0,00	1	0,45	1	0,46
Bahia	5	2,27	5	2,28	4	1,81	8	3,67
Sudeste	70	31,82	61	27,85	63	28,51	59	27,06
Minas Gerais	27	12,27	27	12,33	32	14,48	34	15,60
Espírito Santo	2	0,91	4	1,83	4	1,81	3	1,38
Rio de Janeiro	2	0,91	1	0,46	1	0,45	0	0,00
São Paulo	39	17,73	29	13,24	26	11,76	22	10,09
Sul	53	24,09	50	22,83	35	15,84	29	13,30
Paraná	21	9,55	18	8,22	15	6,79	14	6,42
Santa Catarina	5	2,27	7	3,20	5	2,26	4	1,83
Rio Grande do Sul	27	12,27	25	11,42	15	6,79	11	5,05
Centro Oeste	66	30,00	72	32,88	73	33,03	77	35,32
Mato Grosso do Sul	25	11,36	27	12,33	25	11,31	29	13,30
Mato Grosso	16	7,27	22	10,05	29	13,12	28	12,84
Goiás	25	11,36	23	10,50	19	8,60	20	9,17
Distrito Federal	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Brasil	220	100,00	219	100,00	221	100,00	218	100,00

Fonte: IBGE, 2016c.

A expansão do parque frigorífico regional viabilizou o aumento da escala dos abates inspecionados, melhorando a qualidade da carne para o mercado doméstico e para a exportação. Na Figura 1, pode-se observar o crescimento do número total de bovinos abatidos na Amazônia e no Brasil entre 1997 e 2015. Nesse período a taxa de crescimento dos abates no país foi de 4,8% ao ano, enquanto na Amazônia foi de 9,3% ao ano. Atualmente o número de animais abatidos oficialmente na Amazônia é de 11,7 milhões cabeças, 5,5 vezes maior ao observado em 1997 e corresponde a 38,1% do total de animais abatidos. Em 1997, essa participação era de apenas 14,3%.

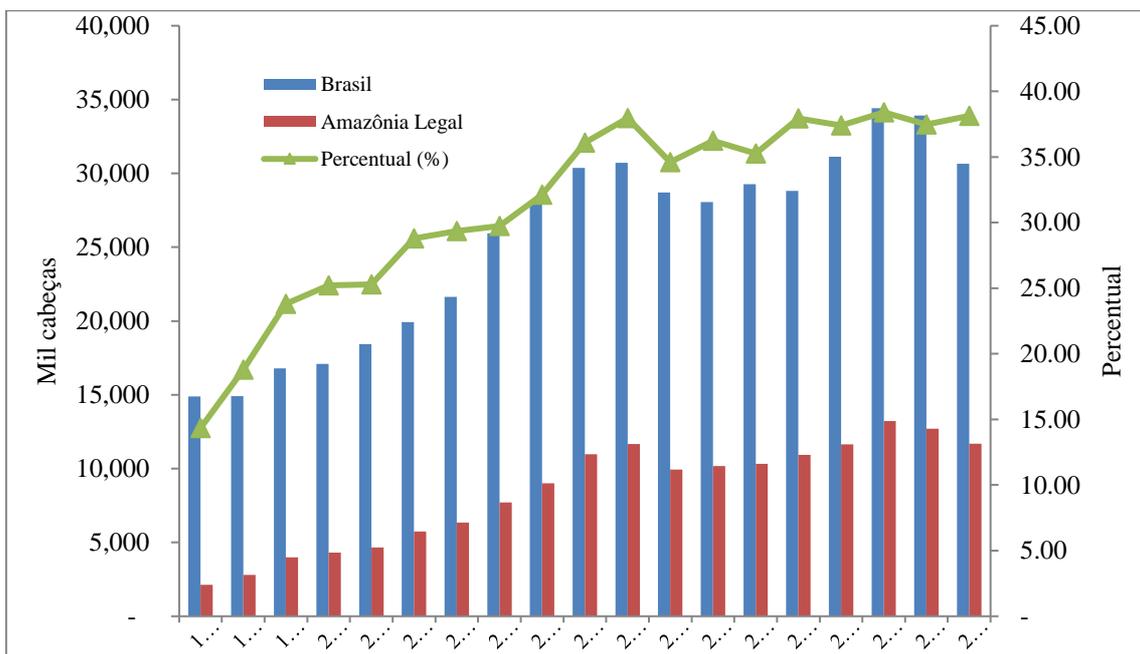


Figura 1. Evolução do abate oficial de bovinos no Brasil e na Amazônia Legal, 1997-2015.

Com o objetivo de aferir os efeitos de variáveis ambientais e institucionais sobre o crescimento do rebanho bovino na Amazônia foi estimado o modelo econométrico da Tabela 3. O teste F foi significativo a 1% de probabilidade e o coeficiente de determinação indica que 95,27% da variação total do rebanho devem-se às variações nas variáveis independentes. Não há problemas de correlação serial nos resíduos, conforme aferido pelo teste de Durbin-Watson. Também não há problemas de multicolinearidade, pois o Fator de Variância Inflacionária de todas as variáveis independentes foi menor que 10. Todos os coeficientes foram significativos a 1% pelo teste t de Student.

Tabela 3. Resultados do ajustamento econométrico da equação do rebanho bovino na Amazônia, 1990-2015.

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Teste t
Constante	11,9249*	0,8451	14,1103
Crédito rural (CR_t)	0,4852*	0,0527	9,2542
Desmatamento (TDM_{t-2})	0,1777*	0,0535	3,3245
Dummy (VD_t)	0,2580*	0,0586	4,4029
R-quadrado	0,9527		
R-quadrado ajustado	0,9462		
Teste F	147,5629*		
Durbin-Watson	1,7649		

Fonte: dados da Pesquisa.

Nota: (*) indica significância a 1% de probabilidade.

Um importante instrumento de apoio ao crescimento da pecuária bovina na Amazônia tem sido a política de crédito rural. Nos últimos vinte anos houve avanço substancial na alocação de recursos para projetos pecuários, principalmente, com a oferta de recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento (FNO, FNE e FCO) entre outras fontes. O coeficiente da variável crédito foi 0,4852 e como o modelo foi especificado na forma logarítmica pode ser interpretado diretamente como elasticidade-crédito, ou seja, cada aumento de 10% na oferta de crédito implica em incrementos de 4,852% no efetivo, *ceteris paribus*.

No período analisado houve uma mudança significativa no perfil das aplicações de crédito rural. No início da década de 1990, 82,44% dos recursos era destinado a projetos agrícolas e, em 2015, esse percentual caiu para 45,47%. O avanço do crédito para projetos de pecuária foi substancial, passando de uma participação de 17,56%, em 1990, para 54,53%, em 2015. Nesse período, ocorreu um incremento real de 4,1% nos saldos das operações de crédito rural, determinado pelo crescimento das aplicações em pecuária cujo saldo cresceu a uma taxa de 10,2% ao ano.

Em termos de distribuição dos recursos o estado que concentra a maior parcela dos recursos alocados em pecuária é o Mato Grosso com 42,01%, em 2015, seguido por Rondônia, Tocantins e Pará. Em todos os estados foi registrado crescimento real na alocação de recursos entre 1995 e 2015. A maior taxa de crescimento foi observada em Rondônia (21,1% ao ano), seguido do Acre (21%), Tocantins (19,3% ao ano) e o Pará (11,4% ao ano).

A taxa de desmatamento defasada em dois períodos exibiu relação direta e significativa com o efetivo bovino. O coeficiente de elasticidade igual a 0,1777, indica que cada aumento de 10% no desmatamento no tempo t , gera incremento em $t+2$ no rebanho, implica em incrementos de 1,777% no efetivo bovinos contemporaneamente. Ou seja, o desmatamento é uma variável que desloca a oferta de bovinos para a direita.

As políticas sanitárias exibiram grandes avanços na Amazônia a partir da segunda metade da década de 1990, com a criação das agências estaduais de defesa agropecuária. Até 1998, apenas o estado de Mato Grosso possuía agência de defesa, criada em 1979. As demais foram criadas em 1998 (Tocantins), 1999 (Rondônia), 2002 (Amapá, Maranhão e Pará), 2003 (Acre), 2008 (Roraima) e 2012 (Amazonas). O coeficiente da variável dummy, incluída no modelo para captar o efeito da criação das agências estaduais de defesa agropecuária, foi positivo e evidencia que este foi um avanço institucional importante na pecuária regional.

Estas agências cumprem a função de executar as políticas nacionais de sanidade animal, em conformidade com as diretrizes da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), com ênfase no Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA) e no Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT).

O maior destaque reside na erradicação da febre aftosa cujos avanços foram substanciais no país e, particularmente, na Amazônia. No caso particular dos estados da Amazônia, em 2000 e 2001, o estado de Mato Grosso obteve reconhecimento como área livre de febre aftosa com vacinação. Tocantins obteve em 2001; Rondônia, em 2003; Acre e dois municípios do estado do Amazonas, em 2005; ampliação da área de livre com vacinação no Amazonas, em 2011; e, em 2014, reconhecimento do estado do Maranhão e Norte do estado do Pará, como áreas livres de febre aftosa com vacinação (MAPA, 2016b). Atualmente, com base nos resultados da vacinação contra febre aftosa do segundo semestre de 2015 foram vacinados 79,7 milhões de cabeças de bovinos e bubalinos, uma cobertura vacinal de 97,07% (MAPA, 2016c).

Comportamento dos preços

A Figura 2 apresenta o comportamento dos preços reais recebidos pelos pecuaristas na Amazônia e o índice cíclico no período de janeiro de 1990 a dezembro de 2016. Analisando-se a série histórica constata-se que os menores preços foram observados nos anos de 1997 e 2006 fases que marcaram os pontos de mínimos dos ciclos pecuários das décadas de 1990 e 2000. A partir de 2006 há nítida tendência de elevação dos preços reais e os ciclos diminuem de magnitude comparativamente às décadas anteriores. A partir de 2015 os preços iniciam nova trajetória de queda o que configura a próxima fase de baixa do ciclo pecuário que tende a ser mais acentuada em 2017.

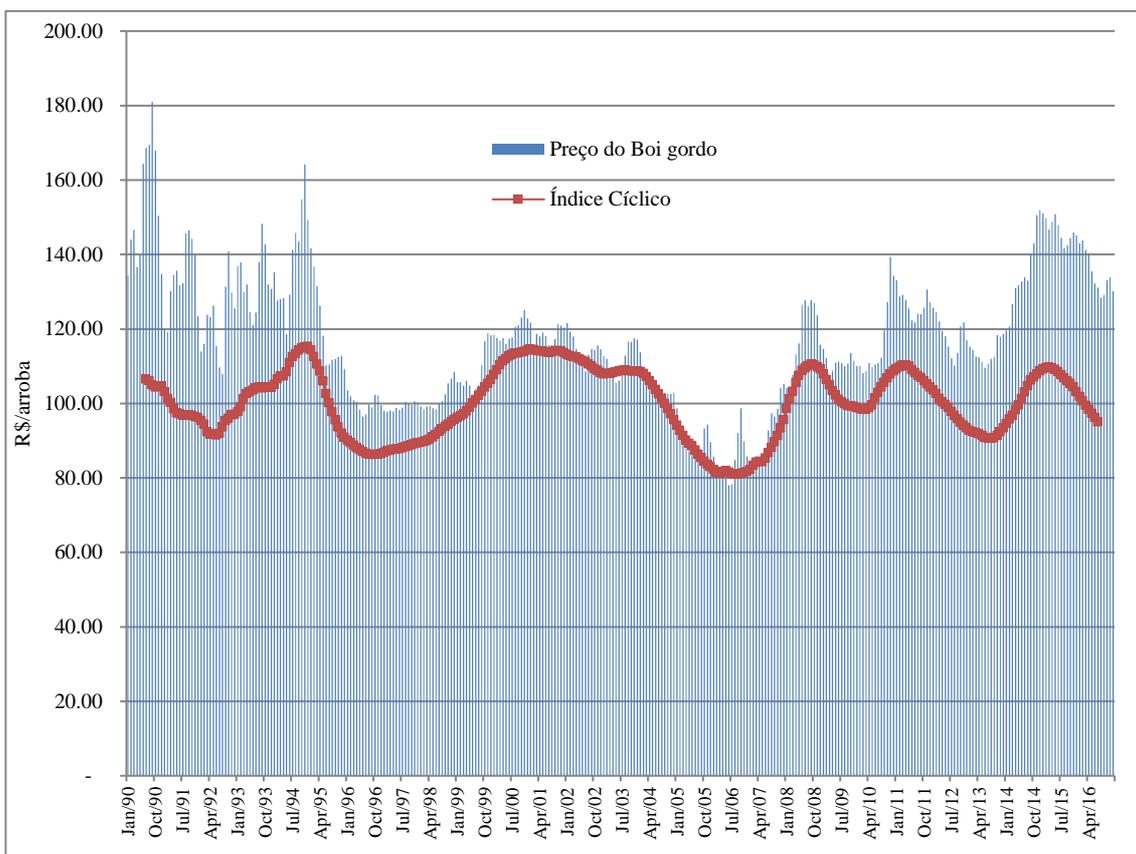


Figura 2. Comportamento dos preços do boi gordo na Amazônia Legal, 1995-2016.

No âmbito do mercado interno existe uma associação entre o comportamento do preço da arroba do boi gordo e o abate de matrizes (vacas). A relação inversa destas variáveis indica que a reversão do ciclo de preços do boi gordo é feita com a liquidação do estoque de matrizes, cujo impacto se reverte, em períodos posteriores, na escassez de bezerras e boi magro, diminuindo a oferta de boi gordo o que, posteriormente, força a reação dos preços (Figura 3).

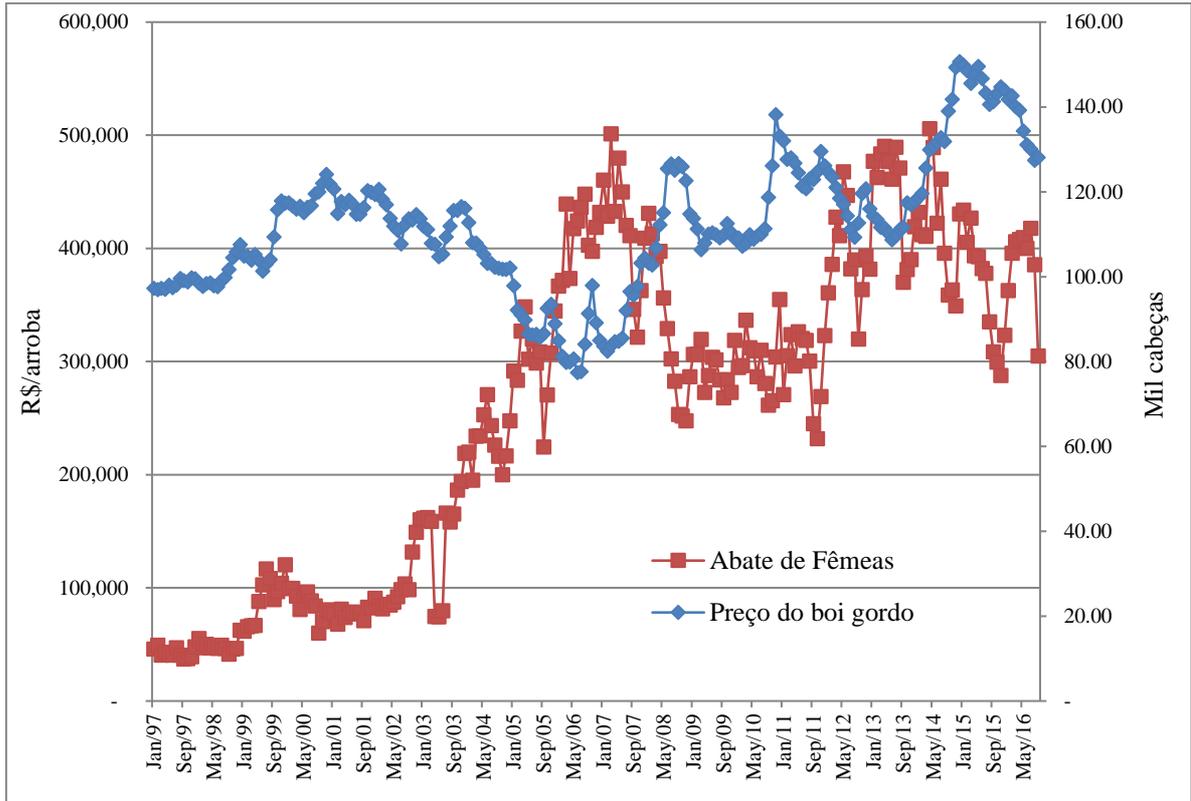


Figura 3. Evolução do preço do boi gordo e do abate de vacas na Amazônia Legal, 1997-2016.

Em 2004, foram abatidos 7,7 milhões de cabeças de bovinos na Amazônia e, deste total, 37,5% foram de fêmeas. Em 2005, foi observado um crescimento de 16,8% no abate total que atingiu a casa de 9 milhões de cabeças. Este crescimento, entretanto, foi fortemente condicionado pelo aumento do abate de matrizes que cresceu 34,7% em relação ao ano anterior e passou a representar 43,2% do total de animais abatidos. O ápice desse processo ocorreu em 2006 quando a taxa de abate de matrizes foi de 46,1% e os preços do boi gordo atingiram seu nível mais baixo no período analisado.

Na Amazônia os preços do boi gordo exibem comportamento sazonal que configuram períodos de safra e entressafra. Na Figura 4 ilustra-se o comportamento dos índices sazonais de preços recebidos pelos pecuaristas. Pelo que se observa, a entressafra do boi gordo na Amazônia é mais marcante nos últimos quatro meses do ano se estendendo até janeiro. Nesta fase, os índices sazonais são maiores do que a média anual.

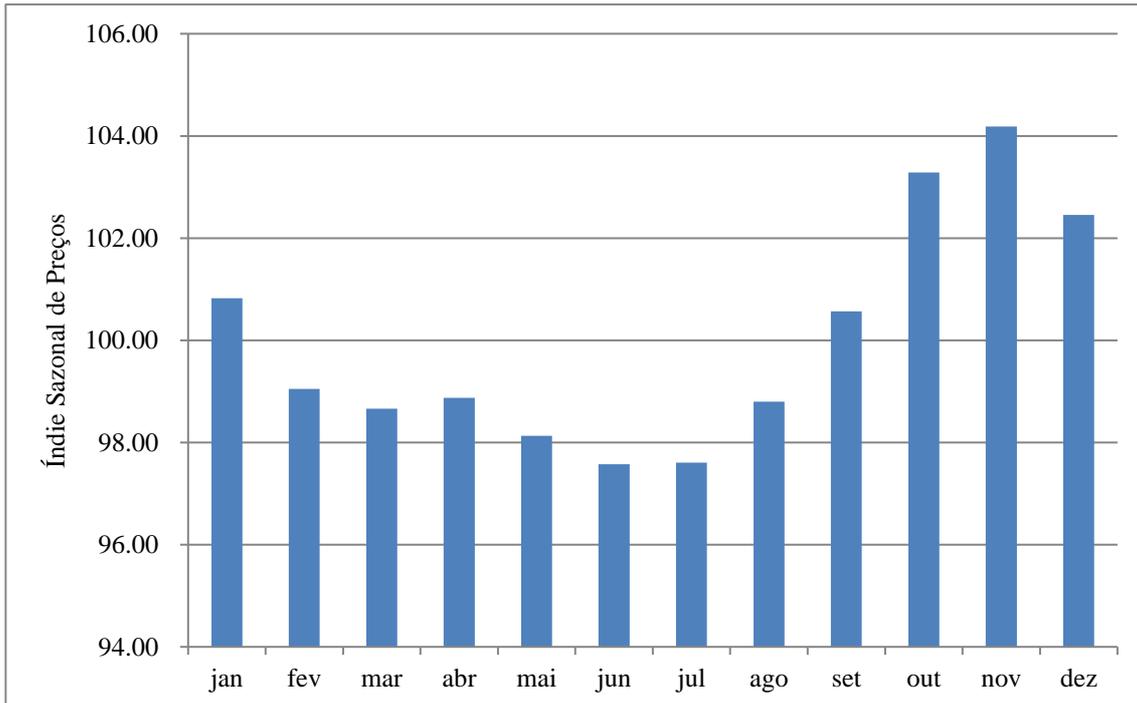


Figura 4. Sazonalidade dos preços do boi gordo na Amazônia Legal, 1995-2016.

Tabela 3. Estatísticas descritivas dos índices sazonais de preços do boi gordo na Amazônia Brasileira, 1995-2016.

Mês	Índices Sazonais			Desvio Padrão	CV (%)
	Limite Inferior	Média	Limite Superior		
Janeiro	98,63	100,82	103,02	2,19	2,18
Fevereiro	96,63	99,05	101,47	2,42	2,44
Março	96,45	98,66	100,87	2,21	2,24
Abril	96,91	98,87	100,83	1,96	1,98
Mai	96,04	98,13	100,22	2,09	2,13
Junho	94,38	97,58	100,78	3,20	3,28
Julho	94,35	97,60	100,86	3,26	3,33
Agosto	95,92	98,80	101,68	2,88	2,91
Setembro	97,78	100,57	103,36	2,79	2,77
Outubro	99,83	103,28	106,73	3,45	3,34
Novembro	101,37	104,18	107,00	2,82	2,70
Dezembro	100,12	102,45	104,78	2,33	2,27

Fonte: Estimativas a partir de dados do Anualpec, 2015.

A amplitude de variação dos preços ao longo do ano foi de 6,6%. Este indicador é resultado da diferença entre o maior valor do índice sazonal (104,18%) registrado no mês de novembro, e o menor (97,58%) ocorrido no mês de julho (Tabela 3). Como os animais são

mantidos a pasto estas flutuações são condicionadas, principalmente, pela disponibilidade de forragem definidas pelas condições de clima.

Para aferir a variabilidade dos preços em cada mês foi determinado o coeficiente de variação dos índices sazonais (Tabela 5). Os valores variaram entre um mínimo de 1,98%, em abril, e um máximo de 3,34%, em outubro. Em termos gerais há maior variabilidade nos preços durante o segundo semestre, época em que os preços atingem os níveis mais altos do ano. No primeiro semestre os preços atingem os níveis mais baixos e a variabilidade é menor.

CONCLUSÃO

A Amazônia tem contribuído efetivamente com o crescimento da pecuária brasileira, pois grande parte da expansão do rebanho tem ocorrido na região, principalmente, nos estados de Mato Grosso, Pará, Rondônia e Tocantins. A estrutura de frigoríficos também tem sido ampliada na região que abriga, atualmente, um terço dos frigoríficos de bovinos que possuem registro no Sistema de Inspeção Federal (SIF) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

As políticas de crédito rural e de defesa sanitária assumiram papel importante no suporte ao desenvolvimento da pecuária bovina regional. No caso do crédito rural houve mudança significativa no perfil das aplicações em favor dos financiamentos de projetos pecuários, frente aos de agricultura, levando os financiamentos pecuários a representar 54,53% do saldo das operações, em 2015, quando eram apenas 17,56%, em 1995. Os recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento (FCO, FNE e FCO), pela estabilidade de oferta foram particularmente importantes nesse contexto.

A criação das agências estaduais de defesa agropecuária a partir do final da década de 1990 e durante a primeira década do século 21, configuraram um avanço importante na esfera institucional, pois ao executarem as políticas e programas de sanidade animal tem gerado um ambiente favorável para a expansão dos investimentos na produção e processamento, além de abrir oportunidades para comercialização no mercado interno, nacional e internacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP, 2015. 280p.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **ESTBAN – Estatística Bancária por Município**. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/fis/cosif/estban.asp>>. Acesso em: 5 dez. 2016.

FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Statistical Databases**. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 5 dez. 2016.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **FGVDADOS: Informação Econômica On-line**. Disponível em: <<http://fgvdados.fgv.br>> Acesso em: 5 dez. 2016.

GUJARATI, D.N., PORTER, D.C. **Basic econometrics**. 5a ed. New York: McGraw-Hill, 2008. 922p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Áreas especiais: cadastro de municípios localizados na Amazônia Legal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm?c=2>>. Acesso em: 21 set. 2016a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 dez. 2016b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Trimestral de Abates de Animais**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 dez. 2016c.

MENDES, J. T. G.; PADILHA JUNIOR, J. B. **Agronegócio: uma abordagem econômica**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007. 369p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Valor bruto da produção agropecuária (VBP)**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>>. Acesso em: 5 dez. 2016a.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Evolução geográfica do processo de implantação de zona livre de febre aftosa no Brasil**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/febreaftosa>>. Acesso em: 5 dez. 2016b.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Campanhas de vacinação contra febre aftosa**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/febreaftosa>>. Acesso em: 5 dez. 2016c.

MOITA, R.M., GOLANI, L.A. Oligopsônio dos frigoríficos: uma análise empírica de poder de mercado. **Rev. adm. contemp.**, v. 18, n. 6, p. 772-794, 2014.

RIVERO, S., ALMEIDA, O., ÁVILA, S., OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova econ.**, v.19, n.1, p. 41-66, 2009.

ROSSI, J. W.; NEVES, C. **Econometria e séries temporais com aplicações a dados da economia brasileira**. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 378p.

SACHS, R.C.C., PINATTI, E. Análise do comportamento dos preços do boi gordo e do boi magro na pecuária de corte paulista, no período de 1995 a 2006. **Revista de Economia e Agronegócio**, v.5, n.3, p. 329-351, 2013.

SANTANA, A. C. **Métodos quantitativos em economia**: elementos e aplicações. Belém: UFRA, 2003. 485p.

SANTANA, A.C., SANTANA, A.L, SANTOS, M.A.S. Influência do desmatamento no mercado de madeira em tora da região Mamuru-Arapiuns, Sudoeste do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, p. 44-53, 2011.

SANTOS, M.A.S., SANTOS, J.S.B., CUNHA, S.J.T., SANTANA, A.C. **Mercado e dinâmica local da cadeia produtiva da pecuária de corte na Região Norte**. Belém: Banco da Amazônia, 2007. 48p. (Estudos Setoriais, 1).

YARDLEY-PODOLSKY, W.J.H. Um perfil da indústria de carnes e de seu futuro. **Rev. adm. empres.**, v. 21, n. 2, p. 49-58, 1981.

4 CAPÍTULO II – CARACTERIZAÇÃO DO NÍVEL TECNOLÓGICO DA PECUÁRIA BOVINA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

RESUMO

O capítulo avalia o nível tecnológico dos sistemas de produção de bovinos na Amazônia Brasileira. A partir dos dados oficiais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram calculados 15 indicadores de adoção de tecnologias para cada um dos municípios da Amazônia Brasileira, submetidos à análise fatorial por componentes principais para estimação do índice tecnológico da pecuária bovina. Foram extraídos cinco fatores denominados de Pecuária tradicional; Manejo de pastagens; Pecuária integrada; Tecnologias de reprodução e Qualidade do leite. A hierarquia dos fatores evidencia que a adoção de tecnologias tradicionais relacionadas ao uso extensivo de pastagens, suplementação com sal mineral e o cumprimento de vacinações obrigatórias predominam frente às tecnologias inovadoras que compõem os outros quatro fatores e cuja adoção ainda é incipiente entre os pecuaristas regionais. Constatou-se que 54,48% dos municípios possuem uma pecuária bovina com baixo nível tecnológico e que apenas 9,34% níveis tecnológicos mais elevados. O estado de Mato Grosso possui a pecuária bovina com maior nível tecnológico da Amazônia, seguido por Rondônia, Tocantins e Pará.

Palavras chave: Bovinocultura. Sistemas de produção. Tecnologia. Análise multivariada. Amazônia.

ABSTRACT

The article assess the cattle production system technological level in Brazilian Amazon. Trough official data from Geography and Statistic Brazilian Institute (IBGE) were calculated 15 indicators of technology adoption for each city of Brazilian Amazon, submitted to factorial analysis by principal components for cattle breeding technological index estimative. Were extracted five factors called Traditional cattle breeding, Pasture management, Integrated cattle breeding, Reproduction technologies and Milk quality. The factors hierarchy evidences that traditional technologies adoption related with extensive use of pasture, mineral salt supplementation and obligatory vaccines fulfillment predominate front innovative technologies that composes the others four factors and whose adoption is still incipient among regional cattle breeders. Was found that 54.48% of counties possesses low-level technology cattle breeding and that only 9.34% higher technological level. Mato Grosso state own the higher technological level cattle breeding, followed by Rondônia, Tocantins and Pará.

Keywords: Cattle farming. Production systems. Technology. Multivariate analysis. Amazon.

INTRODUÇÃO

A Amazônia Legal abrange os estados da região Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), o estado de Mato Grosso e os municípios do estado do Maranhão situados a oeste do meridiano 44°. É composta por 775 municípios e ocupa uma superfície de aproximadamente 5 milhões de km², 61% do território brasileiro (IBGE, 2016a), com uma população de 27,9 milhões de habitantes, 13,4% da população nacional.

É uma região que se destaca na pecuária bovina nacional já que a atividade está presente em 46,2% dos 875 mil estabelecimentos agropecuários (IBGE, 2016b). Em função disso, as pastagens representam a principal forma de ocupação do solo, aproximadamente 63%, segundo dados do projeto TerraClass(ALMEIDA et al., 2016)do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Em 2014, as áreas de pastagens corresponderam a 47,98 milhões de hectares (INPE, 2016).

Na Amazônia, a pecuária bovina vem exibindo intenso crescimento desde o início da década de 1970, estimulada por grandes projetos de infraestrutura e de colonização agrícola que impulsionaram o fluxo migratório para a região e motivou, também, a expansão da pecuária de corte e leite (VALENTIN; ANDRADE, 2009; DIAS-FILHO, 2012). A partir da década de 1990 esse ritmo se intensificou, em todos os estados, em função dos incentivos da política de crédito rural e da expansão da rede de frigoríficos e laticínios (SANTOS et al., 2007; MARTINS et al., 2008).

No período 1990-2015, o rebanho bovino regional cresceu a uma taxa de 5% ao ano, enquanto o crescimento agregado do rebanho brasileiro foi de 1,7% ao ano. Com isso a participação da Amazônia no rebanho nacional que, em 1990, era de 18,1%, atingiu, em 2015,39,1%com efetivo de aproximadamente 84,2 milhões de cabeças (IBGE, 2016c).Nesse período todos os estados da Amazônia exibiram taxas superiores ao crescimento nacional, evidenciando o avanço da pecuária na Amazônia.

Atualmente, a pecuária bovina é a principal atividade do agronegócio regional e, em 2015, foi responsável por 25,3% do valor da produção agropecuária da Amazônia (MAPA, 2016a). É uma atividade marcada pela heterogeneidade dos sistemas de produção que se diferenciam quanto à escala produtiva, uso dos fatores de produção (terra, trabalho e capital) e nível tecnológico, com rebatimentos sobre a produtividade e o meio ambiente. Estes aspectos motivaram o desenvolvimento deste trabalho, cujas perguntas básicas são as seguintes: Quais

os fatores que estão contribuindo para a modernização da pecuária bovina na Amazônia? Qual o nível de adoção de tecnologias na pecuária bovina regional?

Para responder a essas questões e contribuir com o desenvolvimento da pecuária bovina na Amazônia, o objetivo do trabalho foi estimar um índice para aferir o nível tecnológico dos sistemas de produção de bovinos na Amazônia Brasileira.

METODOLOGIA

O processo de modernização agropecuária envolve inovações tecnológicas, socioeconômicas e institucionais. É um componente fundamental para o desenvolvimento rural, pois a maioria das populações destas regiões depende economicamente de atividades agropecuárias e a adoção de inovações permite incrementos de produção, produtividade e renda.

Neste trabalho a adoção tecnológica refere-se ao nível de uso de uma tecnologia nos sistemas de produção de bovinos em escala municipal. Como o processo de modernização é multidimensional e envolve um amplo conjunto de tecnologias utiliza-se a análise fatorial para identificar os fatores que estão condicionando a modernização da pecuária na Amazônia e, posteriormente, estimar o índice tecnológico da pecuária bovina.

Análise fatorial

A identificação dos fatores tecnológicos que estão contribuindo para o crescimento da pecuária bovina ocorreu por meio de análise fatorial, método estatístico multivariado, que analisa as relações entre variáveis correlacionadas, simplificando-as por meio da definição de dimensões latentes comuns, denominadas de fatores (DILLON; GOLDSTEIN, 1984; HAIR et al., 2006). O modelo de análise fatorial é dado pela expressão:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + a_{i3}F_3 + \dots + a_{ik}F_k + E_i \quad (1)$$

Em que X_i é o i -ésimo escore da variável aleatória; F_k indica os fatores comuns não relacionados; a_{ik} são as cargas fatoriais e E_i é o termo de erro que capta a variação específica de X_i . A partir das cargas fatoriais estimam-se os escores fatoriais para cada observação (município) multiplicando o valor padronizado das variáveis pelo coeficiente do escore fatorial correspondente:

$$F_j = W_{i1}X_1 + W_{i2}X_2 + W_{i3}X_3 + \dots + W_{ip}X_p \quad (2)$$

Em que F_j representa o j -ésimo fator; W_{ij} são os coeficientes dos escores fatoriais e p é o número de variáveis.

O método utilizado para extração dos fatores foi o de componentes principais e abrange a variância total dos dados. Para melhor identificar a relação das variáveis com os fatores estimados foi efetuada a rotação ortogonal pelo método *Varimax*. A adequação da amostra ao modelo fatorial foi aferida por meio dos testes de esfericidade de Bartlett e de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). O primeiro testa a hipótese nula da matriz de correlações ser uma matriz identidade, cujo determinante é igual a um. O segundo, cujo valor varia entre zero e um, compara as correlações de ordem zero com as correlações parciais observadas entre as variáveis (HAIR et al., 2006).

Neste trabalho, o modelo fatorial foi estimado a partir de um conjunto de 15 indicadores que avaliam o nível de adoção de tecnologias na pecuária bovina em 771 dos 775 municípios que compõe os nove estados da Amazônia Legal. Estes municípios estão distribuídos entre 102 microrregiões e 30 mesorregiões homogêneas. A base de dados foi obtida da segunda apuração do Censo Agropecuário 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, divulgada no ano de 2012 (IBGE, 2016b). A definição dos indicadores consta no Quadro 1.

Quadro1. Definição dos indicadores tecnológicos utilizados na estimação do modelo fatorial para a pecuária bovina na Amazônia.

Indicador	Definição
X ₁	Proporção de áreas de pastagens em relação à área total dos estabelecimentos agropecuários (%).
X ₂	Proporção de estabelecimentos que efetuam controle de doenças e/ou parasitas nos rebanhos em relação ao total de estabelecimentos com criação de bovinos (%).
X ₃	Proporção de estabelecimentos com criação de bovinos que efetuam suplementação com sal mineral (%).
X ₄	Proporção de estabelecimentos com criação de bovinos que efetuam rotação de pastagens (%).
X ₅	Quociente Locacional (QL) do município em relação à pecuária bovina.
X ₆	Proporção de estabelecimentos com bovinos que efetuam adubação de pastagens (%).
X ₇	Proporção de estabelecimentos com bovinos que efetuam correção do solo (%).
X ₈	Proporção de estabelecimentos com bovinos que recebem assistência técnica (%).
X ₉	Proporção de estabelecimentos com criação de bovinos que efetuam confinamento de animais (%).
X ₁₀	Proporção de estabelecimento com criação de bovinos com animais rastreados (%).
X ₁₁	Proporção de estabelecimentos com criação de bovinos que efetuam suplementação com ração, grãos e subprodutos agroindustriais (%).
X ₁₂	Proporção de estabelecimentos com criação de bovinos e que efetuam inseminação artificial (%).
X ₁₃	Proporção de estabelecimentos com criação de bovinos e que efetuam transferência de embrião (%).
X ₁₄	Proporção de estabelecimentos que realizam ordenha mecanizada (%).
X ₁₅	Proporção de estabelecimentos que utilizam tanques de resfriamento de leite (%).

Todos os indicadores foram calculados diretamente como percentuais. A exceção é o indicador X₅, denominado de Quociente Locacional (QL), utilizado em estudos de economia regional com a finalidade determinar se um município exhibe especialização em uma atividade ou setor específico (HADDAD et al., 1989; SANTANA, 2004). O QL para a pecuária bovina na Amazônia foi calculado pela seguinte expressão.

$$QL = \left(\frac{VBP_{ij}/VBP_j}{VBP_{iAMZ}/VBP_{AMZ}} \right) \quad (3)$$

Em que: VBP_{ij} é o valor bruto da produção da atividade i , no caso bovinos, no município j ; VBP_j é o valor bruto total da produção agropecuária no município j ; VBP_{iAMZ} é o valor bruto da produção de bovinos na Amazônia; VBP_{AMZ} é o valor bruto total da produção agropecuária na Amazônia.

Índice tecnológico da pecuária bovina

O índice tecnológico da pecuária bovina (ITPEC) foi calculado a partir da média dos fatores ponderada pela proporção de explicação da variância total associada a cada um deles (SANTANA, 2007; SANTOS et al., 2011).

$$ITPEC_i = \frac{\sum_{j=1}^n w_j \times FP_{ij}}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (4)$$

Em que $ITPEC_i$ é o índice do i -ésimo município; w_j é a proporção da variância explicada pelo j -ésimo fato e FP_{ij} é o valor do i -ésimo escore fatorial padronizado associado ao i -ésimo município. O escore fatorial foi padronizado para a obtenção de valores positivos entre 0 e 100. A partir dos valores do $ITPEC_i$ foram estabelecidos quatro níveis tecnológicos: a) $ITPEC_i \geq 75$ (alto); b) $50 \leq ITPEC_i < 75$ (médio); c) $25 \leq ITPEC_i < 50$ (baixo) e d) $0 \leq ITPEC_i < 25$ (muito baixo). Os níveis foram definidos em relação ao conjunto de municípios analisados, assim um município classificado como de alto nível não implica uma bovinocultura com elevados índices tecnológicos, apenas que o seu nível é superior em relação aos demais municípios da amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores tecnológicos dos sistemas de produção de bovinos

A análise fatorial por componentes principais se mostrou adequada para identificar os fatores tecnológicos que definem os sistemas de produção da pecuária bovina na Amazônia. Foram extraídos cinco fatores, com raízes características superiores a um, e que explicaram 66,49% da variância total dos dados. O teste de Bartlett foi significativo a 1% de probabilidade e o teste KMO apresentou o valor de 0,7921, indicando que a amostra dos dados é adequada à análise fatorial (Tabela 1).

Tabela 1. Cargas fatoriais após rotação ortogonal e as respectivas comunalidades.

Indicador	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	Comunalidade*
X ₁	0,7929	-0,1914	-0,0351	0,1936	-0,0102	0,7041
X ₂	0,8554	-0,0198	0,1400	-0,0313	0,0270	0,7534
X ₃	0,6727	0,3195	-0,1073	0,0847	-0,1262	0,5892
X ₄	0,7680	0,1420	0,3216	-0,0533	0,1115	0,7287
X ₅	0,8377	-0,1699	0,0218	-0,0192	0,0294	0,7323
X ₆	-0,1330	0,8439	-0,0144	0,1237	0,0413	0,7471
X ₇	-0,0037	0,8431	0,1865	0,1450	-0,0010	0,7666
X ₈	0,0990	0,5315	0,3341	-0,0834	0,1578	0,4358
X ₉	-0,2927	0,0750	0,6616	0,0979	-0,1360	0,5570
X ₁₀	0,2561	0,0858	0,7426	0,0245	0,1297	0,6419
X ₁₁	0,2208	0,2192	0,7097	0,0872	0,2469	0,6690
X ₁₂	0,2326	0,1209	0,3235	0,6982	0,1339	0,6789
X ₁₃	-0,0605	0,0899	-0,0527	0,8731	0,0313	0,7778
X ₁₄	0,0483	0,0988	-0,0234	0,0843	0,7577	0,5939
X ₁₅	-0,0532	0,0034	0,1810	0,0271	0,7484	0,5964
Variância explicada (%)	22,63	13,25	12,78	9,12	8,71	-
Acumulado (%)	22,63	35,88	48,66	57,78	66,49	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Notas: Teste de esfericidade de Bartlett = 3.672,07 ($p < 0,01$) e KMO = 0,7921.

(*) Proporção da variância total da variável explicada pelos fatores comuns.

O primeiro fator (F₁) explicou 22,63% da variância total dos dados e foi denominado de “Sistema tradicional”, pois está associado positivamente com as variáveis X₁, X₂, X₃, X₄ e X₅ que se referem ao percentual de áreas de pasto nos estabelecimentos agropecuários e a adoção de tecnologias de controle de pragas e doenças do rebanho, uso de sal mineral e rotação de pastagens. A forte associação entre estes indicadores ocorre pelo fato de representarem tecnologias com maior nível de adoção pelos produtores regionais nos sistemas de produção de corte e leite.

Na Amazônia, a alimentação dos rebanhos ocorre quase que exclusivamente à base de pastagens (nativas e/ou cultivadas) que constituem a principal forma de ocupação do solo para fins pecuários. Em 2014, a área de pastagens em diversos estágios de conservação foi de 47,98 milhões de hectares. Nos municípios amazônicos, em média, 45,37% da área total dos estabelecimentos com pecuária bovina é ocupado por pastagens, além de outros usos, mas estes percentuais variam substancialmente. Entre os 771 municípios analisados, constatou-se que 120 (15,6%) possuem mais de 70% de superfície ocupada com pastos e 244 (31,6% do

total), percentuais entre 50 e 70%. Estas pastagens são utilizadas de forma extensiva, pois apenas quatro de cada 10 estabelecimentos pecuários efetuam rotação de pastagens. Estes indicadores deixam evidentes dois aspectos importantes da pecuária regional. O primeiro é a predominância do sistema de pastejo extensivo, cujo resultado é taxa de lotação média das pastagens de apenas 0,83 UA/ha e o segundo de natureza ambiental, pois fica evidente a necessidade de regularização ambiental, visando atender o disposto no Decreto Federal nº 7.830/2012 que trata da regularização ambiental dos estabelecimentos rurais (BRASIL, 2012).

Quanto à mineralização do rebanho, o percentual médio de adoção dessa tecnologia foi de 35,15%. Mas existe grande heterogeneidade, pois em 331 dos 771 municípios analisados, o nível de adoção dessa tecnologia foi inferior a 30% e em apenas 35 municípios esse nível foi superior a 70%. Outro aspecto relevante, refere-se ao fato de predominar o uso de mistura comercial de sal comum que, na maioria dos casos, não atende adequadamente às necessidades nutricionais dos animais, pois desconsidera a aptidão zootécnica (carne e/ou leite). As implicações incidem sobre o desempenho animal em termos reprodutivos, rendimento de carcaça e produção de leite (TOKARNIA et al., 2000).

O controle sanitário avançou substancialmente em toda a Amazônia, principalmente, a partir da criação das agências de defesa sanitária em oito dos nove estados da região, pois até 1998, apenas o estado de Mato Grosso havia criado a sua agência de defesa agropecuária em 1979. As demais foram criadas em 1998 (Tocantins), 1999 (Rondônia), 2002 (Amapá, Maranhão e Pará), 2003 (Acre), 2008 (Roraima) e 2012 (Amazonas). A principal função destas agências é executar as políticas nacionais de sanidade animal com ênfases no Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA) e Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT), em conformidade com as diretrizes da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE).

O maior destaque reside na erradicação da febre aftosa cujos avanços foram substanciais no país e, particularmente, na Amazônia. Em 2000 e 2001, o estado de Mato Grosso obteve reconhecimento como área livre de febre aftosa com vacinação. Tocantins obteve em 2001; Rondônia, em 2003; Acre e dois municípios do estado do Amazonas, em 2005; ampliação da área de livre com vacinação no Amazonas, em 2011; e, em 2014, reconhecimento do estado do Maranhão e Norte do estado do Pará, como áreas livres de febre aftosa com vacinação (MAPA, 2016b). Atualmente, com base nos resultados da vacinação

contra febre aftosa do segundo semestre de 2015 foram vacinados 79,7 milhões de cabeças de bovinos e bubalinos, uma cobertura vacinal de 97,07% (MAPA, 2016c).

O primeiro fator também está fortemente correlacionado com o Quociente Locacional (X_5) que mede o nível de especialização dos municípios em pecuária bovina. A concepção interpretativa deste indicador é simples, pois define como especializados aqueles municípios cujo QL seja superior à unidade. Nesse aspecto constatou que 465 (60,31%), dos 771 municípios analisados, exibiram QL maior que 1. A associação desse indicador econômico com os indicadores tecnológicos nesse fator sugere que a especialização produtiva em pecuária bovina de grande parcela dos municípios, ainda está fortemente associada à adoção de tecnologias tradicionais.

O segundo fator (F_2) explicou 13,25% da variância dos dados e está correlacionado com as variáveis X_6 , X_7 e X_8 que envolvem a adoção de tecnologias de adubação de pastagens, correção de solos e acesso a serviços de assistência técnica e foi denominado de “Manejo de pastagens”. A prática de adubação de pastagens é incipiente entre os pecuaristas regionais, pois em 70,43% dos 771 municípios analisados o nível de adoção dessa tecnologia é inferior a média regional que é de apenas 6,53%. Isso reflete a predominância de práticas como a queimada para renovação de pastagens muito comuns na Amazônia e que, apesar dos riscos e implicações ambientais, apresenta baixo custo e se sustenta sob o tradicionalismo do argumento de que a queima renova a pastagem, possibilitando uma dieta de maior valor nutritivo para os animais o que, no entanto, não encontra o devido respaldo científico (JACQUES, 2003). Com relação à calagem o nível de adoção é ainda mais baixo e a média regional é de apenas 2,68%.

A associação da adubação de pastagens e correção de solos com a prestação de serviços de assistência técnica evidencia o efeito sinérgico que os serviços de assistência técnica e extensão rural (ATER) exercem na adoção de inovações tecnológicas nos sistemas de produção agropecuários, de modo geral, e de bovinos, em particular. Apesar da importância o acesso aos serviços de assistência técnica nos estabelecimentos com bovinos, ainda é limitado, pois em termos regionais a média de acesso foi de apenas 24,02%. A ampliação da oferta de serviços é um aspecto fundamental para a modernização dos sistemas de produção e tende a exercer efeito positivo na adoção de inovações tecnológicas que não se limitam ao manejo de pastagens, mas perpassam tecnologias relacionadas à ambiência, nutrição, sanidade e reprodução.

O terceiro fator (F_3) foi denominado de “Pecuária integrada”, pois está relacionado com as variáveis X_9 , X_{10} e X_{11} , e explicou 12,78% da variância total dos dados. A terminação de bovinos em confinamento é uma estratégia importante para ampliar a oferta de carne na entressafra e viabilizar ganhos de qualidade e produtividade animal (RESENDE FILHO; BRAGA; RODRIGUES, 2001). É uma prática que tem crescido no país nos últimos anos, evoluindo a uma taxa de 5,2% ao ano entre 2007 e 2015. Em 2015, o rebanho confinado no Brasil foi de aproximadamente 8 milhões de cabeças, 3,7% do rebanho nacional. Na Amazônia, o estado de maior destaque é Mato Grosso, maior confinador entre os estados brasileiros com 1,8 milhão de cabeças, 22,9% do total nacional. O segundo estado com maior destaque na região foi o Tocantins com 145,4 mil cabeças, 2% do total nacional (ANUALPEC, 2015).

O confinamento de bovinos exige adoção de tecnologias de suplementação com ração, grãos e subprodutos de agroindústria, pois são importantes para potencializar o ganho de peso e a qualidade da carcaça e da carne (REIS et al., 2012). Isto justifica a forte correlação entre estas tecnologias. Na Amazônia a adoção dessa tecnologia ocorre em apenas 5,44% dos estabelecimentos com criação de bovinos e em 482 dos 771 municípios analisados este percentual é inferior a 5%. Apesar do estágio inicial de adoção do confinamento e da suplementação com ração, grãos e subprodutos de agroindústria, isso configura inovação importante, principalmente, visando atender o mercado internacional (MATTOS et al., 2010).

A rastreabilidade na indústria de alimentos é um processo recente e que tem avançado em função da preocupação de consumidores e instituições públicas quanto à segurança alimentar. No caso particular da carne bovina o fato que impulsionou a adoção de sistemas de rastreabilidade foi o reconhecimento, em 1997, da associação entre a Encefalopatia Espongiforme Bovina (BSE), conhecida como doença da vaca louca, que incide em bovinos e a doença de Creutzfeldt-Jakob (DCJ) em humanos. Isso conduziu à exigência de um sistema de rastreabilidade para a carne comercializada na União Europeia o que afetou diretamente a cadeia produtiva bovina no Brasil (VINHOLIS; AZEVEDO, 2002).

No Brasil a rastreabilidade bovina foi instituída em 2002, por meio da Instrução Normativa nº 1, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016d) que criou o Serviço de Rastreabilidade da Cadeia Produtiva de Bovinos e Bubalinos (SISBOV) que é executado em regime de parceria entre o MAPA e a iniciativa privada, com a participação de entidades certificadoras credenciadas. A rastreabilidade na Amazônia está em

fase inicial e ainda é concentrada no estado do Mato Grosso. Desde a sua criação, em 2002, o SISBOV tem passado por aperfeiçoamentos nos critérios de habilitação das propriedades, visando atender as exigências do mercado internacional. Atualmente, existem 1.638 propriedades habilitadas no SISBOV no Brasil e o estado de Mato Grosso ocupa o primeiro lugar, com 434 propriedades aptas, 26,5% do total do país e, nos demais estados da Amazônia, não há registro de estabelecimentos aptos (MAPA, 2016e). A baixa adesão ao SISBOV deve-se às mudanças na legislação e a falta de divulgação dessas alterações, além do custo elevado da certificação que requer maiores investimentos por parte do pecuarista. Assim, mesmo considerando importante a rastreabilidade, o produtor termina não aderindo ao sistema (LOPES; SANTOS, 2007; LOPES et al., 2012).

O quarto fator (F_4) explicou 9,12% da variância total e relaciona-se positivamente com os indicadores X_{12} e X_{13} , que indicam a utilização de inseminação artificial e de transferência de embriões, e foi denominado de “Tecnologia de reprodução”. Este fator envolve biotecnologias da área de reprodução animal que são essenciais para a melhoria do padrão genético dos rebanhos. O nível de adoção dessas tecnologias ainda é baixo, pois apenas 2,03% dos estabelecimentos realizam inseminação artificial e 0,33% transferência de embrião. Estes percentuais evidenciam a predominância da monta natural a campo como sistema de acasalamento o qual consiste em manter o touro livremente junto ao lote de vacas para efetuar a cópula à medida que entram no cio (GARCIA et al., 2015).

O quinto fator (F_5) explicou 8,71% da variância dos dados e está correlacionado com as variáveis X_{14} e X_{15} que envolvem as tecnologias de ordenha mecanizada e tanques de resfriamento, em função disso foi denominado de “Qualidade do leite”. A adoção destas tecnologias sugere uma maior especialização na produção de leite, pois geram um produto de melhor qualidade para os laticínios, além de atenderem o disposto nas instruções normativas 51 e 62 que dispõem sobre regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite e da coleta e transporte de leite cru refrigerado

Nível tecnológico dos sistemas de produção de bovinos

A heterogeneidade tecnológica é um traço marcante dos sistemas de produção de bovinos na Amazônia, pois em um mesmo município é possível encontrar unidades de produção com estratégias de produção e níveis de adoção de tecnologias bem diferenciados. Entre os 771 municípios analisados, 54,48% foram classificados com nível tecnológico baixo

e muito baixo. Os com nível tecnológico alto totalizaram 9,34% o que correspondeu a 72 municípios, dos quais 27 estão localizados em Mato Grosso que é responsável por 34,9% do rebanho bovino da região e 13,6% do Brasil. Na Amazônia é o estado com a pecuária bovina de maior nível tecnológico, cuja média do índice é 63,34 e onde 85,11% dos 141 municípios possuem nível tecnológico de médio a alto (Figura 1).

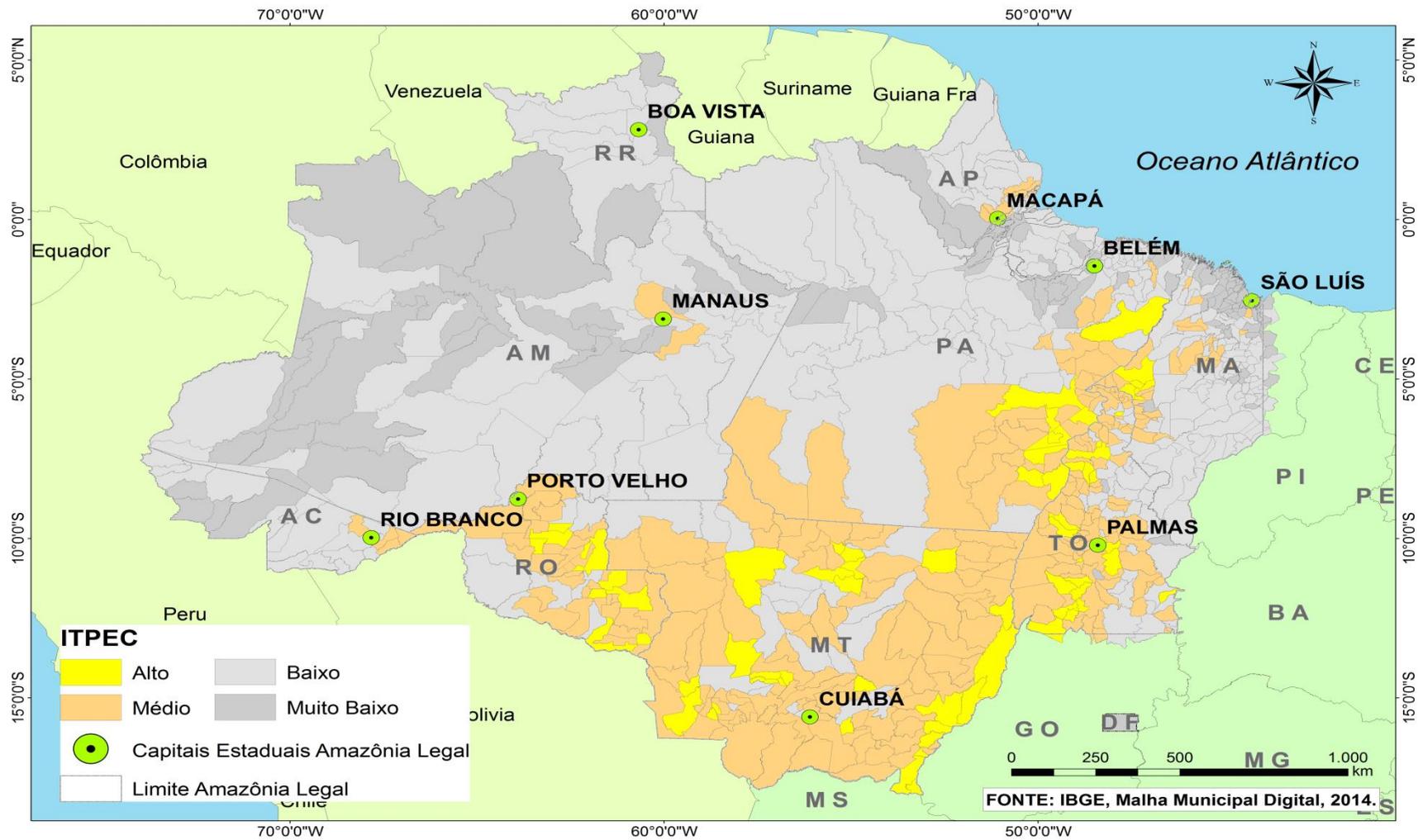


Figura 1. Distribuição dos municípios da Amazônia, segundo Índice Tecnológico da Pecuária Bovina (ITPEC).

O estado do Pará possui 144 municípios, o quinto maior rebanho nacional e o segundo da região, participando com 24,1% do total, em 2015. No estado do Pará, há grande heterogeneidade nos sistemas de produção, pois existem municípios inseridos em todos os quatro níveis e o coeficiente de variação do índice tecnológico é o terceiro maior entre os estados (40,55%). Os 24 municípios classificados como de nível muito baixo estão localizados no Nordeste Paraense e no Arquipélago de Marajó regiões onde predominam, respectivamente, a agricultura de subsistência e sistemas pecuários extensivos, com uso de pastagens nativas. Os sistemas de produção com maior nível tecnológico ocorrem em municípios das microrregiões de Redenção, Conceição do Araguaia, Paragominas e Parauapebas que, em conjunto, representam 32,9% do rebanho estadual.

O estado de Rondônia que responde pelo terceiro maior rebanho da Amazônia foi classificado como o segundo com maior nível tecnológico, onde 44 dos 52 municípios possuem nível de médio a alto e nenhum foi classificado como muito baixo. A microrregião de maior destaque foi Ji-Paraná, composta por 11 municípios e que, em 2015, representou 21,5% do rebanho bovino e 36,7% da produção estadual de leite bovino. Em Rondônia foi registrado o menor valor do coeficiente de variação do índice tecnológico (13,52%) o que sugere ser o estado da Amazônia com menor heterogeneidade tecnológica dos sistemas de produção de bovinos.

O estado do Tocantins possui 10% do rebanho regional, o quarto maior da Amazônia. Os municípios com maior nível tecnológico estão concentrados nas microrregiões de Araguaína, Miracema do Tocantins, Rio Formoso e Porto Nacional que, em 2015, concentraram 61,58% do rebanho e 64,24% da produção de leite. Nestas microrregiões a média do índice tecnológico é superior a 60, valores que superam a média estadual (59,98). O coeficiente de variação (20,78%) foi o quarto menor entre os nove estados amazônicos.

O Maranhão, apesar de representar o quinto maior rebanho da Amazônia, com 9,1% do total, possui uma pecuária bovina com baixo nível tecnológico, com 81,22% dos municípios classificados nos níveis baixo e muito baixo. Os municípios com maior nível tecnológico estão localizados na microrregião de Imperatriz que possui índice tecnológico igual a 60,08 e concentra 22,2% do rebanho e 43,1% da produção estadual de leite. A heterogeneidade tecnológica é alta, pois o estado exibe o segundo maior coeficiente de variação (43,88%).

Os estados com menor representatividade na pecuária regional são Acre, Amapá, Amazonas e Roraima. Em conjunto são responsáveis por 6% do rebanho bovino e 4,2% da produção de leite. Nestes estados 86,1% dos municípios foram classificados como de nível tecnológico baixo e muito baixo, e os índices tecnológicos variaram entre 30,96, no Amazonas, e 42,89, em Roraima.

Na Tabela 2 constam os indicadores tecnológicos médios, segundo o nível tecnológico. Nos municípios com nível tecnológico muito baixo as médias do índice tecnológico e do quociente locacional foram 17,22 e 0,32, respectivamente. Nestes municípios 63,14% do rebanho bovino concentram-se em estabelecimentos do tipo agricultura familiar. É composto por unidades de produção com tamanho médio de 36,91 hectares, com predominância de áreas de lavouras temporárias e permanentes (44,35%) e as pastagens ocupando em média 16,17% da área total dos estabelecimentos. É um sistema que combina agricultura e pecuária, como estratégia de diversificação de renda na unidade de produção, envolvendo a produção de leite para autoconsumo e venda do excedente aos laticínios e a comercialização de bezerros desmamados para o mercado de corte e vacas descartadas para o abate.

O manejo de pastagens é incipiente, apenas 3,20% adubam pastos e 12,69% efetuam rotação de pastagens, com isso a taxa de lotação é de apenas 0,79 UA/ha. O manejo sanitário se limita às vacinações obrigatórias estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e coordenadas pelas agências estaduais de defesa agropecuária. A adoção de suplementação com sal mineral é de apenas 9,40% e menos de 2% efetuam suplementação com ração, grãos e subprodutos de agroindústria. No manejo reprodutivo predomina a monta natural a campo, pois a adoção de tecnologias de inseminação artificial e transferência de embrião (IATF) é inferior a 0,5%. O acesso a serviços de assistência técnica é de 13,85% e a participação em associações e cooperativa de 28,39%, os percentuais mais baixos entre os quatros grupos.

Nos municípios com nível tecnológico baixo a média do Quociente locacional é 1,16 o que sugere maior especialização em pecuária bovina comparativamente ao primeiro grupo, entretanto, o valor do índice tecnológico (40,34) indica nível tecnológico baixo. Este grupo é composto por 310 municípios, 40,21% do total analisado. A área média dos estabelecimentos com criação de bovinos é de 148,43 hectares e o principal uso do solo é com pastagens que ocupam 40,51% da área total. Os produtores inseridos neste segundo grupo exibem todos os indicadores superiores aos do grupo anterior e as diferenças mais expressivas residem na

adoção de tecnologias como rotação de pastagens, suplementação com sal mineral e controle de pragas e doenças.

O terceiro grupo é composto por 279 municípios, 36,19% do total, e os valores médios do índice tecnológico e do quociente locacional foram 61,33 e 2,25, respectivamente. A área média dos estabelecimentos com criação de bovinos é de 341,68 hectares e as pastagens nativas e cultivadas ocupam 57,55% da área total. A área de lavouras temporárias e permanentes é incipiente e ocupa apenas 6,74% da superfície dos estabelecimentos. Os níveis de adoção de tecnologias são superiores aos dos grupos anteriores e merece destaque a participação em associações e cooperativas (38,76%), acesso aos serviços de assistência técnica (35,63%) e financiamentos (13,10%).

Tabela 2. Características gerais e indicadores tecnológicos dos sistemas de produção, segundo o nível tecnológico.

Indicadores	Nível tecnológico					Teste F
	I (110)	II (310)	III (279)	IV (72)	Média Geral	
Área média dos estabelecimentos agropecuários (ha)	36,91	148,43	341,68	502,00	235,47	333,57*
Área ocupada com lavouras temporárias e permanentes (%)	44,35	12,84	6,74	5,08	14,41	161,62*
Área ocupada com pastagens nativas e cultivadas (%)	16,17	40,51	57,55	63,68	45,37	166,87*
Efetivo de bovinos em estabelecimentos da agricultura familiar (%)	63,14	43,55	31,71	24,92	40,26	84,07*
Adubação de pastagens (%)	3,20	5,15	8,45	10,12	6,53	14,68*
Correção de solos (%)	1,65	2,29	3,20	5,78	2,86	16,19*
Rotação de pastagens (%)	12,69	34,98	52,55	61,45	40,63	156,86*
Controle de pragas e doenças animais (%)	12,75	38,87	71,22	78,21	50,53	285,53*
Suplementação com sal mineral (%)	9,40	28,23	46,61	61,43	35,14	301,62*
Suplementação com ração, grãos e subprodutos da agroindústria (%)	1,72	3,98	7,09	10,93	5,44	52,02*
Inseminação artificial (%)	0,33	1,44	2,48	4,09	1,90	52,41*
Transferência de embrião (%)	0,03	0,14	0,36	0,48	0,33	1,95ns
Ordenha mecanizada (%)	0,22	0,85	1,03	2,74	1,01	10,57*
Tanques de resfriamento (%)	0,37	1,32	1,23	2,36	1,25	2,45ns
Acesso a serviços de assistência técnica (%)	13,85	20,31	29,14	35,63	24,02	29,79*
Associações e cooperativas (%)	28,39	37,58	37,38	38,76	36,71	0,83ns
Acesso a financiamentos (%)	7,10	10,12	13,10	14,24	11,05	23,52*
Quociente locacional (QL)	0,32±0,44	1,16±0,90	2,25±1,04	2,70±0,86	1,57±1,17	174,85*
Taxa de lotação das pastagens (UA/ha)	0,79±0,31	0,81±0,30	0,86±0,36	0,95±0,35	0,83±0,33	3,68ns
Taxa de desmatamento em 2006 (%)	26,65±29,33	31,00±32,26	38,71±33,28	45,78±35,99	34,55±33,03	7,74*
Taxa de desmatamento em 2015 (%)	27,68±29,68	32,41±33,01	40,06±33,82	46,87±36,48	35,86±33,61	7,47*
Produtividade leiteira (litros/vaca/dia)	2,83±1,04	3,09±1,06	3,79±0,95	4,20±1,04	3,44±1,10	46,53*
Índice tecnológico da pecuária bovina	17,22±7,51	40,34±9,94	61,33±7,12	76,56±8,26	48,02±19,29	1.060,68*

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: (*) Significativo a 1% de probabilidade e (ns) não significativo.

O quarto grupo é composto por 72 municípios, 9,34% do total, e possui médias do índice tecnológico e do quociente locacional de 76,56 e 2,70, respectivamente. É o grupo com maior nível tecnológico. É composto por unidades de produção com tamanho médio de 502 hectares, com as pastagens ocupando 63,68% da área total dos estabelecimentos. O nível de adoção da rotação de pastagens é de 61,45%, 10,12% adubam pastos e 5,78% efetuam calagem nas pastagens. A suplementação com sal mineral é realizada por 59,80% e 10,93% suplementam com ração, grãos e subprodutos de agroindústria. O nível de adoção da inseminação artificial é o mais elevado entre os quatro grupos (4,09%). Neste grupo também são registrados os maiores percentuais de participação em associações e cooperativas (38,76%) e acesso a serviços de assistência técnica (35,63%) e financiamentos (14,24%).

Apesar da diferenciação quanto o nível de adoção de tecnologias entre os municípios, os resultados retratam que a pecuária bovina, ainda está fortemente associada ao desmatamento, pois os municípios com nível tecnológico alto e médio possuem as maiores taxas de desmatamento que, em 2006, foram de 45,78% e 38,71% e, em 2015, atingiram o patamar de 46,87% e 40,06%, respectivamente. Com relação aos indicadores de produtividade, a evidência é de que ainda são muito baixas. A taxa média de lotação regional das pastagens é de apenas 0,83 UA/ha/ano e não foi identificada diferença estatisticamente entre os quatro níveis tecnológicos. A produtividade média de leite foi de 3,44 litros por vaca dia, sendo que nos municípios com maior nível tecnológico essa média foi de apenas 4,20 litros/vaca/dia.

CONCLUSÃO

A análise fatorial extraiu cinco fatores que foram utilizados na estimação do índice tecnológico da pecuária bovina dos municípios da Amazônia na pecuária bovina, os quais foram denominados de Pecuária tradicional (F₁); Manejo de pastagens (F₂); Pecuária integrada (F₃); Tecnologias de reprodução (F₄) e Qualidade do leite (F₅). O ordenamento dos fatores indica a predominância da adoção de tecnologias tradicionais relacionadas ao uso extensivo de pastagens, suplementação com sal mineral e cumprimento das vacinações obrigatórias como é o caso da febre aftosa. A adoção de tecnologias inovadoras consubstanciadas nos outros quatro fatores ainda é incipiente entre os pecuaristas regionais.

A distribuição dos municípios amazônicos segundo essa tipologia indica que 54,48% possuem uma pecuária bovina com baixo nível tecnológico e que apenas 9,34% deles níveis tecnológicos mais elevados. O estado de Mato Grosso possui a pecuária bovina com maior nível tecnológico da Amazônia, seguido por Rondônia, Tocantins e Pará.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.A., COUTINHO, A.C., ESQUERDO, J.C.D.M, ADAMI, M., VENTURIERI, A., DINIZ, C.G., DESSAY, N., DURIEUX, L., GOMES, A.R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amaz.*, v.46, n.3, p. 291-302, 2016.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP, 2015. 280p.

BRASIL. **Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012**. Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7830.htm>. Acesso em: 21 set. 2016.

CARVALHO, G.R., HOTT, M.C. Análise da concentração e geografia da produção de leite no Brasil. *Revista de Política Agrícola*, v. 16, n. 2, p. 82-97, abr./jun. 2007.

DIAS-FILHO, M. B. **Desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2012, 34p. (Documentos, 382)

DILLON, W.R., GOLDSTEIN, M. **Multivariate analysis: methods and applications**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 587p.

GARCIA, A.R., LOURENÇO JÚNIOR, J.B., SANTOS, J.C. Caracterização e recomendações técnicas para melhoria do manejo reprodutivo de bovinos leiteiro no Oeste do Pará. In: LOURENÇO JÚNIOR, J.B., SANTOS, M.A.S (Org.). **Qualileite: qualidade e tecnologia na cadeia produtiva do leite no estado do Pará**. Belém: Marques Editora, 2015, p. 189-210.

HADDAD, P.R. Medidas de localização e especialização. In: P.R. HADDAD, C.M.C. FERREIRA, S. BOISIER, T.A. ANDRADE (Org.), **Economia regional: teorias e métodos de análise**. Fortaleza: BNB-ETENE. 1989, p. 225-247.

HAIR JR, J.F., ANDERSON, R.E., TATHAN, R. L., BLACK, W.C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 5ª ed., 2006. 593p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Áreas especiais: cadastro de municípios localizados na Amazônia Legal**. Disponível

em:<<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm?c=2>>.
Acesso em: 21 set. 2016a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006 – Segunda apuração**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 set. 2016b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 21 set. 2016c.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia - Terraclass**. Brasília: INPE-EMBRAPA. Disponível em:<http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. Acesso em: 21 set. 2016.

JACQUES, A.V.A.A queima das pastagens naturais: efeitos sobre o solo e a vegetação. **Cienc. Rural**, v.33, n.1, p.177-181, 2003.

LOPES, M.A.; SANTOS, G. Principais dificuldades encontradas pelas certificadoras para rastrear bovinos. **Ciênc. agrot.**, v.31, n.5, p.1552-1557, 2007.

LOPES, M.A., DEMEU, A.A., RIBEIRO, A.D.B, ROCHA, C.M.B.M., BRUHN, F.R.R., RETES, P.L. Dificuldades encontradas pelos pecuaristas na implantação da rastreabilidade bovina. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.64, n.6, p. 1621-1628, 2012.

MARTINS, G. C. C.; REBELLO, F. K.; SANTANA, A. C. de. **Mercado e dinâmica espacial da cadeia produtiva do leite na região Norte**. Belém: Banco da Amazônia, 2008. 67p. (Estudos Setoriais, 6).

MATTOS, C.A.C., SANTANA, A.C., PINTO, W.S., CARDOSO, A.J.G., COSTA, N.L. Características socioeconômicas e ambientais dos sistemas de produção da pecuária do estado do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v.53, n.2, p. 150-158, 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Valor bruto da produção agropecuária (VBP)**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>>. Acesso em: 21 set. 2016a.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Evolução geográfica do processo de implantação de zona livre de febre aftosa no Brasil**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/febreaftosa>>. Acesso em: 21 set. 2016b.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Campanhas de vacinação contra febre aftosa**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/febreaftosa>>. Acesso em: 21 set. 2016c.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 1: Institui o Sistema Brasileiro de Identificação e Certificação de Origem Bovina e Bubalina (SISBOV)**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/rastreabilidade/sisbov>>. Acesso em: 21 set. 2016d.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **SISBOV:**

Lista de propriedades aptas. Disponível

em:<http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Aniamal/SISBOV/Lista_APTAS.pdf>.

Acesso em: 21 set. 2016e.

REIS, R.A., RUGGIERI, A.C., OLIVEIRA, A.A., AZENHA, M.V., CASAGRANDE, D.R. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Rev. bras. saúde prod. anim.**, v.13, n.3, p. 642-655, 2012.

RESENDE FILHO, M.A.; BRAGA, M.J.; RODRIGUES, R.V. Sistemas de terminação em confinamento: perspectivas para dinamização da cadeia produtiva da carne bovina em Minas Gerais. **Rev. Bras. Econ.**, v.55, n.1, p.107-131, 2001.

SANTANA, A. C. **Arranjos produtivos locais na Amazônia:** metodologia para identificação e mapeamento. Belém: ADA, 2004, 108 p.

SANTANA, A.C. Índice de desempenho competitivo das empresas de polpa de frutas do estado do Pará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v.45, n.3, p. 749-775, 2007.

SANTOS, M.A.S., SANTOS, J.S.B., CUNHA, S.J.T., SANTANA, A.C. **Mercado e dinâmica local da cadeia produtiva da pecuária de corte na Região Norte.** Belém: Banco da Amazônia, 2007. 48p. (Estudos Setoriais, 1).

SANTOS, M.A.S., SANTANA, A.C., RAIOL, L.C.B. Índice de modernização da pecuária leiteira no estado de Rondônia: determinantes e hierarquização. **Perspectiva Econômica**, v.7, n.2, p. 93-106, 2011.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.

VALENTIN, J.F., ANDRADE, C.M.S. Tendências e perspectivas da pecuária bovina na Amazônia Brasileira. **Amazônia**, v.4, n.8, p.9-32, 2009.

VINHOLIS, M.M.B.; AZEVEDO, P.F. Segurança do alimento e rastreabilidade: o caso BSE.**RAE electron.**, v.1, n.2, p.02-19, 2002.

5 CAPÍTULO III – EFICIÊNCIA ECONÔMICA DA PECUÁRIA BOVINA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

RESUMO

Neste capítulo estima-se uma função de produção para a pecuária bovina desenvolvida nos municípios da Amazônia Brasileira com o objetivo de identificar a influência dos fatores de produção sobre o valor da produção de bovinos. Utilizaram-se dados municipais de valor bruto da produção de bovinos, áreas de pastagens, mão de obra ocupada na pecuária, valor dos investimentos pecuários e acesso aos serviços de assistência técnica. A função de produção Cobb-Douglas foi estimada por mínimos Quadrados Ordinários. O modelo foi estatisticamente significativo e os fatores de produção explicam 84,54% das variações no valor da produção de bovinos. Os fatores terra e capital são os que mais contribuem na determinação do valor da produção e o trabalho foi o de menor contribuição. O acesso aos serviços de assistência técnica influencia positivamente na eficiência do capital, mudando a função de produção. A pecuária bovina exibe retornos crescentes de escala, indicando a possibilidade de redução dos custos médios de produção a partir da intensificação no uso dos fatores de produção disponíveis.

Palavras-chave: Bovinocultura. Fatores de produção. Eficiência técnica. Amazônia.

ABSTRACT

The article estimate a cattle breeding production function developed in Brazilian Amazon cities with objective identify the production factor influence over the cattle production value. Were used counties data of cattle production brute value, pasture areas, cattle breeding occupied handwork, cattle breeding investments value and technical assistance service access. Cobb-Douglas production function was estimated by Ordinary Squares. The model was statistically significant and production factors explain 84.54% of value variation in cattle production. The capital and ground factors are the most contributive on production value determination and labor was the least contributive. The technical assistance services access positively influences in capital efficiency, causing a displacement on production function. The cattle breeding show crescent scale returns, indicating production medium cost reduction possibilities through intensification use of available production factors.

Keywords: Cattle farming. Production factors. Technical efficiency. Amazon.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de bovinos envolvem a combinação de diversos fatores de produção que podem ser agregados em três grupos: terra, representado pelas áreas de pastagens nativas e cultivadas; mão de obra composta pelos recursos humanos que executam as diversas práticas de manejo nas unidades de produção; e capital, representado pelas máquinas, equipamentos, instalações e inovações tecnológicas nas áreas de genética, sanidade e nutrição, entre outras.

Na Amazônia, a pecuária bovina é uma das mais importantes atividades econômicas e possui grande representatividade na utilização de fatores de produção e na composição do valor da produção agropecuária. Em 2015, a produção de carne e leite bovinos representou 27,2% valor da produção agropecuária regional, sendo superada apenas pela cultura da soja que participou com 34,4% (MAPA, 2016).

O rebanho regional é de 84,2 milhões de cabeças, 39,1% do total nacional, e a atividade é responsável pela principal forma de uso do solo na região, aproximadamente 63%, ocupando uma área de 47,98 milhões de hectares (ALMEIDA et al., 2016; INPE, 2016; IBGE, 2016a). A pecuária também responde por 42% do pessoal ocupado e por 54,53% do saldo de investimentos no setor agropecuário (IBGE, 2016b; BACEN, 2016).

A análise das relações entre o uso desses fatores e a geração de produtos (carne, couro e leite) pode ser realizada a partir da estimação de uma função de produção que é um dos elementos centrais da teoria da produção. Uma função de produção é definida pelo nível máximo de produto que pode ser obtido para cada combinação dos fatores de produção utilizados (BEATTIE e TAYLOR, 1985; HEATHFIELD e WIBE, 1987; RUSHTON, 2009).

A partir das funções de produção é possível definir o estágio de produção e indicadores de eficiência técnica e eficiência econômica no uso desses fatores, considerando o nível atual de tecnologia e gestão. Neste capítulo estima-se uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, modelo que já foi empregado em vários estudos em atividades agropecuárias e florestais no Brasil (OLIVERIA e MARQUES, 2002; SOARES et al., 2007; STRASSBURG et al., 2014; COSTA et al., 2015a; COSTA et al., 2015b).

O objetivo é avaliar a influência dos fatores de produção (pastagens, trabalho e capital) e do acesso aos serviços de assistência técnica sobre o valor bruto da produção de bovinos na Amazônia.

METODOLOGIA

Área de estudo e dados utilizados

A base de dados utilizada neste capítulo foi obtida da segunda apuração do Censo Agropecuário 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, divulgada em 2012 (IBGE, 2016b). Estes dados refletem, portanto, o nível tecnológico da pecuária bovina na primeira década do século 21. Foram utilizados dados sobre valor bruto da produção de bovinos, área total de pastagens, pessoal ocupado nos estabelecimentos com criação de bovinos e valor dos investimentos realizados na pecuária em 348, dos 775 municípios que compõe a Amazônia Legal.

A seleção dos municípios para a estimação da função de produção foi efetuada a partir do índice tecnológico da pecuária bovina (ITPEC), analisado no capítulo anterior. Estes 348 municípios foram classificados como de nível tecnológico médio e alto e possuem grande representatividade na pecuária regional, sendo responsáveis por 73% das áreas de pastagens, 74% do rebanho e 78% do valor da produção regional de bovinos (MAPA, 2016; IBGE, 2016a, IBGE, 2016b).

Modelo teórico

A produção agropecuária é um processo biológico e econômico que exige dos produtores a capacidade de combinar fatores de produção, visando gerar produtos para o mercado consumidor. Na pecuária bovina, envolve a combinação de fatores como terra para a formação de pastagens e alimentação dos rebanhos; mão de obra para execução das diferentes práticas de manejo do rebanho; e o capital composto pela infraestrutura de máquinas, equipamentos, instalações e tecnologias.

A análise desse processo produtivo requer o estabelecimento de relações quantitativas entre os fatores de produção e o produto total gerado. Isso é possível por meio de uma função de produção que é uma especificação matemática das várias possibilidades de produção para cada nível de uso dos fatores (BEATTIE e TAYLOR, 1985; HEATHFIELD e WIBE, 1987; RUSHTON, 2009). Matematicamente a função de produção pode ser representada por:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1)$$

Em que Y é a variável dependente representada pela produção total de bovinos e os X_i são as variáveis independentes que correspondem aos fatores de produção.

A partir da função de produção é possível determinar um uma série de indicadores de eficiência. O primeiro deles é o produto médio de cada fator que é calculado dividindo-se o produto total (Y) pela quantidade utilizada de cada insumo (X_i). Outro indicador é o produto marginal obtido pela derivada parcial da função de produção em relação ao fator X_i . Também é possível determinar a elasticidade parcial de produção de cada fator X_i a partir da divisão entre o produto marginal e o produto médio do respectivo fator de produção (DEBERTIN, 1986).

O valor da elasticidade parcial de produção quantifica a variação da produção, provocada por variações no uso dos fatores e mostra em que estágio a produção está sendo realizada, indicando o nível de racionalidade econômica do processo produtivo. Assim, se o coeficiente de elasticidade parcial for maior que 1, a produção está sendo realizada no estágio I, que corresponde a rendimentos médios crescentes do fator. Se o estiver entre zero e um, a produção está ocorrendo no estágio II, correspondendo a rendimentos médios decrescentes. Caso o coeficiente seja negativo o nível de produção está sendo realizado no estágio III, isso significa que neste estágio o uso de unidades adicionais do fator causa declínio no produto total em função da lei dos rendimentos decrescentes. Portanto, sob a ótica econômica a produção deve ocorrer entre os limites do estágio II, pois os estágios I e III são considerados irracionais.

Modelo econométrico

O modelo geral da função de produção Cobb-Douglas utilizado para a análise da pecuária bovina na Amazônia é especificado a seguir:

$$VBPB_t = AP_t^a L_t^b K_t^{c+dT} e_t \quad (2)$$

Em que:

- $VBPB_t$ = valor bruto da produção de bovinos nos municípios da Amazônia, em mil R\$.
- P_t = área total de pastagens nos municípios da Amazônia, em hectares.
- L_t = pessoas com mais de 14 anos ocupadas em estabelecimentos com criação de bovinos nos municípios da Amazônia.
- K_t = valor dos investimentos realizados em estabelecimentos com criação de bovinos nos municípios da Amazônia, em mil R\$.

- T_t = acesso aos serviços de assistência técnica pelo estabelecimentos com criação de bovinos nos municípios da Amazônia, em porcentagem.
- A = parâmetro de eficiência.
- e_t = erro aleatório.

Para efeito de estimação econométrica o modelo foi linearizado por meio da aplicação do logaritmo natural (\ln). Assim, o modelo econométrico foi o seguinte:

$$\ln VBPB_t = \ln A + a \ln P_t + b \ln L_t + c \ln K_t + d T \ln K_t + u_t \quad (3)$$

De acordo com a teoria econômica a expectativa é que os parâmetros sejam positivos e atendam às seguintes hipóteses: (a) um aumento (ou redução) na área de pastagens tende a aumentar (ou reduzir) o valor da produção; (b) um aumento (ou redução) na mão de obra ocupada tende a aumentar (ou reduzir) o valor da produção; (c) um aumento (ou redução) no capital tende a aumentar (ou reduzir) o valor da produção e (d) o acesso aos serviços de assistência exerce efeito positivo sobre o uso do capital e contribui para o aumento do valor da produção.

O modelo foi estimado por Mínimos Quadrados Ordinários (GREENE, 2003; GUJARATI e PORTER, 2008). Utilizou-se o software econométrico Eviews versão 9.5 e a partir dos resultados obtidos foram determinados os valores dos produtos médios e marginais, elasticidades parciais de produção, retornos à escala e taxa marginal de substituição do trabalho pelo capital.

O valor do produto médio de um fator de produção (VPM_e) é dado pela relação entre o valor bruto da produção de bovinos e o fator (pastagens, pessoal ocupado ou capital). A derivada parcial da função em relação a um fator específico fornece o valor do produto marginal (VPM_g) do fator, *ceterisparibus*.

As elasticidades parciais de produção são obtidas a partir da razão entre variações relativas no valor bruto da produção de bovinos e nos fatores, ou seja, medem a sensibilidade do valor da produção em relação às mudanças do nível de utilização dos fatores. Como a função Cobb-Douglas está expressa na forma logarítmica, as elasticidades são dadas diretamente pelos coeficientes de regressão associados a cada fator.

Em funções de produção do tipo Cobb-Douglas o parâmetro de retornos à escala (G) é dado pela soma das elasticidades parciais de produção dos fatores incluídos na função de produção. Assim, em função dos valores de G podem-se ter retornos crescentes de escala ($G > 1$), constantes ($G = 1$) ou decrescentes ($G < 1$).

Os fatores podem exibir relações de substituição dentro dos sistemas de produção e a relação mais comum é a substituição do trabalho pelo capital. O indicador que avalia essa relação é a taxa marginal de substituição do trabalho pelo capital que indica a quantidade de capital necessário para compensar a redução de um posto de trabalho, mantendo-se a quantidade produzida constante. É dada pela divisão entre o valor do produto marginal do trabalho pelo valor do produto marginal do capital.

Nos itens abaixo são especificadas as fórmulas utilizadas no cálculo dos indicadores:

a) Valor do produto médio das pastagens: $VPM_e P_i = \frac{VBPB_i}{P_i}$

b) Valor do produto médio do trabalho: $VPM_e L_i = \frac{VBPB_i}{L_i}$

c) Valor do produto médio do capital: $VPM_e K_i = \frac{VBPB_i}{K_i}$

d) Valor do produto marginal das pastagens: $VPM_g P_i = a \times \frac{VBPB_i}{P_i}$

e) Valor do produto marginal do trabalho: $VPM_g L_i = b \times \frac{VBPB_i}{L_i}$

f) Valor do produto marginal do capital: $VPM_g K_i = (c + dT) \times \frac{VBPB_i}{K_i}$

g) Elasticidades parciais de produção das pastagens, do trabalho e do capital: a , b e c

h) Retornos à escala: $G = a + b + (c + dT)$

i) Taxa marginal de substituição entre trabalho e capital: $TMS_{L,K} = \frac{VPM_g L_i}{VPM_g K_i}$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados econométricos da função de produção da pecuária bovina na Amazônia são apresentados na Tabela 1. O teste F foi significativo a 1% de probabilidade e o coeficiente de determinação indica que 84,54% da variação total no valor bruto da produção bovina deve-se às variações nas variáveis independentes. Não há problemas de correlação serial nos resíduos, pois os dados são do tipo *cross section*, o que é confirmado pelo teste de Durbin-Watson. O teste de heterocedasticidade de White indicou que os resíduos são homocedásticos e também não foram identificadas combinações lineares entre as variáveis independentes, pois o Fator de Variância Inflacionária de todas as variáveis independentes foi menor que 10. Os coeficientes das variáveis independentes exibiram sinais coerentes com a teoria da produção e foram significativos a 1% pelo teste t de Student. Estes resultados validam o uso do modelo para efeito de análise econômica.

Tabela 1. Resultados do ajustamento da função de produção Cobb-Douglas da pecuária bovina na Amazônia Brasileira.

Variável	Coefficiente	Erro Padrão	Teste t
Constante	-0,1654 ^{ns}	0,3070	-0,5389
Pastagens	0,3640*	0,0403	9,0336
Trabalho	0,3014*	0,0527	5,7152
Capital	0,3340*	0,0421	7,9359
Interação Capital e Assistência técnica	0,1039*	0,0284	3,6789
R-quadrado	0,8454		
R-quadrado ajustado	0,8436		
Teste F	468,8656*		
Durbin-Watson	2,0406		
Teste de White	54,73		

Fonte: dados da pesquisa.

Notas: (ns) não significativo, (*) indica significância a 1% de probabilidade.

Como a estimação foi realizada a partir dos logaritmos naturais os coeficientes podem ser interpretados diretamente como elasticidades parciais de produção. Todos os coeficientes foram positivos, significativos e menores que um. Assim aumentos percentuais no uso de todos os fatores implicam em incremento menos que proporcional no valor bruto da produção de bovinos. Ou seja, estes fatores de produção estão sendo utilizados na região racional de produção (estágio II).

A elasticidade de produção do fator terra, representado pelas áreas de pastagens foi 0,3640, indicando que um aumento de 10% nas áreas ocupadas por pastagens

proporcionaria um incremento de 3,64% no valor bruto da produção de bovinos, *ceteris paribus*. Com relação ao fator de produção trabalho, observa-se que cada aumento percentual na quantidade de mão de obra implica em aumento de 0,3014% no valor da produção e, no caso do capital, esse incremento é de 0,3340%.

O coeficiente da variável que expressa a interação entre capital e acesso aos serviços de assistência técnica foi positivo e significativo, confirmando a hipótese de que a assistência técnica aumenta a eficiência do capital e contribui para o aumento do valor da produção. A elasticidade de produção do capital considerando o acesso aos serviços de assistência foi 0,3585 o que representa um aumento de 7,3% em relação ao coeficiente sem o efeito da assistência técnica (0,3340). A priori este parece ser um efeito pequeno, entretanto, se justifica pelo fato de que no ano de referência da pesquisa apenas 23,57% dos estabelecimentos pecuários dos municípios pesquisados recebiam a prestação de algum serviço de assistência técnica. Ou seja, em termos gerais o acesso ainda é baixo o que limita um maior impacto sobre a eficiência do capital e dos sistemas de produção.

Na função de produção Cobb-Douglas os coeficientes de elasticidades parciais refletem também a participação relativa de cada fator no valor bruto da produção pecuária. Dessa forma pode-se inferir que a maior participação relativa deve-se às áreas de pastagens (35,6%), seguida pelo capital (35%) e, em menor proporção o trabalho (29,4%). Essa distribuição reflete bem o nível de tecnologia da pecuária bovina na Amazônia que ainda depende fortemente da incorporação de novas áreas de pastagens.

Nesse aspecto, em 2006, os 348 municípios analisados concentraram 74% do rebanho bovino e 58,7% do desmatamento acumulado, 414 mil km². Mas como a taxa de lotação das pastagens é baixa, apenas 0,89 UA/ha/ano a manutenção da expansão da pecuária depende da dinâmica dos desmatamentos. Assim, em 2015, o quadro se manteve praticamente inalterado com estes municípios respondendo por 72,7% do rebanho e 57,6% do desmatamento acumulado (IBGE, 2016b; INPE, 2016).

Os retornos à escala são obtidos pela soma dos coeficientes das elasticidades parciais das variáveis. É um indicador que mede a relação entre o aumento do uso na quantidade de todos os fatores, na mesma proporção, e o correspondente aumento no valor da produção de bovinos. O valor do coeficiente foi de 1,024, o que configura retornos crescentes de escala, ou seja, se o uso de todos os fatores forem aumentados em 10% o valor da produção de bovinos tende a aumentar em 10,24%, *ceterisparibus*.

Esse resultado indica que os custos médios de produção tendem a diminuir na medida em que os produtores intensifiquem o uso dos fatores. Esse resultado é fortemente influenciado pelo capital e sua interação com os serviços de assistência técnica, pois em uma pecuária de caráter fortemente comercial, como é o caso dos municípios analisados, muitos dos insumos que compõem a estrutura dos custos de produção (sementes, sal, ração, vacinais, fertilizantes e corretivos) são adquiridos fora do estabelecimento, além de requerer mão de obra mais especializada e um conjunto de máquinas, equipamentos, instalações e benfeitorias que exigem uma escala mínima para que sejam eficientes.

O produto médio das áreas de pastagens foi de R\$ 132,78/hectare/ano (Tabela 2). Considerando o preço médio da arroba do boi gordo de R\$ 45,22, em 2006, e um rendimento de carcaça de 50% o produto médio corresponde a 5,87 arrobas de boi vivo/hectare/ano. O maior produto médio foi obtido em Mato Grosso (6,61 arrobas/hectare/ano) e o menor no Amazonas (3,44 arrobas/hectare/ano). O produto médio do capital investido em pecuária foi de 4,71. Em 110 municípios, 32% do total analisado, esse indicador foi superior a média regional. Estes municípios estão localizados nos estados de Mato Grosso (37), Tocantins (37), Pará (13), Rondônia (11), Maranhão (9) e Acre (3).

Tabela 2. Indicadores de eficiência da pecuária bovina da Amazônia Brasileira.

Indicador	Média	Desvio Padrão	CV (%)
VPM _e - Pastagens	132,78	119,10	89,70
VPM _e - Trabalho	4.837,35	4.597,82	95,05
VPM _e - Capital	4,71	4,29	91,15
VPM _g - Pastagens	51,23	45,95	89,70
VPM _g - Trabalho	1.266,90	1.204,17	95,05
VPM _g - Capital	1,54	1,37	89,24

Fonte: dados da pesquisa.

Com relação à produtividade do trabalho a média foi de R\$ 4.837,35/ano. Considerando que o salário mínimo vigente em 2006 era de R\$ 350,00, isso implica em uma remuneração de 1,15 salários mínimos por pessoa ocupada na pecuária. Em apenas 49 dos 348 municípios analisados (14%) foi observada remuneração média superior a dois salários mínimos. Estes municípios estão localizados nos estados de Mato Grosso (16), Tocantins (13), Rondônia (8), Pará (7) e Maranhão (5). Essa baixa remuneração combinada com as características do trabalho na pecuária que exige esforço físico e expõe o trabalhador a riscos no manejo dos animais, além da migração rural e predominância de

relações informais pode explicar a redução do pessoal ocupado no meio rural nas últimas décadas.

Os resultados da produtividade marginal dos fatores indicam que cada incremento unitário nas áreas de pastagens gera um valor adicional de R\$ 51,23 no valor bruto da produção pecuária. Em termos de peso vivo isto corresponde a 2,27 arrobas para cada hectare adicional de pastagem. O estado com maior produtividade marginal das pastagens foi Mato Grosso, com 2,55 arrobas/ha, seguido pelo Pará (2,39 arrobas/ha), Rondônia (2,20 arrobas/ha), Tocantins (2,10 arrobas/ha) e Maranhão (1,93 arrobas/ha).

A média da produtividade marginal do trabalho foi de R\$ 1.266,90 para cada trabalhador adicional na pecuária. Em termos de salário mínimo isso significa 0,3 salários mínimos para cada ocupação gerada. As maiores produtividades marginais do capital foram observadas nos estados Tocantins, Pará, Maranhão, Mato Grosso e Rondônia, respectivamente, cujos valores foram superiores à média regional que foi de 1,54. Ou seja, nestes estados cada real investido em pecuária gera um incremento superior a R\$ 1,54 no valor da produção de bovinos.

A taxa marginal de substituição do trabalho pelo capital é dada pela relação entre os produtos marginais do trabalho e do capital. Com base nos dados da Tabela 2 esse valor foi de R\$ 822,66, ou seja, esse é o montante de recursos necessários para substituir uma unidade de mão de obra na pecuária, mantendo o nível de produção constante.

Na Tabela 2 também se pode observar os coeficientes de variação dos produtos médios e marginais e nota-se que os valores são elevados e superiores a 89%. Esse é um indicativo da elevada heterogeneidade dos sistemas de produção de bovinos quanto eficiência na alocação dos fatores de produção.

CONCLUSÃO

Os resultados do trabalho indicam que a função de produção estimada é adequada para avaliar a eficiência do uso dos fatores de produção na pecuária bovina na amazônica e que as variáveis incluídas no modelo explicam 84,54% das variações no valor bruto da produção de bovinos.

Os coeficientes de elasticidades parciais indicam que os fatores estão sendo utilizados racionalmente e que o acesso aos serviços de assistência técnica influencia positivamente a eficiência do capital. As pastagens e o capital foram os fatores de maior contribuição no valor da produção e a menor contribuição foi do fator trabalho. Esse

resultado evidencia que o crescimento da pecuária ainda está fundamentado na expansão das áreas de pastagens e, portanto, está associado aos desmatamentos.

A pecuária bovina exhibe retornos crescentes de escala, indicando que os custos médios de produção podem ser reduzidos a partir da intensificação no uso dos fatores de produção disponíveis e ampliação da escala.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.A., COUTINHO, A.C., ESQUERDO, J.C.D.M, ADAMI, M., VENTURIERI, A., DINIZ, C.G., DESSAY, N., DURIEUX, L., GOMES, A.R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amaz.*, v.46, n.3, p. 291-302, 2016.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Anuário Estatístico do Crédito Rural**. Disponível em: <<http://www.bacen.gov.br>>. Acesso em: 5 dez. 2016.

BEATTIE, B.R., TAYLOR, C.R. **The economics of production**. New York: John Wiley & Sons, 1985. 258p.

COSTA, N.L., SANTANA, A.C., MATTOS, C.A. Análise dos determinantes da produção agropecuária do Rio Grande do Sul. *Ensaios FEE*, v. 36, n. 1, 159-178, 2015b.

COSTA, N.L., SANTANA, A.C., MATTOS, C.A., FLORES, A.J. Agricultural production in the State of Rio Grande do Sul/Brazil: na analysis from the estimation of the Cobb Douglas Production Function. *International Journal of Development Research*, v. 5, n. 7, p. 4916-4922, 2015a.

DEBERTIN, D.L. **Agricultural production economics**. New York: Macmillan Publishing Company; London: Collier Macmillan Publishers, 1986. 366p.

GREENE, W.H. **Econometrics Analysis**. 5a ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003. 802p.

GUJARATI, D.N., PORTER, D.C. **Basic econometrics**. 5a ed. New York: McGraw-Hill, 2008. 922p.

HEATHFIELD, D.F., WIBE, S. **An introduction to cost and productions functions**. London: MacmillanEducation, 1987. 193p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 dez. 2016a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006 – Segunda apuração**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 set. 2016b.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia - TerraClass**. Brasília: INPE-EMBRAPA.

Disponível em:<http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. Acesso em: 5 dez. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Valor bruto da produção agropecuária (VBP)**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>>. Acesso em: 5 dez. 2016a.

OLIVEIRA, N.M., MARQUES, N.A. A função de produção agrícola agregada do estado de Mato Grosso em 1995. **Revista de Estudos Sociais**, v. 4, n. 8, p. 7-15, 2002.

RUSHTON, J. **The economics of animal health and production**. Oxfordshire & Massachusetts: CABI International, 2009. 364p.

SOARES, N.S., SILVA, M.L., LIMA, J.E. A função de produção da indústria brasileira de celulose, em 2004. **R. Árvore**, v. 31, n. 3, p. 495-502, 2007.

STRASSBURG, U., OLIVEIRA, N.M., PIACENTI, C.A., PIFFER, M. Notas sobre a função de produção agropecuária agregada do Paraná. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 18-28, 2014.

6 CAPÍTULO IV – ANÁLISE QUANTITATIVA DO MERCADO DE BOVINOS DE CORTE NO ESTADO DO PARÁ

RESUMO

O estado do Pará possui o quinto maior rebanho bovino do Brasil, 20,3 milhões de cabeças, e a pecuária de corte responde por 44,32% do valor da produção agropecuária. Avaliam-se os efeitos das variáveis que definem a oferta e a demanda de bovinos de corte abatidos no período de 1990 a 2015, por meio de um modelo econométrico recursivo estimado pelo Método Generalizado dos Momentos (MGM). A oferta e a demanda são inelásticas a preços. Aumentos no salário rural e no preço do bezerro impactam negativamente sobre a oferta e a resposta às aplicações de crédito rural ocorre com defasagem de quatro anos em função das características biológicas e tecnológicas dos sistemas de produção. O desmatamento desloca a oferta de bovinos para a direta e os frigoríficos se apropriam da maior parcela do excedente econômico gerado. A criação da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ) exerceu efeito positivo sobre o aumento da oferta de bovinos e a ampliação da estrutura agroindustrial. Ocorreram ganhos de produtividade no período, pois no início da década de 1990 o rendimento de carcaça dos animais abatidos era de 15,37 arrobas para bois e 12,15 arrobas das vacas e, atualmente, é de 18,4 e 13,5 arrobas, respectivamente.

Palavras-chave: Métodos econométricos. Demanda. Oferta. Pecuária de corte. Amazônia.

ABSTRACT

Pará state possess the fifth largest cattle herd of Brazil, 20.3 million heads, and the beef cattle responds for 44.32% of farming production value. Variable effects that define supply and demand of beef cattle slaughtered on the period of 1990 to 2015 evaluate, by means of a recursive econometric model estimated by Generalized Method of Moments (GMM). Supply and demand are inelastic to prices. Raises on rural wage and calf value negatively impacts over supply and rural credit application response occur with delay of four years in function of production systems biological and technological characteristics. The deforestation moves cattle supply to direct and frigorific appropriates the higher parcel of the generated economic surplus. The creation of Pará State Farming Defense Agency (ADEPARÁ) exercised positive effect over cattle supply raise and agroindustrial structure enlargement. Productive gains occurred in the period, since in the early 1990s the slaughtered animal carcass income were 15.37 arrobas [230.55 kilos] for bull and 12.15 arrobas [182.25 kilos] for cow and, nowadays, is 18.4 [276 kilos] and 13.5 arrobas [202.5 kilos], respectively.

Keywords: Econometric methods. Demand. Supply. Beef cattle. Amazon.

INTRODUÇÃO

A pecuária de corte é a atividade de maior expressão na economia rural do estado do Pará. A criação de bovinos está presente em 40% dos estabelecimentos agropecuários, independente do tamanho (IBGE, 2016a). Em 2015, o rebanho totalizou 20,3 milhões de cabeças, 9,42% do total nacional, o maior entre os estados da Região Norte e o quinto do país (IBGE, 2016b). Em função disso, as pastagens representam a principal forma de ocupação do solo, ocupando cerca de 16 milhões de hectares (ALMEIDA et al., 2016; INPE, 2016a). No mesmo ano, segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a pecuária de corte gerou 44,32% da renda do setor agropecuário paraense (MAPA, 2016a).

A atividade vem crescendo intensamente desde a década de 1970. A fase mais acentuada ocorreu entre 1970 e 1990, impulsionada pelas políticas de colonização agrícola, incentivos fiscais e projetos de infraestrutura que atraíram grandes contingentes populacionais para o estado do Pará. No início da década de 1970 o estado do Pará representava 1,5% do rebanho nacional e, em 1990, essa participação atingiu 4,2%, o que correspondeu a uma taxa de crescimento de 10,6% ao ano, muito superior ao do rebanho nacional no mesmo período que foi de 2,6% ao ano.

Entre 1990 e 2015, período de referência desta pesquisa, o rebanho evoluiu a uma taxa de 5,5% ao ano, ainda bem superior ao observado no país, 1,7% ao ano, evidenciando que atividade continua sua trajetória de expansão. Mas, diante de um novo contexto, configurado pela maior pressão quanto à regularização fundiária, trabalhista e ambiental; mudanças institucionais no campo das políticas de financiamento e de sanidade animal, além do adensamento da cadeia produtiva com a implantação de diversos frigoríficos sob inspeção federal, estadual e municipal.

Este contexto ampliou substancialmente a demanda de animais para abate, visando atender os mercados local, nacional e internacional. Também evidencia novos padrões de exigência dos consumidores, sobretudo do mercado internacional, interessados em conhecer as características socioeconômicas e ambientais dos sistemas de produção, qualidade da carne e agregação de valor aos produtos com implicações significativas nas relações de mercado da pecuária bovina de corte no estado do Pará e na Amazônia.

Neste capítulo, estimam-se os parâmetros de um modelo econométrico para avaliar o mercado de bovinos de corte abatidos no estado do Pará, abrangendo o período 1990-2015. O objetivo é avaliar os efeitos dos fatores que afetam a demanda e a oferta de bovinos e estimar os coeficientes de elasticidade. Estes resultados auxiliam na compreensão das relações econômicas entre os agentes que participam do mercado e na avaliação dos efeitos de políticas públicas sobre a cadeia produtiva da pecuária de corte.

METODOLOGIA

Área de estudo e dados utilizados

A área de referência da pesquisa é o estado do Pará, com superfície de aproximadamente 1,25 milhões de km², 14,7% do território brasileiro, e uma população de 8,2 milhões de habitantes, 4% da população nacional. O efetivo atual é de aproximadamente 20,3 milhões de cabeças o que representa 9,42% do rebanho nacional e 43% do rebanho da Região Norte do Brasil (IBGE, 2016b).

Foram utilizadas séries temporais que abrangem o período de 1990 a 2015. O efetivo bovino e total de bovinos abatidos sob inspeção federal, estadual e municipal são da Pesquisa Pecuária Municipal e da Pesquisa Trimestral de Abates de Animais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016b; IBGE, 2016c). A taxa de desmatamento foi obtida do banco de dados do Sistema de Monitoramento do Desmatamento da Amazônia Legal do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016b). Os dados de preços do boi gordo foram obtidos na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca do estado do Pará (SEDAP, 2016). Os valores da renda *per capita*, salário rural e preços de produtos relacionados ao mercado de bovinos (bezerro, leite, frango e suínos) são do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEADATA, 2016). Os valores das aplicações de crédito rural em pecuária bovina são do Anuário Estatístico do Crédito Rural do Banco Central do Brasil (BACEN, 2016). Todas as variáveis monetárias foram corrigidas para dezembro de 2015, com base no Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna da Fundação Getúlio Vargas (FGV, 2016).

Modelo teórico

A dinâmica do mercado de bovinos de corte determina uma inter-relação entre demanda e oferta para a formação do preço de mercado. O modelo proposto neste capítulo diz respeito às relações de mercado em nível de produtor em que a demanda é exercida pela agroindústria de abate, composta pelos frigoríficos e abatedouros de bovinos sob inspeção federal, estadual e municipal e oferta pelos pecuaristas.

A demanda de bovinos para abate é concentrada nos frigoríficos e abatedouros cuja base é atualmente composta por 55 estabelecimentos, sendo 14 com Sistema de Inspeção Federal (SIF), 14 com Sistema de Inspeção Estadual (SIE) e 27 sob inspeção de municípios. Em 2015, estes estabelecimentos abateram um total de 2,7 milhões de cabeças o que correspondeu a uma taxa de abate de 13,1%, e representou 8,6% do total de bovinos abatidos no Brasil. Deste total 55,1% foram bois e 44,9% vacas. Os frigoríficos sob inspeção federal concentram 73,5% dos abates, e abatem em média 581 cabeças por dia e a sua produção é destinada, principalmente, ao mercado nacional e internacional. Os frigoríficos sob inspeção estadual abatem em média 148 cabeças e atendem a demanda estadual, representam 18,8% dos abates. Os abatedouros sob inspeção municipal atendem a demanda local, abatem em média 30 cabeças por dia e respondem por apenas 7,4% dos abates (IBGE, 2016c).

Esse padrão de concentração nos abates sob inspeção federal configura um oligopsônio, estrutura de mercado com poucos compradores (14 frigoríficos) e grandes em tamanho, 73,8% do total de animais abatidos o que gera forte interdependência entre as empresas, até mesmo por que alguns dos frigoríficos com SIF estabelecidos no estado do Pará pertencem ao mesmo grupo empresarial ou então são filiais de grandes grupos estabelecidos em outros estados da Amazônia e do Brasil. Nesse tipo de estrutura de mercado existe maior possibilidade do exercício de poder de mercado o que gera incentivos à cartelização de modo que as ações de um ou mais grupos podem ter um efeito sobre os preços de compra de bovinos para o abate (GOODWIN, 1994; SANTOS et al., 2007; BOECHAT e ALVES, 2014; MOITA e GOLANI, 2014).

Pelo lado da oferta, o mercado é do tipo concorrência perfeita, pois existe um grande número de produtores, cada um ofertando uma pequena quantidade de uma *commodity* (bovinos de corte para abate) em relação à dimensão total do mercado e diante de um ambiente de negócios em que as informações sobre tecnologias de produção e preços estão disponíveis aos participantes de mercado, não havendo também limitação

quanto à entrada de novos produtores (NORWOOD e LUSK, 2008). Esse conjunto de características torna os pecuaristas tomadores de preços.

A referência básica para a tomada de decisão dos pecuaristas em termos de adoção de tecnologias e investimentos é o preço do boi gordo e a oferta de animais para o abate evolui na mesma direção dos preços recebidos pelos pecuaristas com alguma defasagem em função das características dos sistemas de produção *ceterisparibus*, ou seja, preços mais elevados estimulam a oferta em função das expectativas positivas de lucro e vice versa. A oferta de bovinos também é influenciada por outras variáveis como preços dos insumos, salário rural, políticas de financiamento e de sanidade animal, expectativas quanto ao desempenho da economia e também pela dinâmica socioambiental em que uma variável fundamental é a taxa de desmatamento.

A relação entre o salário rural e a oferta de bovinos é inversa, pois se trata de fator de produção importante na execução das práticas de manejo dos sistemas de produção nas propriedades rurais e que tem ficado cada vez mais escasso, em função das migrações e das mudanças estruturais no meio rural com a busca de empregos formais em outros setores da economia, principalmente, por parte dos jovens.

No âmbito das políticas públicas merecem destaques a ampliação da oferta de crédito rural e os avanços institucionais na defesa sanitária animal. Com relação ao crédito rural um fato marcante foi a criação do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) que passou a operar a partir do final do ano de 1989 e garantiu uma oferta mais estável de recursos para o financiamento de atividades agropecuárias em toda a Região Norte e, particularmente, no estado do Pará. Com isso houve crescimento expressivo no volume total de recursos aplicados. No período analisado o valor das operações de crédito rural cresceu a uma taxa de 8,7% ao ano, totalizando um montante de R\$ 24,1 bilhões. Deste total R\$ 13,1 bilhões foram alocados em projetos de pecuária bovina o que representou 54,1%. Com a aplicação destes recursos espera-se correlação positiva entre crédito e a oferta de bovinos para o abate.

Os avanços institucionais na defesa sanitária foram mais evidentes a partir do início da década de 2000, com a criação da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará em setembro de 2002 por meio da Lei nº 6.842 (PARÁ, 2016). Na área de produção animal a sua principal função é execução das políticas nacionais de sanidade animal com ênfases no Programa Nacional de Erradicação e Prevenção da Febre Aftosa (PNEFA) e Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e Tuberculose Animal (PNCEBT), em

conformidade com as diretrizes da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE). Espera-se que a criação da Adepará e a execução de suas ações exerçam efeitos positivos na oferta e na demanda de bovinos, pois gera um ambiente propício tanto para os investimentos de pecuaristas quanto de agroindústrias, visando participar de um mercado amplo, sobretudo para exportação de carne.

Com relação à taxa de desmatamento espera-se uma correlação positiva com a produção de bovinos (RIVERO et al., 2009). Contudo, o deslocamento da oferta pecuária gerado pelo desmatamento ocorre com defasagem temporal, pois inicialmente o desmatamento afeta o mercado de madeira em tora e apenas depois de um ou dois anos estas áreas serão utilizadas para implantação de atividades agrícolas e da pecuária (SANTANA et al., 2011).

Modelo econométrico

O modelo econométrico do mercado de bovinos abatidos no estado do Pará é composto pelas seguintes relações econômicas: a oferta e a demanda e uma equação de identidade. A variável utilizada para medir a demanda e a oferta foi o número total de bovinos abatidos sob os sistemas de inspeção federal, estadual e municipal no período de 1990 a 2015. O modelo estrutural é especificado a seguir e todas as variáveis, exceto as variáveis dummy e tendência, foram especificadas na forma logarítmica, assim os coeficientes podem ser interpretados diretamente como elasticidades.

$$QOB_t = a_0 + a_1PB_{t-4} + a_2SR_t + a_3CR_{t-4} + a_4PBZ_t + a_5TDM_{t-2} + a_6VD_{1t} + a_7T + e_{1t} \quad (1)$$

$$QDB_t = b_0 + b_1PB_t + b_2R_t + b_3VD_{1t} + e_{2t} \quad (2)$$

$$QDB_t = QOB_t = QB_t \quad (3)$$

Em que:

Variáveis endógenas:

- QDB_t e QOB_t = logaritmo natural da quantidade de bovinos abatidos no estado do Pará, em cabeças, no período de 1990 a 2015.
- PF_t = logaritmo natural do preço real do boi gordo no estado do Pará, em R\$/arroba, no período de 1990 a 2015.

Variáveis exógenas e instrumentais:

- R_t = logaritmo natural do PIB *per capita* real como *proxy* da renda no estado do Pará, em R\$/hab., no período de 1990 a 2015;
- SR_t = logaritmo natural do salário rural (diarista), em R\$/dia, no período de 1990 a 2015;
- PB_{t-4} = logaritmo natural do preço real do boi gordo no estado do Pará, defasado de quatro anos, em R\$/arroba, no período de 1990 a 2015;
- CR_{t-4} = logaritmo natural do valor real das aplicações de crédito rural em pecuária bovina no estado do Pará, defasado de quatro anos, em R\$, no período de 1990 a 2015;
- PBZ_t = logaritmo natural do preço real do bezerro, no período de 1990 a 2015;
- VD_{1t} = variável dummy incluída no modelo para captar o efeito da criação da Agência de Defesa Agropecuária do estado do Pará (ADEPARÁ) que assume valor 0, no período 1990-2002, e valor 1 no período 2003-2015;
- TDM_{t-2} = taxa de desmatamento, em percentual, no período de 1990 a 2015;
- T = variável de tendência, incluída no modelo para captar o avanço tecnológico da pecuária de corte no período de 1990 a 2015;
- $EBOV_t$ = logaritmo natural do efetivo de bovinos no estado do Pará, no período de 1990 a 2015, utilizada como variável instrumental;
- PF_t = logaritmo natural do preço real da carne de frango, no período de 1990 a 2015, utilizada como variável instrumental;
- PS_t = logaritmo natural do preço real da carne suína, no período de 1990 a 2015, utilizada como variável instrumental;
- PL_t = logaritmo natural do preço real recebido pelos produtores de leite bovino no estado do Pará, em R\$/litro, no período de 1990 a 2015, utilizada como variável instrumental;

Termos de erro aleatório:

- e_{1t} e e_{2t} = erros aleatórios associados às equações de oferta e demanda, respectivamente.

Hipóteses a serem testadas:

De acordo com a teoria econômica, os sinais esperados para os coeficientes das variáveis são os seguintes: $a_1, a_3, a_5, a_6, a_7, b_2$ e $b_3 > 0$; a_2, a_4 e $b_1 < 0$

A equação de oferta pode ser estimada de forma independente, entretanto, pela condição de equilíbrio de mercado compõe um sistema recursivo com a equação de demanda. O Método Generalizado dos Momentos (MGM) foi utilizado para estimar os parâmetros das equações estruturais do sistema, pois envolve os principais métodos de estimação generalizada dos parâmetros de modelos econométricos lineares e não-lineares e supera os problemas básicos de violação das hipóteses clássicas de autocorrelação e heterocedasticidade (GREENE, 2003). Na Amazônia o método já foi aplicado em análises de mercado de vários produtos agropecuários como o feijão-caupi; frutas tropicais, madeira e açaí (SANTANA, SANTOS, 2000; FALESI et al., 2010; SANTANA et al., 2011; NOGUEIRA et al., 2013). As estimativas para o caso do mercado de bovinos no estado do Pará foram realizadas por meio do software *Eviews*, versão 9.5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de equações de oferta e demanda de bovinos no estado do Pará foi corretamente especificado, pois a estatística J de Hansen assumiu valor próximo de zero. As variáveis exógenas e instrumentais explicaram 88,95% e 92,83%, respectivamente, das variações nas quantidades ofertadas e demandadas e os termos de erro não exibem problemas de autocorrelação, conforme aferido pelo teste de Durbin-Watson (Tabela 1).

Os resultados da equação de oferta são teoricamente consistentes e significativos a 1% de probabilidade. O coeficiente de elasticidade-preço da oferta expressa o efeito dos preços recebidos pelos pecuaristas, sobre a oferta de bovinos prontos para o abate. O valor do coeficiente foi 0,5652, mostrando que para cada incremento de 10% no preço com defasagem de quatro anos a oferta de animais para o abate aumenta em 5,652% *ceterisparibus*, indicando que a oferta é inelástica à preço. Essa defasagem temporal aos estímulos de preço decorre das características biológicas e reprodutivas dos animais e do nível tecnológico dos sistemas de produção, com animais mantidos exclusivamente à base de pastagens. Assim, entre o estímulo de preços, decisão de investimento, adoção de práticas de manejo na unidade de produção e comercialização de animais prontos para o abate junto aos frigoríficos e abatedouros decorrem pelo menos quatro anos.

Tabela 1. Resultados do ajustamento das equações de oferta e demanda de bovinos de corte no estado do Pará, 1990-2015.

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Teste t
Equação de oferta			
Intercepto	9,5667*	1,2655	7,5594
PB_{t-4}	0,5652*	0,0910	6,2078
SR_t	-1,5983*	0,1741	-9,1819
CR_{t-4}	0,3222*	0,0580	5,5572
PBZ_t	-0,3168**	0,0934	-3,3899
TD_{t-2}	0,1434*	0,0277	5,1701
VD_{1t}	0,1220*	0,0307	3,9748
$Trend (T)$	0,1115*	0,0065	17,2103
R ²	0,8895		
R ² Ajustado	0,8343		
Durbin-Watson - d	1,2541		
Equação de Demanda			
Intercepto	-5,7572*	1,2371	-4,6536
PB_t	-0,4020*	0,1059	-3,7976
R_t	2,1144*	0,1123	18,8203
VD_{2t}	0,6431*	0,0248	25,9469
R ²	0,9283		
R ² Ajustado	0,9185		
Durbin-Watson - d	0,9447		

Fonte: Dados da Pesquisa.

Notas: Estatística J = 0,2684; (*) indica significância a 1% de probabilidade.

O coeficiente de elasticidade-custo, que avalia o efeito das variações do salário rural sobre a oferta de bovinos, da ordem de -1,5983, mostra que para cada aumento de 1% no valor do salário do trabalhador rural, a oferta tende a se deslocar para a esquerda em cerca de 1,6%. Ainda que a pecuária de corte não seja uma atividade intensiva no uso de mão de obra esse resultado reflete o contexto de escassez geral desse fator de produção no meio rural paraense. Em 1985, por exemplo, cada estabelecimento agropecuário ocupava em média 5 pessoas, em 1996 caiu para 4,3 e, em 2006, reduziu para 3,6 (IBGE, 2016a). Essa é uma tendência que tem se mantido nos últimos anos em função da urbanização; mudanças tecnológicas na agricultura; precariedade das condições de trabalho e de acesso aos serviços públicos no meio rural (DIEESE, 2014).

No período de 1990 a 2015, o principal instrumento de apoio aos investimentos em bovinocultura foi o crédito rural que alocou, em valores corrigidos para dezembro de 2015, um total de R\$ 13,1 bilhões, distribuídos em 347 mil operações de crédito destinadas a projetos de produção de bovinos. Isso correspondeu, respectivamente, a 35,3% das operações e 54,1% dos recursos aplicados no setor agropecuário paraense (BACEN, 2016). No sentido de aferir o impacto do crédito rural sobre a oferta de bovinos, foi incluído no modelo econométrico o valor das aplicações de crédito em projetos de bovinocultura com defasagem de quatro períodos, tendo em vista o tempo necessário para que os investimentos possam se materializar em produção.

O coeficiente de elasticidade-crédito foi de 0,3222, indicando que cada incremento de 10% na oferta de crédito rural para projetos de bovinocultura implica em aumento de 3,22% na oferta de animais para o abate quatro anos depois. Isso retrata o perfil da aplicação dos recursos que financiam, principalmente, a aquisição de animais para composição de plantel e infraestrutura das propriedades, em detrimento da adoção de inovações de maior impacto como recuperação e melhoramento de pastagens, inseminação artificial e transferência de embrião que trariam como benefícios maior precocidade e produtividade dos sistemas de produção.

O preço do bezerro é uma variável importante na definição dos custos de produção, sendo o indicador de referência do mercado de reposição. No início da década de 1990, com 4,6 arrobas de boi gordo era possível adquirir um bezerro. Em 2015, essa relação foi de 7,6 arrobas para um bezerro, uma depreciação de 65,22% na relação de troca, com implicações nos custos, principalmente, dos pecuaristas que trabalham com recria e engorda. Em função disso, o coeficiente de elasticidade-cruzada entre oferta de bovinos para abate e o preço do bezerro foi de -0,3168. Assim, para cada aumento de 10% no preço do bezerro, a oferta de bovinos tende a se deslocar para esquerda em cerca de 3,168% *ceterisparibus*.

A taxa de desmatamento exibiu relação direta e significativa com a oferta de bovinos. O coeficiente de elasticidade-cruzada, igual a 0,1434, indica que cada aumento de 10% no desmatamento com defasagem de dois anos, implica em incrementos de 1,434% na oferta de bovinos em tempo presente. Como a oferta é menos inelástica do que a demanda, o desmatamento tende a beneficiar mais os frigoríficos do que os pecuaristas.

A variável de tendência, incluída para captar o avanço tecnológico na pecuária de corte paraense, foi positiva e estatisticamente significativa. Nesse período ocorreu grande crescimento nos abates oficiais que passou de aproximadamente 500 mil cabeças, em 1990, para 2,7 milhões, em 2015, o que correspondeu a uma taxa de crescimento de 8,1% ao ano. Também foi constatado ganhos de produtividade, pois no início da década de 1990, o rendimento médio do abate era de 15,37 arrobas para bois e 12,15 arrobas para vacas e, atualmente, é de 18,4 arrobas para bois e 13,5 arrobas para vacas o que configura ganhos de produtividade no período analisado (IBGE, 2016c).

Na equação de demanda todos os coeficientes são significativos a 1% de probabilidade. A demanda dos frigoríficos e abatedouros por bovinos é inelástica a preços, pois para cada incremento de 10% nos preços do boi gordo há uma redução de 4,02% *ceteris paribus*. Com relação à renda *per capita* o coeficiente de 1,4769 revela que a demanda de bovinos pelos frigoríficos responde positivamente a incrementos na renda dos consumidores, resultado coerente com a teoria do consumidor. A fato de esse coeficiente ser superior a 1 pode ser justificado em função de que a medida que a renda real se eleva as exigências quanto à origem e qualidade da carne aumentam, principalmente, no sentido de se consumir carnes produzidas em estabelecimentos sob inspeção federal. Nesse aspecto destaca-se que no final da década de 1990 os frigoríficos com SIF eram responsáveis por 50,6% do total de animais abatidos. Nos últimos três anos (2013-2015) essa participação atingiu o patamar de 73,5% (IBGE, 2016c).

A variável dummy incluída nas equações de oferta e demanda para captar o efeito da criação da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ) exibiu coeficiente positivo e significativo a 1% de probabilidade, indicando que este foi um avanço institucional importante para ao desenvolvimento da bovinocultura paraense.

Nesse período foram obtidos resultados importantes nas ações contra a febre aftosa com efeitos sobre a pecuária de corte e de leite. Atualmente, com base nos resultados da vacinação do segundo semestre de 2015 foram vacinados 21,3 milhões de cabeças de bovinos e bubalinos, uma cobertura vacinal superior a 98,9% (MAPA, 2016b). Os avanços registrados na cobertura de vacinação desde a criação da agência proporcionaram, em 2007, o reconhecimento do Sudeste Paraense como área livre de febre aftosa com vacinação e, em 2014, os municípios da região Norte do Pará (MARQUES, 2015; MAPA, 2016c). Isso também motivou a ampliação e modernização do parque frigorífico estadual. Em 2002, ano da criação da Adepará, existiam 48 estabelecimentos com inspeção (federal,

estadual e municipal) que abateram um total de 1,3 milhão de cabeça. Em 2015 foram abatidas 2,7 milhões de cabeças, envolvendo 55 estabelecimentos dos quais 14 estão sob inspeção federal, exportando carne para o resto do Brasil e para o mercado internacional.

CONCLUSÃO

A oferta de bovinos para o abate é inelástica a preços e às aplicações de crédito rural e responde com defasagem de quatro anos aos estímulos de preços e da implementação dos investimentos, em função das características biológicas e tecnológicas dos sistemas de produção de bovinos no estado do Pará. O efeito deslocador dos aumentos do salário rural na oferta de bovinos é da ordem de 1,6% em sentido oposto, para cada aumento de 1% no salário o que está associado à escassez desse fator de produção no meio rural paraense. Os aumentos nos preços dos bezerros exercem impacto negativo na oferta, pois no período analisado houve depreciação de 65,22% na relação de troca entre bezerro e boi gordo. O desmatamento desloca a oferta de bovinos para a direta e os frigoríficos se apropriam da maior parcela do excedente econômico gerado. A demanda é inelástica a preço, pois para cada incremento de 10% no preço as quantidades demandadas tendem a diminuir 6,048%. O aumento da renda da renda *per capita* dos consumidores exerce efeito positivo sobre a demanda, sobretudo, de frigoríficos sob inspeção federal. As políticas públicas de defesa sanitária animal executadas a partir da criação da Agência de Defesa Agropecuária do estado do Pará mostraram efeito positivo sobre o aumento da oferta de bovinos e sobre a ampliação da estrutura agroindustrial de abate de bovinos. Entre 1990 e 2015 ocorreram ganhos de produtividade, evidenciados pelo maior rendimento de carcaça dos bovinos abatidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C.A., COUTINHO, A.C., ESQUERDO, J.C.D.M, ADAMI, M., VENTURIERI, A., DINIZ, C.G., DESSAY, N., DURIEUX, L., GOMES, A.R. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. **Acta Amaz.**, v.46, n.3, p. 291-302, 2016.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP, 2015. 280p.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Anuário Estatístico do Crédito Rural**. Disponível em: <<http://www.bacen.gov.br>>. Acesso em: 5 dez. 2016.

BOECHAT, A.M.F, ALVES, A.F. A política de defesa da concorrência no setor de abate de bovinos. **Rev. Econ. NE**, v. 45, n. 2, p. 112-124, 2014.

DEPARTAMENTO SINDICAL DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **O mercado de trabalho assalariado rural brasileiro**. São Paulo: DIEESE, 2014. 33p. (Estudos e Pesquisas, 74).

FALESI, L.A., SANTANA, A.C., HOMMA, A.K.O, GOMES, S.C. Dinâmica do mercado de frutas na mesorregião Nordeste Paraense no período de 1985-2005: produção e preços. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 16, n. 35, p. 306-326, 2010.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **FGVDADOS**: Informação Econômica Online. Disponível em: < <http://fgvdados.fgv.br> > Acesso em: 5 dez. 2016.

GOODWIN, J.W. **Agricultural price analysis and forecasting**. New York: John Wiley & Sons, 1994. 344p.

GREENE, W.H. **Econometrics Analysis**. 5a ed. New Jersey: Prentice Hall, 2003. 802p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006 – Segunda apuração**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 dez. 2016a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 dez. 2016b.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Trimestral de Abates de Animais**. Disponível em:<<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 dez. 2016b.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Levantamento de informações de uso e cobertura da terra na Amazônia - TerraClass**. Brasília: INPE-EMBRAPA. Disponível em:<http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/dados_terraclass.php>. Acesso em: 5 dez. 2016a.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Projeto PRODES**: Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite. Brasília: INPE. Disponível em:<<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.php>>. Acesso em: 5 dez. 2016b.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **IPEADATA**. Disponível em: < <http://www.ipeadata.gov.br> > Acesso em: 5 dez. 2016.

MARQUES, G.H.F., DE STEFANO, E., RIBEIRO, C.P., TURISSI, L.H.A., DIAS, R.A., NARANJO, J., POZZETTI, P.S., COSTA, J.F., PITUCO, E.M. A experiência brasileira na erradicação da febre aftosa e o emprego do sistema I-ELISA 3ABC/EITB para certificação sanitária de bovinos e bubalinos. **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v. 82, p. 1-11, 2015.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Valor bruto da produção agropecuária (VBP)**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/ministerio/gestao-estrategica/valor-bruto-da-producao>>. Acesso em: 5 dez. 2016a.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Campanhas de vacinação contra febre aftosa.** Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/febreaftosa>>. Acesso em: 5 dez. 2016b.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Evolução geográfica do processo de implantação de zona livre de febre aftosa no Brasil.** Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/febreaftosa> >. Acesso em: 5 dez. 2016c.

MOITA, R.M., GOLANI, L.A. Oligopsônio dos frigoríficos: uma análise empírica de poder de mercado. **Rev. adm. contemp.**, v. 18, n. 6, p. 772-794, 2014.

NOGUEIRA, A.K.M., SANTANA, A.C., GARCIA, W.S. A dinâmica do mercado de açai fruto o Estado do Pará: de 1994 a 2009. **Rev. Ceres**, v. 60, n. 3, p. 324-331, 2013.

NORWOOD, F.B., LUSK, J. **Agricultural marketing and price analysis.** New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2008. 445p.

PARÁ. **Lei nº 6.842, de 17 de setembro de 2002.** Dispõe sobre a criação da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ) e dá outras providências. Disponível em:< http://www.pge.pa.gov.br/sites/default/files/lo6482repub_alt.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2016.

RIVERO, S., ALMEIDA, O., ÁVILA, S., OLIVEIRA, W. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova econ.**, v.19, n.1, p. 41-66, 2009.

SANTANA, A.C., SANTOS, M.A.S. O mercado de caupi no estado do Pará: aplicação do Método dos Momentos Generalizados. **Revista de Ciências Agrárias**, v.34, p. 47-58, 2000.

SANTANA, A.C., SANTANA, A.L, SANTOS, M.A.S. Influência do desmatamento no mercado de madeira em tora da região Mamuru-Arapiuns, Sudoeste do Pará. **Revista de Ciências Agrárias**, v.54, p. 44-53, 2011.

SANTOS, M.A.S., SANTOS, J.S.B., CUNHA, S.J.T., SANTANA, A.C. **Mercado e dinâmica local da cadeia produtiva da pecuária de corte na Região Norte.** Belém: Banco da Amazônia, 2007. 48p. (Estudos Setoriais, 1).

SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO AGROPECUÁRIO E DA PESCA DO ESTADO DO PARÁ. **Dados agropecuários.** Disponível em: <<http://www.sedap.pa.gov.br/pecuaria.php>>. Acesso em: 5 dez. 2016.

7 CONCLUSÕES

As mudanças estruturais no mercado internacional de carne bovina nas últimas três décadas exerceram efeitos positivos sobre a pecuária bovina no Brasil e na Amazônia, impulsionando o crescimento do rebanho e da infraestrutura de abate e processamento da carne. Isso possibilitou o país assumir a liderança mundial em termos de rebanho comercial e nas exportações de carne bovina. A participação da Amazônia Brasileira tem sido efetiva nesse contexto, pois grande parte da expansão do rebanho tem ocorrido na região, principalmente, nos estados de Mato Grosso, Pará, Rondônia e Tocantins.

Os sistemas de produção são heterogêneos e suas características diferem substancialmente entre os estados quanto ao nível de adoção de tecnologias. Os fatores tecnológicos identificados indicam que predominam sistemas de produção tradicionais, pois o uso das pastagens ainda é o principal responsável pela produção e renda da atividade. Entretanto, fatores como manejo de pastagens, tecnologias de reprodução, sanidade e a maior integração aos mercados estão impulsionando a modernização da pecuária bovina na Amazônia Brasileira.

No âmbito institucional, as políticas de crédito rural e de defesa sanitária animal assumiram papel importante no suporte ao desenvolvimento da pecuária bovina regional. A criação e estruturação das agências estaduais de defesa agropecuária, a partir do final da década de 1990, gerou ambiente favorável para a expansão dos investimentos em empreendimentos em toda a cadeia produtiva da pecuária, abrindo oportunidades para comercialização no mercado internacional.

No caso do crédito rural, o perfil das aplicações mudou significativamente em favor dos financiamentos de projetos pecuários, frente aos agrícolas. O aporte de recursos dos Fundos Constitucionais de Financiamento do Norte, Nordeste e Centro Oeste (FNO, FNE e FCO), a partir do início da década de 1990, exerceu papel fundamental nesse contexto.

Por fim, os resultados do trabalho permitem concluir que o desenvolvimento da pecuária bovina na Amazônia Brasileira, visando atender mercados amplos, depende da operacionalização e gestão eficiente de políticas públicas ambientais e de fomento, combinadas com a adoção de inovações tecnológicas numa perspectiva de sustentabilidade dos sistemas de produção de bovinos.