

FATORES TECNOLÓGICOS DE MODERNIZAÇÃO DA PECUÁRIA LEITEIRA NO ESTADO DO TOCANTINS

Marcos Antônio Souza dos Santos*
Antônio Cordeiro de Santana**
Laura Cristina Barra Raiol***
José de Brito Lourenço Júnior****

RESUMO: O objetivo do trabalho foi estimar um modelo fatorial para identificar o conjunto de fatores que caracterizam a modernização da pecuária leiteira, a partir de 12 indicadores tecnológicos representativos das unidades de produção de leite dos 139 municípios do estado do Tocantins. Foram extraídos cinco fatores: F_1 = Especialização na produção de leite, F_2 = Manejo sanitário e alimentar, F_3 = Tecnologia de reprodução, F_4 = Crédito rural e F_5 = Mecanização da ordenha, utilizados na estimação do Índice de Modernização da Pecuária Leiteira (IMPL). Os municípios foram classificados em três níveis tecnológicos: 22 com alto nível; 83 com nível médio e 34 com nível baixo. A adoção de práticas de manejo alimentar e sanitário é a dimensão latente dominante sobre as dimensões indicadoras das tecnologias de reprodução e mecanização da ordenha. O crédito rural pode atuar como um catalisador do processo de modernização, principalmente da adoção de tecnologias de manejo reprodutivo, ordenha mecanizada e tanques de resfriamento do leite.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia; Inovação tecnológica; Leite; Pequena produção.

TECHNOLOGICAL FACTORS FOR THE MODERNIZATION OF DAIRY CATTLE IN THE STATE OF TOCANTINS, BRAZIL

ABSTRACT: The factorial model to identify a set of factors that characterize the modernization of dairy cattle is estimated through 12 technological indicators which represent the milk production units of 139 municipalities of the state of Tocantins,

* Engenheiro Agrônomo; Mestre em Economia; Docente do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos - ISARH da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém (PA), Brasil; E-mail: marcos.santos@ufra.edu.br

** Engenheiro Agrônomo; Doutor em Economia Rural; Docente do Instituto Socioambiental e dos Recursos Hídricos - ISARH da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, Belém (PA), Brasil.

*** Zootecnista; Mestre em Ciência Animal; Docente do Instituto de Estudos Superiores da Amazônia - IESAM.

**** Engenheiro Agrônomo; Mestre em Nutrição Animal e Pastagens e Doutor em Ciências Biológicas; Docente Adjunto da Universidade do Estado do Pará - UEPA e do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Pará - UFPA.

Brazil. Five factors were employed to estimate the Modernization Index of Dairy Cattle: F_1 = specialization in milk production; F_2 = sanitary and feed management; F_3 = reproduction technology; F_4 = credit; F_5 = mechanization of milking process. Municipalities were classified according to their technological levels: 22 = high level; 83 = medium level; 34 = low level. The adoption of feed and sanitary management practices is the dominant covert dimension on the indicating dimensions of reproduction technologies and milking mechanization. Rural credit may be the catalyzing factor of the modernization process, especially the adoption of technologies reproduction management, mechanized milking and milk cooling tanks.

KEY WORDS: Amazon; Technological Innovation; Milk; Small Production.

INTRODUÇÃO

O estado do Tocantins é o terceiro maior produtor de leite da região Norte. Em 2010, respondeu por 20,37% do plantel de vacas ordenhadas e 15,51% da produção de leite, ficando atrás dos estados de Rondônia e Pará (IBGE, 2012). A atividade é concentrada nas pequenas propriedades, pois, em 2006, 75,48% dos estabelecimentos que produziam leite no Tocantins possuíam área inferior a 200 hectares. Essas unidades produtivas respondem por 65,72% das vacas ordenhadas, 66,60% do total de leite produzido e 64,98% do valor da produção estadual (IBGE, 2011).

Martins, Rebello e Santana (2008) afirmam que o rebanho tocantinense é pouco especializado em pecuária leiteira, predominando um baixo nível tecnológico. Por outro lado, nota-se o crescimento da produção e o incremento da produtividade de leite em diversos municípios.

Santos, Santana e Raiol (2010) mostram que, nas duas últimas décadas, houve crescimento significativo da produção de leite em todas as microrregiões do estado do Tocantins. O crescimento agregado da produção foi de 5,35% ao ano, com a predominância do efeito produtividade animal, que foi 3,38% ao ano superior ao 1,89% ao ano do plantel de vacas ordenhadas.

Essa evolução do rebanho e da produtividade leiteira no Tocantins está vinculada à utilização de tecnologias envolvendo inovações na alimentação e reprodução do rebanho, ordenha e qualidade do leite como forma de adequar

a produção à integração agroindustrial e ao mercado e, por sua vez, melhorar o desempenho da atividade e aumentar a qualidade de vida das pessoas. Tais mudanças estão ligadas ao processo de modernização da pecuária, portanto, a identificação do grau de influência dessa mudança tecnológica no desempenho da pecuária leiteira é fundamental para reorientar as ações das políticas públicas regionais.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi estimar um modelo fatorial representativo das características da pecuária leiteira e gerar um índice para medir o nível de modernização da pecuária leiteira, por município, no estado do Tocantins.

O artigo está organizado em quatro seções, incluindo esta introdução. Na segunda seção é apresentado o referencial teórico e a metodologia utilizada no processamento dos dados e na determinação do índice de modernização. A terceira apresenta os resultados e discussão da análise fatorial e do índice de modernização. Na quarta seção, encontram-se as conclusões do trabalho.

2 METODOLOGIA

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

A modernização da agricultura inicia na primeira metade do século passado, quando o complexo rural, pouco a pouco, vai perdendo espaço para a dinâmica dos complexos agroindustriais (KAGEYAMA, 1990). Nessa transformação, conforme Santana (1994) a agricultura adota mudanças tecnológicas para aumentar a produtividade, qualidade e escala da produção, visando atender à dinâmica da agroindústria que, por sua vez, integra-se à dinâmica do mercado consumidor. Assim, as mudanças técnicas saem de dentro das unidades de produção e se disseminam para os demais elos das cadeias produtivas, principalmente os elos de processamento, distribuição e ampliação dos mercados de produtos e de fatores. Neste trabalho, o processo de modernização está no início, portanto, o foco recai sobre as mudanças técnicas dentro das unidades produtoras de leite do Tocantins como um indicativo das transformações da pecuária leiteira tradicional para uma produção de maior nível tecnológico e a caminho da integração da cadeia via melhoria da qualidade do rebanho e do leite, agregação de valor e ampliação da escala de produção.

De modo geral, o progresso do setor agropecuário, conforme Schuh (1971), depende da dotação de infraestrutura de pesquisa, ampliação e qualificação dos quadros técnicos, crescimento do setor industrial e do estoque disponível dos recursos naturais, pois podem atuar como catalisadores no processo de modernização. No caso do Brasil, conforme Santana e Santana (2000), a modernização da agricultura caracteriza-se pela incorporação crescente de máquinas e equipamentos, insumos químicos e biológicos, serviços de assistência técnica e a disponibilidade e adequação do crédito rural.

Estas tecnologias podem ser classificadas em mecânica, biológica, química e agrônômica, sendo que as três primeiras são inovações de produto e a última, inovação de processo (DE JANVRY, 1973). Na pecuária leiteira, exemplos de inovações mecânicas são a utilização da ordenha mecânica e de tanques de resfriamento. Essas tecnologias contribuíram para a elevação da produtividade do trabalho e, principalmente, para a qualidade final do leite vendido aos laticínios (SANTOS; SANTANA; RAIOL, 2011).

A inovação biológica corresponde ao melhoramento animal, por meio da inseminação artificial e transferência de embriões, visando à formação de rebanhos com maior produtividade leiteira. As inovações de natureza química correspondem à utilização de vacinas, vermífugos e inseticidas utilizados no controle sanitário e também rações e suplementos alimentares.

As tecnologias agrônômicas e/ou zootécnicas empregadas na pecuária leiteira correspondem a novas formas de manejar os sistemas de produção (inovações de processos). Podem-se destacar práticas como o pastejo rotacionado, adubação de pastagens, manejo de capineiras e definição de estação de cobertura, no caso das propriedades em que o manejo reprodutivo é por monta natural. Ainda nesta categoria podem ser inseridas práticas como o controle leiteiro e descarte de matrizes em função do histórico de produtividade, entre outras.

2.2 ANÁLISE FATORIAL

A análise fatorial é um método estatístico multivariado, utilizado para a representação de um amplo conjunto de relações entre variáveis aleatórias por meio de um subconjunto de dimensões latentes comuns, denominadas de fatores, que

facilitam a análise com a menor perda possível das informações sobre o fenômeno estudado (DILLON; GOLDSTEIN, 1984; JOHNSON; WICHERN, 2007).

Os fatores são dimensões não observáveis diretamente, expressas por combinações lineares do conjunto de variáveis observáveis correlacionadas. O modelo básico de análise fatorial pode ser especificado, conforme Dillon e Goldstein (1984).

$$X - \mu = \Psi f + \varepsilon \quad (1)$$

Em que: X = é o vetor ($p \times 1$) de variáveis observáveis, com $E(X) = \mu$ e $var(X) = \Sigma$; f = é o vetor ($q \times 1$) de fatores comuns, Ψ = é a matriz ($p \times q$) de cargas fatoriais, assumindo $q < p$; e é o vetor ($p \times 1$) de erros aleatórios ou fatores únicos, que incorpora os erros de medida e a variação em X que não é explicada pelos fatores.

A aplicação da análise fatorial tem como pressuposto a correlação entre as variáveis (indicadores). Para verificar a adequação entre a amostra dos dados e a técnica de análise fatorial, a partir da matriz de correlação entre as variáveis observáveis, utilizaram-se os 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 JR et al., 2006).

A extração dos fatores comuns é feita com base nas componentes principais que apresentaram raízes características superiores a um. A partir desses fatores, estimaram-se seus escores fatoriais para os municípios do estado do Tocantins. Assim, para cada fator extraído f_j , o i -ésimo escore fatorial é definido por F_{ij} , expresso como em Dillon e Goldstein (1984):

$$F_{ij} = \sum_{i=1}^n \psi_{ji} x_i \quad j = 1, 2, \dots, p \quad (2)$$

Em que os Ψ_{ij} são os coeficientes de regressão estimados para os n escores fatoriais comuns e x_i são as n observações das p variáveis observáveis, padronizadas pelo método *Z-score*, que apresenta distribuição com média 0 e variância igual a 1.

2.3 ÍNDICE DE MODERNIZAÇÃO DA PECUÁRIA LEITEIRA

A hierarquização dos municípios do Tocantins foi realizada a partir dos escores fatoriais, ou seja, dos valores dos fatores para cada um dos 139 municípios. A partir da expressão 3, obteve-se o Índice de Modernização da Pecuária Leiteira (IMPL), por meio do cálculo da média dos fatores ponderada pela proporção de explicação da variância total associada a cada um deles. Aplicações como esta podem ser encontradas em diversos trabalhos analisando a economia de base agrária da Amazônia, como em Gama et al. (2007), Santana (2007), Rebello, Santos e Homma (2011) e Santos, Santana e Raiol (2011).

Para a construção do IMPL, o escore fatorial (F_{ij}) foi padronizado pela amplitude para se obter valores positivos dos escores originais variando entre 0 e 1 (FP_{ij}) e permitir a hierarquização dos municípios. A fórmula matemática é a seguinte:

$$FP_{ij} = \left(\frac{F_{ij} - F_{ij}^{\min}}{F_{ij}^{\max} - F_{ij}^{\min}} \right) \quad (3)$$

Em que, F_{min} e F_{max} são os valores máximo e mínimo observados para os escores fatoriais associados aos indicadores tecnológicos dos 139 municípios. O IMPL foi definido conforme Santana (2007) e Salomão, Santana e Costa Neto (2012):

$$IMPL_i = \sum_{j=1}^q \left(\frac{\lambda_j}{\sum_j \lambda_j} FP_{ij} \right) \times 100 \quad (4)$$

Em que λ é a variância explicada por cada fator e $\Sigma\lambda$ é a soma total da variância explicada pelo conjunto de fatores comuns extraídos.

A partir dos valores do IMPL, foram estabelecidos os três níveis tecnológicos abaixo:

- a) $IMPL \geq 70\%$ = nível tecnológico alto;
- b) $35 \leq IMPL < 70\%$ = nível tecnológico médio; e
- c) $0 \leq IMPL < 35\%$ = nível tecnológico baixo.

2.4 DADOS UTILIZADOS

A principal fonte de dados utilizada neste trabalho foi o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2011), relativo aos estabelecimentos da pecuária de leite dos municípios do estado do Tocantins, envolvendo informações sobre a adoção de técnicas de manejo alimentar, controle sanitário, técnicas de reprodução, valor da produção, tecnologias e infraestrutura para manter a qualidade do leite. Também utilizaram-se dados das aplicações de crédito rural do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) por município, abrangendo o período de 2000 a 2009 (BANCO DA AMAZÔNIA, 2010). Estes dados são importantes para caracterizar o processo de modernização da pecuária leiteira, pois o FNO é a principal fonte de recursos para financiamento de projetos pecuários no Tocantins. Segundo o Banco Central do Brasil (BACEN, 2012), o FNO foi responsável por 67,83% das operações e 49,28% do valor total das aplicações de crédito pecuário no período de 2000 a 2009. A partir desse conjunto de dados foram determinados 12 indicadores de modernização para os 139 municípios do Tocantins (Quadro 1).

Quadro 1. Definição dos indicadores de modernização tecnológica da pecuária leiteira do estado do Tocantins

(continua)

Indicadores	Especificação
X_1	Proporção do número de estabelecimentos com indicação de produção de leite, em relação ao total de estabelecimentos agropecuários do município (%).
X_2	Plantel de vacas ordenhadas como proporção do efetivo do rebanho bovino do município (%).

(conclusão)

X_3	Participação percentual do valor do leite <i>in natura</i> vendido pelos estabelecimentos em relação ao valor bruto da produção de leite do município (%).
X_4	Índice de Especialização ou Quociente Locacional (QL) do município em relação à pecuária leiteira.
X_5	Proporção de estabelecimentos que efetuam controle sanitário (pragas e doenças) dos animais, em relação ao total de estabelecimentos agropecuários do município (%).
X_6	Proporção de estabelecimentos com indicação de despesas com sal mineral e ração para suplementação, em relação ao número total de estabelecimentos do município (%).
X_7	Proporção de estabelecimentos leiteiros que efetuam inseminação artificial, em relação ao total de estabelecimentos agropecuários que produzem leite no município (%).
X_8	Proporção de estabelecimentos leiteiros que efetuam transferência de embrião, em relação ao total de estabelecimentos agropecuários que produzem leite no município (%).
X_9	Participação percentual do município no volume de crédito do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) destinado à pecuária leiteira no estado do Tocantins no período 2000-2009 (%).
X_{10}	Percentual do crédito do FNO aplicado em pecuária leiteira, em relação ao valor total do FNO aplicado no município no período 2000-2009 (%).
X_{11}	Proporção do número de estabelecimentos com indicação de uso de ordenha mecanizada, em relação ao total de estabelecimentos agropecuários que produzem leite no município (%).
X_{12}	Participação porcentual do município no total de tanques de resfriamento do estado do Tocantins (%).

Fonte: Elaborado a partir de dados do Censo Agropecuário 2006 (IBGE, 2010) e do Banco da Amazônia (BASA, 2010).

Os indicadores listados refletem o nível de especialização produtiva e o grau de utilização de tecnologias em pecuária leiteira e, com exceção da variável X_4 , foram

calculadas diretamente como percentuais. A variável X_4 , denominada Quociente Locacional (QL), tem a finalidade de indicar o grau de especialização do município em dada atividade produtiva (HADDAD et al., 1989; SANTANA, 2004). O QL, quando assume valor superior à unidade, indica que o município é especializado na atividade. Para o caso da pecuária leiteira no Tocantins, foi calculado pela seguinte expressão (LE MOS et al., 2003; SANTANA, 2004; SENA et al., 2010).

$$QL = \left(\frac{VBP_{ij}/VBP_j}{VBP_{iTO}/VBP_{TO}} \right) \quad (5)$$

Em que: VBP_{ij} é o valor bruto da produção da atividade i , no caso o leite, no município j ; VBP_j é o valor bruto total da produção agropecuária no município j ; VBP_{iTO} é o valor bruto da produção de leite no estado do Tocantins; VBP_{TO} é o valor bruto total da produção agropecuária no estado do Tocantins.

Os 12 indicadores foram submetidos à análise fatorial, visando identificar os fatores comuns que representam o processo de modernização da atividade. Posteriormente, os escores destes fatores foram utilizados para a construção do Índice de Modernização da Pecuária Leiteira (IMPL) dos municípios. As análises estatísticas foram realizadas no software SPSS® versão 17.00.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 FATORES DE MODERNIZAÇÃO DA PECUÁRIA LEITEIRA

Foram extraídos cinco fatores com raízes características superiores a um e que explicaram 71,47% da variância total dos dados. O teste de Bartlett foi significativo a 1% de probabilidade, rejeitando a hipótese nula de que a matriz de correlação é uma matriz identidade. O teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) apresentou um valor de 0,678, indicando que a amostra de dados é adequada à aplicação da análise fatorial. Os resultados estão na Tabela 1.

Tabela 1. Cargas fatoriais após rotação ortogonal e comunalidades do modelo fatorial estimado

Indicadores	Fatores comuns					Comunalidade
	F1	F2	F3	F4	F5	
X ₁	0,6355	0,5850	-0,1062	0,0036	-0,0523	0,7601
X ₂	0,8379	0,1513	-0,0380	0,1102	-0,1901	0,7748
X ₃	0,6435	-0,1874	-0,1188	0,1752	0,4334	0,6818
X ₄	0,8413	0,2346	-0,0540	-0,0609	-0,0846	0,7766
X ₅	0,1191	0,8516	0,0464	0,0412	0,1134	0,7562
X ₆	0,1072	0,8719	-0,0324	0,0335	0,1371	0,7928
X ₇	-0,0430	-0,0683	0,8396	-0,0838	0,1631	0,7451
X ₈	-0,1039	0,0516	0,8695	-0,0228	-0,0756	0,7758
X ₉	-0,0501	0,0577	-0,0554	0,9240	0,0541	0,8656
X ₁₀	0,4575	0,0201	-0,0946	0,6315	-0,3146	0,7164
X ₁₁	-0,1900	0,1427	0,0544	-0,0343	0,6000	0,4206
X ₁₂	0,0422	0,0751	0,0296	-0,0425	0,7073	0,5104
Variância explicada (%)	20,97	16,48	12,58	10,94	10,50	-
Acumulado (%)	20,97	37,45	50,03	60,97	71,47	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: Teste de esfericidade de Bartlett = 454,268 (p < 0,01).

O Fator 1 explica a maior parcela da variância total dos dados (20,97%) e está associado positivamente às variáveis X₁, X₂, X₃ e X₄ que envolvem o percentual dos estabelecimentos que produzem leite, a participação do número de vacas ordenhada em relação ao total do rebanho bovino, a participação da venda de leite *in natura* no valor da produção de leite e o Quociente Locacional (QL). A combinação destas variáveis define as características da especialização produtiva e de sua inserção no mercado. Assim, o fator foi denominado de “Especialização na produção de leite”.

A importância desse fator é corroborada pelo elevado percentual de estabelecimentos agropecuários envolvidos com pecuária leiteira. Nas microrregiões de Araguaína, Bico do Papagaio e Gurupi, que atualmente respondem por 60,79% da

produção estadual, um terço dos estabelecimentos agropecuários produz leite. Em termos estaduais esse percentual é de 28,56%. Quanto à comercialização, destaca-se que oito em cada dez estabelecimentos comercializam leite *in natura*. O quociente locacional confirma essa ênfase comercial da produção leiteira, pois 81 municípios (58,27%) exibiram QL superior à unidade. A configuração desse fator deve-se à adequação dessa atividade às pequenas propriedades e ao aumento do número de laticínios, que contribui para viabilizar a integração da cadeia produtiva de leite.

O segundo fator explicou 16,48% da variância dos dados e foi definido pelos indicadores X_5 e X_6 , que indicam a adoção de tecnologias de controle sanitário do rebanho e aquisição de sal, ração e suplementos alimentares, ou seja, essa dimensão pode ser denominada de “Manejo sanitário e alimentar”. A associação destes indicadores justifica-se pelo fato de representarem tecnologias com maior adoção pelos criadores e, muitas vezes, serem praticadas, conjuntamente, em sistemas pecuários de dupla aptidão. O destaque desse fator, sobretudo quanto ao controle sanitário, deve-se, em grande parte, à repercussão das ações da política de defesa agropecuária estadual, a partir de 1998, com a criação da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins (ADAPEC), com foco na erradicação da febre aftosa, que tornou o Tocantins área livre de Aftosa com Vacinação, em 2001, e gerou impulso no crescimento da pecuária de corte e leite (SANTOS et al., 2007).

Quanto à suplementação alimentar dos rebanhos leiteiros, constatou-se que a média estadual foi de 53,63%. Entretanto, em 28,06% (39 municípios) esse percentual ultrapassa os 70%. Também vem ganhando espaço a utilização de forrageiras para corte que já se faz presente em 34,64% dos estabelecimentos que produzem leite. A adoção desse manejo é fruto da necessidade de manter a produção do rebanho ao longo do ano, visando atender à demanda dos laticínios.

O terceiro fator explicou 12,58% da variância total e relaciona-se positivamente com os indicadores X_7 e X_8 , que indicam a utilização de inseminação artificial e de transferência de embriões na pecuária leiteira, e foi denominado de “Tecnologia de reprodução”. Este fator contempla inovações de natureza biológica que são fundamentais para a melhoria do padrão genético do rebanho e da qualidade do leite comercializado. A adoção dessas tecnologias ainda é baixa, uma vez que apenas 1,56% dos estabelecimentos realizam inseminação artificial e 0,28%

realizam transferência de embrião. Este percentual é baixo, pois a pecuária leiteira é conduzida por pequenos produtores e assentados de reforma agrária que utilizam tecnologia tradicional amparada na aquisição de animais com maior aptidão leiteira, mas, adotando monta natural a campo, em detrimento do uso de inseminação e transferência de embrião que requer maior volume de recursos e mão de obra especializada.

O quarto fator, denominado de “Crédito rural”, explica 10,94% da variância dos dados e apresenta forte correlação positiva com os indicadores X_9 e X_{10} que exprimem o volume de recursos do FNO, aplicados em pecuária leiteira e outras atividades agropecuárias em cada um dos municípios.

O quinto fator, que explicou 10,50% da variância dos dados, foi denominado de “Mecanização da ordenha” por estar positivamente correlacionado com as variáveis X_9 e X_{10} que especificam a utilização de ordenha mecanizada e de tanques de resfriamento na propriedade. Este fator contempla inovações mecânicas fundamentais para a melhoria da qualidade e agregação de valor ao leite comercializado.

A partir dos escores associados a cada fator (F_1 = Especialização na produção de leite; F_2 = Manejo sanitário e alimentar; F_3 = Tecnologia de reprodução, F_4 = Crédito rural; e F_5 = Mecanização da ordenha), foi possível estimar o Índice de Modernização da Pecuária Leiteira (IMPL) e estabelecer uma segmentação dos municípios em três níveis tecnológicos (alto, médio e baixo). A partir dessa segmentação, efetua-se uma análise da distribuição espacial dos municípios e, em seguida, comparam-se as características da atividade com base na produção, comercialização, adoção de tecnologias e obtenção de financiamentos.

3.2 DISTRIBUIÇÃO DOS MUNICÍPIOS SEGUNDO O NÍVEL TECNOLÓGICO

Na Tabela 2, o número de municípios do Tocantins por microrregião, segundo os valores do IMPL: 22 municípios apresentaram nível tecnológico alto; 83, nível médio; e 34, nível baixo. A microrregião de Araguaína foi a que apresentou a maior média do IMPL (56,17). É composta por 17 municípios tradicionais na pecuária bovina, pois concentra 20,88% do rebanho bovino e 23,39% da produção

estadual de leite. Quatro municípios exibiram um IMPL alto (Pau D'arco, Colinas do Tocantins, Arapoema e Bandeirante do Tocantins) e respondem por 42,08% da produção de leite da microrregião.

Tabela 2. Distribuição espacial segundo o nível tecnológico por microrregião, estado do Tocantins, 2006

Microrregiões	Alto		Médio		Baixo		Total		Média do IMPL
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	
Araguaína	4	23,53	13	76,47	0	0,00	17	100,00	56,17
Rio Formoso	2	15,38	11	84,62	0	0,00	13	100,00	54,65
Bico do Papagaio	4	16,00	19	76,00	2	8,00	25	100,00	54,42
Miracema	5	20,83	14	58,33	5	20,83	24	100,00	52,49
Gurupi	4	28,57	7	50,00	3	21,43	14	100,00	52,27
Dianópolis	2	10,00	10	50,00	8	40,00	20	100,00	44,96
Porto Nacional	0	0,00	7	70,00	4	36,36	11	100,00	39,78
Jalapão	1	7,69	2	15,38	12	80,00	15	100,00	28,70
Total	22	15,83	83	59,71	34	24,46	139	100,00	49,17

Fonte: Dados da pesquisa.

A microrregião de Rio Formoso, composta por 13 municípios, é a segunda com maior média do IMPL. É representativa no cenário da produção agrícola e pecuária estadual. Na agricultura destaca-se como a maior produtora de arroz, feijão e melancia, principalmente nos municípios onde se pratica agricultura irrigada como é caso de Dueré, Formoso do Araguaia e Lagoa da Confusão. Na pecuária responde por 16,89% do rebanho bovino e 7% da produção estadual de leite. Nessa microrregião predominam grandes propriedades, pois 62% da área total concentram-se em apenas 6% dos estabelecimentos agropecuários que possuem área média de 3.755 hectares. Possui dois municípios com IMPL alto (Paraíso do Tocantins e Lagoa da Confusão), que respondem por 13,04% do rebanho e 26,93% da produção de leite da microrregião.

O Bico do Papagaio é a microrregião com o maior número de municípios (25). Nessa microrregião predominam as pequenas propriedades, pois 89,64%

dos estabelecimentos possuem área inferior a 200 hectares e a área média é de 116 hectares (IBGE, 2011). Participa com 8,65% do rebanho estadual e 16,89% da produção de leite. Entre os 25 municípios, quatro possuem IMPL alto (Praia Norte, Augustinópolis, Buriti do Tocantins e Sítio Novo do Tocantins).

O IMPL das microrregiões de Miracema e Gurupi são 52,49% e 52,27%, respectivamente. A microrregião de Miracema constitui a bacia leiteira da região central do Tocantins e representa 28,95% do total produzido do Tocantins. É composta por 24 municípios dos quais cinco possuem IMPL alto (Pequizeiro, Bernardo Sayão, Colméia, Juarina e Itaporã do Tocantins) que, em conjunto, respondem por 25,78% do leite produzido na microrregião, os demais municípios estão distribuídos entre os níveis médio (14) e baixo (5). Segundo dados do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas no estado do Tocantins (SEBRAE, 2004), nessa região a área média dos estabelecimentos produtores de leite é de 221 hectares, sendo que 41% estão ocupadas na atividade leiteira e 59%, em outras atividades, principalmente cultivos de subsistência (arroz, feijão, mandioca e milho) e fruticultura (abacaxi). As grandes propriedades produzem soja, pois a microrregião é a terceira maior produtora dessa cultura no estado do Tocantins.

A microrregião de Gurupi, composta por 14 municípios, representa 13,70% do rebanho bovino estadual e 8,73% do leite produzido. Possui quatro municípios com IMPL maior que 70% (Palmeirópolis, Figueirópolis, Gurupi e Aliança do Tocantins), sete apresentam nível médio e três baixo. Há predominância de grandes propriedades, pois 78% da área total estão concentrados em apenas 18% dos estabelecimentos agropecuários.

A microrregião de Dianópolis responde por 10,10% do rebanho bovino e 9,18% da produção estadual de leite. É composta por 20 municípios, dos quais oito possuem IMPL inferior a 35%. É uma microrregião com predominância de grandes propriedades, pois 63% da área total está concentrada em estabelecimentos com área superior a 1.000 hectares, correspondendo a uma área média de 2.819 hectares. Essa microrregião possui participação importante na agricultura de grãos, pois é a primeira na produção de milho e a terceira no cultivo de soja, atividades desenvolvidas nas grandes propriedades. Assim, a pecuária leiteira fica restrita às pequenas propriedades e assentamentos de reforma agrária, onde os produtores também cultivam lavouras de subsistência.

As microrregiões de Porto Nacional e Jalapão foram as que apresentaram menores valores para o IMPL. Estas microrregiões possuem pouca expressão no contexto da pecuária leiteira estadual, em conjunto respondem por apenas 5,8% do total produzido. A microrregião de Porto Nacional, por exemplo, é a segunda maior produtora de abacaxi, feijão e soja, e na microrregião do Jalapão, concentra-se a maior produção de soja do Tocantins.

3.3 NÍVEIS TECNOLÓGICOS E CARACTERÍSTICAS DA ATIVIDADE

Os resultados da Tabela 3 mostram que os municípios com maior nível tecnológico são responsáveis por mais de um terço do plantel de vacas ordenhadas e do valor da produção de leite. Embora concentrem apenas 25,84% dos estabelecimentos que produzem leite, respondem por mais de 40% do total de leite produzido no Tocantins, o que reflete a maior especialização produtiva desses municípios.

Quanto à variável produtividade a média estadual foi de 808 litros/vaca/ano, valor que está ligeiramente abaixo da média da região Norte (838 litros/vaca/ano) e de Rondônia (1.080 litros/vaca/ano), estado com maior produtividade da região Norte. Entre as microrregiões, observou-se que esse indicador variou de um mínimo de 593 litros/vaca/ano, no Jalapão, a um máximo de 941 litros/vaca/ano, em Gurupi. Entre os níveis tecnológicos, esses valores oscilaram entre 1.013 litros/vaca/ano, no nível tecnológico alto, e 659 litros/vaca/ano, no nível tecnológico baixo.

Tabela 3. Vacas ordenhadas, quantidade produzida (mil litros), valor bruto da produção de leite (mil R\$) e produtividade (litros/vaca/ano), segundo o nível tecnológico, estado do Tocantins, 2006

(continua)

Variáveis	Alto		Médio		Baixo		Total	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Nº de estabelecimentos que produzem leite	3.935	25,84	9.578	62,90	1.714	11,26	15.227	100,00
Plantel de vacas ordenhadas	70.988	35,97	111.408	56,45	14.958	7,58	197.354	100,00

(conclusão)

Quantidade produzida de leite	68.955	40,85	90.535	53,63	9.325	5,52	168.815	100,00
Valor bruto da produção de leite	24.834	34,23	42.012	57,92	5.694	7,85	72.541	100,00
Produtividade (litros/vaca/ano)	1.013	-	809	-	659	-	808	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Os resultados da Tabela 4 indicam que 34,96% da venda de leite *in natura* encontram-se nos municípios com maior nível tecnológico, que corresponde a 44,57% da quantidade e 38,53% do valor de leite *in natura* comercializado em 2006. A participação percentual dos municípios com nível tecnológico baixo é incipiente não chegando a ultrapassar os seis pontos percentuais em termo de quantidade e valor do leite vendido no estado do Tocantins.

Tabela 4. Número de estabelecimentos com indicação de venda de leite *in natura*, quantidade e valor do leite vendido, segundo o nível tecnológico, estado do Tocantins, 2006

Níveis Tecnológicos	Estabelecimentos com indicação de venda de leite <i>in natura</i>		Leite beneficiado no estabelecimento		Quantidade de leite vendido		Valor do leite vendido	
	Quant.	%	Mil litros	%	Mil litros	%	R\$ Mil	%
Alto	3.499	34,96	1.896	17,96	65.630	44,57	23.519	38,53
Médio	5.748	57,42	6.683	63,33	75.764	51,45	33.880	55,50
Baixo	763	7,62	1.975	18,71	5.861	3,98	3.644	5,97
Total	10.010	100,00	10.554	100,00	147.255	100,00	61.042	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Um aspecto importante que deve ser considerado quanto à comercialização e qualidade do leite refere-se ao cumprimento da Instrução Normativa 51 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) que, entre outros aspectos, trata da utilização de tanques de resfriamento na propriedade. Neste aspecto, verifica-se a necessidade de avanços, pois, naquele ano existiam apenas 28 tanques de resfriamento, com capacidade total de 112 mil litros, cerca de 0,07% da produção estadual (Tabela 5).

Tabela 5. Número de estabelecimentos com tanque de resfriamento, quantidade e capacidade dos tanques de resfriamento, uso de ordenha mecanizada e inseminação artificial, estado do Tocantins, 2006

Variáveis	Alto		Médio		Baixo		Total	
	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%	Quant.	%
Estabelecimentos com tanques de resfriamento	8	28,57	20	71,43	0	0,00	28	100,00
Tanques de resfriamento	8	28,57	20	71,43	0	0,00	28	100,00
Capacidade dos tanques de resfriamento (Mil litros)	24	21,73	88	78,27	0	0,00	112	100,00
Estabelecimentos com uso de ordenha mecanizada	72	48,00	69	46,00	9	6,00	150	100,00
Estabelecimentos com uso de inseminação artificial	52	32,30	100	62,11	9	5,59	161	100,00
Estabelecimentos com uso de transferência de embrião	10	45,45	12	54,55	0	0,00	22	100,00

Fonte: Dados da pesquisa.

Na região Norte apenas 0,98% dos estabelecimentos que produzem leite utiliza a ordenha mecânica. No Tocantins, este percentual é de 1,3%, ou 150 estabelecimentos. Deste total 48% estão localizados nos municípios com nível tecnológico alto e 46% nos de nível médio. Comportamento semelhante ocorre em relação à adoção de inseminação artificial e de transferência de embrião, cujos percentuais de adoção são 1,6% e 0,3%, respectivamente.

Um importante instrumento de apoio à modernização da pecuária leiteira no Tocantins tem sido a Política de Crédito Rural. No período de 2000 a 2009 foram contratadas 39 mil operações nas modalidades de custeio e investimento destinadas para a pecuária de leite, no montante de R\$ 449,35 milhões, em valores de dezembro de 2010 (BACEN, 2012; FGV, 2012). Estes valores são expressivos, pois representam 16,61% do total de contratos de crédito e 6,86% do valor das operações no período.

O Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO) tem se constituído em uma das principais fontes de suporte para os financiamentos da atividade. O FNO foi instituído pela Constituição Federal de 1998 e regulamentado pela Lei nº 7.827/89, e abrange os sete estados da região Norte (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins), sendo direcionados para a concessão de financiamentos aos estratos produtivos de menor porte, com destaque para a agricultura familiar, estabelecimentos que utilizam matérias-primas e mão de obra local e que estejam ligadas à produção de alimentos básicos, como é o caso da pecuária leiteira. Entre 2000 e 2009 somente para a pecuária leiteira foram contratadas operações no valor de R\$ 409,28 milhões. Em média foram aplicados R\$ 40,9 milhões por ano nessa atividade. Isto representou 15% do total de crédito rural do FNO aplicado no Tocantins nesse período que totalizou um montante de aproximadamente R\$ 2,75 bilhões (Tabela 6).

Tabela 6. Crédito rural do FNO aplicado na pecuária de leite e outras atividades no período de 2000 a 2009, segundo o nível tecnológico, estado do Tocantins

Níveis Tecnológicos	Valor financiado na pecuária leiteira		Valor financiado em outras atividades agropecuárias		Valor total financiado	
	R\$ Mil	%	R\$ Mil	%	R\$ Mil	%
Alto	90.408,89	22,09%	343.243,32	14,64%	433.652,21	15,75%
Médio	280.604,72	68,56%	1.501.713,34	64,06%	1.782.318,06	64,73%
Baixo	38.267,52	9,35%	499.169,10	21,29%	537.436,62	19,52%
Total	409.281,14	100,00%	2.344.125,76	100,00%	2.753.406,90	100,00%

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados do Banco da Amazônia (2010).

Nota: Valores em R\$ Mil, corrigidos pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas (Base: Dez./2010 = 100).

A maior parcela dos recursos foi alocada nos municípios com menor nível tecnológico, pois o volume de crédito aplicado em municípios com nível tecnológico médio e baixo representou 77,91% do total. Dos 25 municípios que mais receberam financiamentos para pecuária leiteira, representando 49,21% dos recursos, apenas cinco apresentam alto IMPL. Este fato sugere que não houve definição de prioridades espaciais na alocação dos recursos para a atividade, o que levou a uma pulverização das aplicações em todos os níveis tecnológicos.

As aplicações foram concentradas em itens como aquisição de matrizes e reprodutores, formação de pastagens, infraestrutura da propriedade e aquisição de rações, sal mineral e outros insumos. Esse perfil mostra que os recursos do FNO têm influenciado, principalmente, os fatores F_1 e F_2 relacionados à especialização produtiva e ao manejo sanitário e alimentar dos rebanhos. Entretanto, a contribuição do crédito pode ser potencializada na medida em que os financiamentos passem a influenciar mais significativamente os fatores associados a tecnologias de reprodução (F_3) e mecanização da ordenha (F_5), cuja utilização ainda é incipiente no Tocantins.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo fatorial estimado extraiu cinco fatores, que representam adequadamente o grau de modernização da pecuária de leite do Tocantins. Estes fatores são: Especialização na produção de leite (F_1); Manejo sanitário e alimentar (F_2); Tecnologia de reprodução (F_3); Crédito rural (F_4); e Mecanização da ordenha (F_5), que explicam 71,47% da variância total.

O Índice de Modernização da Pecuária de Leite (IMPL) permitiu concluir que existem 22 municípios com alto grau de modernização, 83 com nível intermediário e 34 com baixo nível.

As tecnologias de manejo sanitário e alimentar predominam sobre as tecnologias de reprodução e de mecanização da ordenha. A adoção de tecnologias de inseminação artificial e ordenha mecanizada ainda consta em menos de 1,5% dos estabelecimentos que produzem leite no Estado.

A especialização na produção de leite, representada pelo Fator 1, já ultrapassou os 50% dos municípios do Tocantins e a sua expansão deve-se, fortemente, ao crédito do FNO.

Por fim, sugere-se que o crédito rural seja direcionado para apoiar a aquisição de matrizes, reprodutores e animais para povoamento com maior aptidão leiteira, assim como privilegiar a aquisição de máquinas e equipamentos para mecanização e higienização da ordenha. Adicionalmente, para fortalecer a integração agroindustrial, o crédito deve apoiar os produtores no cumprimento da Instrução Normativa 51,

que dispõe sobre regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite e da coleta e transporte de leite cru refrigerado.

REFERÊNCIAS

BANCO CENTRAL DO BRASIL - BACEN. **Anuário Estatístico do Crédito Rural**. Disponível em: <<http://www.bacen.gov.br>>. Acesso em: 17 fev. 2012.

BANCO DA AMAZÔNIA - BASA. **Fundo Constitucional de Financiamento do Norte**: relatório das atividades desenvolvidas e dos resultados obtidos no exercício 2009. Belém: Banco da Amazônia, 2010. 69p.

DE JANVRY, A. A socioeconomic model of induced innovations for Argentine agricultural development. **Quarterly Journal of Economics**, v. 87, n. 3. p. 410-435, 1973.

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

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. **FGV dados informação econômica on-line**. Disponível em: <<http://fgvdados.fgv.br>> Acesso em: 17 fev. 2012.

GAMA, Z. J. C. et al. Índice de desempenho competitivo das empresas de móveis da Região Metropolitana de Belém. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, MG, v. 5, n. 1, p. 127-160, 2007.

HADDAD, P. R. Medidas de localização e especialização. In: HADDAD, P. R. et al. (Org.). **Economia regional**: teorias e métodos de análise. Fortaleza: BNB-ETENE. 1989. p. 225-247.

HAIR JR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. , 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 593p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2006**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 fev. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 fev. 2012.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey: Pearson, 2007. 773p.

KAGEYAMA, A. et al. O novo padrão agrícola brasileiro: do complexo rural aos complexos agroindustriais. In: DELGADO, G. C.; GASQUES, J. G.; VILA VERDE, C. M. **Agricultura e políticas públicas**. Brasília: IPEA, 1990. p. 113-223. (Série IPEA, 127).

LEMONS, M. B. et al. Tecnologia, especialização regional e produtividade: um estudo da pecuária leiteira em Minas Gerais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 117-137, jul./set. 2003.

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

REBELLO, F. K.; SANTOS, M. A. S.; HOMMA, A. K. O. Modernização da agricultura nos municípios do Nordeste Paraense: determinantes e hierarquização no ano de 2006. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, MG, v. 9, n. 2, p. 209-232, 2011.

SALOMÃO, R. P.; SANTANA, A. C.; COSTA NETO, S. V. Construção de índices de valor de importância de espécies para análise fitossociológica de floresta ombrófila através de análise multivariada. **Floresta**, v. 42, p. 115-128, 2012.

SANTANA, A. C. **A dinâmica do complexo agroindustrial e o crescimento econômico no Brasil**. 1994. Tese (Doutorado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa.

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

SANTANA, A. C.; SANTANA, A. L. 500 anos de agricultura no Brasil. **Movendo Ideias**, v. 5, n. 7, p. 12-19, 2000.

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.; SANTANA, A. C.; RAIOL, L. C. B. Identificação das fontes de crescimento da produção de leite no estado do Tocantins no período 1990-2008. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 20., 2010. **Anais...** Palmas: UFT-ABZ, 2010. 1 CD-ROM, p. 1-4.

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.

SANTOS, M. A. S. et al. **Mercado e dinâmica local da cadeia produtiva da pecuária de corte na Região Norte**. Belém: Banco da Amazônia, 2007. 50p. 67p. (Estudos Setoriais, 1).

SCHUH, G. E. **O desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Rio de Janeiro: Apec, 1971. 369 p.

SENA, A. L. S. et al. Concentração espacial e caracterização da pecuária leiteira no estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 48., 2010, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: SOBER, 2010.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS - SEBRAE. **Diagnóstico da cadeia produtiva da bacia leiteira da região central do estado do Tocantins**. Palmas: SEBRAE, 2004. 126p.

Recebido em: 06 de abril de 2013
Aceito em: 15 de dezembro de 2013