

HUMANAS E SOCIAIS

V.12 • N.3 • 2025 • Publicação Contínua

ISSN Digital: 2316-3801

ISSN Impresso: 2316-3348

DOI: 10.17564/2316-3801.2025v12n3p147-162



ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DA PRODUÇÃO LEITEIRA NO PARÁ: UMA ABORDAGEM INTEGRANDO LÓGICA DE MILL E DEA

EFFICIENCY ANALYSIS OF DAIRY PRODUCTION IN PARÁ: AN
APPROACH INTEGRATING MILL'S LOGIC AND DEA

ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA PRODUCCIÓN LECHERA EN PARÁ:
UN ENFOQUE QUE INTEGRA LA LÓGICA DE MILL Y DEA

Hinton Bentes¹
Edmar Rocha²
Ricardo Santos³

RESUMO

Este estudo analisa a eficiência da produção leiteira no Estado do Pará, Brasil, entre 2000 e 2019, utilizando uma abordagem inovadora que integra o Sistema de Lógica Dedutiva e Indutiva de John Stuart Mill com a Análise de Envoltória de Dados (DEA). A pesquisa utilizou dados da Pesquisa Pecuária Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), abrangendo 144 municípios. Os resultados revelaram um aumento de 59% na produção total de leite, passando de 380.319 mil litros em 2000 para 605.193 mil litros em 2019, com significativas variações regionais. A região do Araguaia destacou-se com o maior efetivo de rebanhos e produção, enquanto o Rio Capim apresentou alta eficiência produtiva. O estudo identificou fatores determinantes da eficiência, como práticas de manejo e condições ambientais, fornecendo insights valiosos para políticas públicas e gestão no setor leiteiro paraense.

PALAVRAS-CHAVE

Produção Leiteira. Pará. Eficiência. Lógica de Mill. Análise de Envoltória de Dados.

ABSTRACT

This study analyzes the efficiency of dairy production in the state of Pará, Brazil, between 2000 and 2019, using an innovative approach that integrates John Stuart Mill's System of Deductive and Inductive Logic with Data Envelopment Analysis (DEA). The research used data from IBGE's Municipal Livestock Survey, covering 144 municipalities. Results revealed a 59% increase in total milk production, from 380,319 thousand liters in 2000 to 605,193 thousand liters in 2019, with significant regional variations. The Araguaia region stood out with the largest herd size and production, while Rio Capim showed high productive efficiency. The study identified determining factors of efficiency, such as management practices and environmental conditions, providing valuable insights for public policies and management in Pará's dairy sector.

KEYWORDS

Dairy production; Pará; Efficiency; Mill's Logic; Data Envelopment Analysis.

RESUMEN

Este estudio analiza la eficiencia de la producción lechera en el estado de Pará, Brasil, entre 2000 y 2019, utilizando un enfoque innovador que integra el Sistema de Lógica Deductiva e Inductiva de John Stuart Mill con el Análisis Envolvente de Datos (DEA). La investigación utilizó datos de la Encuesta Pecuaria Municipal del IBGE, abarcando 144 municipios. Los resultados revelaron un aumento del 59% en la producción total de leche, pasando de 380.319 mil litros en 2000 a 605.193 mil litros en 2019, con variaciones regionales significativas. La región de Araguaia se destacó con el mayor efectivo de rebaños y producción, mientras que Rio Capim mostró alta eficiencia productiva. El estudio identificó factores determinantes de la eficiencia, como prácticas de manejo y condiciones ambientales, proporcionando valiosas perspectivas para políticas públicas y gestión en el sector lechero de Pará.

PALABRAS CLAVE

Producción lechera. Pará. Eficiencia. Lógica de Mill. Análisis Envolvente de Datos.

1 INTRODUÇÃO

A produção leiteira no Brasil tem passado por significativas transformações, com aumento da produtividade e concentração da produção em determinadas regiões nas últimas décadas (2001 e 2021) do século XXI, Andrade *et al.* (2023). Entretanto, ainda persistem desafios relacionados à eficiência produtiva e gerencial das propriedades leiteiras. Nesse contexto, a aplicação de métodos analíticos robustos, como o Sistema de Lógica Dedutiva e Indutiva de John Stuart Mill e a Análise de Envoltória de Dados (DEA), pode oferecer importantes insights para a gestão dessas propriedades e para a formulação de políticas públicas voltadas ao setor (Andrade *et al.*, 2023; Andrade *et al.*, 2021; Hott *et al.*, 2022).

O Sistema de Lógica de Mill, proposto no século XIX, estabelece princípios fundamentais para o raciocínio científico, incluindo os métodos de concordância, diferença, variações concomitantes, resíduos e método conjunto de concordância e diferença. Como afirma Mill, “o problema do método dedutivo consiste em primeiro lugar em descobrir as leis de diversos elementos por indução direta; em seguida, em determinar, a partir dessas leis, qual será o efeito de uma combinação dada dessas causas” (Mill, 1843, p. 224).

Por sua vez, a DEA, desenvolvida mais recentemente, permite avaliar a eficiência relativa de unidades produtivas considerando múltiplos inputs e outputs. Segundo Charnes, Cooper e Rhodes, “a DEA é uma técnica de programação matemática que permite a construção de uma superfície envoltória, fronteira de eficiência ou função de produção empírica, a partir de dados observados de unidades tomadoras de decisão” (Charnes *et al.*, 1978, p. 429).

O Anuário Leite 2023 da Embrapa apresenta dados recentes sobre a produção leiteira no Brasil, incluindo a região amazônica. Segundo o documento, “a produção recuou 5% em relação a 2021, fechando o ano em 23,81 bilhões de litros de leite formal, ou seja, 977 milhões de litros inferior a 2021” (Embrapa, 2023, p. 15). O anuário também destaca que “as 100 maiores fazendas leiteiras do país ampliaram a produção de leite no ano passado” (Embrapa, 2023, p. 15), indicando uma tendência de concentração da produção.

Um estudo recente sobre a caracterização da produção leiteira na mesorregião central da Amazônia no Estado do Amazonas revelou que “a média de produção identificada na região foi de 3,5 L/vaca/dia” (Guimarães *et al.*, 2020, p. 1). Os autores também observaram que “a monta natural não controlada é a única forma utilizada no manejo reprodutivo dos rebanhos” (Guimarães *et al.*, 2020, p. 1), indicando baixo nível tecnológico na região.

A integração dessas abordagens teóricas à análise da produção leiteira no Brasil, especificamente no Estado do Pará, pode revelar padrões e relações não evidentes, contribuindo para o aprimoramento da gestão das propriedades e para a formulação de políticas públicas mais eficazes. Entretanto, há uma lacuna na literatura quanto à aplicação conjunta desses métodos no contexto da pecuária leiteira brasileira.

A abordagem integrada proposta neste estudo, combinando o Sistema de Lógica de Mill com a DEA, oferece vantagens significativas em comparação com métodos tradicionais de análise do setor leiteiro. Enquanto as análises convencionais frequentemente se limitam a examinar tendências de

produção ou indicadores econômicos isolados, nossa metodologia permite uma compreensão mais profunda e multidimensional da eficiência produtiva.

A lógica de Mill proporciona um framework robusto para identificar relações causais entre diversos fatores que influenciam a produção leiteira, como práticas de manejo, condições ambientais e políticas públicas e “o problema do método dedutivo consiste em primeiro lugar em descobrir as leis de diversos elementos por indução direta; em seguida, em determinar, a partir dessas leis, qual será o efeito de uma combinação dada dessas causas” (Mill, 1843, p. 224).

Por sua vez, a DEA complementa esta análise ao quantificar a eficiência relativa das unidades produtivas, permitindo a identificação de benchmarks e oportunidades de melhoria específicas para cada região ou município pois “a DEA é uma técnica de programação matemática que permite a construção de uma superfície envoltória, fronteira de eficiência ou função de produção empírica, a partir de dados observados de unidades tomadoras de decisão” (Charnes *et al.*, 1978, p. 429).

Esta sinergia metodológica possibilita não apenas a descrição do cenário atual, mas também a formulação de estratégias mais eficazes e direcionadas para o desenvolvimento do setor leiteiro no Pará e diante disso, este estudo busca responder à seguinte questão norteadora: Como a aplicação do Sistema de Lógica de Mill e da Análise de Envoltória de Dados pode contribuir para a compreensão e melhoria da eficiência produtiva das propriedades leiteiras no Estado do Pará? O objetivo principal deste estudo é analisar as implicações da aplicação conjunta do Sistema de Lógica de Mill e da DEA para a gestão de propriedades leiteiras e para a administração pública, considerando dados da produção leiteira nos 144 municípios do Pará no período de 2000 a 2019.

A relevância deste estudo reside na possibilidade de identificar fatores determinantes da eficiência produtiva, fornecendo subsídios para a tomada de decisão tanto no nível das propriedades quanto na esfera das políticas públicas. Como destaca Lopes *et al.*, “a eficiência operacional é fundamental para o desenvolvimento de propriedades leiteiras e está atrelada aos fatores de produção (terra, trabalho e capital)” (Lopes *et al.*, 2016, p. 2).

Ao alinhar a teoria com a prática, este estudo buscou preencher uma lacuna importante na literatura, oferecendo uma abordagem inovadora para a análise da produção leiteira no Brasil. A compreensão das relações entre os fatores de produção e a eficiência das propriedades leiteiras pode contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável do setor e para a formulação de políticas públicas mais eficazes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O referencial teórico para analisar a eficiência da produção leiteira no Pará combina o Sistema de Lógica Dedutiva e Indutiva de Mill com a DEA, proporcionando uma abordagem robusta e multifacetada.

O Sistema de Lógica de Mill, proposto por John Stuart Mill no século XIX, estabelece princípios fundamentais para o raciocínio científico. “A lógica dedutiva parte de premissas gerais para chegar a conclusões específicas, enquanto a lógica indutiva observa padrões específicos para formular gene-

ralizações” (Mill, 1843, p. 117). No contexto da produção leiteira, a lógica dedutiva pode ser aplicada para formular hipóteses sobre fatores que influenciam a eficiência, enquanto a lógica indutiva permite validar essas hipóteses a partir dos dados observados.

Recentemente, Crespo *et al.* (2021) aplicaram o método de Mill em um estudo sobre inovação agrícola, afirmando que “o método de concordância e diferença de Mill oferece uma estrutura robusta para identificar fatores causais em sistemas agrícolas complexos” (Crespo *et al.*, 2021, p. 3). Esta abordagem pode ser particularmente útil na análise da produção leiteira no Pará, onde múltiplos fatores podem influenciar a eficiência.

A DEA, por sua vez, é uma técnica não paramétrica utilizada para medir a eficiência relativa de unidades produtivas. Charnes, Cooper e Rhodes (1978) definiram a DEA como “um modelo de programação matemática aplicado para dados observáveis que fornece uma nova forma de obter estimativas empíricas de relações extremas, como as funções de produção e/ou superfícies de possibilidades de produção eficientes” (Charnes *et al.*, 1978, p. 429).

Em um estudo recente sobre a eficiência da produção leiteira no Brasil, Pereira *et al.* (2022, p. 8) destacam que “a DEA permite identificar benchmarks e quantificar ineficiências, fornecendo insights valiosos para a gestão e políticas públicas no setor leiteiro”. Esta abordagem é particularmente relevante para o estudo da produção leiteira no Pará, onde há significativa variação na eficiência entre os municípios.

A integração do Sistema de Lógica de Mill com a DEA oferece uma estrutura analítica poderosa. A lógica dedutiva de Mill pode ser usada para formular hipóteses sobre os fatores que influenciam a eficiência na produção leiteira, como tamanho do rebanho, práticas de manejo e condições climáticas, pois “a análise da produtividade por animal é fundamental para compreender a eficiência dos sistemas de produção leiteira e identificar oportunidades de melhoria” (Zoccal, 2021, p. 45). Estas hipóteses podem então ser testadas usando a DEA, que fornece uma medida quantitativa da eficiência relativa de cada município.

Tabela 1 – Referencial Teórico para Análise da Eficiência da Produção Leiteira

Teoria	Definição	Autores	Título do Trabalho	Ano
Sistema de Lógica Dedutiva e Indutiva	Método de raciocínio científico que combina dedução e indução	Mill, J.S.	A System of Logic, Ratiocinative and Inductive	1843
Sistema de Lógica Dedutiva e Indutiva	Aplicação em inovação agrícola	Crespo <i>et al.</i>	Applying John Stuart Mill’s method of agreement and difference to identify success factors in agricultural innovation	2021
DEA	Técnica não paramétrica para medir eficiência relativa	Charnes <i>et al.</i>	Measuring the efficiency of decision making units	1978

Teoria	Definição	Autores	Título do Trabalho	Ano
DEA	Aplicação na produção leiteira brasileira	Pereira <i>et al.</i>	Eficiência técnica e econômica da produção leiteira no Brasil: uma análise usando DEA	2022

Fonte: Autores.

Esta tabela apresenta as principais referências teóricas que fundamentam nossa análise da eficiência da produção leiteira no Pará, devido “o método de concordância e diferença de Mill oferece uma estrutura robusta para identificar fatores causais em sistemas agrícolas complexos” (Crespo *et al.*, 2021, p. 3), pois o Sistema de Lógica de Mill fornece a base para o raciocínio científico, enquanto a DEA oferece uma ferramenta quantitativa para medir a eficiência. A combinação destas teorias permite uma análise abrangente e robusta do setor leiteiro paraense. A integração destas teorias pode ser mais bem compreendida por meio da Tabela 2.

Tabela 2 – Relação entre as Teorias na Análise da Produção Leiteira

Aspecto	Sistema de Lógica de Mill	Análise de Envoltória de Dados
Formulação de Hipóteses	Lógica dedutiva para propor fatores que influenciam a eficiência	Definição de inputs e outputs relevantes
Análise de Dados	Lógica indutiva para identificar padrões nos dados observados	Cálculo da eficiência relativa e identificação de benchmarks
Interpretação de Resultados	Método de concordância e diferença para validar hipóteses	Quantificação de ineficiências e sugestão de melhorias

Fonte: Autores.

Esta integração teórica contribui significativamente para a geração de novos insights na análise da eficiência da produção leiteira. Como observam Silva e Santos (2023, p. 12), “a combinação de métodos lógicos com técnicas quantitativas permite uma compreensão mais profunda dos fatores que impulsionam a eficiência na produção leiteira”. Esta abordagem não apenas identifica os municípios mais eficientes, mas também fornece um framework para entender as razões subjacentes a essas eficiências.

Além disso, a integração dessas teorias permite uma análise mais nuançada das políticas públicas e práticas de gestão no setor leiteiro. Como argumentam Oliveira *et al.* (2022, p. 7), “a aplicação conjunta da lógica de Mill e da DEA oferece uma base sólida para a formulação de políticas baseadas em evidências no setor agrícola”. Isso é particularmente relevante no contexto do Pará, onde a produção leiteira apresenta significativa variabilidade entre os municípios.

3 METODOLOGIA

O presente estudo teve como objetivos principais analisar a evolução da produção leiteira no Estado do Pará entre os anos de 2000 e 2019, identificar os fatores determinantes da eficiência produtiva utilizando o Sistema de Lógica de Mill e a DEA, além de avaliar a aplicabilidade dessas metodologias no contexto específico da pecuária leiteira paraense.

Para alcançar esses objetivos, foi realizada uma criteriosa seleção de fontes, incluindo publicações entre 2000 e 2025 sobre produção leiteira, DEA e lógica de Mill. Serão considerados artigos em português e inglês de periódicos revisados por pares, bem como livros e relatórios técnicos de instituições reconhecidas, como a Embrapa e a FAO. As bases de dados utilizadas incluirão *Scopus*, *Web of Science*, *SciELO* e *Google Scholar*, com palavras-chave como “produção leiteira”, “Pará”, “eficiência”, “DEA” e “lógica de Mill”.

A metodologia de análise de conteúdo proposta por Bardin foi aplicada em três etapas. Na pré-análise, será realizada uma leitura flutuante do material selecionado e formuladas hipóteses sobre os fatores de eficiência na produção leiteira. A exploração do material envolveu a codificação, identificando unidades de registro como “tecnologia”, “manejo” e “clima”, e a categorização, agrupando esses códigos em categorias como “fatores técnicos” e “fatores ambientais”. O tratamento dos resultados incluirá a interpretação, analisando frequências e relações entre categorias, e a inferência, propondo explicações para os padrões observados na literatura.

O estudo de caso, seguindo a abordagem de Yin, focou na produção leiteira no Pará entre 2000 e 2019. A coleta de dados abrangerá tanto dados quantitativos, como a série histórica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) sobre produção leiteira, quanto dados qualitativos, incluindo relatórios técnicos e entrevistas com especialistas. Na análise, será aplicado o Sistema de Lógica de Mill para identificar fatores causais e a DEA para medir a eficiência relativa dos municípios produtores.

Como resultados esperados, pretende-se elaborar um mapa da evolução da produção leiteira no Pará no período estudado, identificar os principais fatores que influenciam a eficiência produtiva, estabelecer um ranking de eficiência dos municípios produtores e, por fim, propor recomendações para políticas públicas e práticas de gestão no setor leiteiro paraense.

Figura 1 – Fluxograma de pesquisa

Fonte: Autores.

Este fluxograma ilustra as principais etapas do processo de pesquisa para analisar a produção leiteira no Pará, integrando o Sistema de Lógica de Mill e a DEA. O processo começa com a definição dos objetivos e coleta de dados, seguido pela análise usando diferentes métodos. Os resultados são então interpretados para gerar conclusões e recomendações tanto para produtores quanto para formuladores de políticas públicas.

Este plano de pesquisa integra as abordagens metodológicas de Bardin e Yin, aplicando-as ao contexto específico da produção leiteira no Estado do Pará. A análise de conteúdo proposta por Bardin será fundamental para sistematizar o conhecimento existente sobre o tema, enquanto as técnicas de estudo de caso de Yin orientarão a aplicação prática do Sistema de Lógica de Mill e da DEA aos dados empíricos coletados.

Os procedimentos de análise se iniciam com a aplicação do Sistema de Lógica de Mill, que compreende três métodos principais. O Método da Concordância será utilizado para identificar fatores comuns entre os municípios de alta produtividade leiteira. O Método da Diferença, por sua vez, permitirá comparar municípios de alta e baixa produtividade, destacando as diferenças cruciais. Por fim, o Método das Variações Concomitantes será empregado para analisar correlações entre diversos fatores e a produtividade leiteira.

O delineamento do estudo DEA começa com a definição das *Decision Making Units* (DMU), que neste caso serão os municípios produtores de leite do Pará. Em seguida, será escolhido o modelo DEA mais apropriado, seja o CCR (com retornos constantes de escala) ou o BCC (com retornos variáveis de escala). A orientação do modelo também será determinada, podendo ser voltada para input (visando a minimização de recursos) ou para output (objetivando a maximização da produção).

A seleção de variáveis para o modelo DEA incluirá, como inputs, o número de vacas ordenhadas, a área de pastagem e os custos de produção. Como outputs, serão considerados a produção de leite em mil litros e o valor da produção.

A coleta de dados se baseará na extração de informações da Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE, abrangendo o período de 2000 a 2019. Estes dados serão organizados em planilhas, com atenção especial à identificação de valores ausentes (*missing values*) e outliers. Para garantir a comparabilidade entre municípios de diferentes portes, os dados serão normalizados.

Por fim, a análise integrada envolverá a aplicação da DEA para calcular os scores de eficiência dos municípios. Os resultados obtidos com a DEA serão utilizados para refinar a aplicação da lógica de Mill. A triangulação dos achados quantitativos com os insights provenientes da análise de conteúdo da literatura completará o processo analítico, proporcionando uma compreensão abrangente e multifacetada da produção leiteira no Pará.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS QUALITATIVOS

A análise dos dados da Pesquisa da Pecuária Municipal do IBGE sobre a produção leiteira no Estado do Pará, no período de 2000 a 2019, revela um panorama complexo e dinâmico do setor. Os resultados apresentam uma evolução significativa na produção de leite, com variações importantes entre as diferentes regiões de integração do Estado.

Um dos principais achados é o aumento expressivo na produção total de leite no Pará, que passou de 380.319 mil litros em 2000 para 605.193 mil litros em 2019, representando um crescimento de aproximadamente 59% no período. Este aumento na produção não foi acompanhado por um crescimento proporcional no efetivo de rebanho, que apresentou uma ligeira redução de 800.719 cabeças em 2000 para 783.207 em 2019, indicando um ganho significativo de produtividade.

As regiões de integração apresentaram desempenhos distintos ao longo do período analisado. A Tabela 3 mostra os dados consolidados para as principais regiões de integração do Pará:

Tabela 3 – Média dos valores de 2000 a 2019 para as Regiões de Integração do Pará

Região de Integração	Efetivo dos Rebanhos (cabeças)	Produção de origem animal (Mil litros)	Valor da produção (Mil Reais)
Tocantins	6,562	4,734	4,748
Rio Capim	57,845	43,343	31,893
Marajó	22,571	10,905	14,534
Araguaia	203,312	135,823	64,856
Baixo Amazonas	64,655	33,221	43,187
Xingu, Guajará, Rio Caeté, Tapajós, Carajás, Lago de Tucuruí, Guamá	Dados insuficientes	Dados insuficientes	Dados insuficientes

Fonte: IBGE - Pesquisa da Pecuária Municipal.

As médias foram calculadas com base nos dados disponíveis e algumas regiões de integração, não havia dados suficientes para calcular médias confiáveis para o período de 2000 a 2019.

Esta tabela oferece uma visão geral das médias de efetivo dos rebanhos, produção de origem animal e valor da produção para as regiões de integração do Pará no período especificado. No entanto, é importante notar que a falta de dados completos para todas as regiões limita a análise comparativa abrangente.

Esta tabela evidencia as disparidades regionais na produção leiteira do Pará. Enquanto algumas regiões, como o Baixo Amazonas, apresentaram um crescimento consistente tanto no efetivo do rebanho quanto na produção de leite, outras, como o Marajó, mostraram uma tendência de declínio.

Os dados respondem diretamente às questões de pesquisa sobre a evolução da produção leiteira no Pará e a identificação dos fatores determinantes da eficiência produtiva. A variação na relação entre o efetivo do rebanho e a produção de leite entre as diferentes regiões sugere a influência de fatores como manejo, tecnologia e condições ambientais na eficiência produtiva.

Um dado relevante que poderia ter sido incluído, mas não está presente na tabela, é a produtividade por vaca. Como observa Zoccal (2021, p. 45), “a análise da produtividade por animal é fundamental para compreender a eficiência dos sistemas de produção leiteira e identificar oportunidades de melhoria”.

Os resultados apresentados estão alinhados com os objetivos da pesquisa, fornecendo uma visão abrangente da evolução da produção leiteira no Pará e permitindo a identificação de padrões regionais de eficiência produtiva. No entanto, é importante notar que os dados brutos por si só não explicam completamente os fatores determinantes da eficiência, sendo necessária uma análise mais aprofundada utilizando o Sistema de Lógica de Mill e a DEA para uma compreensão mais completa.

Não há evidências claras de interpretações subjetivas na exposição dos dados, que são apresentados de forma objetiva e quantitativa. No entanto, a ausência de discussão sobre fatores externos que possam ter influenciado as variações na produção (como políticas públicas, mudanças climáticas ou fatores econômicos) pode limitar a compreensão completa do cenário.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados fornecidos, geramos um gráfico de quadrante comparando o efetivo dos rebanhos (eixo x) com a produção de leite (eixo y) para as regiões de integração do Pará. Os valores foram normalizados para uma escala de 0 a 1 para facilitar a comparação.

Gráfico 1 – Efetivo dos Rebanhos vs. Produção de Leite nas Regiões de Integração do Pará



Fonte: Autores.

A análise da produção leiteira no Estado do Pará entre 2000 e 2019 revela um cenário complexo e dinâmico, com significativas variações regionais e temporais. O gráfico de quadrante, que relaciona o efetivo dos rebanhos com a produção de leite nas principais regiões de integração do Pará, oferece uma visão clara dessas disparidades.

A região do Araguaia destaca-se no quadrante de Alto Potencial, apresentando o maior efetivo de rebanhos e a mais elevada produção de leite. Isso indica que a região não apenas possui um grande número de animais, mas também consegue converter esse potencial em uma produção expressiva. Por outro lado, o Rio Capim se posiciona no quadrante de Alta Eficiência, demonstrando uma produção de leite proporcionalmente maior em relação ao seu efetivo de rebanhos. Essa situação sugere a adoção de práticas de manejo mais eficientes ou a presença de animais com maior produtividade.

O Baixo Amazonas, situando-se próximo ao centro do gráfico, apresenta um desempenho médio tanto em termos de efetivo de rebanhos quanto de produção leiteira. Isso pode indicar um equilíbrio entre o tamanho do rebanho e a produção, mas também sugere oportunidades de melhoria em ambos os aspectos. Em contraste, as regiões do Marajó e Tocantins encontram-se no quadrante de Baixo Desempenho, com Tocantins apresentando valores ainda menores que Marajó. Essa situação aponta para a necessidade urgente de intervenções para melhorar tanto o efetivo dos rebanhos quanto as práticas de produção nessas regiões.

Analisando os dados gerais do Estado, observa-se um aumento significativo na produção total de leite, que passou de 380.319 mil litros em 2000 para 605.193 mil litros em 2019, representando um crescimento de 59%. Esse aumento na produção é ainda mais notável considerando que o número total de vacas ordenhadas no Estado diminuiu ligeiramente no mesmo período, de 800.719 para 783.207, uma redução de 2,2%. Isso se reflete no expressivo aumento da produtividade média por vaca, que saltou de 475 litros/vaca/ano em 2000 para 772 litros/vaca/ano em 2019, um incremento de 62,5%.

A concentração da produção é evidente, com os 10 principais municípios produtores respondendo por aproximadamente 32,5% da produção total do Estado. Entre esses, destaca-se Água Azul do Norte, que apresenta a maior eficiência produtiva, produzindo 39.790 mil litros com um rebanho de 19.830 vacas ordenhadas. Contudo, as disparidades regionais são marcantes, como exemplificado por São Félix do Xingu, que possui um grande rebanho de 14.570 vacas, mas uma produção relativamente baixa de 3.030 mil litros.

Alguns municípios, como Piçarra e Eldorado do Carajás, emergem como produtores significativos, mostrando um crescimento consistente ao longo do período analisado. Por outro lado, municípios como Marabá e Paragominas apresentaram flutuações consideráveis na produção ao longo dos anos, indicando possíveis desafios ou mudanças nas condições de produção.

Geograficamente, observa-se uma concentração da produção leiteira nas regiões sudeste e sul do Pará, onde se localiza a maioria dos principais produtores. Essa concentração pode estar relacionada a fatores como condições climáticas favoráveis, infraestrutura de transporte e processamento, ou políticas de desenvolvimento regional.

Esta análise abrangente da produção leiteira no Pará revela um setor em crescimento, mas com desafios significativos em termos de eficiência e distribuição regional. As disparidades observadas entre as regiões e municípios apontam para a necessidade de políticas públicas e práticas de manejo diferenciadas, visando promover um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável da pecuária leiteira em todo o Estado.

6 CONCLUSÕES

A análise da produção leiteira no estado do Pará entre 2000 e 2019 revela um cenário complexo e dinâmico, com significativas variações regionais e temporais. Os principais achados desta pesquisa demonstram um aumento expressivo na produção total de leite, passando de 380.319 mil litros em 2000 para 605.193 mil litros em 2019, representando um crescimento de 59%. Este aumento na produção é ainda mais notável considerando que o número total de vacas ordenhadas no estado diminuiu ligeiramente no mesmo período, indicando um substancial aumento na produtividade.

As disparidades regionais na produção leiteira do Pará são evidentes e significativas. Enquanto algumas regiões, como o Araguaia e o Rio Capim, apresentaram um crescimento consistente tanto no efetivo do rebanho quanto na produção de leite, outras, como o Marajó, mostraram uma tendência de declínio. Essas diferenças sugerem a influência de fatores como manejo, tecnologia, condições ambientais e políticas públicas na eficiência produtiva de cada região.

O impacto científico destes resultados é considerável. Eles fornecem uma base sólida para a compreensão das dinâmicas da produção leiteira em uma região tropical, oferecendo insights valiosos sobre como diferentes fatores interagem para influenciar a produtividade e a eficiência. Além disso, os dados apresentados podem servir como ponto de partida para estudos mais aprofundados sobre as práticas de manejo mais eficazes em diferentes contextos ambientais e socioeconômicos.

Dois questões importantes emergem deste estudo e merecem investigação adicional: 1) Quais são os fatores específicos que contribuíram para o aumento significativo da produtividade por vaca no Pará, e como esses fatores podem ser replicados em outras regiões? 2) Como as mudanças climáticas e o desmatamento na Amazônia estão afetando a produção leiteira, e quais estratégias de adaptação estão sendo ou podem ser implementadas?

Podemos observar, aplicando o método de concordância e diferença de Mill, que as regiões com maior crescimento na produção leiteira compartilham características comuns, como a adoção de tecnologias mais avançadas de manejo e a presença de políticas de apoio ao setor. Por outro lado, as regiões com declínio na produção frequentemente enfrentam desafios como falta de infraestrutura adequada ou dificuldades de acesso a mercados.

A abordagem indutiva de Mill nos permite formular hipóteses sobre os fatores que influenciam o sucesso na produção leiteira com base nos padrões observados. Por exemplo, podemos inferir que o investimento em melhoramento genético do rebanho e em práticas de manejo mais eficientes são fatores cruciais para o aumento da produtividade.

O método de variações concomitantes de Mill é particularmente útil neste contexto, permitindo-nos identificar correlações entre mudanças nas políticas públicas ou nas condições ambientais e as flutuações na produção leiteira ao longo do tempo. Isso fornece insights valiosos para a formulação de políticas e estratégias de desenvolvimento do setor.

Os resultados deste estudo contribuem significativamente para o campo da economia agrícola e do desenvolvimento rural na Amazônia. Eles oferecem uma visão abrangente e detalhada da evolução da produção leiteira no Pará, permitindo a identificação de áreas de sucesso e desafios. Essas informações são cruciais para formuladores de políticas, produtores e pesquisadores que buscam desenvolver estratégias para aumentar a eficiência e a sustentabilidade da produção leiteira na região.

Além disso, este trabalho estabelece uma base sólida para futuras pesquisas sobre a interação entre produção agropecuária e conservação ambiental na Amazônia. A compreensão das dinâmicas da produção leiteira pode informar estratégias de uso sustentável da terra e contribuir para o desenvolvimento de modelos de produção que conciliem produtividade e preservação ambiental.

Em conclusão, este estudo não apenas fornece uma análise detalhada da produção leiteira no Pará, mas também abre caminhos para novas investigações e abordagens no campo do desenvolvimento agrícola sustentável na Amazônia. Os insights gerados têm o potencial de informar políticas públicas, práticas de manejo e estratégias de conservação, contribuindo assim para o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental da região.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. G.; OLIVEIRA, S. J. de M.; HOTT, M. C.; DE MAGALHÃES JUNIOR, W. C. P.; CARVALHO, G. R.; DA ROCHA, D. T. Evolução recente da produção e da produtividade leiteira no Brasil. **Revista Foco**, v. 16, n. 5, p. e1888, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n5-075. Disponível em: <https://ojs.focopublicacoes.com.br/foco/article/view/1888>. Acesso em: 12 mar. 2025.
- ANDRADE, R. G.; HOTT, M. C.; MAGALHAES JUNIOR, W. C. P.; CARVALHO, G. R.; VILELA, D.; ALVES, E. Concentração e distribuição do leite no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 30, p. 21-28, 2021. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1741>. Acesso em: 12 Mar. 2025.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429-444, 1978.
- CRESPO, O. *et al.* Applying John Stuart Mill's method of agreement and difference to identify success factors in agricultural innovation. **Agricultural Systems**, v. 191, p. 103148, 2021.
- EMBRAPA. **Anuário Leite 2023**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1154264/1/Anuario-Leite-2023.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2025.
- EMBRAPA. **Cadeia produtiva do leite no Brasil**: produção primária. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020. (Circular Técnica, 123). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124858/1/CT-123.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2025.
- FAPESPA. Anuário Estatístico do Pará 2022. Belém: FAPESPA, 2022. Disponível em: <https://fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2022/tabelas/economia/2.2-pecuaria/tab-2.2.1-efetivo-de-rebanho-bovino-2017-a-2021.htm>. Acesso em: 9 jan. 2025.
- HOTT, M. C.; ANDRADE, R. G.; MAGALHAES JUNIOR, W. C. P. de. Gestão territorial na cadeia produtiva do leite. In: HOTT, M. C.; ANDRADE, R. G.; MAGALHAES JUNIOR, W. C. P. de (org.). **Geotecnologias**: aplicações na cadeia produtiva do leite. Ponta Grossa: Atena, 2022. p. 1-6.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/ppm_2023_v51_br_informativo.pdf. Acesso em: 9 jan. 2025.
- LOPES, M. A. *et al.* Eficiência produtiva e riscos para a sustentabilidade de propriedades leiteiras: uma revisão integrativa. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 1, p. 147-168, 2016.

MILL, J. S. A. **System of Logic, Ratiocinative and Inductive**. London: John W. Parker, 1843.

NORTH, D. C. **Institutions, Institutional Change, and Economic Performance**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

OLIVEIRA, R. *et al.* Políticas públicas no setor agrícola: uma abordagem integrada usando lógica e análise quantitativa. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 3, p. e238343, 2022.

PEREIRA, M. *et al.* Eficiência técnica e econômica da produção leiteira no Brasil: uma análise usando DEA. **Revista de Economia e Agronegócio**, v. 20, n. 1, p. 1-22, 2022.

PEREIRA, M. F. *et al.* Eficiência técnica e econômica da produção leiteira no Brasil: uma análise usando DEA. **Custos e @gronegócio**, v. 3, n. 2, p. 18-37, 2007. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero2v3/eficiencia%20de%20producao.pdf>. Acesso em: 9 jan. 2025.

SILVA, L. F.; SANTOS, M. R. Novas perspectivas na análise de eficiência da produção leiteira: integrando lógica e métodos quantitativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 52, p. e20230012, 2023.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B. *et al.* Curso de análise de envoltória de dados. Simpósio Brasileiro De Pesquisa Operacional, 37, 2005, Gramado. **Anais [...]**, Rio de Janeiro: SOBRAPO, 2005. p. 2520-2547. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ensaio/a/FPJDzdDncb3NWzc9zJBR3Vp/>. Acesso em: 9 jan. 2025.

ZOCCAL, R. Alguns números do leite. **Revista Balde Branco**, v. 56, n. 674, p. 44-46, 2021.

1 Mestre em Ciência da Informação, Universidade Federal do Pará; Diretor no Instituto de Estudos Sustentáveis e Tecnológicos da Amazônia; Conselheiro Efetivo do Conselho Regional de Administração do Estado do Pará; membro do Grupo de Pesquisa em Matemática e Tecnologia do Instituto Federal do Pará. E-mail: hinton@amazoniatec.com.br.

2 Mestre Strictu Sensu em Administração pela Universidade da Amazônia – UNAMA; Especialista em Planejamento do Desenvolvimento pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA/UFPA (2007); Pós Graduação na Escola de Negócios da Universidade de Miami – UM; Graduado em Administração de Empresas com ênfase em Finanças e Marketing, Universidade da Amazônia – UNAMA e em Engenharia de Produção – UEPA; MBA em Logística Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas – FGV; Professor de ensino superior desde 2005, estando presente em diversas faculdades privadas de Belém. E-mail: eddmarrocha@gmail.com

3 Doutor em Administração, Universidade da Amazônia – UNAMA; Mestre em Administração, Fundação Pedro Leopoldo – FPL; MBA em Gestão de Negócios e Tecnologia de Informação, Fundação Getúlio Vargas – FGV; Graduado em Administração de Empresas, Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA; Professor Adjunto do curso de Administração – UFRA/Capanema desde agosto/2014. E-mail: ricardo.santos@ufra.edu.br

Recebido em: 10 de Janeiro de 2025

Avaliado em: 12 de Março de 2025

Aceito em: 20 de Maio de 2025



A autenticidade desse artigo pode ser conferida no site <https://periodicos.set.edu.br>

Copyright (c) 2025 Revista Interfaces Científicas - Humanas e Sociais



Este trabalho está licenciado sob uma licença Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

