

## Índice de sustentabilidade da produção da pecuária leiteira nas mesorregiões do Brasil

Elizama Cavalcante de Paiva<sup>1</sup>

 <https://orcid.org/0000-0002-5917-8060>

Kilmer Coelho Campos<sup>2</sup>

 <https://orcid.org/0000-0001-7752-2542>

*Recebido em: 12/07/2023*

*Aprovado em: 11/11/2023*

### Resumo

Esta pesquisa tem como objetivo geral criar um índice de sustentabilidade da pecuária leiteira nas mesorregiões do Brasil (INPEC). A mensuração do índice foi realizada através de técnicas multivariadas por meio da análise fatorial e de *clusters*. Foi possível assim hierarquizar as mesorregiões traçando um panorama espacial dos locais analisados. Destaca-se que nas mesorregiões do Sul e Sudeste, como também da Bahia e de Minas Gerais, foram observados níveis altos de INPEC, entretanto ao realizar a análise espacial, o Centro Sul baiano mostrou-se insignificante quanto a efeitos transbordamentos, ou seja, os adventos da atividade leiteira não transbordam para a vizinhança. O nível baixo de sustentabilidade estava relacionado a falta de orientação técnica, baixa disponibilidade de recursos hídricos, baixo nível de controle de doenças, pouca escolaridade e baixa produtividade. As mesorregiões com maiores níveis de INPEC apresentaram maiores números de estabelecimentos agropecuários com energia elétrica, uso de terras próprias, maiores números de estabelecimentos que produziam leite, agricultura familiar, estabelecimentos que não utilizaram agrotóxicos como também os que fazem uso de suplementos alimentares.

### Palavras-chave:

Análise fatorial e de clusters, Índice de Moran, Mesorregiões brasileiras.

**Código JEL:** Q10, C43, R11.

---

<sup>1</sup>Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Economia Rural da Universidade Federal do Ceará. E-mail: [elizamapaiva@yahoo.com.br](mailto:elizamapaiva@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Professor Associado IV do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará e Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Viçosa.  
E-mail: [kilmer@ufc.br](mailto:kilmer@ufc.br)

## Index of sustainability of dairy cattle production in mesoregions of Brazil

### Abstract

*This research has the general objective of creating a sustainability index for dairy farming in the mesoregions of Brazil (INPEC). The measurement of the index was performed using multivariate techniques through factorial and cluster analysis. It was thus possible to hierarchize the mesoregions by tracing a spatial overview of the analyzed locations. It is noteworthy that in the mesoregions of the South and Southeast, as well as in Bahia and Minas Gerais, high levels of INPEC were observed, however when performing the spatial analysis, the Center South of Bahia proved to be insignificant in terms of spillover effects, that is, the advent of dairy activity does not spill over into the neighborhood. The low level of sustainability was related to lack of technical guidance, low availability of water resources, low level of disease control, little schooling, and low productivity. The mesoregions with the highest levels of INPEC had a greater number of agricultural establishments with electricity, use of their own land, greater numbers of establishments that produced milk, family farming, establishments that did not use pesticides as well as those that use food supplements.*

**Keywords:** *Young; Labor Market, pandemic, Covid-19, Metropolitan Region.*

**JEL CODE:** Q10, C43, R11.

### Introdução

A pecuária, por questões econômicas, sociais e geográficas, se destaca como uma importante fonte de renda para grande parte da população do campo, uma vez que serve de base para muitas cadeias produtivas do agronegócio. (EMBRAPA, 2016, Paiva, 2018). Ademais, Campos e Piacente (2007) acrescentam que atividade é responsável por grande absorção da mão de obra rural, propiciando a fixação do homem no campo.

Gomes *et al.* (2002), salienta que a partir da década de 1990 as cadeias produtivas do Complexo Agroindustrial Brasileiro passaram por várias mudanças estruturais no ambiente institucional e econômico brasileiro, com fim do tabelamento de preços, abertura comercial, entrada do país no Mercosul e, principalmente, em virtude da estabilização da economia com o Plano Real. Todas essas ações tiveram reflexos na expansão gradual da produção nacional.

Em 2017, conforme dados da Embrapa, o mercado internacional de leite foi marcado pela recuperação dos preços e da produção, com destaque para os países da União Europeia, Estados Unidos e Brasil. A produção cresceu cerca de 1,83%, ou seja, quase 6 bilhões de litros de leite.

No cenário nacional a cadeia produtiva do leite é uma das mais importantes atividades da economia, uma vez que, é praticada em quase todo território e gera milhões de empregos em todas as etapas produtivas. Dados do Censo Agropecuário de 2017 mostram que 23,2% dos estabelecimentos agropecuários produziram leite de vaca. Quando comparados ao Censo Agropecuário de 2006, observa-se que houve um crescimento de 46,6% na quantidade produzida, apesar da redução de 13,3% no

número de estabelecimentos produzem o item e retração de 27,7% no número de estabelecimentos que vendem leite de vaca.

A produção brasileira de leite, em 2021, foi de 35,3 bilhões de litros, gerando um valor bruto de aproximadamente 68,1 bilhões de reais naquele ano. As Regiões Sudeste e Sul foram responsáveis por 33,9%, cada, do total da produção, ou seja, 23,9 bilhões de litros de leite, com valor agregado aproximado de 47,7 bilhões de reais a preços correntes de 2021. A produtividade nacional, de acordo com os últimos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, foi de 2,21 (litros/vacas/dia). Somente as regiões do Sul (3,70) e Sudeste (2,54) superaram esse rendimento médio (IBGE, 2021).

O Estado de Minas Gerais, em 2021, foi o maior produtor de leite, com 27,2% da produção nacional. Os Estados do Paraná (12,5%) e Rio Grande do Sul (12,4%) aparecem na segunda e terceira posições, respectivamente. Sendo então, responsáveis por mais da metade de toda produção de leite do país, ou seja, 52,1%. Quanto a avaliação mesorregional, ainda em 2021, as 10 maiores produtoras de leite contabilizam 43,49% do leite nacional e as 5 maiores produtoras 31% de toda produção nacional (IBGE, 2021). Logo, o Brasil é um país continental e as mesorregiões apresentam diferentes características com relação à hegemonia de renda, produtividade agrícola e outros aspectos os quais geram desigualdades regionais, demonstrando a importância de estudar todas as mesorregiões visando entender as suas peculiaridades na proposta apresentada de sustentabilidade da pecuária leiteira.

Apesar dos resultados, vários são os fatores que resultam em necessidade de esforços para melhorar os resultados, sobretudo, a produtividade da produção leiteira, Reis Filho e Carvalho (2009) destacam: a sazonalidade da oferta de forragem aos rebanhos, o baixo nível tecnológico, a necessidade de fortalecer e modernizar o parque industrial.

Esses entraves, contudo, sempre foram, e continuam sendo um desafio, porém não um fator limitante ao desenvolvimento da atividade, tendo em vista que, por intermédio de políticas públicas, aliadas ao conhecimento técnico-científico, é possível proporcionar condições que venham a possibilitar o crescimento da produtividade dos rebanhos de modo a torná-la competitiva e sustentável, preservando as dimensões ambientais, econômicas e sociais.

Apesar de todos os desafios, a pecuária se configura como um importante ator no desenvolvimento socioeconômico do país, gerando trabalho e renda para milhares de famílias. Contudo, o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao conhecimento da estrutura e da distribuição espacial da pecuária leiteira é de grande importância para o direcionamento, concepção e escoamento de políticas públicas de infraestrutura, transporte, logística, análise de viabilidade de projetos de desenvolvimento regional e local.

Diante da importância econômica, social, histórica e cultural da atividade e com base na necessidade da sustentabilidade da produção de leite, ressalta-se a carência de pesquisas que assistam a esse setor e sirvam de orientação para o poderio público e produtores. Nesse sentido, a proposta busca mensurar a sustentabilidade da atividade leiteira por meio da elaboração do índice de sustentabilidade da pecuária leiteira (INPEC). De forma específica o estudo se propõe: a) identificar os fatores determinantes do grau de sustentabilidade da produção leiteira; b) hierarquizar as mesorregiões segundo índice criado; e c) verificar a

existência de algum tipo de associação espacial nas mesorregiões brasileiras, tais como aglomerações espaciais ou regiões homogêneas.

O artigo contém essa seção introdutória, na sequência uma seção de referencial teórico em que são discutidos conceitos necessários ao entendimento e compreensão do estudo. Na terceira seção apresentam-se as fontes dos dados, bem como as metodologias utilizadas nos tratamentos estatísticos dessas informações. Na quarta seção são apresentados e discutidos os resultados encontrados e, na quinta e última seção apresentam-se as considerações finais do estudo.

## **Referencial teórico**

A reestruturação produtiva da agropecuária foi intensa a partir da década de 1960 com a modificação da base técnica da produção, por meio do emprego de máquinas, insumos químicos e biotecnológicos fornecidos pela atividade industrial. (Elias, 2016). A dinâmica da agropecuária passou a ser determinada pelo desenvolvimento das redes agroindustriais. Houve a alteração de toda a dinâmica de produção do campo quer seja nos aspectos sociais, culturais e políticos. Nesse processo entram o uso dos agrotóxicos, fertilizantes químicos, sementes geneticamente modificadas, inovações tecnológicas alterando a forma de cultivo tradicional e formando os complexos industriais (Reijntjes; Havekort; Waters-Bayer, 1994; Silva, 1987).

Silva (2003) ressalta que a partir da Revolução Verde (1960) a agropecuária passou a ser subordinada ao desenvolvimento industrial. Esse movimento fez com que a dominação do capital no meio rural viesse a ocorrer através da subsunção formal e real do trabalhador rural a chamada dinâmica de tripé “indústria para agricultura-agroindústria”, ou seja, o setor agropecuário passa a ser visto de maneira integrada à indústria.

Nesse processo o poderio industrial, comercial e financeiro passou a dominar a produção do campo, condicionando a renda dos produtores a preços tabelados em mercados externos (Almeida; Navarro, 2009).

Como enfatiza Oliveira (1981), grandes empresas como Nestlé, Danone, Parmalat e outras caracterizadas como de pequeno, médio e grande porte no setor de laticínios no Brasil passaram a integrar os produtores de leite em seus processos de fabricação, garantindo a compra da produção a determinado valor. Dessa forma passaram a dominar a quantidade produzida, ditar a qualidade da produção e iniciaram a produção de derivados do leite, como queijos e iogurtes.

Segundo Reis Filho e Carvalho (2009) e Silva, Camara e Telles (2016), a produção de leite nacional enfrenta desafios, especialmente, relacionados a aspectos econômicos, ambientais, técnicos e sociais. No campo econômico estão relacionados a sazonalidade da produção, preços do leite, aumento da competição, dentre outros. No ambiental, destaca-se emissões de gases de efeito estufa, degradação do solo, necessidade de muita água, uso de energia, e bem-estar do animal. Os desafios na área técnica são na área de controle zootécnico do rebanho, produtividade, doenças, qualidade do leite etc.

É necessário ressaltar ainda que é preciso vencer as dificuldades relacionadas à redução no número de produtores de leite, escassez de mão de obra especializada, renda gerada, qualidade e condições de trabalho, capacitação e treinamento, sucessão familiar, além de outros. Contudo, desde a década de 80 se tem discutido e ressaltado sobre a importância do crescimento responsável que preze

pela sustentabilidade no sentido de suprir as carências atuais sem comprometer as demandas das gerações futuras.

### *Sustentabilidade*

O conceito de sustentabilidade foi consolidado em 1987 pela World Commission in Environment (Brundtland, 1987) em seu documento intitulado: “Relatório Brundtland”. Nesse documento, desenvolvimento sustentável é entendido como aquele que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias privações.

As discussões sobre esse conceito se intensificaram quando foram percebidos os danos causados pelo modelo tecnológico produtivista imposto aos agricultores nos anos de 1960/1970, por meio da Revolução Verde. Esse modelo buscava elevação da produtividade por meio de insumos químicos, mecanização e cultivares de elevado rendimento (Reijnjes; Havekort; Waters-Bayer, 1994). Gliessman (2001) salienta que enquanto os interesses por detrás das práticas agrícolas residem somente na rentabilidade econômica em curto prazo, a agropecuária dificilmente poderá ser sustentável.

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) desenvolveu 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), por meio da iniciativa do “Pacto Global”. Com base no conceito nº 2 do ODS, o qual consiste em acabar com a fome, conquistar a segurança alimentar e promover a agricultura sustentável, a agropecuária precisa desenvolver recursos tecnológicos e melhorar suas condições produtivas de forma a aproveitar recursos naturais, aumentando a produtividade, mas diminuindo a degradação ao meio ambiente.

Santos *et al.* (2016) enfatizam que, para uma região conseguir alcançar o desenvolvimento sustentável, ela deve renunciar ao vigente modelo de exploração dos recursos naturais, uma vez que ele devasta as possibilidades das gerações futuras, condicionando-as a riscos maiores do que à nossa geração. No setor rural, especificamente na produção de leite, objeto desta pesquisa, o objetivo da sustentabilidade se inicia com os agricultores/pecuaristas tendo acesso em quantidade e qualidade adequadas aos principais fatores de produção.

Nesse sentido Schneider (2010, p. 526) aponta que: “como o problema da oferta de alimentos seria uma questão quase superada, os novos desafios do setor se voltariam para a segurança dos alimentos e a busca de formas sustentáveis e socialmente justas de produção”.

Estudos de, Almeida e Navarro (2009), Favero (2007), Gliessman (1990), Kageyama (2004), Paiva (2018) tratam da questão da sustentabilidade sob uma análise multidimensional que percorre várias dimensões quer seja econômica, social, ambiental, cultural e institucional. Induzindo que em agriculturas menos agressivas, é perceptível uma vida mais saudável que culmina com um equilíbrio nas relações homem e natureza. Assim a sustentabilidade estaria ligada a várias dimensões a citar:

#### *a) Dimensão econômica*

A sustentabilidade passa pelo viés econômico, posto que é preciso verificar a qualidade de vida das pessoas e do desenvolvimento da atividade. Sevilla (2001) cita que a questão econômica por muitos anos foi vista como ponto central em questão de desenvolvimento sob a ótica de analisar apenas crescimento, contudo foi observado que o desenvolvimento requeria elementos quantitativos e qualitativos. Após a revolução verde, a agroecologia ganhou importância no sentido de ajudar a

compreender as características de cada localidade, buscando ativar o potencial endógeno e desmistificando a visão do rural como sinônimo de atraso.

*b) Dimensão ambiental*

A dimensão ambiental se torna indispensável a análise de sustentabilidade. Nos anos 80, com a realização de conferências mundiais, o tema a respeito do meio ambiente passou a ganhar força em todo o planeta e somente em 1988 foi publicado um dos mais importantes documentos que tratam sobre o assunto, apesar de toda a crítica agroecológica. Sob o título *Nosso Futuro Comum*, o estudo trazia discussões sobre questões como: ameaças ao equilíbrio do meio ambiente planetário, o desflorestamento, erosão do solo, efeito estufa, cadeia alimentar, dentre outros (Zulauf, 2000). Assim objetivando identificar os impactos causados pelas ações decorrentes da prática pecuária leiteira que prejudicam a qualidade do solo, do ar e dos produtos essa dimensão se torna trivial na construção do indicador de sustentabilidade.

*c) Dimensão social*

A dimensão social representa o pilar básico da sustentabilidade, haja visto que a preservação ambiental, conservação dos recursos naturais somente tem resultado quando o produto gerado pode ser equitativamente apropriado e usufruído por todos os segmentos da sociedade (Caporal; Costabeber, 2002). A dimensão social está diretamente relacionada à satisfação das necessidades básicas inerentes a pessoa e ao desenrolar da atividade.

*Indicadores*

A literatura tem apresentado vários estudos que buscam entender e captar o nível de sustentabilidade em atividades econômicas. Paiva, Lemos e Campos (2021) analisou a produção de leite no Ceará frente as instabilidades pluviométricas do Ceará e comprovou que a precipitação pluviométrica e os preços exercem influência na produção de leite. Em 2018 os mesmos autores realizaram simulações metodológicas indicando que era possível a produção sustentável de leite mesmo com um tamanho reduzido do rebanho, desde que se promovam melhoramentos genéticos e de manejo que incrementem a produtividade por vaca.

Lemos *et al.* (2022) criaram o índice instabilidade (INST) a partir de quatro variáveis (chuva, vacas ordenhadas, produtividade e preço do leite) para os 20 maiores produtores de leite do Ceará e comparou em três cenários: chuvoso, normal e seco. Da pesquisa houve a formação de 2 fatores que representavam 79,11% da variância acumulada. Concluíram então que as estimativas dos INST, associados aos períodos de seca, são sempre menores do que aqueles estimados para os períodos de normalidade e chuvoso. Resultado que confirmou a importância da ocorrência de elevadas pluviosidades para fomentar melhores resultados na produção de leite no semiárido.

Melo e Parré (2007) estimaram o índice de desenvolvimento rural dos municípios paraanaenses. Bezerra e Lima (2022) aferiram a multidimensionalidade do desenvolvimento rural dos municípios cearenses por meio da criação do índice de desenvolvimento rural. Nesse estudo, os autores concluíram que apenas 25 municípios do Ceará (13,59%) apresentaram índice alto, enquanto 78 (42,39%) exibiram baixo índice de desenvolvimento rural.

De modo geral, a busca por mensuração de índices tem se consolidado como uma das principais estratégias utilizada por estudiosos, haja vista que essas aferições podem servir de subsídios para a formulação de políticas públicas, e de instrumento de planejamento de medidas econômicas e sociais de curto, médio e longo prazo.

Consoante, Briguglio *et al.* (2009) atestam que a elaboração de um índice deve atender no mínimo três critérios: simplicidade, facilidade de compreensão e ser passível de aplicação ou replicação, principalmente, em locais distintos para assim possibilitar a comparação. Apesar de ser uma tentativa reducionista acredita-se que qualquer índice, pode ser de utilidade como sinalizador de tendências para aferição de um problema econômico, social e/ou ambiental (Lemos, 2015).

Segundo Altieri e Masera (1997), novos indicadores precisam permitir a comparação em termos de capacidade produtiva, qualidade dos recursos locais, preservação ambiental e aspectos socioeconômicos.

## **Metodologia**

### *Natureza e fonte de dados*

Esta pesquisa utilizou dados em nível de mesorregiões, de todo o país, referente à pecuária leiteira e foi elaborada a partir de informações coletadas no censo agropecuário de 2017 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, [2017]).

A escolha das variáveis para composição dos indicadores, capazes de captar o nível de sustentabilidade na atividade da pecuária leiteira, teve por base o conceito de sustentabilidade segundo uma visão multidimensional ressaltando os estudos de Reijntjes, Havekort e Waters-Bayer (1994), onde conceitua sustentabilidade como a capacidade de possibilitar a permanência da produtividade, conservando a qualidade ambiental e mantendo intactos os recursos naturais. Assim, a presente pesquisa se delimitou em aferir sustentabilidade tendo como âncoras as seguintes dimensões: Econômica, Ambiental e Social. As variáveis contidas em cada agrupamento, bem como sua base teórica, se encontram como apêndice do estudo.

### *Dimensão Econômica*

Nesse aspecto as variáveis consideradas para mensurar a dimensão econômica foram: Número de estabelecimento agropecuário que produziu leite de vaca, Estabelecimentos agropecuários por grupo de atividade econômica (pecuária e criação de outros animais), Estabelecimentos Pecuária como proporção de Pessoal ocupado, Estabelecimentos da pecuária por terras próprias, Estabelecimentos agropecuários, Estabelecimentos Pecuária que obtiveram financiamentos, Pecuária e criação de bovinos, Vacas ordenhadas nos estabelecimentos agropecuários, Quantidade de leite de vaca e Valor da produção de leite de vaca por cada mesorregião analisada.

### *Dimensão Ambiental*

Considera-se que, as ações antrópicas devam ser praticadas de forma a respeitar os limites do meio ambiente. Nesse sentido com o objetivo de verificar os impactos da atividade no meio ambiente esta dimensão é composta das seguintes variáveis: Estabelecimentos agropecuários que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do solo, Estabelecimentos agropecuários que não utilizaram agrotóxicos, Estabelecimentos que fizeram controle de doenças e/ou pragas, Estabelecimentos que fazem uso de suplementação alimentar e Estabelecimentos que fazem uso de instalações de beneficiamento quer seja própria, comunitária ou de terceiros.

### *Dimensão Social*

Com a intenção de se entender a dimensão social utiliza-se as seguintes variáveis: Estabelecimentos da pecuária com energia; Estabelecimentos da pecuária que obtiveram orientação técnica; índice de desenvolvimento humano (IDH); Estabelecimentos que usufruem de telefone; Estabelecimentos com acesso à internet; estabelecimentos Agricultura Familiar; Estabelecimento cujo pessoal ocupado tem laços familiares; Estabelecimentos filiados a entidade de classe; Escolaridade do produtor representado pelo percentual de pessoas que nunca frequentou escola ou até alfabetização e estabelecimento com algum tipo de irrigação.

Acredita-se que a composição dessas três dimensões possa de maneira prospectiva mensurar a questão da sustentabilidade na atividade leiteira nas mesorregiões do país. A proposta busca por meio da análise fatorial, aferir o índice e, por conseguinte hierarquizar as localidades, identificando assim, as regiões que possuam maior sustentabilidade na produção leiteira.

### *Análise fatorial para construção de índice de pecuária*

A análise fatorial é uma técnica multivariada de interdependência que visa resumir as relações observadas entre o conjunto de variáveis inter-relacionadas, com o objetivo de identificar fatores comuns. A principal meta da análise fatorial se resume em simplificar ou reduzir muitas variáveis, determinando um grupo com dimensões latentes comuns, chamadas de fatores (Fávero *et al.*, 2009). Contudo, o modelo pode ser exibido por meio de combinação linear entre as variáveis padronizadas (média 0 e variância 1) e os fatores, conforme Bezerra e Lima (2022) ressaltam:

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \dots + a_{im}F_m + \varepsilon_i \quad (i = 1, \dots, p) \quad (1),$$

em que:  $X_i$  = representa p i-ésimo escore da variável analisada;  $a_{i1}$  = constante chamada de carga fatorial (loading), que mensura o grau de importância dos fatores na composição de cada variável (é correlação entre a variável e o fator);  $F_m$  = fatores aleatórios comuns para todas as variáveis medidas;  $\varepsilon_i$  = erro aleatório do modelo e que não pode ser explicada por nenhum dos fatores.

A Análise Fatorial apresenta em ordem decrescente os fatores que mais convergem para a explicação da variabilidade original dos dados. Seguindo Hair Junior *et al.*, (2005), Fávero *et al.*, (2009), a extração dos fatores foi obtida por meio da Análise de Componentes Principais, possibilitando assim a redução no conjunto de variáveis e reduzindo a complexidade de interpretação dos dados.

A decisão quanto ao número de fatores foi tomada utilizando o critério da raiz latente, extraindo apenas fatores que apresentam autovalores maiores do que um.

Conforme apontam Hair Junior *et al.* (2005), as cargas fatoriais acima de 0,3 atingem o nível mínimo, cargas fatoriais de 0,4 são mais importantes; e as maiores do que 0,5 são consideradas estatisticamente significativas.

Na sequência fez-se a rotação dos fatores, que no caso proposto foi o *Varimax*, o primeiro fator tende a ser um fator geral com quase toda variável com carga significativa, e explica a quantia maior de variância. O segundo fator e os seguintes são então baseados na quantia residual de variância. Cada fator explica porções sucessivamente menores de variância, demonstrando assim sua importância. De acordo com Hair Junior *et al.* (2005), após estimar os fatores, obtém-se “eigenvalues” (autovalores) que podem ser usados como ponderadores da importância de cada um dos fatores, tendo em vista que o “eigenvalue” é um indicador da variância explicada pelos fatores, ou seja, quanto cada fator consegue explicar da variância total.

Por tanto, a interpretação e entendimento das dimensões latentes obtidas na aplicação da análise fatorial descrevem os dados em número muito menor de conceitos do que as variáveis individuais originais. Por sua vez, os fatores são estimados da seguinte maneira:

$$F_j = b_{j1}X_1 + b_{j2}X_2 + \dots + b_{ji}X_i \quad (2),$$

em que:  $F_j$  = os fatores comuns não relacionados entre si;  $b_{ji}$  = são os coeficientes dos escores fatoriais e  $X_j$  = as variáveis originais envolvidas no estudo. Os escores fatoriais possuem distribuição normal, média zero (0) e variância um (1) e, desse modo, podem ser utilizados para indicar a posição relativa de cada observação (Fávero *et al.*, 2009). Desta forma, os escores fatoriais definem os fatores de sustentabilidade na atividade pecuária leiteira para cada uma das 137 mesorregiões estudadas.

A previsão dos escores fatoriais foi verificada pelo método dos mínimos quadrados ponderados. Os escores de cada fator possuem distribuição normal com média zero e variância unitária apresentando assim, valores positivos e negativos para cada mesorregião, e desse modo, podem ser utilizadas para indicar a posição relativa de cada observação e por fim hierarquizar as localidades (Mingoti, 2005).

Para verificar a adequação da técnica de Análise Fatorial (AF) utilizou os testes de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO), o teste de esfericidade de Bartlett, a análise da matriz de correlação e a verificação da diagonal principal da matriz anti-imagem. Para a interpretação do KMO, considera-se 0,90-1,00: muito bom; 0,80-0,90: bom; 0,70-0,80: média; 0,60-0,70: razoável; 0,50-0,60: ruim; e < 0,50: inaceitável. Já o teste Test of Sphericity (BTS) de Bartlett, verifica a hipótese de que a matriz de correlação é uma matriz identidade, ou seja, que não há correlação entre as variáveis. Foi mensurada ainda, a magnitude da variância explicada pelos componentes selecionados na análise fatorial (Hair Junior *et al.*, 2005; Fávero *et al.*, 2009; Lemos, 2015).

A aferição do grau de sustentabilidade na atividade pecuária leiteira para cada uma das 137 mesorregiões foi feita por meio dos valores dos fatores (escores fatoriais) para cada uma das observações. Assim, com base em estudos oriundos de Bezerra e Lima (2022) e Melo e Parré (2007), gerou-se a equação 3 - Índice Bruto da Pecuária Leiteira – INBPEC:

$$INBPEC = \frac{\sum_{i=1}^N (W_i \cdot f_{ij})}{\sum_{i=1}^N (W_i)} \quad (3),$$

em que:  $INBPEC_j$  = Índice bruto de sustentabilidade da pecuária leiteira do j-ésimo município;  $w_i$  = peso atribuído ao i-ésimo componente principal ( $w_i$  = percentual da variância explicada pelo componente i / percentual da variância explicada por todos os fatores);  $f_{ij}$  = escore fatorial do i-ésimo componente para a j-ésimo mesorregião;  $i = 1, \dots, n$  (componentes principais);  $j = 1, \dots, 137$  (mesorregião).

O índice de sustentabilidade na pecuária leiteira (INPEC) para cada mesorregião foi padronizado com base em Briguglio *et al.* (2009) através do método Min-Max, exibido na equação 4. A partir daí, por meio de interpolação, considerando-se o maior valor como 100 e o menor valor por zero, foi obtido o INPEC para cada mesorregião, atribuindo-lhes uma ordenação. Logo, quanto mais próximo de 100, mais sustentável é a atividade da pecuária leiteira da localidade:

$$INPEC_j = \frac{INBPEC_j - INBPEC_{\min}}{INBPEC_{\max} - INBPEC_{\min}} \quad (4),$$

em que:  $INPEC_j$  = Índice de sustentabilidade da pecuária leiteira do j-ésimo município;  $INBPEC_j$  = Índice bruto de sustentabilidade da pecuária leiteira do j-ésimo município;  $INBPEC_{\min}$  = Índice Bruto de sustentabilidade da pecuária leiteira mínimo;  $INBPEC_{\max}$  = Índice Bruto de sustentabilidade da pecuária leiteira máximo.

### *Análise de Agrupamentos (Clusters)*

A análise de cluster é um método estatístico que possibilita o agrupamento de elementos, locais com base em similaridades, semelhanças (ou proximidade) e/ou diferenças, dessemelhança (ou distância) das características que estes atores possuem. Assim, os grupos são formados de modo a obter-se homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre eles (Fávero *et al.*, 2009; Marroco, 2003).

Existem dois grupos de procedimentos ou métodos para a combinação dos elementos nos agrupamentos: os hierárquicos e os não-hierárquicos. Nesta pesquisa optou-se pelo agrupamento hierárquico e dentre os procedimentos existentes nessa técnica (ligação simples, método do centroide, ligação completa, ligação média, método de Ward) utilizou-se o método de Ward, uma vez que a abordagem procura formar grupos com maior homogeneidade interna e considera a diferença dos tamanhos dos conglomerados comparados (Hair Junior *et al.*, 2005).

Utilizou-se o quadrado da distância euclidiana de cada elemento amostral de conglomerado em relação ao correspondente vetor de médias do conglomerado, seguindo a equação a seguir:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (5),$$

em que:  $X_{ik}$  representa o valor da variável k referente a observação i; e  $X_{jk}$  traduz a variável k para a observação j. Logo, quanto menor a distância mais similar serão as observações. A pesquisa utilizou o método hierárquico pelo método K-médias e segregou as mesorregiões em 05 grupos: baixo, baixo médio, médio, médio alto e alto.

### *Econometria espacial – Índice de Moran*

A utilização de técnicas da econometria espacial se dá quando existe a presença de autocorrelação e heterogeneidade espacial dos dados, pois essa área de análise parte do pressuposto de que todas as variáveis se relacionam de tal forma

que as variáveis mais próximas apresentam uma influência mais significativa do que variáveis mais distantes. A ideia da proximidade dá origem à existência de uma distância relativa, não necessariamente no sentido geográfico, mas também distâncias no sentido socioeconômico e político (Silva; Borges; Parré, 2014; Vieira, 2009).

Segundo Golgher (2015), a construção das técnicas da econometria espacial deve apresentar as etapas metodológicas a seguir: a) Construção da Matriz de Dados Espaciais: visa colocar os dados espaciais em sua forma matricial, com o objetivo de estabelecer a atuação das características das observações vizinhas numa localidade próxima, utilizando o critério de vizinhança; b) Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE): com a identificação de variáveis dependentes e independentes, a AEDE calcula a autocorrelação espacial e a interdependência espacial entre todos os polígonos em estudo, por meio da estatística do Índice de Moran:

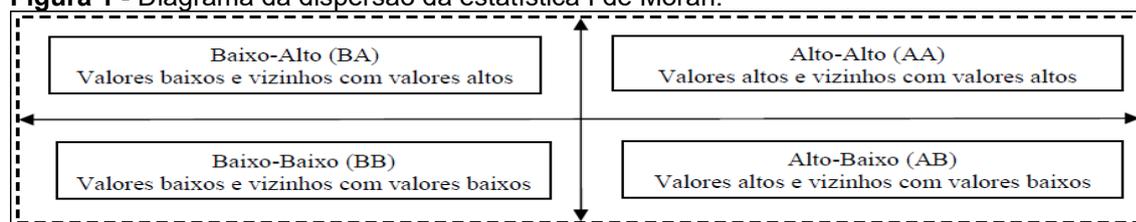
$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\left( \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \right) \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (6),$$

em que:  $n$  é o número de unidades espaciais,  $x_i$  a variável de interesse e  $w_{ij}$  é o peso espacial para o par de unidades espaciais  $i$  e  $j$ , peso esse diferente do apresentado na análise fatorial, medindo o grau de interação entre elas.

O coeficiente  $I$  de Moran testa a hipótese nula de interdependência espacial, contanto valores entre 0 e +1 indicam correlação espacial positiva e valores entre 0 e -1 indicam correlação espacial negativa. Quando positiva revela que há uma similaridade entre os valores do INPEC e da localização espacial. Uma indicação de autocorrelação espacial negativa revela por sua vez que há uma dissimilaridade entre os valores do atributo estudado e da sua localização espacial.

Os valores de  $I$  de Moran apresentam-se em um plano cartesiano, classificados da seguinte maneira:

**Figura 1** - Diagrama da dispersão da estatística  $I$  de Moran.



Fonte: Capucho e Parré (2010).

Lemos (2015) enfatiza que todo índice é uma tentativa reducionista de enquadrar um conceito holístico (independentemente do número de indicadores que utilize) e devem-se encarar os resultados obtidos nessas tentativas como aproximações, ou como sinalização do patamar das variáveis estudadas e que entram na composição do Índice. Assim, a intenção do estudo é que ele consiga se tornar uma fonte de informações e de conhecimentos para quem pretende atuar de forma prospectiva no entendimento da sustentabilidade da produção de leite nas mesorregiões do país. A pesquisa utilizou o software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 24 para o tratamento estatístico dos dados, além do GeoDa para análise espacial dos dados gerados pós análise fatorial e criação do INPEC. A próxima seção apresenta os resultados e discussões gerados a partir das manobras elencadas na metodologia.

## Resultados e discussão

### Identificação de fatores determinantes da sustentabilidade da produção pecuária leiteira

Com a finalidade de aplicar Análise Fatorial, utilizou-se o teste de Kaiser-Meyer-Olkin – KMO, que apresentou um alto poder de explicação dos dados (0,782), como também o teste de esfericidade de Bartlett que apresentou resultado satisfatório, rejeitando, portanto, a hipótese nula de que a matriz de correlação é matriz identidade (Tabela 1).

**Tabela 1** - Medida de adequação amostral (teste KMO) e teste de *Bartlett* (BTS)

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		0,782
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	5.639,417
	Df	325,00
	Sig.	0,000

Fonte: Elaborada pelos autores.

A matriz anti-imagem mostrou que os valores da diagonal principal eram todos superiores a 0,5, confirmando assim que as variáveis utilizadas eram adequadas ao estudo e, portanto, o uso da Análise Fatorial se mostrava satisfatório. Essa técnica permite ao pesquisador a redução do número de variáveis, com vistas a agrupá-las. Após a rotação dos fatores e considerando a literatura em que afirma que se deve considerar apenas os fatores cujos valores de *eigenvalue* ou raiz característica são maiores que um, o modelo conseguiu explicar 83,10% da variância original dos dados e por conseguinte houve a sintetização das 26 variáveis em 6 componentes principais ou fatores e com uma perda mínima de informações (Tabela 2).

**Tabela 2** - Raiz característica, variância explicado pelo fator, acumulada e pesos

Fatores	Raiz Característica (Eigenvalues)	Variância explicada pelo fator (%)	Variância acumulada (%)	Pesos (w)
Fator 01	7,449	28,650	28,65	1,000
Fator 02	6,654	25,593	54,24	0,472
Fator 03	2,963	11,395	65,64	0,174
Fator 04	1,878	7,222	72,86	0,099
Fator 05	1,527	5,873	78,73	0,075
Fator 06	1,136	4,370	83,10	0,053

Fonte: Elaborada pelos autores.

As cargas fatoriais e as comunalidades, conforme observado na Tabela 3, são definidas como a “quantia total de variância que uma variável original compartilha com todas as outras variáveis incluídas na análise” (Hair Junior *et al.*, 2005, p. 90), de todas as variáveis após rotação. Ou seja, as comunalidades representam quanto do percentual da variação de uma variável é explicada pelo conjunto dos componentes principais formados e quando encontrado valores abaixo de 0,5 a variável deve ser retirada. Destaca-se que na pesquisa todas as cargas fatoriais apresentam valores superiores a 0,5, o que possibilita considerar as variáveis na análise.

**Tabela 3** - Componentes (cargas fatoriais) e comunalidades

	Componentes	

Índice de sustentabilidade da produção da pecuária leiteira nas mesorregiões do Brasil

	Variáveis	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Comunalidades
Produtividade	X1	<b>0,785</b>	-0,115	0,019	0,340	0,235	-0,102	0,812
EstProdleite	X2	0,046	0,756	0,265	<b>0,513</b>	0,128	0,085	0,930
EstPecuaria	X3	-0,117	<b>0,935</b>	0,206	0,159	0,149	-0,001	0,977
PecPessoalOcup	X4	-0,161	<b>0,922</b>	0,228	0,180	0,135	-0,012	0,979
PecTerrasProp	X5	-0,102	<b>0,937</b>	0,191	0,171	0,132	-0,019	0,971
EstAgropecuário	X6	-0,139	<b>0,885</b>	-0,142	0,173	0,273	-0,024	0,927
PecFinanciamento	X7	-0,271	0,184	<b>0,872</b>	0,075	-0,059	0,009	0,877
PecCriaçaoBovinos	X8	-0,183	0,374	<b>0,574</b>	0,125	-0,283	-0,146	0,619
Vacasorden	X9	0,137	0,467	0,278	<b>0,774</b>	-0,054	0,039	0,917
QtdLeite	X10	0,264	0,285	0,132	<b>0,885</b>	0,073	0,021	0,957
ValorProdLeite	X11	0,267	0,286	0,112	<b>0,878</b>	0,087	0,024	0,945
AplicaCalcario	X12	<b>0,863</b>	-0,105	-0,155	0,071	-0,286	-0,023	0,868
EstNaoUtiAgrotoxico	X13	<b>-0,703</b>	0,060	0,090	-0,126	-0,441	0,027	0,717
CotroleDoenças	X14	0,314	0,102	<b>0,896</b>	0,128	0,129	-0,079	0,952
UsoSuplementos	X15	0,188	0,150	<b>0,898</b>	0,124	0,136	-0,029	0,898
EstBeneficiamento	X16	-0,172	0,357	-0,325	<b>0,410</b>	0,332	-0,068	0,545
PecEnergia	X17	<b>0,645</b>	0,011	0,440	0,042	0,143	0,377	0,775
PecOrientTec	X18	<b>0,795</b>	-0,216	-0,115	0,288	-0,050	0,045	0,780
IDH	X19	<b>0,864</b>	-0,158	0,107	0,056	-0,226	0,014	0,837
Temtelefone	X20	<b>0,900</b>	0,036	0,269	0,004	-0,070	0,096	0,898
AcessoInternet	X21	<b>0,915</b>	-0,030	0,002	-0,035	-0,075	0,065	0,849
PecAgriculFAMIL	X22	-0,374	0,252	-0,034	0,169	<b>0,776</b>	-0,084	0,843
PecPessoalOcLaços	X23	-0,166	0,238	0,149	0,000	<b>0,800</b>	-0,072	0,752
AssEntClasse	X24	0,330	0,205	-0,006	0,027	<b>0,664</b>	0,230	0,645
Escolaridade	X25	-0,026	0,083	-0,041	-0,191	-0,033	<b>-0,788</b>	0,668
PecIrrigação	X26	0,069	0,112	-0,347	-0,335	-0,061	<b>0,647</b>	0,672

Fonte: Elaborada pelos autores.

O Fator 1 representou 28,65% da variância total das variáveis, as quais revelaram aspectos positivos e importantes em respeito a sustentabilidade da pecuária leiteira. As variáveis que se agruparam nesse fator foram em ordem de importância: X<sub>21</sub>: acesso a internet; X<sub>20</sub>: Estabelecimentos com telefone; X<sub>19</sub>: IDH; X<sub>12</sub>: Estabelecimentos com aplicação de calcário; X<sub>18</sub>: Pecuária Orientação técnica; X<sub>1</sub>: Produtividade; X<sub>13</sub>: Estabelecimentos que não fizeram uso de agrotóxico e X<sub>17</sub>: Estabelecimentos da pecuária com energia elétrica. Pode-se afirmar que esse fator agrupou em sua maioria, variáveis sociais.

O Fator 2 apresentou relação forte com as variáveis da dimensão econômica: X<sub>5</sub>: Estabelecimentos Pecuária Terras próprias (0,937); X<sub>3</sub>: Estabelecimentos da pecuária (0,935); X<sub>4</sub>: Pecuária Pessoal Ocupado (0,922) e X<sub>6</sub>: Estabelecimentos agropecuários (0,885). O Fator 3 agrupou quatro variáveis sendo duas ambientais e

duas econômicas a saber: X<sub>15</sub>: Uso de suplementos (0,898); X<sub>14</sub>: Controle de doenças (0,896); X<sub>7</sub>: Estabelecimentos com acesso a financiamentos (0,872) e X<sub>8</sub>: Pecuária Criação de bovinos (0,574).

O Fator 4 representa 7,22% da variância total e é composto pelo agrupamento de 04 variáveis econômicas X<sub>10</sub>: Quantidade de Leite Produzida (0,885); X<sub>11</sub>: Valor da Produção de leite (0,878); X<sub>9</sub>: Vacas ordenhadas (0,774) e X<sub>16</sub>: Estabelecimentos com instalações de beneficiamentos (0,410).

Os Fatores 5 e 6 agregaram variáveis sociais. O Fator 5 agrega as variáveis X<sub>23</sub>: Pecuária Pessoal com laços familiares com o proprietário (0,800); X<sub>22</sub>: Pecuária com agricultura familiar (0,776) e X<sub>24</sub>: Estabelecimentos associados a entidade de classe (0,664). No Fator 6 observa-se a congregação de 2 variáveis sendo: X<sub>26</sub>: Pecuária com algum tipo de irrigação (0,647), corroborando com dados de Paiva (2018) e Paiva, Lemos e Campos (2021) onde ambos os estudos provaram por meio da criação de índices que a pluviometria, ou seja, a disponibilidade de água estava associada a melhores resultados na pecuária leiteira nos municípios do Ceará.

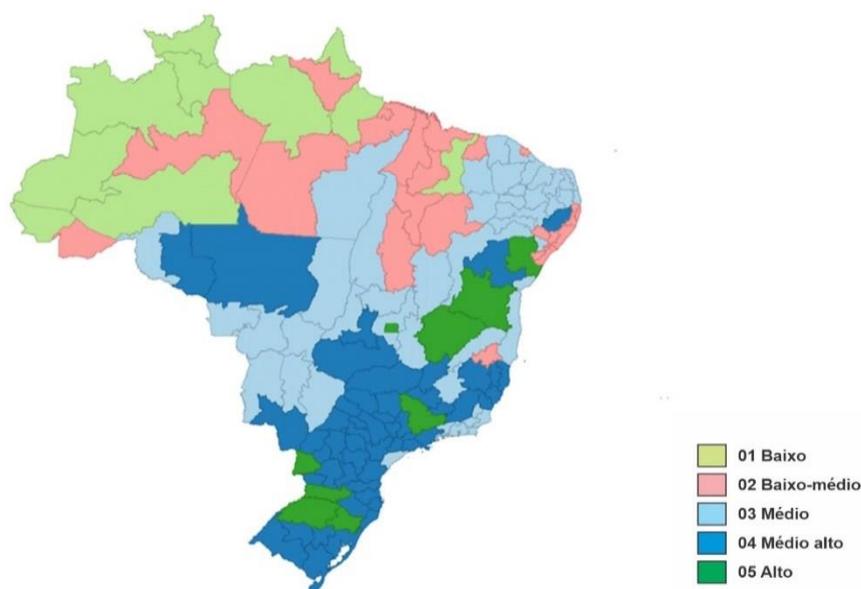
Contudo Lemos (2015) acrescenta que, o rendimento da agropecuária é penalizado tanto pelo excesso como pela escassez de água. Outra variável que contribuiu para a formação do Fator 6 foi a X<sub>25</sub>: Escolaridade (-0,788) agregando de forma negativa, induzindo assim que mesorregiões com baixa escolaridade obtém um menor nível de sustentabilidade. Acrescenta-se ainda que nos estabelecimentos agropecuários o percentual de pessoas que nunca frequentou escola, apesar de saberem ler ou não ou mesmo frequentou até alfabetização no Brasil foi de 30%.

#### *Cálculo e análise do índice de sustentabilidade da pecuária leiteira*

Na sequência é analisado os escores fatoriais, ou seja, o valor do fator para cada mesorregião do país. A análise do fator foi feita por meio de variáveis normalizadas, ou seja, com média zero e desvio padrão igual a 1. Logo, pode-se interpretar que os índices com valores próximos de zero indicam nível insuficiente de sustentabilidade na pecuária leiteira e, quanto mais próximo em relação a 100, mais sustentável é a mesorregião na atividade da pecuária leiteira.

O INPEC será apresentado em forma de clusters para uma melhor visualização e entendimento. O valor médio situou-se em 57,70%, o mínimo foi de 0% encontrado na mesorregião do Norte Amazonense (AM) e o máximo no Centro Sul Baiano (BA). Foi considerada a segregação em 05 clusters dos quais os autores classificaram em: 01 - baixo (0 a 24,95%), 02 - baixo-médio (valores de 25% a 39,95%), 03 - médio (valores de 40% a 62,95%), 04 - médio-alto (valores de 63% a 83,95%) e 05 - alto (valores de 84% a 100%). Os resultados exibidos no mapa (FIGURA 2).

**Figura 2** - Índice de Sustentabilidade da Pecuária leiteira (INPEC) para as mesorregiões



Fonte: Elaborada pelos autores.

O clusters 01 - baixo teve INPEC médio de 16,9. Nele estavam 10 mesorregiões, onde 09 estavam situadas na região Norte do país, confirmando assim, conforme dados do Censo (IBGE, [2017]) que o leite, do ponto de vista econômico nessa região, se constitui de uma atividade marginal. As mesorregiões com os menores INPECs exibiram as menores taxas de número de estabelecimentos agropecuários, vacas ordenhadas, baixa produtividade, menores valores relativos à produção de leite, menores percentuais de estabelecimentos que detinham controle de pragas, percentuais de proprietários com baixa escolaridade entre 35 a 52%, retratando o baixo nível de escolaridade e baixo acesso a financiamentos.

De acordo com Embrapa (2020), de todos os estados do Norte do país, apenas Rondônia estabeleceu ações efetivas para a formulação de políticas públicas para a atividade, com a oficialização, em 1999, do Fundo Proleite, que se baseava em três linhas de atuação: o Programa Proleite, responsável por desenvolver ações que visavam a melhoria da produção, produtividade e qualidade do leite; o Fundo Proleite, para dar sustentação econômica ao programa; e o Condalron, instância normativa e cujo objetivo era analisar, propor e aprovar políticas públicas para o setor. Das mesorregiões estudadas, as do estado de Rondônia refletem essas ações com índice classificado por médio para a mesorregião de Madeira-Guaporé (45,17%) e médio alto para Leste Rondoniense (75,93%).

O cluster 02 - baixo-médio, registrou INPEC médio de 34,14. Observou-se 22 mesorregiões, 14 da região Nordeste e 07 da região Norte, confirmando que as regiões Norte e Nordeste não tem protagonismo na produção de leite no Brasil. Nessas mesorregiões a produtividade é relativamente baixa com média de 20%, pouca cobertura de orientação técnica abaixo de 25%. Para essas localidades o percentual médio de irrigação foi de 5%, o que reafirma dados demonstrados nos estudos de Lemos *et al.* (2022), em que comprovou que há interface entre a quantidade disponibilizada de água, o número de vacas em lactação, a produtividade diária e o preço de leite recebido pelos agricultores são as definidoras da produção de leite.

O cluster 03 – médio agregou 46 mesorregiões, cujo INPEC médio foi de 52,97 e o cluster 04 - médio-alto 50 mesorregiões, INPEC 74,28. As mesorregiões do cluster

alto são em sua maioria das regiões sul, sudeste e centro este, com exceção do Centro Norte Baiano que também se agrupo com INPEC de 77%.

O cluster 05 – alto contemplou 09 mesorregiões, das quais 05 são da Região Sul do país, região responsável por 34% de toda produção total do país, a média do índice foi de 92,68. A Mesorregião Centro Sul Baiano ficou com INPEC de 100, ou seja, maior indicador das localidades. Dos dados destacam-se que a mesorregião baiana apresentou o maior número de estabelecimentos agropecuários nas atividades de pecuária e criação de outros animais, estabelecimentos que tinham energia, pecuária desenvolvida em terras próprias, maior número de pessoal ocupado, percentual de 78% de estabelecimentos que não utilizaram agrotóxico e controle de doenças de 64%.

Apesar da mesorregião centro sul baiano está fora dos principais polos produtores (sul e sudeste), ela apresentou o maior INPEC, justificado por apresentar os maiores números de estabelecimentos agropecuários nas atividades de pecuária e criação de outros animais, estabelecimentos que tinham energia, pecuária desenvolvida em terras próprias, maior número de pessoal ocupado, percentual de 78% de estabelecimentos que não utilizaram agrotóxicos e controle de doenças de 64%. Contudo, ao fazer a análise espacial observou-se que o município se classificou no grupo insignificante assumindo assim que a mesorregião não transbordava seus resultados a vizinhança.

Das 137 mesorregiões, o centro sul baiano, em 2021, apresentou a vigésima terceira maior produção de leite no país. A Secretaria da agricultura da Bahia, reforça que a produtividade do leite vem crescendo ano a ano e o estado já ultrapassou a produção de 1 bilhão de litros/ano. Na região tem a unidade da Laticínios Davaca, que processa 650 mil litros de leite por dia, produzindo mensalmente mil toneladas de soro de leite em pó e outras 2.300 toneladas de derivados industrializados.

A segunda localidade com maior INPEC foi o Noroeste Rio-grandense 99,02, cujos indicadores econômicos foram bem significativos como a citar número de estabelecimentos que produziram leite (89%), quantidade de vacas ordenhadas 77%, quantidade produzida de leite 100%, destacando que a mesorregião Noroeste Rio-Grandense (RS) desponta como a maior mesorregião produtora, com 2,90 bilhões de litros de leite ou cerca de 8,19% do leite brasileiro. O controle de doenças no período analisado foi de 84%. 99% dos estabelecimentos tinham energia, o maior percentual de estabelecimentos com agricultura familiar, percentual considerável de assistência técnica, todavia o percentual de estabelecimentos que não utilizaram agrotóxicos foi de apenas 14%.

Das mesorregiões classificadas com alto INPEC, demonstra-se que foram as que na base de dados apresentaram as maiores quantidades produzidas de leite, maior produção em termos monetários, maior quantidade de estabelecimentos que produziram leite de vaca, maior quantidade de estabelecimentos que receberam orientação técnica, maior controle de doenças e pragas e disponibilidade de recursos hídricos.

Nesse sentido Pizzio *et al.* (2023), analisaram o cenário nacional da produção de leite e calculou o Quociente Locacional dos estados, resultados esses que corroboram com os encontrados no presente artigo, uma vez que os autores concluíram que os estados mais especializados na atividade e que não sofreram com os impactos da pandemia foram: Rondônia (RO), na região Norte; todos os estados da região Sul do País, Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS); Goiás (GO), da região Centro-Oeste; Minas Gerais, da região Sudeste e; Ceará (CE),

Rio Grande do Norte (RN), Paraíba (PB) e Sergipe (SE), na região do Nordeste. Logo, os panoramas encontrados nas pesquisas reforçam o papel elementar e primordial que a atividade leiteira tem para a economia e o desenvolvimento regional de grande parte dos estados brasileiros.

Os dados catalogados reforçam que, o baixo índice de sustentabilidade na pecuária leiteira nas mesorregiões é consequência da falta de orientação técnica, baixa disponibilidade de recursos hídricos, baixo nível de controle de doenças e pragas nos animais, escolaridade, baixa produtividade. Todavia, para obter-se um rendimento cada vez melhor na pecuária é preciso vencer etapas, como melhoria de conhecimento técnico e gerencial dos produtores, da gestão eficiente das águas, da produção e armazenamento de forragens suficientes para atravessar períodos secos e, principalmente, do fortalecimento do cooperativismo e do associativismo.

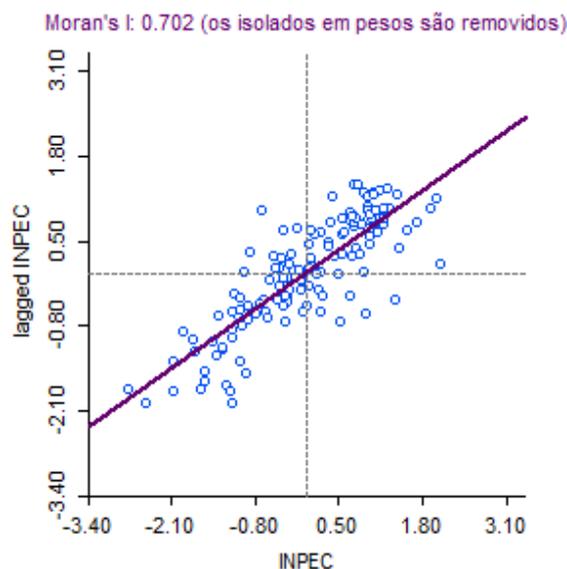
### *Análise espacial da pecuária leiteira*

Ressalta-se que as estatísticas espaciais (Global e Local) foram atingidas considerando uma matriz de vizinhança do tipo Queen normalizada, testes considerando 95% de confiança e 999 permutações aleatórias. Portanto, utiliza-se a matriz binária de pesos espaciais ( $W$ ) que atribui valor 1 (um) para o caso em que duas mesorregiões são vizinhas e valor 0 (zero) no caso contrário.

A hipótese nula de aleatoriedade não pôde ser aceita e, conseqüentemente, duas situações são possíveis: mesorregiões que apresentaram altos INPEC, de maneira geral, podem estar geograficamente próximas daquelas que demonstraram elevados índices e, por outro, mesorregiões que apresentaram baixos índices, geralmente, estariam rodeadas por outras que também apresentam baixos índices no período analisado.

A Figura 3 apresenta o valor da estatística de Moran Global, exibindo resultado positivo e significativo apontando assim indícios de dependência espacial.

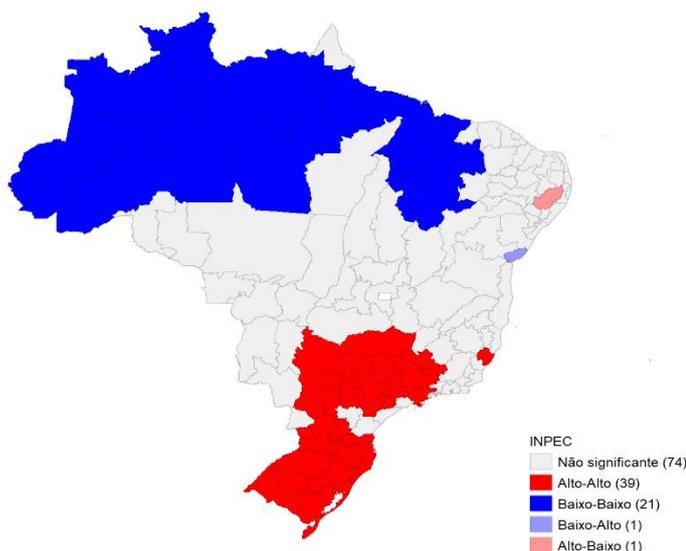
### **Figura 3** – Gráfico de dispersão de Moran



Fonte: Elaborado pelos autores.

Não obstante, 137 localidades, número relativamente elevado, obter o cálculo de um único índice global não seria satisfatório para identificar conglomerados de mesorregiões com valores significativamente altos ou baixos, ou, então, distintos entre si. Com a intenção de captar os efeitos diretos de vizinhanças utilizou-se o Índice de Moran Local ou LISA (Figura 4). O resultado do teste de Moran local é um mapa temático composto por cinco cores distintas: vermelho, azul (escuro), azul (claro), rosa e cinza.

**Figura 4** - Clusters univariados do INPEC



Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir do resultado contidos na figura 4 é possível constatar que a maior parte das mesorregiões (55%) é insignificante e consequentemente, representada pela cor cinza. Portanto, tais localidades não possuem comportamento padronizado em seus respectivas índices de sustentabilidade da pecuária leiteira. Contudo, a visualização do diagrama reforça que 39 mesorregiões estão localizadas no quadrante

AA, ou seja, regiões em de alto índice da pecuária que são cercadas por outros que também possuem altos índices de pecuária (Alto-Alto) no período analisado. Nesse grupo, destaca-se a Região Sul e Sudeste do país.

Dos dados significantes, cerca de 15,5% das mesorregiões que se enquadram no tipo Baixo-Baixo, ou seja, localidades com baixos INPECs e que são cercadas por outras com baixos índices. Estão nesse grupo 21 localidades especialmente localizadas no Norte do Brasil. Logo, indica uma relação espacial positiva para o INPEC e ratifica os clusters encontrados na seção anterior e exibido na figura 4, em que desenha a formação de clusters espaciais para o INPEC nacional. No geral, observa-se que tanto a relação vermelha quanto a azul representam dados mais similares entre si.

## Considerações finais

O presente estudo buscou mensurar a sustentabilidade da pecuária leiteira nas 137 mesorregiões do país por meio da elaboração do INPEC – índice aferido a partir de técnicas multivariadas (Análise Fatorial), identificando seus principais condicionantes, além de hierarquizar e avaliar a interdependência espacial entre todos os polígonos da área de estudo.

A abordagem trabalhou no caráter multidimensional da sustentabilidade elencada nas dimensões econômicas, ambientais e sociais. A partir da proposta foi possível classificar as mesorregiões quanto a sustentabilidade na atividade pecuária leiteira, dividindo as mesorregiões em cinco agrupamento dos quais foram nomeados por: 01 - baixo (0 a 24,95%), 02 - baixo-médio (valores de 25% a 39,95%), 03 - médio (valores de 40% a 62,95%), 04 - médio-alto (valores de 63% a 83,95%) e 05 - alto (valores de 84% a 100%).

Foram observadas 09 mesorregiões no cluster alto, dos quais destacam-se 03 da Região Sul. No cluster caracterizado por médio – alto verificou-se a presença de 50 mesorregiões. O cluster médio abrigou 46 mesorregiões. No cluster baixo – médio observou-se a presença de 22 mesorregiões, onde em sua maioria eram localidades das regiões Nordeste e Norte do país. O cluster baixo, ou seja, dos menores índices da pecuária, agregou 10 mesorregiões e 90% eram provenientes da Região Norte do País, confirmando assim que a Região não tem protagonismo na pecuária leiteira nacional.

Foi possível verificar que alguns condicionantes são determinantes para o atingimento de níveis satisfatórios de sustentabilidade como fatores ambientais tais como controle de pragas e doenças nos animais, acesso a recursos hídricos, acesso a água.

Por meio das análises espaciais foi possível verificar os efeitos transbordamentos de algumas mesorregiões, sobretudo nas regiões do sul, sudeste no nível alto-alto, onde as mesorregiões e seus vizinhos apresentaram índice da pecuária alto, confirmando os dados catalogados nos clusters 04 – alto e 02 – médio alto. Houve a identificação ainda dos grupos baixo-baixo, onde as mesorregiões e seus vizinhos exibiram índices baixos quanto à sustentabilidade da atividade leiteira, destaca-se as mesorregiões da Região Norte, cluster 03 – baixo.

Os dados reforçam que, o baixo índice de sustentabilidade na pecuária leiteira, segregado por mesorregiões do país, é consequência da falta de orientação técnica, baixa disponibilidade de recursos hídricos, baixo nível de controle de doenças e pragas nos animais, escolaridade, baixa produtividade, dentre outros. O maior índice

foi aferido no Centro Sul Baiano, apesar da mesorregião não estar entre os principais polos produtores (sul e sudeste). Contudo a região não se mostrou estatisticamente significativa quanto aos efeitos transbordamentos. De modo geral, as regiões que apresentaram os maiores INPECs, apresentaram maior produtividade, maior percentual de orientação técnica, acesso a financiamentos, maior controle de doenças, maior acesso a recursos hídricos, percentual de associados a entidade de classe da ordem de 80%, além de IDHs também acima de 80%.

Esses resultados indicam a importância da atividade pecuária leiteira para todo o país em especial para as regiões sul e sudeste, enfatizando assim os resultados das grandes bacias leiteiras nacionais, desponta ainda o estado da Bahia e de Minas Gerais. Através das pesquisas realizadas e do processamento da base de dados foi possível identificar as variáveis que compõem os entraves para o alcance de um nível satisfatório de sustentabilidade. Por essas razões é importante ações e políticas de amparo aos produtores incrementando então o fortalecimento da produção leiteira em cada uma das mesorregiões aqui examinadas e desenvolver novas políticas que possibilitem maior produtividade, competitividade e, sobretudo sustentabilidade de toda a cadeia produtiva do leite.

Por fim, mensurar a sustentabilidade da atividade da pecuária leiteira em todo o território nacional não é tarefa fácil, especialmente porque o Brasil é um país continental e uma das características é a diversidade quer seja econômica, social e cultural. Todavia, o artigo se dedicou a construir um índice que pudesse captar o conceito holístico de sustentabilidade por meio de indicadores que refletem a significância nos resultados aqui elencados. Assim, o estudo foi capaz de trazer algumas contribuições: a discussão sobre a pecuária leiteira em todo o país, o diagnóstico da situação da pecuária leiteira em todas as 137 mesorregiões do país, os condicionantes que precisam ser melhorados em cada localidade, além de identificar as regiões que não apresentam efeito transbordamentos na atividade aqui investigada.

O trabalho apresentou algumas limitações, uma vez que não foram analisados os aspectos qualitativos do desenvolvimento da pecuária leiteira nas mesorregiões, bem como a disponibilidade de dados atualizados, que interferem diretamente nos resultados. Assim, fica como sugestão para futuras pesquisas a inserção de variáveis qualitativas, ou mesmo, a investigação a nível municipal.

## Referências

ALMEIDA, J.; NAVARRO, Z. **Reconstruindo a agricultura**: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. 3.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

ALTIERI, M. A.; MASERA, O. Desenvolvimento rural sustentável na América Latina: construindo de baixo para cima. *In*: ALMEIDA, Jalcione; NAVARRO, Zander. **Reconstruindo a agricultura**: idéias e ideais na perspectiva do desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1997.

BEZERRA, F. N. R.; LIMA, F. A. X. Multidimensionalidade do desenvolvimento rural nos municípios do Ceará. **Revista Cerrados**, Montes Claros, v. 20, n. 1, p. 149–186, 2022. DOI: 10.46551/rc24482692202207.

BRIGUGLIO, L.; CORDINA, G.; FARRUGIA, N.; VELLA, S. Economic vulnerability, and resilience: concepts and measurements. **Oxford Development Studies**, London, v. 37, n. 3, p. 229-247, 2009.

BRUNDTLAND, G. H. **Our common future**. London: Oxford University Press, 1987.

CAMPOS, K. K.; PIACENTI, C. A. Agronegócio do leite: cenário atual e perspectivas. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURA, 45., 2007, Londrina. **Anais** [...]. Londrina: UEL, 2007. p. 1-19.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 70-85, jul./set. 2002.

CAPUCHO, T. O.; PARRÉ, J. L. Produção leiteira no Paraná: um estudo considerando os efeitos espaciais. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, 8., 2010, Juiz de Fora. **Anais** [...] Juiz de Fora: Aber, 2010.

ELIAS, D. **Agronegócio e reestruturação urbana e regional no Brasil**. *In*: BÜHLER, E.A., GUIBERT, M., and OLIVEIRA, V.L., comps. *Agriculturas empresariais e espaços rurais na globalização: abordagens a partir da América do Sul* [online]. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2016, pp. 63-81.

EMBRAPA. **Pecuária de leite em Rondônia ganha reforço com início de projeto da Embrapa no Programa Agroleite**. Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/56518796/pecuaria-de-leite-em-rondonia-ganha-reforco-com-inicio-de-projeto-da-embrapa-no-programa-agroleite>. Acesso em: 7 jul. 2023.

EMBRAPA. **O futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

FAVERO, C. C. Os movimentos sociais e a questão do desenvolvimento. **GEPEC**, Toledo, v. 7, n. 2, p. 2-30, 2007. DOI 10.48075/igepec.v7i2.291

FÁVERO, L. P.; BELFIONE, P.; SILVA, F. L.; CHAN, B. L. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture**. London: Springer-Verlag, 1990.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: the ecology of sustainable food system productions. 3. ed. Florida: CRC Press, 2001. Disponível em: <https://books.google.com.br/books>. Acesso em: 11 jun. 2023.

GOLGHER, A. B. **Introdução à econometria espacial**. Jundiaí: Paco, 2015.

GOMES, S. T. *et al.* Gerenciamento rural e gestão da qualidade em empresas rurais produtoras de leite. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 15., 2002, [s. l.]. **Anais [...]**. [S. l.: s. n.], 2002.

HAIR JUNIOR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

IBGE. **Censo agropecuário**. Rio de Janeiro: IBGE, [2017]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/2017>. Acesso em: 15 jun. 2023.

IBGE. **Produção pecuária municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

KAGEYAMA, A. Desenvolvimento rural: conceito e medida. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 379-408, set./dez. 2004.

LEMOS, J. de J. S. **Pobreza e vulnerabilidades induzidas no Nordeste e no Semiárido brasileiro**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2015. (Tese de concurso público para professor titular). Disponível em: <http://www.lemos.pro.br/wp-content/uploads/TESE-MONTADA-PARA-O-SITE.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2023.

LEMOS, J. de J. S.; PAIVA, E. C. de; COSTA FILHO, J. da; HOLANDA, F. J. C. de. Interação entre as instabilidades espacial e temporal da pluviometria na produção de leite no Ceará. **Revista de Economia e Agronegócio**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 1-22, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rea/article/view/13671>. Acesso em: 8 fev. 2023.

MARROCO, J. **Análise estatística com utilização do SPSS**. Lisboa: Edições Sílabo, 2003.

MELO, C. O.; PARRÉ, J. L. Índice de desenvolvimento rural dos municípios paranaenses: determinantes e hierarquização. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 329-265, abr./jun., 2007.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 2005.

OLIVEIRA, A. U. Agricultura e Indústria no Brasil. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, n. 58, p. 5-64, set. 1981.

PAIVA, E. **Simulações metodológicas para detectar formação de expectativas e tornar a produção de leite sustentável no semiárido cearense**. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

PAIVA, E. C., LEMOS, J. J. S., CAMPOS, R. T. Previsões para a produção de leite sob instabilidade pluviométrica no Ceará no período de 1974 a 2019. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 60, p. 1-15, 2021. Disponível em: <https://www.revistasober.org/article/doi/10.1590/1806-9479.2021.252091>. Acesso em: 16 jan. 2023.

PIZZIO, A.; POLASTRINI, A.; PEDROZA FILHO, M. X.; RIBEIRO, V. S. Impactos da pandemia da Covid-19 sobre a pecuária leiteira no Brasil. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 27, n. 1, p. 337–362, 2023. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/29123>. Acesso em: 28 mar. 2023.

REIS FILHO, R. J. C.; CARVALHO, A. P. **Plano de desenvolvimento da pecuária leiteira nas áreas irrigáveis do estado do Ceará**. Fortaleza: ADECE, 2009.

REIJNJES, C.; HAVEKORT, B.; WATERS-BAYER, A. **Agricultura para o futuro: uma introdução à agricultura sustentável e de baixo uso de insumos externos**. Rio de Janeiro: Livrista, 1994.

SANTOS, L. F.; LESSA, L. C. R.; COELHO, D. B.; LEMOS, J. de J. S. Pluviometria e produção de leite no Ceará: uma análise do período entre 1974 e 2014. **Encontros Universitários da UFC**, Fortaleza, v. 1, n. 1, p. 1618, 2016. Disponível em: <http://periodicos.ufc.br/eu/article/view/18231>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SCHNEIDER, S. Situando o desenvolvimento rural no Brasil: o contexto e as questões em debate. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 511-531, jul./set. 2010.

SEVILHA, G. E. Uma estratégia de sustentabilidade a partir da agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 35-45, 2001.

SILVA, A. G. **Gerenciamento rural e gestão da qualidade total em empresas rurais produtoras de leite**. 2000. 173 f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.

SILVA, J. G. Perspectivas da agricultura alternativa. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, DF, v. 4, n. 2, p. 117-128, maio/ago. 1987.

SILVA, L. N. S.; BORGES, M. J.; PARRÉ, J. L. Distribuição espacial da pobreza no Paraná. **Revista de Economia**, Curitiba, ano 37, v. 39, n. 3, p. 35-58, set./dez. 2014.

SILVA, L. H. A. da; CAMARA, M. R. G. da; TELLES, T. S. Evolução e distribuição espacial da produção de leite no estado do Paraná, Brasil. **Scientiarum. Human and Social Sciences**, Maringá, v. 38, n. 1, p. 37-47, 2016.

VIEIRA, R. S. **Crescimento econômico no Estado de São Paulo: uma análise espacial**. São Paulo: UNESP, 2009.

ZULAUF, W. E. O meio ambiente e o futuro. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 14, n. 39, p. 85-100, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142000000200009>. Acesso em: 9 mai. 2023.

## Apêndice 01- Descrição das variáveis

Código	Variável/Dimensão	Unidade
	Dimensão econômica	
X1	Produtividade	litros/vacas mil
X2	Número de estabelecimento agropecuário que produziu leite de vaca	Unidades
X3	Estabelecimentos agropecuários por grupo de atividade econômica (pecuária e criação de outros animais)	Unidades
X4	Estabelecimentos Pecuária Pessoal ocupado	Unidades
X5	Estabelecimentos da pecuária por terras próprias;	%
X6	Estabelecimentos agropecuários	Unidades
X7	Estabelecimentos Pecuária que obtiveram financiamentos	%
X8	Pecuária e criação de bovinos	%
X9	Vacas ordenhadas nos estabelecimentos agropecuários	%
X10	Quantidade de leite de vaca	Mil litros
X11	Valor da produção de leite de vaca	Mil reais
	<b>Dimensão ambiental</b>	
X12	Estabelecimentos agropecuários que fizeram uso de calcário e/ou outros corretivos do solo	%
X13	Estabelecimentos agropecuários que não utilizaram agrotóxicos	%
X14	Estabelecimentos que fizeram controle de doenças e/ou pragas	%
X15	Estabelecimentos que fazem uso de suplementação alimentar	%
X16	Estabelecimentos que fazem uso de instalações de beneficiamento quer seja própria, comunitária ou de terceiros	%
	<b>Dimensão social</b>	
X17	Estabelecimentos da pecuária com energia	%
X18	Estabelecimentos da pecuária que obtiveram orientação técnica	%
X19	Índice de desenvolvimento humano (IDH)	Índice
X20	Estabelecimentos que usufruem de telefone	%
X21	Estabelecimentos com acesso a internet	%
X22	Estabelecimentos Agricultura Familiar	%
X23	Estabelecimento cujo pessoal ocupado tem laços familiares	%
X24	Estabelecimentos filiados a entidade de classe	%
X25	Escolaridade do produtor representado pelo percentual de pessoas que nunca frequentou escola ou até alfabetização	%
X26	Estabelecimentos com algum tipo de irrigação	%

Fonte: IBGE e PNUD

Elaborado pelos autores

**Apêndice 02 - Índice de Sustentabilidade da Pecuária Leiteira (INPEC)**

Ord	Mesorregião	INPEC	Clusters	Ord	Mesorregião	INPEC	Clusters
1	Centro Sul Baiano (BA)	100,00	4	69	Noroeste de Minas (MG)	58,82	1
2	Noroeste Rio-grandense (RS)	99,02	4	70	Leste Goiano (GO)	58,69	1
3	Distrito Federal (DF)	97,03	4	71	Ext Oeste Baiano (BA)	58,28	1
4	Oeste Catarinense (SC)	96,91	4	72	Jequitinhonha (MG)	58,12	1
5	Sul/Sudoeste de Minas (MG)	92,61	4	73	Sudeste Mato-gros (MT)	57,99	1
6	Oeste Paranaense (PR)	89,53	4	74	Agreste Paraibano (PB)	57,36	1
7	Norte de Minas (MG)	87,11	4	75	Ocidental Tocantins (TO)	56,16	1
8	Nordeste Rio-grandense (RS)	86,44	4	76	Baixadas (RJ)	56,05	1
9	Nordeste Baiano (BA)	85,47	4	77	Sul Cearense (CE)	55,82	1
10	Araraquara (SP)	83,93	2	78	Sertão Pernambucano (PE)	55,39	1
11	Sudoeste Paranaense (PR)	82,94	2	79	Noroeste Goiano (GO)	55,20	1
12	Sul Catarinense (SC)	82,05	2	80	Sul Fluminense (RJ)	54,57	1
13	Triângulo Mineiro/Al Paranaíba (MG)	81,82	2	81	Centro-Sul Mato-gro (MT)	53,11	1
14	Vale do Itajaí (SC)	81,72	2	82	Noroeste Fluminense (RJ)	52,55	1
15	Centro Oriental Rio-grand (RS)	80,66	2	83	Nord Mato-grosse (MT)	51,84	1
16	Piracicaba (SP)	80,65	2	84	Oeste Potiguar (RN)	51,78	1
17	Norte Central Paranaense (PR)	79,98	2	85	Central Potiguar (RN)	51,27	1
18	Sudeste Rio-grandense (RS)	79,19	2	86	Borborema (PB)	51,11	1
19	Macro Metrop Paulista (SP)	78,75	2	87	Norte Cearense (CE)	50,95	1
20	Bauru (SP)	78,66	2	88	Sudeste Piauiense (PI)	50,41	1
21	Ribeirão Preto (SP)	78,60	2	89	Centro-Norte Piaui (PI)	50,22	1
22	Centro Ocidental Rio-grandense (RS)	78,49	2	90	Sertão Sergipano (SE)	49,98	1
23	Marília (SP)	77,87	2	91	Litoral Sul Paulista (SP)	49,59	1
24	Centro Norte Baiano (BA)	77,76	2	92	Centro-Sul Cearense (CE)	49,58	1
25	São José do Rio Preto (SP)	77,67	2	93	Vale São-Fco Bahia (BA)	49,14	1
26	Zona da Mata (MG)	77,50	2	94	Jaguaribe (CE)	48,83	1
27	Metrop de Porto Alegre (RS)	77,01	2	95	Norte Fluminense (RJ)	48,61	1
28	Norte Catarinense (SC)	76,91	2	96	Noroeste Cearense (CE)	48,07	1
29	Grande Florianópolis (SC)	76,60	2	97	Pantaneais Sul Mato-g (MS)	47,45	1
30	Assis (SP)	76,59	2	98	Sul Baiano (BA)	46,58	1

Índice de sustentabilidade da produção da pecuária leiteira nas mesorregiões do Brasil

31	Leste Rondoniense (RO)	75,93	2	99	Norte Goiano (GO)	45,23	1
32	Campinas (SP)	75,79	2	100	Madeira-Guaporé (RO)	45,17	1
33	Litoral Norte Espírito-sant (ES)	75,53	2	101	Leste Potiguar (RN)	44,30	1
34	Presidente Prudente (SP)	74,82	2	102	Agreste Potiguar (RN)	43,46	1
35	Noroeste Espírito-santense (ES)	74,41	2	103	Metropol de Salvador (BA)	43,02	1
36	Sudoeste Rio-grandense (RS)	73,56	2	104	São Fco Pernambuco (PE)	42,19	1
37	Metropolitana de São Paulo (SP)	73,22	2	105	Mata Paraibana (PB)	40,83	1
38	Oeste de Minas (MG)	72,84	2	106	Vale do Mucuri (MG)	39,10	5
39	Campo das Vertentes (MG)	72,43	2	107	Leste Sergipano (SE)	38,58	5
40	Central Espírito-santense (ES)	72,39	2	108	Sudoeste Piauiense (PI)	38,45	5
41	Serrana (SC)	72,32	2	109	Vale do Acre (AC)	37,97	5
42	Noroeste Paranaense (PR)	72,21	2	110	Agreste Sergipano (SE)	37,15	5
43	Sudeste Paranaense (PR)	71,95	2	111	Oeste Maranhense (MA)	36,59	5
44	Sul Goiano (GO)	71,61	2	112	Oriental do Tocantins (TO)	36,35	5
45	Centro Ocidental Parana (PR)	71,41	2	113	Sertão Alagoano (AL)	36,30	5
46	Norte Mato-grossense (MT)	71,37	2	114	Centro Maranhense (MA)	36,20	5
47	Araçatuba (SP)	71,13	2	115	Agreste Alagoano (AL)	35,70	5
48	Itapetinga (SP)	69,52	2	116	Metrop de Fortaleza (CE)	34,13	5
49	Central Mineira (MG)	68,83	2	117	Sul Maranhense (MA)	33,63	5
50	Vale do Paraíba Paulista (SP)	68,67	2	118	Centro Amazonense (AM)	33,60	5
51	Centro Oriental Paranaense (PR)	68,64	2	119	Mata Pernambucana (PE)	33,52	5
52	Vale do Rio Doce (MG)	68,49	2	120	Norte Piauiense (PI)	33,33	5
53	Agreste Pernambucano (PE)	68,31	2	121	Sul do Amapá (AP)	33,18	5
54	Centro Goiano (GO)	67,60	2	122	Metropo de Belém (PA)	31,76	5
55	Sul Espírito-santense (ES)	65,97	2	123	Metropo de Recife (PE)	30,73	5
56	Centro-Sul Paranaense (PR)	65,86	2	124	Nordeste Paraense (PA)	30,24	5
57	Norte Pioneiro Paranaense (PR)	65,15	2	125	Leste Alagoano (AL)	28,88	5
58	Metropolitana de Curitiba (PR)	64,54	2	126	Norte Maranhense (MA)	28,24	5
59	Sudoeste de Mato G do Sul (MS)	64,23	2	127	Sudoeste Paraense (PA)	27,50	5
60	Sertões Cearenses (CE)	62,44	1	128	Norte de Roraima (RR)	24,95	3
61	Sudeste Paraense (PA)	61,75	1	129	Baixo Amazonas (PA)	24,86	3
62	Centro Norte de Mato GSul (MS)	61,65	1	130	Sul de Roraima (RR)	23,65	3

63	Leste de Mato G do Sul (MS)	61,62	1	131	Norte do Amapá (AP)	21,64	3
64	Centro Fluminense (RJ)	61,49	1	132	Leste Maranhense (MA)	21,32	3
65	Sertão Paraibano (PB)	60,94	1	133	Sul Amazonense (AM)	17,68	3
66	Metrop do Rio de Janeiro (RJ)	60,24	1	134	Vale do Juruá (AC)	14,59	3
67	Metrop de Belo Horizonte (MG)	59,84	1	135	Marajó (PA)	14,47	3
68	Sudoeste Mato-grossense (MT)	58,95	1	136	Sudoeste Amaz (AM)	6,08	3
				137	Norte Amazonense (AM)	0,00	3

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).