

ARTIGO ORIGINAL

## Diferenciação e caracterização de municípios produtores de bovinos de corte no bioma Mata Atlântica segundo o Censo Agropecuário 2017

### Differentiation and characterization of beef cattle producing municipalities in the Mata Atlântica biome according to the 2017 Agricultural Census

Maria do Carmo Ramos Fasiaben<sup>ib,1</sup>, Stanley Robson de Medeiros Oliveira<sup>ib,1</sup>, André Steffens Moraes<sup>2</sup>, Maxwell Merçon Tezolin Barros Almeida<sup>†3</sup>, Octávio Costa de Oliveira<sup>†3</sup>, Gabriela dos Santos Eusébio<sup>ib,4</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Agricultura Digital, Campinas/SP, <sup>2</sup>Embrapa Soja, Londrina/PR, <sup>3</sup>IBGE, COAGRO, Rio de Janeiro/RJ, <sup>4</sup>Instituto de Economia/Unicamp, Campinas/SP

{maria.fasiaben; stanley.oliveira; andre.moraes}@embrapa.br  
{maxwell.almeida; octavio.oliveira}@ibge.gov.br  
gabeusebio@gmail.com

† O IBGE está isento de qualquer responsabilidade pelas opiniões, informações, dados e conceitos emitidos neste artigo, que são de exclusiva responsabilidade dos autores.

Recebido: 27/04/2022. Revisado: 13/06/2022. Aceito: 22/07/2022.

#### Abstract

The objective of this work is to typify beef cattle producing municipalities in the Mata Atlântica biome based on data from the 2017 Agricultural Census and employing machine learning techniques. Special census tabulations were needed to aggregate agricultural holdings by municipality, with emphasis on the technical characteristics of livestock production systems. Four groups of municipalities were identified according to the biome's production patterns: two high-tech groups, one of them with emphasis on confinement; an intermediate technology group and a low technology group. The mapping of the different production patterns throughout the territory can support research, technology transfer and development actions that are more appropriate to the different situations of producers.

**Keywords:** Agricultural systems; Machine learning; Typologies.

#### Resumo

O objetivo deste trabalho é tipificar os municípios produtores de bovinos de corte do bioma Mata Atlântica a partir de dados do Censo Agropecuário 2017 e empregando técnicas de aprendizado de máquina. Tabulações especiais do censo foram necessárias para agregar os estabelecimentos agropecuários por município, com ênfase nas características técnicas dos sistemas de produção pecuária. Identificaram-se quatro grupos de municípios segundo os padrões de produção do bioma: dois grupos de alta tecnologia, um deles com destaque para confinamento; um grupo de tecnologia intermediária e outro de baixa tecnologia. O mapeamento dos distintos padrões de produção ao longo do território pode apoiar ações de pesquisa, de transferência de tecnologia e de desenvolvimento mais apropriadas às diferentes situações dos produtores.

**Palavras-Chave:** Aprendizado de máquina; Sistemas de produção; Tipologias.

## 1 Introdução

A bovinocultura de corte é uma das atividades econômicas mais importantes do agronegócio brasileiro: o Brasil se destaca como o segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina na atualidade. Segundo o Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepa), o sistema agroindustrial da pecuária (ramo pecuário do agronegócio) respondeu por 7% do Produto Interno Bruto (PIB) nacional em 2021 (CEPEA/CNA, 2022).

Projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) preveem que a produção de carne bovina brasileira deva crescer 17% no período de 2020/21 a 2030/31, passando de 8.313 mil toneladas para 9.728 mil toneladas (Brasil, 2021), de modo a atender ao consumo interno e às exportações. Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2021), o Brasil manterá a liderança mundial de carne bovina em 2030.

Além do aumento da produção para suprir uma demanda crescente, a bovinocultura de corte brasileira terá que se adaptar ao novo cenário nacional e internacional que demanda produtos oriundos de sistemas sustentáveis, ademais da concorrência por área com outras atividades agrícolas (Sistema FAEMG, 2016). O aumento da produtividade dentro de padrões sustentáveis é um imperativo (Santos, 2018). Para atender a esses requerimentos de sustentabilidade, o governo brasileiro vem lançando importantes políticas públicas, como os Planos ABC e ABC+, com linhas de crédito atrativas e metas específicas para a pecuária de corte (Santos, 2015; Carvalho, T. B. D. e De Zen, S., 2017).

Embora a pecuária nacional venha passando por crescentes aumentos da produtividade nas últimas décadas (Wedekin et al., 2017; Santos, 2015; Carvalho, T. B. D. e De Zen, S., 2017), a produtividade da bovinocultura de corte nacional ainda é baixa, havendo grande espaço para a intensificação tecnológica (Dias-Filho, 2014; Wedekin et al., 2017). Sistemas de produção baseados na produção extensiva, pequena intensidade tecnológica e padrões precários de gestão e de comercialização trazem ao setor um forte impacto ambiental (Carvalho, T. B. D. e De Zen, S., 2017).

Outra característica da bovinocultura de corte brasileira é a heterogeneidade dos sistemas de produção praticados ao longo do país, coexistindo sistemas de produção rudimentares e sistemas intensivos que empregam tecnologia de ponta (Fasiaben et al., 2020; Wedekin et al., 2017; Fasiaben et al., 2013; Brasil, 2007). Também se observam importantes diferenças nos mecanismos de gestão e de comercialização do gado (Carvalho, T. B. D. e De Zen, S., 2017). Essas diferenças nas características produtivas e nos produtos ofertados são resultado da diversidade de condições edafoclimáticas do Brasil, de diferenças institucionais e nas relações sociais e culturais das diferentes regiões do País (Santos, 2015).

Por conta dessa heterogeneidade, as transformações observadas na bovinocultura de corte nos últimos anos – como a melhoria genética do rebanho, o aumento na utilização da prática de confinamento e a adoção de sistemas em integração lavoura-pecuária-floresta, por exemplo –, não ocorreram de forma homogênea e nem com a mesma velocidade em todas as regiões do País, ou mesmo não ocorreram em algumas regiões (Santos, 2020). Ou seja,

o aumento da produtividade observado especialmente a partir dos anos 2000 não se deu de forma equitativa pelo território nacional e muitas regiões ainda apresentam índices de produtividade considerados baixos.

Para orientar o planejamento de ações de pesquisa e transferência de tecnologia e o desenho de políticas públicas mais adequadas e adaptadas às especificidades da pecuária de corte nacional, é importante conhecer as características dessa variabilidade dos sistemas de produção. Buainain et al. (2018) consideram que o recorte geográfico de biomas é a unidade mais adequada para análise do potencial de desenvolvimento da agropecuária, já que em cada bioma há um certo grau de similaridade dado pela oferta ambiental, que é a base de qualquer sistema agrícola.

Presente em 17 estados brasileiros, o bioma Mata Atlântica se estende de norte a sul do país desde o Estado do Rio Grande do Sul até o Piauí ao longo da costa brasileira, e se expande para o oeste, na região Sudeste, até as fronteiras com a Argentina e o Paraguai. Aí vive cerca de 70% da população brasileira e se desenvolve 80% da atividade econômica do país (Fundação SOS Mata Atlântica, 2021).

Ocupando originalmente 15% do território nacional, atualmente o remanescente de vegetação nativa acima de três hectares deste bioma é de 12,4% em relação ao original, resultado de um intenso processo de exploração (Fundação SOS Mata Atlântica, 2021; Fundação SOS Mata Atlântica, INPE, 2021).

Embora em alguns dos estados com área no bioma o desmatamento esteja se aproximando de zero (tecnicamente, quando a área desmatada é menor que 100 ha no período avaliado), a tendência em dez dos estados é de perda acentuada da vegetação nativa. Os fragmentos maiores do que 100 ha representam somente 8,5% da área de floresta original do bioma (Pinto et al., 2021).

Apesar desse alto grau de devastação, a Mata Atlântica é um dos biomas terrestres mais ricos em espécies animais e vegetais do planeta, sendo considerado pela Unesco um dos hotspots mundiais em biodiversidade e um dos biomas brasileiros prioritários para conservação (UNESCO, 2021). Sua rica variedade biológica se deve aos diferentes ecossistemas existentes no bioma e suas características climáticas e geológicas (INCT-BioNat, s.d.; EMBRAPA, 2018).

O bioma Mata Atlântica, por sua extensão territorial, sua diferenciação edafoclimática e a diversidade socioeconômica dos produtores apresenta uma grande variedade de cultivos (grãos, algodão, café, cana-de-açúcar, silvicultura, fruticultura e outros) e de sistemas de produção de pecuária de leite e corte (Fasiaben et al., 2013, 2018, 2020). Os dados do Censo Agropecuario 2017, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostram que esse bioma concentra quase um terço dos estabelecimentos agropecuarios<sup>1</sup> produtores de bovinos de corte do país e importante parcela do rebanho nacional (IBGE, 2020).

<sup>1</sup>Estabelecimento agropecuario é toda unidade de produção/exploração dedicada, total ou parcialmente, a atividades agropecuárias, florestais e aquícolas. Independentemente de seu tamanho, de sua forma jurídica (se pertence a um produtor, a vários produtores, a uma empresa, a um conjunto de empresas etc.) ou de sua localização (área rural ou urbana), todo estabelecimento agropecuario tem como objetivo a produção, seja para venda (comercialização da produção) ou para subsistência (sustento do produtor ou de sua família) (IBGE, 2019).

As tipologias agrícolas ajudam a compreender a complexidade dos sistemas agropecuários pois são uma representação simplificada da diversidade dos sistemas e organizam as fazendas em grupos homogêneos (Alvarez et al., 2018). Landais (1998) define um “tipo” como um modelo genérico abstrato que determina as características de um grupo de objetos.

As tipologias de sistemas agrícolas têm sido utilizadas para diversos fins e com diferentes amplitudes geográficas. A título de exemplos podem ser mencionados o trabalho de Teixeira e Silva (2007) – que teve como foco estabelecer tipologias de sistemas de produção de bovinos para entender as ectoparasitoses em um município brasileiro –, e a classificação das fazendas dos Estados Unidos, desenvolvida pelo Economic Research Service (Estados Unidos, 2000).

A literatura internacional registra tipologias agrícolas elaboradas para atender a diferentes objetivos. Daloglu et al. (2014) e Kuivanen et al. (2016) visaram apoiar ações de extensão, assistência técnica e transferência de tecnologia apropriadas às condições técnicas e econômicas de diferentes tipos de produtores. Jelsma et al. (2017) e Bianchini (2010, 2015) tiveram por objetivo estabelecer prioridades de pesquisa e apoiar a formulação de políticas públicas. Jahel et al. (2017) e Robert et al. (2017) descrevem as tipologias como importantes para fornecer dados básicos para apoiar simulações, estudos exploratórios e construção de cenários, enquanto Zorom et al. (2013); Douxchamps et al. (2016) e Lopez-Ridaura et al. (2018), as consideram relevantes para a análise de estratégias de adaptação a choques externos, vulnerabilidade e segurança alimentar.

No Brasil, destacam-se as tipologias realizadas no âmbito de acordos da Food and Agriculture Organization (FAO) com o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), que, a partir de dados dos censos agropecuários do IBGE diferenciaram a agricultura patronal e a familiar no Brasil e distribuíram a agricultura familiar em classes, apoiando a formulação de políticas públicas, como o caso das diferentes linhas de crédito oferecidas pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, conforme as características do público-alvo (FAO, INCRA, 1996; Guanzioli e Cardim, 2000; Guanzioli et al., 2001).

Segundo a FAO (2018) os resultados da classificação de estabelecimentos rurais em tipos homogêneos permitem avaliar o desempenho e as transformações pelas quais os grupos de produtores ao longo do tempo, além de garantir a representatividade de explorações agrícolas altamente diversificadas em pesquisas, apoiando assim a formulação, implementação e avaliação de políticas com foco em diferentes aspectos do desenvolvimento sustentável. Para Molestina et al. (2020) as tipologias constituem uma ferramenta operacional para o planejamento e desenho de estratégias de desenvolvimento territorial, auxiliando a priorizar diferentes intervenções e a melhorar a articulação da gestão territorial entre os vários níveis de governo.

O presente trabalho utiliza técnicas de aprendizado de máquina e dados oriundos do Censo Agropecuário 2017 do IBGE com o objetivo de elaborar uma tipificação dos municípios do bioma Mata Atlântica segundo características da criação de bovinos de corte, com enfoque especial na

tecnologia empregada pelos produtores. Espera-se que os resultados sejam úteis para o planejamento de ações de pesquisa agropecuária, transferência de tecnologia e desenvolvimento rural, colaborando para o desenvolvimento do setor e a conservação do bioma.

## 2 Material e métodos

Foi obtida uma tabulação especial do Censo Agropecuário 2017 com variáveis agrupadas por municípios e filtrada por estabelecimentos agropecuários com mais de 50 cabeças de bovinos de corte (IBGE, 2020). Variáveis quantitativas (exceto número de estabelecimentos) com menos de três informantes por município foram desidentificadas, por motivo de sigilo estatístico. As variáveis para a tipificação são listadas a seguir:

1. Número de cabeças de bovinos de corte
2. Taxa de lotação (cabeças/ha de pastagem)
3. Área de pastagem/área em processo produtivo
4. Área de lavoura/área em processo produtivo
5. Área de silvicultura/área em processo produtivo
6. Área de Sistemas Agroflorestais/área em processo produtivo
7. Número de fêmeas de mais de 2 anos/número total de cabeças de bovinos de corte
8. Valor da produção advindo de bovinos de corte/valor da produção agropecuária
9. Receita agropecuária/receita familiar
10. Porcentagem de estabelecimentos que fazem suplementação alimentar
11. Porcentagem de estabelecimentos que fazem confinamento
12. Porcentagem de estabelecimentos que recebem orientação técnica
13. Porcentagem de estabelecimentos que usam adubos químicos
14. Porcentagem de estabelecimentos que usam corretivos do solo
15. Porcentagem de estabelecimentos que têm tratores
16. Porcentagem de estabelecimentos familiares
17. Valor da venda de bovinos de corte para abate/valor de venda de bovinos

Na etapa de modelagem, adotou-se o algoritmo *Expectation-Maximization* (EM) para se estimar o número de grupos (clusters) (Dempster et al., 1977). A razão da escolha desse algoritmo baseia-se nos critérios: a) EM estende o paradigma usado no k-means, associando uma distribuição de probabilidade a cada instância, que indica a probabilidade dessa instância pertencer a uma única população; b) EM tem a habilidade de lidar com valores faltantes e de estimar o número de clusters por meio de um conjunto de parâmetros que descreve a distribuição de probabilidade de cada cluster. O usuário também pode especificar *a priori* quantos clusters gerar.

O algoritmo calcula os estimadores de máxima verossimilhança para problemas onde existem dados incompletos entre os dados observados ou quando os estados das variáveis não foram observados, dados não observados. Cada iteração do algoritmo EM envolve dois passos

**Tabela 1:** Ocorrências dos clusters de bovinos de corte em estabelecimentos com mais de 50 cabeças no Bioma Mata Atlântica, agregados por municípios, segundo variáveis selecionadas

Variável / Cluster	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	M. Atlântica
Número de ocorrências (municípios)	750	311	356	988	2.405
Porcentagem de ocorrências em relação ao total do Bioma	31%	13%	15%	41%	100%
Número de estabelecimentos produtores de bovinos de corte com mais de 50 cabeças (unid)	31.402	3.154	7.813	49.185	91.554
Porcentagem de estabelecimentos em relação ao total do Bioma	34%	3%	9%	54%	100%
Efetivo de bovinos de corte no cluster (cabeças)	6.593.997	418.293	1.428.583	13.631.252	22.072.125
Porcentagem de cabeças do cluster em relação ao total do Bioma	30%	2%	6%	62%	100%
Área de pastagem do cluster (ha)	4.027.140	170.717	621.049	10.742.422	15.561.328
Porcentagem da área de pastagem em relação ao total do Bioma	26%	1%	4%	69%	100%

que são: *expectation* (passo E) e *maximization* (passo M). O Passo E desse algoritmo consiste em obter uma estimativa da esperança (*expectation*) dos dados faltosos para completar a amostra de dados incompleta, partindo-se de um valor inicial empírico. No Passo M, com os dados completos, realiza-se aprendizagem das probabilidades, baseado nas frequências dos estados das variáveis na amostra, de modo a calcular a função de maximização da esperança encontrada. Os Passos E e M fazem parte de um processo iterativo, em que as novas probabilidades, calculadas na fase M, serão utilizadas para realizar a inferência na fase E.

A validação cruzada realizada para determinar o número de clusters é feita nas seguintes etapas: a) o número de clusters é definido como 1; b) o conjunto de treinamento é dividido aleatoriamente em 10 partições (*folds*); c) EM é processado 10 vezes usando as 10 partições da maneira usual de validação cruzada; d) a probabilidade da máxima verossimilhança é calculada e a média dos 10 resultados é obtida; e) se a probabilidade de máxima verossimilhança aumentar, o número de clusters é aumentado em 1 e o programa continua na etapa 2. O número de partições é fixada em 10, desde que o número de instâncias (observações) no conjunto de treinamento não seja menor que 10. Se for esse o caso, o número de partições é definido igual ao número de instâncias.

Em particular, foi utilizada a versão do algoritmo EM disponível no software Weka, versão 3.8.5 (Frank et al., 2016). Weka é uma coleção de algoritmos de aprendizado de máquina para tarefas de mineração de dados. Ele contém ferramentas para preparação de dados, classificação, regressão, *clustering*, mineração de regras de associação e visualização.

Uma vez configurados os agrupamentos a partir do conjunto de variáveis, outras informações foram empregadas para melhor caracterizá-los, conforme se descreve nos resultados a seguir.

### 3 Resultados

O Bioma Mata Atlântica apresentou 91.554 estabelecimentos agropecuários de bovinos de corte com mais de 50 cabeças, detendo um total de 22,1 milhões de cabeças e 15,6 milhões de hectares de áreas de pastagens. Esses estabelecimentos estavam presentes em 2.405 municípios, que foram classificados em quatro grupos (clusters) segundo a metodologia estatística descrita (Tabela 1).

Em primeiro lugar, observa-se a presença de áreas de lavouras que chegam a ser expressivas nos diferentes clusters, denotando a diversificação como característica geral

dos sistemas de produção de bovinos de corte praticados no bioma Mata Atlântica.

Os Clusters com maior nível tecnológico (Clusters 2 e 3) são os menos frequentes. Se somados, representam 12% dos estabelecimentos, que se distribuem em 28% dos municípios. Entretanto, esses dois clusters detêm somente 2% e 6% do efetivo de bovinos de corte e 1% e 4% da área de pastagem do bioma, respectivamente (Tabela 1). O Cluster 2 é o que apresenta maior taxa de lotação (média de 2,45 cabeças/ha), seguido do Cluster 3 (2,3 cabeças/ha). Ambos se diferenciam, principalmente, pela maior presença de estabelecimentos que fazem confinamento no Cluster 2. O Cluster 2 e o Cluster 3 são também os que apresentam maior diversificação: a proporção de áreas destinadas a lavouras (em relação às áreas em processo produtivo) é, respectivamente, de 33% e 56%. O maior percentual de ocupação com florestas plantadas se observa no Cluster 2, sendo aí muito superior à média do bioma (Tabela 2). Observando as variáveis que refletem o nível tecnológico (Tabela 3), vemos que esses dois clusters se apresentam bem acima da média da Mata Atlântica em relação aos quesitos confinamento, suplementação alimentar, uso de corretivos do solo, presença de tratores, orientação técnica e acesso à Internet. Foge da regra o fato de o Cluster 2 ter apresentado menor média de emprego de adubo químico em relação à média do bioma. Já no caso do Cluster 3 o uso de adubação química é bem superior à média geral do bioma. A maior presença de lavouras poderia explicar o maior uso de adubos, uma vez que o censo de 2017 não coleta a informação do destino dos insumos. Uma melhor localização em termos de solos e a possibilidade de rotações entre lavouras e pastagens também podem ser fatores a explicar as maiores taxas de lotação nos Clusters 2 e 3.

O Cluster 1 se apresenta como o agrupamento de municípios que agrega estabelecimentos com nível intermediário de tecnologia, quando se considera o bioma Mata Atlântica. Ele representa 34% dos estabelecimentos e 31% dos municípios analisados. Esse cluster detém 30% do efetivo de bovinos de corte e 26% da área de pastagens destinada a esse tipo de rebanho do bioma (Tabela 1). Das terras em processo produtivo nos estabelecimentos do Cluster 1, 72% são ocupadas com pastagens, 21% com lavouras, 3% com florestas plantadas e 4% com sistemas agroflorestais. Nesse último caso, essa é a maior média entre todos os clusters (Tabela 2). A média da taxa de lotação desse cluster é de 1,64 cabeças/ha. O conjunto de dados da Tabela 3 mostra que esse cluster apresenta valores intermediários nas diferentes variáveis tecnológicas, com exceção do uso de adubos químicos e corretivos, conforme mencionado anteriormente.

O Cluster 4 é o que predomina em termos de estabe-

**Tabela 2:** Características quanto ao uso da terra de estabelecimentos produtores de bovinos de corte com mais de 50 cabeças no Bioma Mata Atlântica, agregados por municípios, segundo clusters e total Mata Atlântica

Variável / Cluster	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	M. Atlântica
Área total (média) dos estabelecimentos agropecuários (ha)	229	142	257	290	261
Área média em processo produtivo dos estabelecimentos (ha)	179	103	205	237	210
Área média de pastagem dos estabelecimentos (ha)	128	54	79	218	170
Porcentagem da área ocupada com pastagens nos estabelecimentos	72%	53%	39%	92%	81%
Porcentagem da área ocupada com lavouras nos estabelecimentos	21%	33%	56%	5%	15%
Porcentagem da área ocupada com florestas plantadas nos estabelecimentos	3%	10%	2%	1%	2%
Porcentagem da área ocupada com sistemas agroflorestais nos estabelecimentos	4%	1%	1%	1%	2%

**Tabela 3:** Aspectos gerais da tecnologia empregada nos estabelecimentos produtores de bovinos de corte com mais de 50 cabeças no Bioma Mata Atlântica, agregados por municípios, segundo clusters e total Mata Atlântica

Variável / Cluster	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	M. Atlântica
Tamanho médio do rebanho por estabelecimento (cabeças)	210	133	183	277	241
Porcentagem de vacas com 2 anos ou mais em relação ao rebanho total	34%	27%	31%	28%	30%
Taxa de lotação (cabeça/ha)	1,64	2,45	2,30	1,27	1,42
Porcentagem de estabelecimentos que tem acesso a internet	46%	60%	56%	39%	44%
Porcentagem de estabelecimentos que tem trator	61%	71%	77%	40%	51%
Porcentagem de estabelecimentos que faz confinamento	18%	45%	29%	10%	16%
Porcentagem de estabelecimentos que usa ração, grãos e subprodutos agroindustriais	66%	100%	79%	57%	63%
Porcentagem de estabelecimentos que usa adubos químicos	36%	23%	44%	20%	28%
Porcentagem de estabelecimentos que usa corretivos do solo	38%	34%	50%	26%	33%
Porcentagem de estabelecimentos que recebe orientação técnica	57%	67%	77%	40%	50%

**Tabela 4:** Características socioeconômicas dos estabelecimentos produtores de bovinos de corte com mais de 50 cabeças no Bioma Mata Atlântica, agregados por municípios, segundo clusters e total Mata Atlântica

Variável / Cluster	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	M. Atlântica
Porcentagem de estabelecimentos familiares	34%	51%	33%	30%	33%
Porcentagem do valor da produção advinda dos bovinos em relação ao valor total da produção	39%	34%	19%	71%	47%
Porcentagem da receita familiar que advém da agropecuária	87%	80%	94%	65%	78%
Porcentagem de outras receitas (aposentadoria, trabalho fora, etc) em relação à receita total do estabelecimento	10%	15%	4%	33%	20%
Porcentagem de estabelecimentos que tem energia elétrica	93%	95%	94%	90%	91%

lecimentos de bovinos de corte (62% do total do bioma) e municípios (41% do total) e é o que se apresenta com menor nível tecnológico no bioma. Ele concentra 62% das cabeças e 69% da área de pastagens destinadas a essa finalidade na Mata Atlântica (Tabela 1). O uso das terras em processo produtivo aponta para 92% com pastagens (superior à média do bioma), 5% de áreas de lavouras (inferior à média do bioma) e 1% tanto para as áreas de florestas plantadas quanto para sistemas agroflorestais (também inferiores à média). Na Tabela 3 pode-se verificar que os valores de todas as variáveis indicativas do nível tecnológico apresentam-se abaixo da média do bioma. Chama a atenção a porcentagem de estabelecimentos agropecuários que recebe algum tipo de orientação técnica neste agrupamento, que é de apenas 40%. A Internet chega a somente 39% dos estabelecimentos agropecuários desse grupo.

Tratando das características socioeconômicas dos estabelecimentos agregados por município (Tabela 4), observa-se que o Cluster 2 concentra o maior percentual de estabelecimentos da agricultura familiar (LEI-11326 de 24-07-2017), com o valor de 51%. Para o público objeto desta análise, a média de estabelecimentos classificados como de agricultura familiar é de 33% e os demais clusters se aproximam desse valor.

A porcentagem do valor da produção agropecuária que advém da produção de bovinos é maior no Cluster 4, da ordem de 71%, lembrando que esse é o cluster que mostrou menor grau de diversificação da produção. Já para os Clusters 2 e 3 (os mais diversificados) esse percentual cai para 34% e 19%, respectivamente, enquanto no Clus-

ter 1 é de 39%. A maior parte da receita familiar provém da atividade agropecuária em todos os clusters, mas essa participação é menor no Cluster 4 - o de menor nível tecnológico e menor percentual de estabelecimentos familiares -, sendo aí da ordem de 65%. No Cluster 4 é também onde se observa a maior participação de outras receitas (aposentadoria, trabalho fora, etc) na formação da receita total do estabelecimento, com uma média de 33% (4).

Por fim, a Tabela 4 nos aponta que a energia elétrica ainda não é uma realidade para 10% dos estabelecimentos do Cluster 4. A média de estabelecimentos com acesso à energia elétrica entre os produtores de bovinos de corte com mais de 50 cabeças no bioma Mata Atlântica é de 91%.

As Figs. 1 a 4 mostram a localização espacial dos quatro clusters da Mata Atlântica. Verifica-se que o Cluster 2 e o Cluster 3, de maior nível tecnológico, concentram-se nos estados do Sul e Sudeste do país. O Cluster 1 (nível tecnológico intermediário) se distribui predominantemente desde o estado de Santa Catarina até o Sudeste da Bahia. Já o nível tecnológico baixo (Cluster 4) se distribui ao longo de toda a extensão do bioma, mas com baixa frequência nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. A Fig. 5 reúne a localização espacial dos quatro clusters. Análises adicionais com emprego de geoestatística são interessantes para explicar o efeito da localização espacial sobre a produção e produtividade dos diferentes agrupamentos.

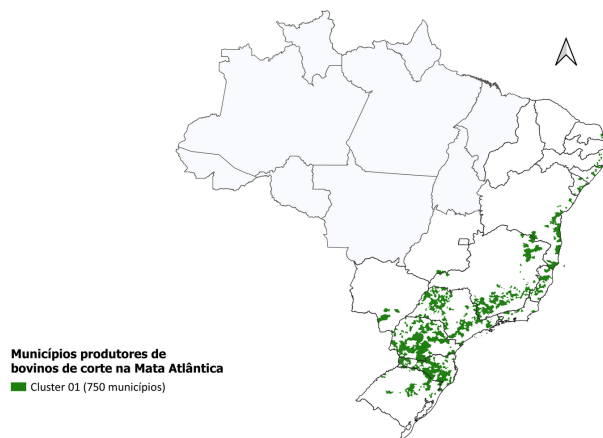


Figura 1: Localização espacial do Cluster 1.

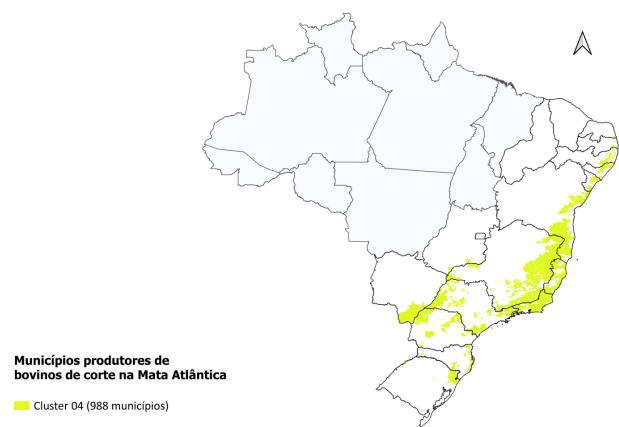


Figura 4: Localização espacial do Cluster 4.

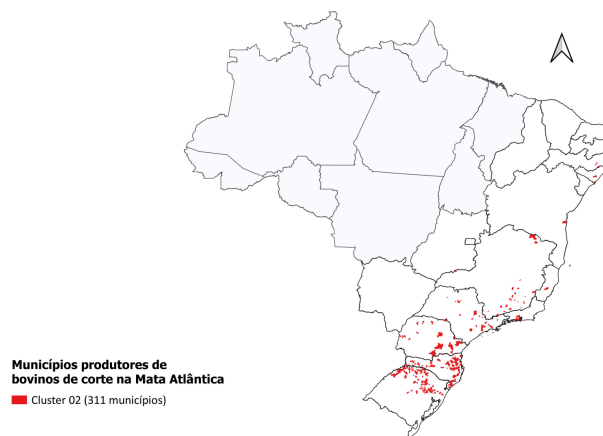


Figura 2: Localização espacial do Cluster 2.

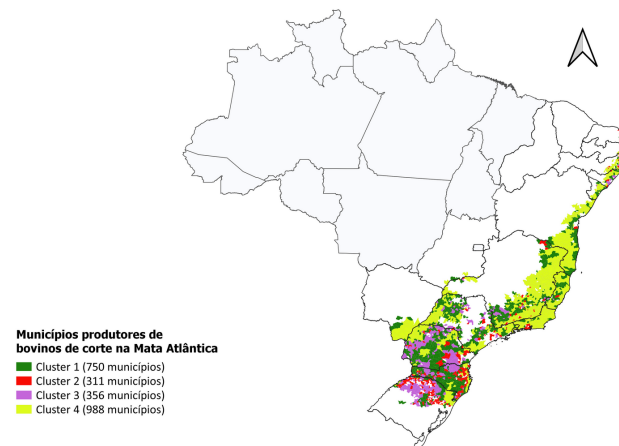


Figura 5: Localização espacial dos quatro clusters de municípios com produtores de bovinos de corte com mais de 50 cabeças no bioma Mata Atlântica.

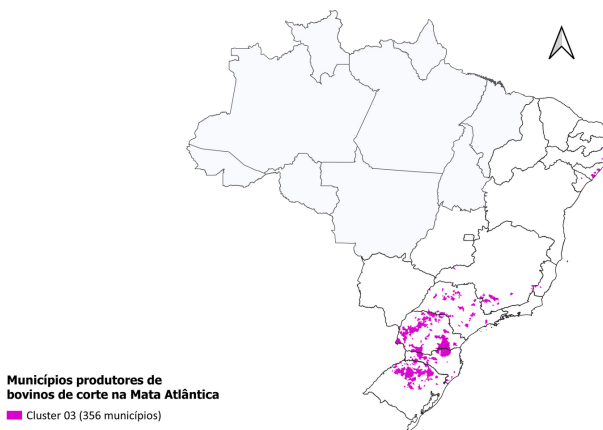


Figura 3: Localização espacial do Cluster 3.

## 4 Conclusões

Estudos como este são relevantes por mostrarem a realidade da produção praticada ao longo do país, podendo

apontar as áreas prioritárias para ações de pesquisa, transferência de tecnologia e desenvolvimento, colaborando para a conservação dos recursos naturais do bioma.

Analisando os estabelecimentos agropecuários com mais de 50 cabeças de bovinos de corte do bioma Mata Atlântica, agrupados por municípios, pode-se diferenciar e caracterizar os sistemas de produção predominantes, permitindo elaborar o mapa da sua distribuição ao longo do território nacional, com enfoque principal no seu nível tecnológico e acesso a serviços como assistência técnica, internet e energia elétrica. Por esse mapa, podem ser melhor definidas áreas prioritárias para atuação institucional com a finalidade de melhorar a produção e a produtividade da pecuária regional.

Entre os estudos futuros, considera-se importante estabelecer comparações entre os dados dos dois últimos censos agropecuários (de 2006 e 2017) de modo a compreender a evolução dos sistemas de produção praticados no país nesse espaço de onze anos.

## Referências

- Alvarez, S., Timler, C. J., Michalscheck, M., Paas, W., Descheemaeker, K., Tiftonell, P., Andersson, J. A. e Groot, J. C. (2018). Capturing farm diversity with hypothesis-based typologies: An innovative methodological framework for farming system typology development, *PLoS One* 13(5): e0194757. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194757>.
- Bianchini, V. (2015). Vinte anos do PRONAF, 1995–2015: avanços e desafios, *Brasília: SAF/MDA* pp. 45–68.
- Bianchini, V. A. (2010). O programa nacional de fortalecimento da agricultura familiar PRONAF e a sustentabilidade da agricultura no Vale do Ribeira-Paraná. Doctor in Science, Graduate Program in Environment and Development at Universidade Federal do Paraná. Disponível em <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/23805?show=full>.
- Brasil (2007). Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cadeia produtiva da carne bovina / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura ; Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha (coordenadores). – Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007. 86 p. ; 17,5 x 24 cm – (Agronegócios ; v. 8).
- Brasil (2021). Projeções do agronegócio: Brasil 2020/21 a 2030/31: projeções de longo prazo. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/>.
- Buainain, A. M., Favareto, A., Garcia, J. R. e Vieira, P. A. (2018). Desafios para uma agricultura sustentável: abordagem baseada em nos biomas brasileiros, *Desenvolvimento em Debate* 6(2): 121–151.
- Carvalho, T. B. D. e De Zen, S. (2017). A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e tendências, *Revista iPecege* 3(1): 85–99. <https://doi.org/10.22167/r.ipecege.2017.1.85>.
- CEPEA/CNA (2022). PIB do agronegócio cresceu abaixo das projeções. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea\\_CNA\\_PIB\\_JAN\\_Dez\\_2021\\_Mar%C3%A7o2022.pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_CNA_PIB_JAN_Dez_2021_Mar%C3%A7o2022.pdf).
- Daloğlu, I., Nassauer, J. I., Riolo, R. L. e Scavia, D. (2014). Development of a farmer typology of agricultural conservation behavior in the American Corn Belt, *Agricultural Systems* 129: 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.agsys.2014.05.007>.
- Dempster, A. P., Laird, N. M. e Rubin, D. B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm, *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)* 39(1): 1–38. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/2984875>.
- Dias-Filho, M. B. (2014). Diagnóstico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental, Belém, Brasil. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402). Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/986147>.
- Douxchamps, S., Van Wijk, M. T., Silvestri, S., Moussa, A. S., Quiros, C., Ndour, N. Y. B., Buah, S., Somé, L., Herero, M., Kristjanson, P. et al. (2016). Linking agricultural adaptation strategies, food security and vulnerability: evidence from West Africa, *Regional Environmental Change* 16(5): 1305–1317. <https://doi.org/10.1007/s10113-015-0838-6>.
- EMBRAPA (2018). Rede ILPF. BIOMAS: MATA ATLÂNTICA. Disponível em <https://redeilpf.org.br/index.php/bioma-mata-atlantica>.
- Estados Unidos (2000). ERS farm typology for a diverse agricultural sector. (Agriculture information bulletin, n. 759).
- FAO (2018). Guidelines for development of a classification system related to farm typology. Publication prepared in the framework of the Global Strategy to improve Agricultural and Rural Statistics. FAO/GSARS.
- FAO, INCRA (1996). Perfil da agricultura familiar no Brasil: dossiê estatístico, *Technical report*.
- Fasiaben, M. d. C. R., Almeida, M. M. T. B., Maia, A. G., Oliveira, O. C. d., Costa, F. P., Barioni, L. G., Dias, F. R. T., Moreira, J. M. M. A. P., Sena, A. L. d. S., Santos, J. C. d., Lampert, V. d. N., Oliveira, P. P. A., Abreu, U. G. P. d. e Grego, C. R. (2020). Technological profile of beef cattle farms in Brazilian biomes. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2020. 54 p. il. (Embrapa Informática Agropecuária. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 48). Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1127930>.
- Fasiaben, M. d. C. R., Oliveira, S. D. M., Almeida, M. e de Abreu, U. G. P. (2018). Diferenciação e caracterização de municípios produtores de bovinos de corte no bioma Mata Atlântica. Anais do LVII Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, SOBER, Brasília, Brasil. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1094105>.
- Fasiaben, M. d. C. R., Santucci, J. M., Maia, A. G., Almeida, M. M. T. B., Oliveira, O. C. d. e Barioni, L. G. (2013). Tipificação de municípios produtores de bovinos no Brasil. Embrapa Informática Agropecuária, Campinas, Brasil. (Embrapa Informática Agropecuária. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 33). Disponível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/981008>.
- Frank, E., Hall, M. A. e Witten, I. H. (2016). The WEKA Workbench. Online Appendix for "Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques", Morgan Kaufmann, Fourth Edition.
- Fundação SOS Mata Atlântica (2021). Desmatamento da Mata Atlântica cresce em dez estados. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/noticias/desmatamento-da-mata-atlantica-cresce-em-dez-estados/>.
- Fundação SOS Mata Atlântica, INPE (2021). Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica, período 2019–2020, *Technical report*.

- Guanziroli, C. E. e Cardim, S. E. d. C. S. (2000). Novo retrato da agricultura familiar: o Brasil redescoberto. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília, Brasil. Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO.
- Guanziroli, C., Romeiro, A., Buainain, A. M., Di Sabbato, A. e Bittencourt, G. (2001). Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI. Garamond, Rio de Janeiro, Brasil.
- IBGE (2019). Censo agropecuário 2017: resultados definitivos. Rio de Janeiro: v. 8, p.1-105.
- IBGE (2020). Tabulação especial do Censo Agropecuário 2017 de estabelecimentos de bovinos de corte com mais de 50 cabeças agregados por município. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Coordenação de Agropecuária.
- INCT-BioNat (s.d.). Mata Atlântica. Disponível em: <http://inct-bionat.iq.unesp.br/biomas/mata-atlantica/>.
- Jahel, C., Baron, C., Vall, E., Karambiri, M., Castets, M., Coulibaly, K., Bégué, A. e Seen, D. L. (2017). Spatial modelling of agro-ecosystem dynamics across scales: A case in the cotton region of West-Burkina Faso, *Agricultural Systems* **157**: 303-315. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.016>.
- Jelsma, I., Schoneveld, G. C., Zoomers, A. e van Westen, A. C. (2017). Unpacking Indonesia's independent oil palm smallholders: an actor-disaggregated approach to identifying environmental and social performance challenges, *Land Use Policy* **69**: 281-297. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.012>.
- Kuivanen, K., Alvarez, S., Michalscheck, M., Adjei-Nsiah, S., Descheemaeker, K., Mellon-Bedi, S. e Groot, J. C. (2016). Characterising the diversity of smallholder farming systems and their constraints and opportunities for innovation: A case study from the Northern Region, Ghana, *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* **78**: 153-166. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.04.003>.
- Landais, E. (1998). Modelling farm diversity: new approaches to typology building in France, *Agricultural systems* **58**(4): 505-527. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(98\)00065-1](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(98)00065-1).
- Lopez-Ridaura, S., Frelat, R., van Wijk, M. T., Valbuena, D., Krupnik, T. J. e Jat, M. L. (2018). Climate smart agriculture, farm household typologies and food security: An ex-ante assessment from Eastern India, *Agricultural systems* **159**: 57-68. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.09.007>.
- Molestina, R. C., Orozco, M. V., Sili, M. e Meiller, A. (2020). A methodology for creating typologies of rural territories in Ecuador, *Social Sciences & Humanities Open* **2**(1): 100032. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2020.100032>.
- Pinto, L. F. G., Hirota, M. e Rosa, M. (2021). *Atlas da Mata Atlântica e Mapbiomas se complementam no monitoramento do bioma*. SOS Mata Atlântica. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/artigos/atlas-da-mata-atlantica-e-mapbiomas-se-complementam-no-monitoramento-do-bioma/>.
- Robert, M., Thomas, A., Sekhar, M., Badiger, S., Ruiz, L., Willaume, M., Leenhardt, D. e Bergez, J.-E. (2017). Farm typology in the Berambadi Watershed (India): Farming systems are determined by farm size and access to groundwater, *Water* **9**(1): 51. <https://doi.org/10.3390/w9010051>.
- Santos, M. C. (2015). As mudanças da bovinocultura de corte no Brasil: evidências a partir de Mato Grosso do Sul (2004-2015). Master in Economical Development, Graduate Program in Economics at Universidade Estadual de Campinas. <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2015.967016>.
- Santos, M. C. (2020). Intensificação sustentável da bovinocultura de corte e seus impactos no mercado pecuário. Doctor in Science, Graduate Program in Economical Development at Universidade Estadual de Campinas. Disponível em <http://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=489992>.
- Santos, R. M. (2018). A intensificação da bovinocultura de corte como um instrumento na redução do desmatamento nos diferentes biomas brasileiros. Master in Agribusiness, Graduate Program in Agribusiness at Universidade de Brasília. Disponível em <https://repositorio.unb.br/handle/10482/31924>.
- Sistema FAEMG (2016). *Diagnóstico da pecuária de corte em Minas Gerais*. Disponível em <http://www.faemg.org.br/Content/uploads/publicacoes/arquivos/Xcui1592321508129.pdf>.
- Teixeira, J. R. F. e Silva, M. A. d. (2007). Tipologia de sistemas de produção bovina com ênfase na ocorrência de ectoparasitoses, *Revista Brasileira de Zootecnia* **36**(6): 2176-2183. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007000900030>.
- UNESCO (2021). World Heritage List. Disponível em: <http://whc.unesco.org/en/list/>.
- USDA (2021). USDA Agricultural Projections to 2030. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Long-term Projections Report OCE-2021-1, 103 pp. Disponível em <https://www.ers.usda.gov/webdocs/outlooks/100526/oce-2021-1.pdf?v=9199.4>.
- Wedekin, I., Pinazza, Luiz, A., Lemos, F. K. e Vivo, V. M. (2017). Economia da pecuária de corte: fundamentos e o ciclo de preços. São Paulo: Wedekin Consultores, 2017. 180 p.
- Zorom, M., Barbier, B., Mertz, O. e Servat, E. (2013). Diversification and adaptation strategies to climate variability: A farm typology for the Sahel, *Agricultural systems* **116**: 7-15. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.11.004>.