

CIRCULAR TÉCNICA

6

Campinas, SP
Julho, 2022

Método para determinar o bioma predominante nos municípios brasileiros

Gustavo Bayma
Maria do Carmo Ramos Fasiaben
Sandra Furlan Nogueira
Célia Regina Grego
Andre Steffens Moraes
Maxwell Merçon Tezolin Barros Almeida
Octávio Costa de Oliveira
Gabriela dos Santos Eusebio
Weslei Maique Oliveira Lopes

Pantanal



Cerrado



Amazônia



Pampa



Mata Atlântica



Caatinga



Método para determinar o bioma predominante nos municípios brasileiros¹

Introdução

O conceito de bioma serve para descrever grandes sistemas ecológicos definidos, principalmente, pelo clima. Trata-se de uma área com dimensões normalmente superiores a um milhão de quilômetros quadrados em que o clima, a fisionomia da vegetação, o solo e a altitude são semelhantes ou aparentados (IBGE, 2021a). O Brasil conta com seis biomas continentais: Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa.

Diferentes projetos em rede da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), nacionais e internacionais, principalmente aqueles voltados à temática ambiental - como a mitigação de gases de efeito estufa na agropecuária e a adaptação às mudanças climáticas - entre os quais, os Projetos AVISAR (Barioni et al., 2007), PECUS (Oliveira et al., 2011), SALTUS (Zanatta et al., 2017), FLUXUS (Madari et al., 2012), ANIMALCHANGE (Barioni et al., 2011), SAIN (Moraes et al., 2016), têm focado suas ações no âmbito dos biomas representativos do Brasil. Essa estratégia é defendida por Buainain et al. (2019), por considerarem que o bioma expressa a oferta ambiental, base de qualquer sistema agrícola. Os referidos projetos trouxeram contribuições para a análise da situação atual dos sistemas de produção da agropecuária quanto às emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), balanço

¹ Gustavo Bayma, geógrafo, mestre em Sensoriamento remoto, analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. Maria do Carmo Ramos Fasiaben, engenheira agrônoma, doutora em Desenvolvimento Econômico, pesquisadora da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. Sandra Furlan Nogueira, engenheira agrônoma, doutora em Química na Agricultura e no Ambiente, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. Célia Regina Grego, engenheira agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa Agricultura Digital, Campinas, SP. André Steffens Moraes, oceanólogo, doutor em Economia, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR. Maxwell Mercon Tezolin Barros Almeida, engenheiro agrônomo, doutor em Fitotecnia, tecnologista do IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Octávio Costa de Oliveira, engenheiro agrônomo, doutor em Ciência do Solo, tecnologista do IBGE, Rio de Janeiro, RJ. Gabriela dos Santos Eusebio, economista, doutora em Teoria Econômica, pesquisadora colaboradora do IE – Unicamp, Campinas, SP. Wesley Maique Oliveira Lopes, administrador, mestre em Administração, doutorando em Administração da ESAN/UFMS, Campo Grande, MS.

de carbono no solo, além de indicar o potencial de mitigação de diferentes ações de manejo.

O projeto “Tipificação e distribuição espacial de sistemas de produção de bovinos de corte, soja e cana-de-açúcar no Brasil” (Projeto TIPIFICA) (Fasiaben et al., 2019) tem como principal objetivo identificar e caracterizar os principais sistemas de produção de bovinos de corte, soja e cana-de-açúcar praticados pelos produtores brasileiros a partir do uso de dados dos dois últimos Censos Agropecuários (2006 e 2017) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)² e de pesquisas contínuas da Coordenação de Agropecuária do Instituto, bem como analisar a evolução desses sistemas agropecuários no período intercensitário.

As tipologias permitem distribuir as observações em grupos de comportamento mutuamente exclusivos, de tal maneira que as características sejam homogêneas dentro e heterogêneas entre os grupos formados. Os principais objetivos das tipologias de sistemas agrícolas descritos na literatura são: a) orientação técnico-econômica para apoiar ações de extensão, assistência técnica e transferência de tecnologia, de acordo com as características dos diferentes tipos (Daloglu et al., 2014; Goswami et al., 2014; Kuivanen et al., 2016); b) apoio à formulação de políticas públicas e prioridades de pesquisa (Estados Unidos, 2000; Bianchini, 2010, 2015); c) análise de estratégias de adaptação a choques externos, vulnerabilidade e segurança alimentar (Zorom et al., 2013; Douchamps et al., 2016; Lopez-Ridaura et al., 2018); e d) fornecimento de dados básicos para apoiar simulações, estudos exploratórios e construção de cenários (Landais, 1998; Jahel et al., 2017; Robert et al., 2017).

Num país com a dimensão territorial do Brasil e com as características socioeconômicas diversas que o caracterizam, encontram-se, especialmente no caso da pecuária, desde sistemas de produção totalmente extensivos até os que utilizam as mais avançadas tecnologias. Apontar essa diferenciação, mapeá-la e caracterizar os sistemas predominantes ao longo do território nacional é o principal objetivo do Projeto TIPIFICA, que dá sequência a ações de tipificação e diagnóstico de sistemas de produção de bovinos de corte

² O IBGE está isento de qualquer responsabilidade pelas opiniões, informações, dados e conceitos emitidos neste artigo, que são de exclusiva responsabilidade dos autores.

conduzidas na Rede PECUS, agora empregando dados do último censo agropecuário realizado no Brasil e expandindo as análises para as culturas de soja e cana-de-açúcar (Fasiaben et al., 2013, 2020; Maia et al., 2021).

Para alinhar os resultados do Projeto TIPIFICA àqueles já obtidos em outros projetos da Embrapa, bem como para fornecer subsídios a novas ações de pesquisa e transferência de tecnologia, um dos recortes territoriais empregados pelo projeto é o bioma.

Acordos de Cooperação Técnica (ACT) firmados entre o IBGE e a Embrapa Agricultura Digital no âmbito do Projeto TIPIFICA³ permitem o uso de tabulações especiais em que os dados censitários podem ser tratados segundo diferentes recortes territoriais. Entretanto, outras pesquisas anuais do IBGE fundamentalmente recolhem informações tendo o município como o menor nível de agregação, como é o caso da Produção Agrícola Municipal (PAM), da Produção Pecuária Municipal (PPM) e da Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (PEVS), entre outras.

Assim, a agregação das estatísticas disponíveis no espaço do bioma passa pela definição do bioma predominante, em extensão, em cada município. Sabidamente, alguns municípios do País podem ter em seus limites a presença de dois ou até mais biomas (por exemplo, os municípios de Piripá, BA; Poconé, MS e Tremedal, BA), o que requer a determinação daquele que lhe predomina em extensão, para o melhor enquadramento possível do município num determinado bioma.

Neste contexto, este documento tem como objetivo discorrer sobre o método desenvolvido para determinar o bioma predominante em cada município brasileiro, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). A determinação do bioma predominante por município aqui apresentada visa atender aos objetivos e atividades do projeto TIPIFICA. A partir do presente trabalho gerou-se um mapa dos biomas brasileiros considerando não seu limite natural, mas o limite da malha municipal de 2017 do IBGE.

³ Acordo de Cooperação Técnica nº 6/2021 com a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, publicada no D.O.U em 16 de agosto de 2021.

Material e método

Aquisição dos dados geoespaciais

Para elaboração deste trabalho, foram obtidas as seguintes informações:

- a) malha de mesorregiões, ano 2017 e escala 1:250.000 (IBGE, 2018a);
- b) malha de microrregiões, ano 2017 e escala 1:250.000 (IBGE, 2018b);
- c) malha de municípios, ano 2017 e escala 1:250.000 (IBGE, 2018c); e
- d) limite dos biomas brasileiros, ano 2019 e escala 1:250.000 (IBGE, 2019).

A malha municipal corresponde à atual Divisão Político Administrativa (DPA), que é a representação vetorial das linhas dos limites municipais. É elaborada a partir de bases cartográficas oficiais, dos insumos cartográficos disponíveis mais recentes e dos relatórios técnicos dos órgãos estaduais que atualizam a linha divisória a partir dos acordos sociais e administrativos identificados em cada região. (IBGE, 2021b).

As mesorregiões são áreas individualizadas, dentro de uma Unidade da Federação (UF), que apresentam organização do espaço geográfico definidas por três fatores: a) processo social, como determinante; b) o quadro natural, como condicionante; e c) rede de comunicação e de lugares, como elemento de articulação espacial. Estes três fatores credenciam a identidade regional à mesorregião (IBGE, 1990).

As microrregiões são subdivisões das mesorregiões que apresentam alguma especificidade em relação à organização do espaço, sendo que estas referem-se à estrutura de produção agropecuária, industrial, mineração ou pesca. Ainda, considera-se no agrupamento microrregional a interação entre as áreas de produção e locais de beneficiamento (IBGE, 1990).

Os arquivos da malha municipal, de microrregiões e mesorregiões, no formato shapefile, foram obtidos em: https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR/.

O limite dos biomas do território brasileiro, na escala de 1:250.000, foi lançado no ano de 2019 pelo IBGE. A nova escala é 20 vezes maior que o produto anterior e alterou significativamente os limites entre os biomas. É produto do aprimoramento de processos de investigação, revisão bibliográfica e, principalmente, da verificação e consolidação de levantamentos de campo (IBGE..., 2019). O arquivo do limite dos biomas, em formato shapefile, foi obtido em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/estudos_ambientais/biomas/vetores/Biomas_250mil.zip.

Processamento dos dados geoespaciais

Este trabalho foi realizado em ambiente SIG ArcGIS, porém todas as operações ou ferramentas utilizadas estão disponíveis em softwares de livre distribuição, como, por exemplo, QGIS (QGIS Development Team, 2021),

Em 2017, a malha municipal digital do Brasil era constituída por 5.572 geocódigos, sendo 5.568 municípios, 1 Distrito Federal (Brasília-DF), 1 Distrito Insular (Fernando de Noronha-PE) e 2 Áreas Estaduais Operacionais (AOEs), (Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim, ambas atribuídas ao Rio Grande do Sul) (IBGE, 2018a). Optou-se pela eliminação das duas AOEs, por se tratar de localidades não discriminadas nos dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017. Ainda, não foi considerado neste trabalho o Distrito Insular de Fernando de Noronha (PE) por não ser continental.

Inicialmente, para permitir o cálculo de área, os arquivos shapefile foram reprojatados para a Projeção Cônica Equivalente de Albers, com os seguintes parâmetros: Longitude de origem -54° e Latitude de origem -12°, Paralelo padrão 1: -2° e Paralelo padrão 2: -22°, conforme recomendado por IBGE (IBGE, 2014). A unidade de medida utilizada foi quilômetro quadrado (km²). Os arquivos shapefile dos municípios, microrregiões e mesorregiões foram intersectados, para associar a cada município sua microrregião e mesorregião correspondente. Foi adicionada a coluna "area_sig" referente ao cálculo de área dos municípios, em km². O resultado desta operação pode ser observado na Figura 1.

| FID | Shape * | NM MUNICIPIO | CD GEOCMU | NM MICRO | CD GEOCM | NM MESO | CD GEOCME | area_sq |
|------|---------|---------------------|-----------|---------------------|----------|---------------------------------|-----------|-------------|
| 281 | Polygon | ABADIA DE GOIAS | 5200050 | GOIÁINIA | 52010 | CENTRO GOIANO | 5203 | 147,255821 |
| 282 | Polygon | ABADIA DOS DOURADOS | 3100104 | PATROCÍNIO | 31019 | TRIANGULO MINERO/ALTO PARANAIBA | 3105 | 881,063911 |
| 4761 | Polygon | ABADIA | 5200100 | FITOURA DE BRASÍLIA | 52012 | LESTE GOIANO | 5204 | 1045,127113 |
| 283 | Polygon | ABIAETE | 3100203 | TRES MARIAS | 31024 | CENTRAL MINEIRA | 3106 | 1817,066801 |
| 2424 | Polygon | ABIAETETUBA | 1500107 | CAMEÁ | 15011 | NORDESTE PARAENSE | 1504 | 1610,403652 |
| 2425 | Polygon | ABIAARA | 2300101 | BREJO SANTO | 23003 | SUL CEARENSE | 2307 | 180,080134 |
| 5382 | Polygon | ABIAIRA | 2900108 | SEABRA | 29023 | CENTRO SUL BAIANO | 2906 | 538,677226 |
| 5383 | Polygon | ABARÉ | 2900207 | PAULO AFONSO | 29005 | VALE SAO-FRANCISCANO DA BAHIA | 2902 | 1604,922223 |
| 284 | Polygon | ABATÁ | 4100103 | CORNELIO PROCÓPIO | 41015 | NORTE PIONEIRO PARAENSE | 4104 | 228,716959 |
| 285 | Polygon | ABDON BATISTA | 4200051 | QUITIBANDOS | 42009 | SERRANA | 4203 | 235,831444 |
| 5384 | Polygon | ABEL FIGUEIREDO | 1500131 | PARAGOMINAS | 15017 | SUDESTE PARAENSE | 1506 | 614,131192 |
| 4178 | Polygon | ABELARDO LUIZ | 4200101 | XANXERÊ | 42003 | OESTE CATARINENSE | 4201 | 953,057858 |
| 286 | Polygon | ABRE CAMPO | 3100302 | MANUAÇU | 31081 | ZONA DA MATA | 3112 | 470,550976 |
| 2426 | Polygon | ABREU E LIMA | 2600054 | RECIFE | 26017 | METROPOLITANA DE RECIFE | 2605 | 126,193132 |

Figura 1. Lista de atributos ArcGIS do arquivo *shapefile* resultante da intersecção dos municípios, microrregiões e mesorregiões.

A etapa posterior consistiu na intersecção entre os municípios, intersectados com as microrregiões e mesorregiões, e o arquivo *shapefile* dos biomas brasileiros. O resultado desta operação aumentou o número de registros da tabela de atributos do *shapefile*, pois foi registrada na tabela de atributos a área do mesmo município em biomas diferentes. No exemplo da Figura 2, é possível observar que os municípios de Álvares Florence (SP) e Alvorada do Gurguéia (PI) possuem área em dois biomas distintos. Comparando as Figuras 1 e 2, pode ser observado que o número de registros na tabela de atributos passou de 5.569 para 6.540.

| FID | Shape * | NM MUNICIPIO | CD GEOCMU | NM MICRO | CD GEOCM | NM MESO | CD GEOCME | Bioma |
|------|---------|----------------------|-----------|----------------------|----------|---------------------------------|-----------|----------------|
| 1558 | Polygon | ALVARES FLORENCE | 3501202 | VOTUPORANGA | 35003 | SÃO JOSE DO RIO PRETO | 3501 | Cerrado |
| 1569 | Polygon | ALVARES FLORENCE | 3501202 | VOTUPORANGA | 35003 | SÃO JOSE DO RIO PRETO | 3501 | Mata Atlântica |
| 2499 | Polygon | ALVARES MACHADO | 3501301 | PRESIDENTE PRUDENTE | 35036 | PRESIDENTE PRUDENTE | 3508 | Mata Atlântica |
| 1560 | Polygon | ALVARO DE CARVALHO | 3501400 | MARILIA | 35038 | MARILIA | 3509 | Mata Atlântica |
| 1561 | Polygon | ALVINLÂNDIA | 3501509 | MARILIA | 35038 | MARILIA | 3509 | Cerrado |
| 1562 | Polygon | ALVINLÂNDIA | 3501509 | MARILIA | 35038 | MARILIA | 3509 | Mata Atlântica |
| 2622 | Polygon | ALVINOPOLIS | 3102308 | ITABIRA | 31031 | METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE | 3107 | Mata Atlântica |
| 1347 | Polygon | ALVORADA | 4300804 | PORTO ALEGRE | 43026 | METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE | 4305 | Piauí |
| 4363 | Polygon | ALVORADA | 1700707 | GURUPI | 17005 | OCCIDENTAL DO TOCANTINS | 1701 | Cerrado |
| 4040 | Polygon | ALVORADA DOESTE | 1100346 | ALVORADA DOESTE | 11005 | LESTE RONDONENSE | 1102 | Amazônia |
| 3585 | Polygon | ALVORADA DE MINAS | 3102407 | CONCEIÇÃO DO MATO DE | 31028 | METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE | 3107 | Mata Atlântica |
| 4364 | Polygon | ALVORADA DO GURGUÉIA | 2200459 | ALTO MEDIO GURGUÉIA | 22010 | SUDESTE PIAUENSE | 2203 | Cerrado |
| 4365 | Polygon | ALVORADA DO GURGUÉIA | 2200459 | ALTO MEDIO GURGUÉIA | 22010 | SUDESTE PIAUENSE | 2203 | Cerrado |

Figura 2. Lista de atributos do arquivo *shapefile* resultante da intersecção entre os municípios, intersectados com as microrregiões e mesorregiões, e o arquivo *shapefile* dos biomas brasileiros.

Para manter os 5.569 registros relativos ao número de municípios e do Distrito Federal (Brasília-DF) considerados neste trabalho, foi utilizada uma tabela dinâmica para resumir a quantidade excedente de registros, em ambiente SIG. Para isto, foi utilizada a ferramenta “Pivot Table”*.

* Mais informações podem ser obtidas em: <<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/data-management-toolbox/pivot-table.htm>>.

No QGIS, o usuário pode utilizar a ferramenta “Group Stats”. Esta operação consiste basicamente na transposição de registros (linhas) para as colunas, para manter o número original de municípios (linhas) e disponibilizar sua área dividida nos biomas em colunas (Figura 3).

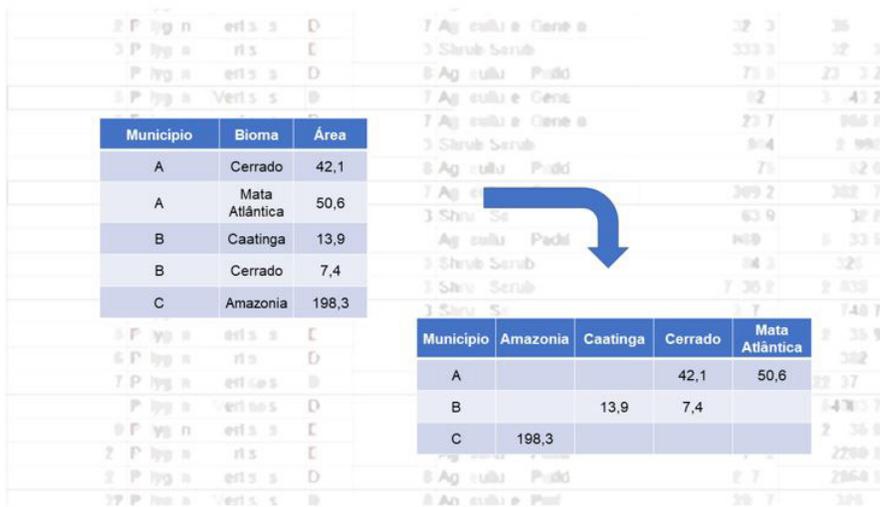


Figura 3. Representação esquemática da transposição, de linhas para colunas, das áreas dos biomas nos municípios brasileiros.

A etapa final consistiu na ligação (*join*) entre a tabela final gerada pela ferramenta “Pivot Table” e o *shapefile* da intersecção de municípios, microrregiões e mesorregiões. Recomenda-se realizar esta operação utilizando o “geocódigo” dos municípios (CD_GEOCMU). Considerou-se como bioma predominante aquele com maior percentual de área dentro do município.

Para realizar o *join*, o usuário deve clicar com o botão direito do mouse no nome do *shapefile* da intersecção de municípios, microrregiões e mesorregiões e escolher a opção “Join and Relates > Join”. Na janela “Join data”, no campo nº 1 “Choose the field in this layer that the join will be based on:”, o usuário deve escolher o campo relativo ao geocódigo dos municípios do IBGE. No campo nº 2, “Choose the table or join this layer, or load the table from disk:”, deve

ser escolhida a tabela dinâmica resultante do procedimento da ferramenta “*Pivot Table*”. No campo nº 3, “*Choose the field in the table to base the join on:*”, o usuário deve escolher a coluna da tabela, indicada no campo nº 2, que corresponde aos geocódigos do IBGE dos municípios (Figura 4). Os campos dos geocódigos de ambos dados (*shapefile* e tabela) são responsáveis pela correta ligação das informações**.

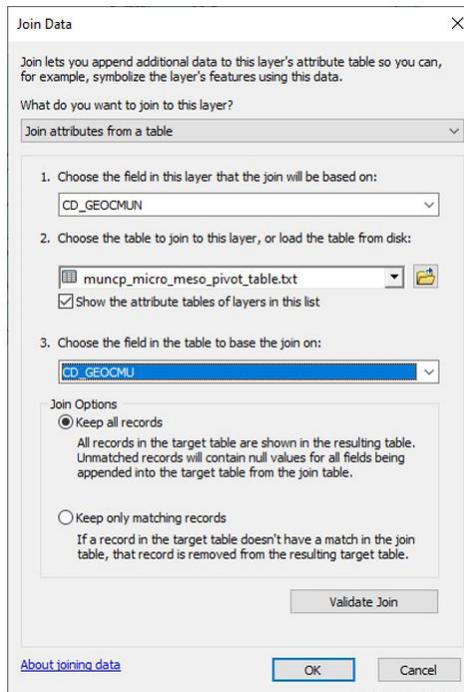


Figura 4. Interface da ferramenta “Join Data”.

O fluxograma na Figura 5 ilustra as etapas do processamento dos dados geoespaciais.

** Mais detalhes desta ferramenta podem ser vistas em: <<https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/tables/joining-attributes-in-one-table-to-another.htm>> e <http://www.qgistutorials.com/pt_BR/docs/performing_table_joins.html>.

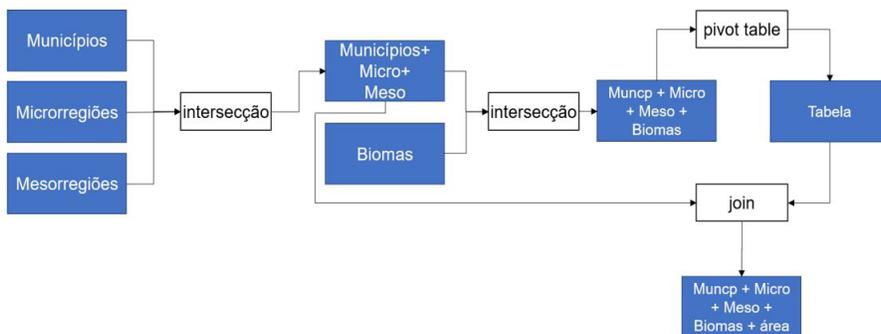


Figura 5. Fluxograma descritivo das etapas de processamento dos dados geoespaciais.

Resultados e discussão

A Tabela 1 mostra os valores da extensão dos biomas segundo os dados oficiais do IBGE (IBGE, 2019) e segundo o método desenvolvido neste trabalho. A diferença entre os valores totais pode ser explicada pela diferença do limite do território brasileiro existente no *shapefile* da malha municipal e dos biomas.

Tabela 1. Diferença de área entre os limites oficiais dos biomas do IBGE e os limites dos biomas predominantes nos municípios, adaptados à malha municipal de 2017, em km².

| Bioma | Limite oficial do bioma - IBGE ⁽¹⁾ | Classificação por bioma predominante | Diferença ⁽¹⁾ | % |
|----------------|---|--------------------------------------|--------------------------|-------|
| Amazônia | 4.212.742,0 | 4.222.449,9 | 9.707,9 | 0,2% |
| Caatinga | 862.818,0 | 857.495,7 | -5.322,3 | -0,6% |
| Cerrado | 1.983.017,0 | 1.979.873,0 | -3.144,0 | -0,2% |
| Mata Atlântica | 1.107.419,0 | 1.085.784,2 | -21.634,8 | -2,0% |
| Pampa | 193.836,0 | 184.314,0 | -9.522,0 | -4,9% |
| Pantanal | 150.988,0 | 172.840,6 | 21.852,6 | 14,5% |
| Total | 8.510.820,0 | 8.502.757,5 | -8.062,5 | -0,1% |

⁽¹⁾ De acordo com IBGE (2019, p. 112)

⁽²⁾ Diferença entre a coluna "Limite oficial IBGE" e a coluna "Classificação por bioma predominante"

Apesar do *shapefile* do limite dos biomas brasileiros e das malhas municipais, microrregionais e mesorregionais serem elaboradas pelo IBGE e possuírem a mesma escala (1:250.000), estas informações quando sobrepostas apresentam discrepâncias. Ou seja, o perímetro do território nacional é diferente nos diferentes *shapefiles*, como pode ser observado na Figura 6.

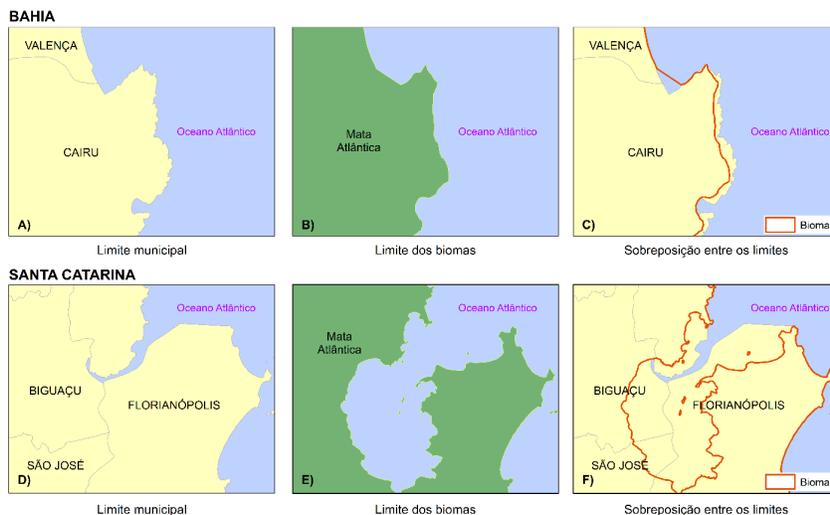


Figura 6. Exemplos da diferença entre os limites dos biomas brasileiros e das malhas municipais, microrregionais e mesorregionais nos estados da Bahia e de Santa Catarina.

A diferença entre valores no bioma Pantanal pode ser explicada pela presença de municípios com grandes extensões que se dividem em diferentes biomas. Um exemplo é o município de Rio Verde de Mato Grosso, cuja extensão é de 8.154,52 km². Após a execução da metodologia foi observado que 56,6% da área encontra-se no bioma Pantanal e 43,4% da área encontra-se no bioma Cerrado. Como o critério de classificação do bioma predominante foi o bioma com maior percentual de área dentro do município, neste exemplo, o bioma predominante foi o Pantanal.

Na Tabela 2 se apresentam o número de municípios que detêm áreas dos diferentes biomas em seu território e o número de municípios que foram classificados pelo critério de bioma predominante. No primeiro caso, o

número ultrapassa o total de municípios brasileiros (incluindo Brasília-DF) devido ao fato de que diversos municípios detêm áreas de mais de um bioma em seu território.

Tabela 2. Número de municípios (incluindo Brasília-DF) que detêm área do bioma em seu território e número de municípios que foram classificados pelo critério de bioma predominante.

| Bioma | Nº de municípios que detêm área do bioma | Nº de municípios classificados pelo critério do bioma predominante |
|----------------|--|--|
| Amazônia | 558 | 503 |
| Caatinga | 1.212 | 1.096 |
| Cerrado | 1.434 | 1.063 |
| Mata Atlântica | 3.082 | 2.738 |
| Pampa | 232 | 160 |
| Pantanal | 22 | 9 |
| Total | 6.540 | 5.569 |

A Figura 7 mostra os municípios brasileiros classificados de acordo com o bioma predominante, de acordo com a metodologia aqui proposta. Para efeito de comparação, o limite dos biomas brasileiros (IBGE, 2019) foi sobreposto aos municípios classificados de acordo com o bioma predominante. Empregou-se a malha municipal do IBGE de 2017 (IBGE, 2018c). A Tabela 3 apresenta os campos da tabela de atributos desse mapa final.

O *shapefile* e a tabela de atributos gerados a partir do presente trabalho podem ser obtidos em: <<https://drive.google.com/drive/folders/1uWRMClODzdTAX9V2AIW72JlJyICM11R?usp=sharing>>.

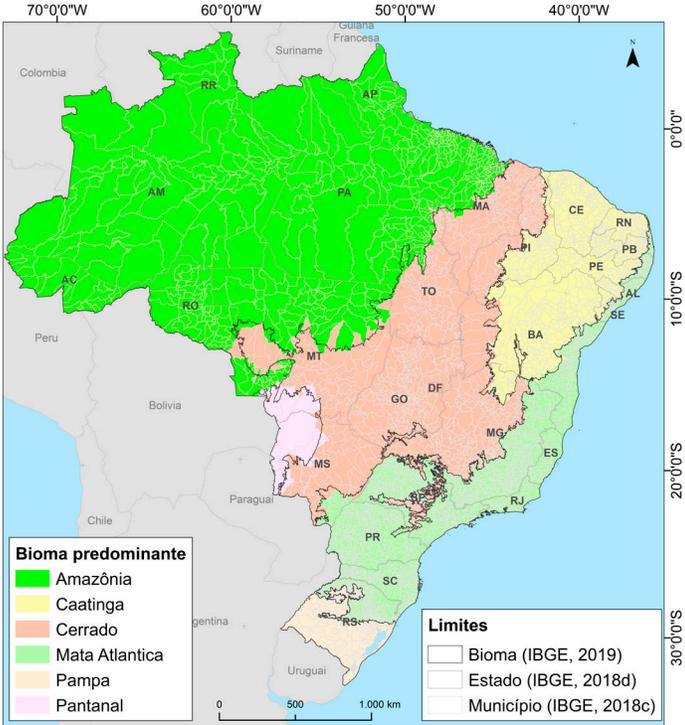


Figura 7. Sobreposição do limite dos biomas com os municípios brasileiros classificados de acordo com o bioma predominante.

Tabela 3. Campos da tabela de atributos do arquivo shapefile dos biomas brasileiros adaptados à malha municipal de 2017.

| Campo | Legenda |
|------------|--|
| NM_MUNCP | Nome do município |
| CD_GEOMU | Geocódigo do IBGE do município |
| NM_MICRO | Nome da microrregião |
| CD_GEOMI | Geocódigo do IBGE da microrregião |
| NM_MESO | Nome da mesorregião |
| CD_GEOME | Geocódigo do IBGE da mesorregião |
| area_sig | Área do município calculada em ambiente SIG |
| Amazônia | Área do município no bioma Amazônia |
| Caatinga | Área do município no bioma Caatinga |
| Cerrado | Área do município no bioma Cerrado |
| Mata_Atlâ | Área do município no bioma Mata Atlântica |
| Pampa | Área do município no bioma Pampa |
| Pantanal | Área do município no bioma Pantanal |
| pec_amaz | Percentual de área do município no bioma Amazônia |
| perc_caati | Percentual de área do município no bioma Caatinga |
| perc_cerra | Percentual de área do município no bioma Cerrado |
| perc_mata | Percentual de área do município no bioma Mata Atlântica |
| perc_pampa | Percentual de área do município no bioma Pampa |
| perc_panta | Percentual de área do município no bioma Pantanal |
| bioma_pred | Bioma predominante |
| area_ibge | Área do município oficial do IBGE |
| dif | Diferença entre “area_bioma” e “area_ibge” |
| p_dif | Percentual da diferença entre “area_bioma” e “area_ibge” |

Considerações Finais

A metodologia desenvolvida no presente trabalho permitiu classificar os municípios brasileiros conforme o bioma predominante em seu território, ação importante para atender aos objetivos do Projeto TIPIFICA – de diferenciar,

classificar, caracterizar e mapear os sistemas de produção predominantes de bovinos de corte, soja e cana-de-açúcar nos biomas brasileiros a partir de estatísticas disponibilizadas em diferentes níveis de agregação, incluindo o municipal. Desse modo, o Projeto TIPIFICA colabora com outros projetos e ações de pesquisa que empregam o bioma como referência, tendo em vista que o bioma expressa a oferta ambiental disponível aos sistemas de produção agropecuários.

Os resultados oriundos do projeto TIPIFICA podem apoiar ações de pesquisa e transferência de tecnologia ao identificar os sistemas de produção predominantes e sua localização, além de mostrar sua trajetória no período entre os dois últimos censos agropecuários (2006 e 2017). Esses resultados são importantes pois podem fornecer dados básicos para simulações, estudos exploratórios e construção de cenários.

Referências

- BARIONI, L. G.; CARVALHO, A. M. de; CHAIB FILHO, H.; ALBUQUERQUE, L. B. de; GAMA, L. C.; AGUIAR, D. M. de S. **Avaliação dos impactos ambientais, econômicos e sociais dos sistemas de produção de bovino de corte no Cerrado, na Amazônia e no Pantanal.** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2007. 13 p. Código SEG: 01.05.01.003.00.00. Projeto concluído.
- BARIONI, L. G.; OLIVEIRA, A. F. de; PEZZOPANE, J. R. M.; VISOLI, M. C.; FASIABEN, M. do C. R.; VELOSO, R. F. **Análise Integrada das opções de mitigação e adaptação para produção pecuária sustentável no contexto das mudanças climáticas - ANIMALCHANGE.** Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2011. 31 p. Código SEG: 02.13.20.007.00.00. Projeto concluído.
- BIANCHINI, V. **O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF e a sustentabilidade da agricultura no Vale do Ribeira – Paraná.** 2010. 411 p. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- BIANCHINI, V. **Vinte anos do PRONAF, 1995-2015: avanços e desafios.** Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2015. 113 p.
- BUAINAIN, A. M.; FAVARETO, A.; GARCIA, J. R.; VIEIRA JÚNIOR, P. A. Desafios para uma agricultura sustentável: abordagem baseada em nos biomas brasileiros. **Desenvolvimento em Debate**, v. 6, n. 2, p. 71–97, jul./dez. 2018. DOI: 10.51861/ded.dmdo.2.007.
- DALOGLU, I.; NASSAUER, J. I.; RIOLO, R. L.; SCAVIA, D. Development of a farmer typology of agricultural conservation behavior in the American Corn Belt. **Agricultural Systems**, v. 129, p. 93-102, July 2014. DOI: 10.1016/j.agsy.2014.05.007.

DOUXCHAMPS, S.; VAN WIJK, M. T.; SILVESTRI, S.; MOUSSA, A. S.; QUIROS, C.; NDOUR, N. Y. B.; BUAH, S.; SOMÉ, L.; HERRERO, M.; KRISTJANSON, P.; OUEDRAOGO, M.; THORNTON, P. K.; VAN ASTEN, P.; ZOUGMORÉ, R.; RUFINO, M. C. Linking agricultural adaptation strategies, food security and vulnerability: evidence from West Africa. **Regional Environmental Change**, v. 16, n. 5, p. 1305-1317, June 2016. DOI: 10.1007/s10113-015-0838-6.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **ERS farm typology for a diverse agricultural sector**. [Washington, DC], 2000. 8 p. (Agriculture information bulletin, n. 759).

FASIABEN, M. do C. R.; ALMEIDA, M. M. T. B.; MAIA, A. G.; OLIVEIRA, O. C. de; COSTA, F. P.; BARIONI, L. G.; DIAS, F. R. T.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; SENA, A. L. dos S.; SANTOS, J. C. dos; LAMPERT, V. do N.; OLIVEIRA, P. P. A.; ABREU, U. G. P. de; GREGO, C. R. **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>. Acesso em: 14 abr. 2022.

FASIABEN, M. do C. R.; SANTUCCI, J. M.; MAIA, A. G.; ALMEIDA, M. M. T. B.; OLIVEIRA, O. C. de; BARIONI, L. G. **Tipificação de municípios produtores de bovinos no Brasil**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2013. 38 p. (Embrapa Informática Agropecuária. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 33). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/981008>. Acesso em: 14 abr. 2022.

FASIABEN, M. do C. R.; MORAES, A. S.; GREGO, C. R.; SILVA, G. B. S. da; LIMA, H. P. de; LOPES, I. de O. N.; NOGUEIRA, S. F.; OLIVEIRA, S. R. de M.; ABREU, U. G. P. de; LOPES, W. M. O. **Tipificação e distribuição espacial de sistemas de produção de bovinos de corte, soja e cana-de-açúcar no Brasil**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2019. 41 p. Código SEG: 10.19.00.048.00.00. Projeto em execução.

GOSWAMI, R.; CHATTERJEE, S.; PRASAD, B. Farm types and their economic characterization in complex agro-ecosystems for informed extension intervention: study from coastal West Bengal, India. **Agricultural and Food Economics**, v. 2, p. 1-24, 2014. DOI: 10.1186/s40100-014-0005-2.

IBGE. **Biomás e sistema costeiro-marinho do Brasil**: compatível com a escala 1:250 000. Rio de Janeiro, 2019. 164 p. (Série relatórios metodológicos, v. 45). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101676.pdf>. Acesso em: 30 set. 2021.

IBGE. **Brasil em síntese**. 2021a. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio.html>. Acesso em: 28 set. 2021.

IBGE. **Malha mesorregional 2017**. Rio de Janeiro, 2018a. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR/br_mesorregioes.zip. Acesso em: 30 set. 2021.

IBGE. **Malha microrregional 2017**. Rio de Janeiro, 2018b. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR/br_microrregioes.zip. Acesso em: 30 set. 2021.

IBGE. **Malha Municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 30 set. 2021b.

IBGE. **Malha municipal 2017**. Rio de Janeiro, 2018c. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR/br_municipios.zip. Acesso em: 30 set. 2021.

IBGE. **Malha unidades da federação 2017**. Rio de Janeiro, 2018d. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_municipais/municipio_2017/Brasil/BR/br_unidades_da_federacao.zip. Acesso em: 30 set. 2021.

IBGE. Diretoria de Geociências. Coordenação de Cartografia. Gerência de Bases Contínuas. **Base cartográfica contínua do Brasil, ao milionésimo – BCIM: 4ª versão: documentação técnica geral**. Rio de Janeiro, 2014. v. II. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/bases_cartograficas_continuas/bcim/versao2014/informacoes_tecnicas/bcim_v4_doc_tecnica_vol_ii_anexos.pdf. Acesso em: 30 set. 2021.

IBGE. Diretoria de Geociências. Departamento de Geografia. **Divisão do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas**. Rio de Janeiro, 1990. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv2269_1.pdf. Acesso em: 28 set 2021.

IBGE lança mapa inédito de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho. **Agência IBGE notícias**. 2019. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/25798-ibge-lanca-mapa-inedito-de-biomas-e-sistema-costeiro-marinho>. Acesso em 30 set. 2021.

JAHEL, C.; BARON, C.; VALL, E.; KARAMBIRI, M.; CASTETS, M.; COULIBALY, K.; BÉGUÉ, A.; LO SEEN, D. Spatial modelling of agro-ecosystem dynamics across scales: a case in the cotton region of West-Burkina Faso. **Agricultural Systems**, v. 157, p. 303–315, Oct. 2017. DOI: 10.1016/j.agsy.2016.05.016.

KUIVANEN, K. S.; ALVAREZ, S.; MICHALSCHECK, M.; ADJEI-NSIAH, S.; DESCHEEMAER, K.; MELLON-BEDI, S.; GROOT, J. C. J. 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**, v. 78, p.153-166, Sept. 2016. DOI: 10.1016/j.njas.2016.04.003.

LANDAIS, E. Modelling farm diversity: new approaches to typology Building in France. **Agricultural Systems**, v. 58, n. 4, p. 505-527, Dec. 1998. DOI: 10.1016/S0308-521X(98)00065-1.

LOPEZ-RIDAURA, S.; FRELAT, R.; VAN WIJK, M. T.; VALBUENA, D.; KRUPNIK, T. J.; JAT, M. L. Climate smart agriculture, farm household typologies and food security: an ex-ante assessment from Eastern India. **Agricultural Systems**, v. 159, p. 57–68, Jan. 2018. DOI: 10.1016/j.agsy.2017.09.007.

MADARI, B. E.; CARVALHO, A. M. de; ALVES, B. J. R.; VICTORIA, D. de C.; SOUZA, D. M. de; THEISEN, G.; MAGALHÃES, H. A. de; FERREIRA, H. C. de O.; MATSUSHIGE, I.; SANTOS, J. C. F. dos; PICHELLI, K. R.; LEITE, L. F. C.; CARVALHO, M. T. de M.; FELIX, P. B.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; BARROS, R. P. de; CABALLERO, S. S. U.; TOSTO, S. G.; EVANGELISTA, S. R. M.; SCIVITTARO, W. B.; LEAL, W. G. de O. **Dinâmica de gases de efeito estufa e balanço de carbono em sistemas de produção de grãos no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 60 p. Código SEG: 01.11.01.002.00.00. Projeto concluído.

MAIA, A. G.; EUSEBIO, G. dos S.; FASIABEN, M. do C. R.; MORAES, A. S.; ASSAD, E. D.; PUGLIERO, V. S. The economic impacts of the diffusion of agroforestry in Brazil. **Land Use Policy**, v. 108, 105489, 2021. DOI: 10.1016/j.landusepol.2021.105489.

MORAES, A. S.; MORAES, A. S.; GREGO, C. R.; FASIABEN, M. do C. R. **Modelando a intensificação sustentável na agricultura brasileira**: sistemas integrados de produção. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 16 p. Código SEG: 02.17.00.015.00.00. Projeto concluído.

OLIVEIRA, P. P. A. BERNDT, A.; PEDROSO, A. de F.; FRAGALLE, C. V. P.; GUIMARÃES, E. da S.; QUINCOZES, E. F.; COSTA, F. P.; OMOTE, H. de S. G.; PIEROZZI JUNIOR, I.; MORAIS, L. G. de. **Gestão do Projeto Dinâmica de gases de efeito estufa em sistemas de produção da agropecuária brasileira**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2011. 46 p. Código SEG: 01.10.06.001.01.00. Projeto concluído.

QGIS Development Team. **QGIS Geographic Information System**. 2021. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: 20 jan. 2022.

ROBERT, M.; THOMAS, A.; SEKHAR, M.; BADIGER, S.; RUIZ, L.; WILLAUME, M.; LEENHARDT, D.; BERGEZ, J. E. Farm typology in the Berambadi Watershed (India): farming systems are determined by farm size and access to groundwater. **Water**, v. 9, n. 1, 51, Jan. 2017. DOI: 10.3390/w9010051.

ZANATTA, J. A.; BONNET, A.; ALVES, B. J. R.; BALIEIRO, F. de C.; KOENIGKAN, L. V.; RACHWAL, M. F. G.; MORALES, M. M.; HIGA, R. C. V.; HOLLER, W. A. **Dinâmica de gases de efeito estufa e dos estoques de carbono em florestas naturais e plantadas**: práticas silviculturais para mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 38 p. Código SEG: 01.16.05.001.00.00. Projeto concluído.

ZOROM, M.; BARBIER, B.; MERTZ, O.; SERVAT, E. Diversification and adaptation strategies to climate variability: a farm typology for the Sahel. **Agricultural Systems**, v. 116, p. 7-15, Mar. 2013. DOI: 10.1016/j.agsy.2012.11.004.

Embrapa Agricultura Digital

Av. André Tosello, nº 209 - Campus da Unicamp,
Barão Geraldo - Campinas, SP
CEP: 13083-886 - Fone: +55 (19) 3211-5700

www.embrapa.br/agricultura-digital
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Publicação digital - PDF (2022)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Carla Geovana do Nascimento Macário

Secretário-Executivo

Maria Fernanda Moura

Membros

*Adriana Farah Gonzalez, Alexandre de Castro,
Carla Cristiane Osawa, Debora Pignatari
Drucker, Ivan Mazoni, João Camargo Neto, João
Francisco Gonçalves Antunes, Magda Cruciol*

Revisão de texto

Adriana Farah Gonzalez

Normalização bibliográfica

Carla Cristiane Osawa

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Silvana Cristina Teixeira

Arte da capa

Magda Cruciol

Fotos da capa

*Reynaldo Pereira, Lucinete Lima, Guilherme
Noronha, Fernando Goss, Liliane Belo, Saulo Nunes*

CGPE 17534