

**Universidade de São Paulo
Instituto de Matemática e Estatística**

Centro de Estatística Aplicada

Relatório de Análise Estatística

RAE-CEA-24P19

RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA SOBRE O PROJETO:

“Análise dos dados de ocorrência de raiva dos herbívoros no estado do Espírito Santo”

**Higor Mendes Garcia
Aline Duarte de Oliveira**

São Paulo, dezembro de 2024

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA - CEA – USP

TÍTULO: Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Análise dos dados de ocorrência de raiva dos herbívoros no estado do Espírito Santo”.

PESQUISADORA: Luciana Caldas Zetun

INSTITUIÇÃO: Instituto de Defesa Agropecuária e Floresta do Espírito Santo (IDAF)

FINALIDADE DO PROJETO: Outra - Estratégica - Apoio a ações e análise de resultados

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Higor Mendes Garcia
Aline Duarte de Oliveira

REFERÊNCIA DESTE TRABALHO: GARCIA, H.M.; DUARTE, A. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Análise dos dados de ocorrência de raiva dos herbívoros no estado do Espírito Santo”.** São Paulo, IME-USP, 2024. (RAE–CEA-24P19)

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ACHA, P.N.; MÁLAGA-ALBA, A. (1988) **Economic losses due to Desmodus rotundus: natural history of vampire bats**. Boca Raton: CRC Press, **207-214**.

ANSELIN, L. (1988) **Spatial econometrics: methods and models**. New York: Springer. 284p.

BENAVIDES J.A.; WALDERRAMA W.; RECUENCO S.; UIEDA W.; SUZÁN G.; et al. (2020) Defining new pathways to manage the ongoing emergence of bat rabies in Latin America, **Viruses**, **12**, 1-13.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2021), **e-SISBRAVET Manual do Usuário, versão 2.2**, Brasília, DF: MAPA. 113p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA (2009), **CONTROLE DA RAIVA DOS HERBÍVOROS, 2ª edição**, Brasília, DF: MAPA. 125p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2023), **Pesquisa da Pecuária Municipal: Notas Técnicas, volume 50**, Rio de Janeiro, RJ: IBGE. 16p.

CARINI, A. (1911). Sur une grande épizootie de rage. **Annales de l'Institut Pasteur de Paris**, **25**, 843-846.

CZAPLEWSKI, R.L.; REICH, R.M. (1993) **Expected Value and Variance of Moran's Bivariate Spatial Autocorrelation Statistic for a Permutation Test**. Colorado: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

COX, D. R.; STUART, A. (1955) Some quick sign tests for trend in location and dispersion. **Biometrika**, **42**, 80-95.

HAUPT, H.; REHAAG, H. (1929) Raiva epizootica nos rebanhos de Santa Catarina, transmitida por morcegos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária**, **2**, 17-47.

JENKS, G. F. (1967) The Data Model Concept in Statistical Mapping, **International Yearbook of Cartography**, 7, 186–190.

KING, A.A.; HAAGSMA, J.; KAPPELER, A. (2004) **Lyssavirus infections in European bats: Historical Perspectives of Rabies in Europe and the Mediterranean Basin**. Paris: World Organization for Animal Health (OIE), **221-241**.

MORAN, P. A. P. (1950). Notes on Continuous Stochastic Phenomena. **Biometrika**, 37, 17–23.

MORATO, F.; IKUTA, C. Y.; ITO, F. H. (2011) Raiva: uma doença antiga, mas ainda atual. Parte 1. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, 9, 20–29.

MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. (2020) **Análise de séries temporais - volume II: Modelos multivariados e não lineares**. São Paulo: Blucher. 248p.

MÓRI, T.F.; SZÉKELY, G.J.; RIZZO M.L. (2020) On energy tests of normality. **Journal of Statistical Planning and Inference**, 213, 1-15.

SPEARMAN C. (1904) The Proof and Measurement of Association between Two Things. **The American Journal of Psychology**, 15, 72-101.

TSAY, R.S. (2014) **Multivariate time series analysis: with R and financial applications**. Hoboken: John Wiley & Sons. 492p.

TSAY, R.S. (2022) **All-Purpose Toolkit for Analyzing Multivariate Time Series (MTS) and Estimating Multivariate Volatility Models**. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/MTS/index.html>>. Acessado em: 16 de Novembro de 2024.

WARTENBERG, D. (1985). Multivariate Spatial Correlation: A Method for Exploratory Geographical Analysis. **Geographical Analysis**, 17: 263-283.

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:

R (versão 4.3.3)

RStudio (versão 2023.03.1)

Google Docs

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Séries Temporais (11:010)

Testes de Hipóteses Não Paramétricas (05:070)

ÁREA DE APLICAÇÃO

Outros - Epidemiologia Veterinária (14:990)

Resumo

Este estudo analisa a distribuição espaço-temporal dos focos de raiva em herbívoros no estado do Espírito Santo, Brasil, entre 2012 e 2023. Foram utilizados dados de ocorrências registradas em sistemas de vigilância, informações populacionais, dados geoespaciais e indicadores de vacinação e manejo de rebanhos para realizar análises descritivas e inferenciais, abrangendo variáveis como populações bovina, bubalina, suína, caprina, ovina e equina, além de cobertura vacinal.

A análise inferencial, baseada nos índices de Moran Global e Local Bivariados, demonstrou autocorrelação espacial significativa em diversas variáveis, indicando que a distribuição dos focos de raiva não é aleatória. A significância dos padrões observados foi validada por meio de reamostragem e testes de permutação. Os resultados destacaram associações espaciais consistentes entre os focos de raiva e variáveis de interesse, com padrões de correlação variando entre níveis territoriais macrorregional, microrregional e municipal ao longo do período analisado.

Para capturar as dependências temporais e espaciais entre os focos de raiva e variáveis associadas, foi ajustado um modelo vetorial autorregressivo com variáveis exógenas (VARX), com 1 defasagem para séries endógenas e 2 defasagens para exógenas, isto é VARX(1,2). O modelo evidenciou dependências significativas, tanto contemporâneas quanto defasadas, entre os focos e ocorrências em diferentes macrorregiões, apresentando um bom ajuste com resíduos livres de autocorrelação espacial e temporal, apesar de pequenas violações na normalidade multivariada.

Sumário

1. Introdução	9
2. Objetivos	10
3. Descrição do estudo	11
4. Descrição das variáveis	11
4.1 Variáveis independentes	12
4.2 Variável dependente	14
5. Análise descritiva	14
6. Análise inferencial	22
6.1 Análise espacial	22
6.2 Análise temporal	34
6.2.1 Ajuste do modelo	34
6.2.2 Análise de resíduos	34
6.2.3 Interpretação do modelo	35
7. Conclusão	36
APÊNDICE A	38
APÊNDICE B	51
ANEXO	105

1. Introdução

A raiva paralítica em bovinos foi diagnosticada pela primeira vez no estado de Santa Catarina por Carini, em 1911, quando *corpúsculos de Negri* foram identificados nos tecidos nervosos de bovinos mortos por uma doença desconhecida à época. Segundo Carini, os colonos locais acreditavam que morcegos hematófagos eram responsáveis pela enfermidade, uma observação que foi registrada em seu artigo *Sur une grande épizootie de rage* (CARINI, 1911). No entanto, muitos pesquisadores da época classificaram essa associação como uma “fantasia tropical” (MORATO et al., 2011).

Em 1916, os veterinários alemães Haupt e Rehaag, contratados pelo governo de Santa Catarina, identificaram o vírus da raiva no cérebro de morcegos hematófagos, reforçando a hipótese de que esses animais eram vetores da doença (HAUPT e REHAAG, 1929). Apesar dessas evidências, a ideia de que morcegos poderiam ser reservatórios de vírus da raiva encontrou resistência. No contexto da época, as afirmações de Louis Pasteur, que acreditava ser necessário um cão raivoso para a transmissão da raiva, prevaleciam. Nos casos de Santa Catarina, não havia registros de cães infectados, o que dificultou a aceitação dessa nova perspectiva (KING et al., 2004).

Entre as décadas de 1910 e 1940, a raiva bovina foi principalmente registrada no litoral brasileiro, associada ao desmatamento da Mata Atlântica e às transformações ambientais provocadas pela ocupação humana e a introdução da pecuária. Atividades como a construção de ferrovias e estradas, além da expansão agrícola e de mineração, alteraram o habitat dos morcegos, incluindo o *Desmodus rotundus*, o principal transmissor da raiva para os herbívoros (BRASIL, 2009).

Atualmente, a raiva é considerada uma das zoonoses mais importantes para a saúde pública, tanto por sua letalidade quanto pelos elevados custos econômicos associados. Estima-se que a raiva bovina cause prejuízos anuais de centenas de milhões de dólares na América Latina, resultando na morte de milhares de bovinos e

em gastos com vacinação e tratamentos pós-exposição em humanos (ACHA e MÁLAGA-ALBA, 1988).

O morcego hematófago *Desmodus rotundus* é o principal transmissor da raiva entre herbívoros, especialmente em regiões de exploração pecuária. Em resposta, vários países latino-americanos implementaram programas para controlar a população desses morcegos, já que a vacinação de animais domésticos não é suficiente para interromper a propagação do vírus entre populações silvestres (BENAVIDES et al., 2020).

No Brasil, o Ministério da Agricultura instituiu, em 1966, o Plano de Combate à Raiva dos Herbívoros, atualmente denominado Programa Nacional de Controle da Raiva dos Herbívoros (PNCRH), gerido pelo Departamento de Saúde Animal (DSA) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O PNCRH visa ao controle efetivo da raiva dos herbívoros por meio da vacinação estratégica e do controle da população de *Desmodus rotundus*, além de outras medidas profiláticas e de vigilância (BRASIL, 2009).

A execução do PNCRH cabe aos órgãos estaduais de Defesa Sanitária Animal, que são responsáveis pelo cadastramento de propriedades rurais, monitoramento de abrigos de morcegos hematófagos e vigilância em áreas de risco. Os proprietários rurais têm a obrigação de notificar casos suspeitos de raiva em herbívoros ao Serviço Veterinário Oficial, sob o risco de comprometer a saúde dos rebanhos e expor seres humanos à doença (BRASIL, 2009).

2. Objetivos

A epidemiologia da raiva em herbívoros é influenciada tanto por fatores naturais, como o habitat dos morcegos e a circulação do vírus, quanto por mudanças ambientais causadas pelas atividades humanas, sendo fundamental compreender a organização do espaço para entender a dinâmica da doença. Nesse sentido, os objetivos do estudo são mapear a doença e identificar, analisar e prever as distribuições espaciais e os

padrões temporais de casos associados à raiva dos herbívoros no estado do Espírito Santo.

3. Descrição do estudo

A amostra deste estudo é composta por dados de 1.441 ocorrências de raiva em herbívoros registradas no estado do Espírito Santo. As notificações foram realizadas entre 01/01/2012 e 31/12/2019 no Sistema Continental de Informação e Vigilância Epidemiológica (SivCont) e entre 01/01/2020 e 31/12/2023 no Sistema Brasileiro de Vigilância e Emergências Veterinárias (SISBRAVET) (BRASIL, 2021). Esses dados foram cruzados com informações populacionais (BRASIL, 2023) obtidas do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA-IBGE), dados geoespaciais do Catálogo de Geosserviços da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), e dados epidemiológicos do Sistema de Informação Regional para Vigilância Epidemiológica da Raiva (SIRVERA) e do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN). Além disso, foram utilizados dados dos informativos do Instituto de Defesa Agropecuária e Florestal do Espírito Santo (IDAF).

Este é um estudo observacional retrospectivo e longitudinal. Devido ao período abrangido pela análise, ocorreram perdas parciais de informações e inconsistências nos registros, atribuídas tanto a mudanças nos sistemas de cadastro e armazenamento quanto a falhas humanas.

4. Descrição das variáveis

As variáveis empregadas nas análises têm suas origens registradas nos anexos deste trabalho e seguem listadas:

4.1 Variáveis independentes

- **Macrorregião:** o estado do Espírito Santo possui seu território dividido nas macrorregiões Central Espírito-santense; Litoral Norte Espírito-santense; Noroeste Espírito-santense e Sul Espírito-santense;
- **Microrregião:** o estado do Espírito Santo possui seu território dividido nas microrregiões Afonso Cláudio; Alegre; Barra de São Francisco; Cachoeiro de Itapemirim; Colatina; Guarapari; Itapemirim; Linhares; Montanha; Nova Venécia; Santa Teresa; São Mateus e Vitória;
- **Município:** o estado do Espírito Santo é um dos menores estados do Brasil e possui seu território dividido em 78 subdivisões oficiais do estado;
- **Ocorrências:** quantidade de ocorrências registradas em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município, independente das espécies envolvidas e tendo ou não originado um foco;
- **Data da ocorrência:** data em que a ocorrência foi notificada e registrada pelo órgão competente, considerando-se o período de 01/01/2012 a 31/12/2023;
- **Ano da ocorrência:** derivado da Data da ocorrência, indica o ano em que a ocorrência foi notificada e registrada pelo órgão competente;
- **Mês da ocorrência:** derivado da Data da ocorrência, indica o mês em que a ocorrência foi notificada e registrada pelo órgão competente;
- **Semana da ocorrência:** derivada da Data da ocorrência, indica a semana epidemiológica correspondente obtida pelo cruzamento com o calendário epidemiológico do SINAN;
- **População bovina:** total de mamíferos das espécies *Bos taurus indicus* (boi indiano) ou *Bos taurus taurus* (boi europeu), independente de sexo, idade, raça ou finalidade (corte, leite ou trabalho), existente em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município;

- **População bubalina:** total de mamíferos da espécie *Buballus buballis* independente de sexo, idade, finalidade (corte ou leite), existentes em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município;
- **População suína:** total de mamíferos da espécie *Sus scrofa* (porcos e porcas), independente de sexo, idade e finalidade da produção, existentes em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município;
- **População ovina:** total de mamíferos da espécie *Ovis aries* (ovelhas, carneiros e borregos), independente de sexo, idade e finalidade (lã, corte ou leite), existentes em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município;
- **População equina:** total de mamíferos da espécie *Equus caballus* (cavalos, éguas, potros e potrancas), existentes em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município;
- **População caprina:** total de mamíferos da espécie *Capraballus aegagrus hircus* (bodes, cabras e cabritos) independente de sexo, idade, finalidade (corte ou leite), existentes em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município;
- **Propriedades com vacinação:** quantidade de propriedades rurais com registro de vacinação do gado contra raiva em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município. Para dados dos períodos de 2016 e 2019 a 2023;
- **Bovinos e bubalinos vacinados:** quantidade de vacinas contra a raiva aplicadas em mamíferos das espécies *Bubalus bubalis*, *Bos taurus indicus* ou *Bos taurus taurus* em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município. Para dados dos períodos de 2016 e 2019 a 2023;
- **Percentual de bovinos e bubalinos vacinados:** bovinos e bubalinos vacinados dividido pela soma de População bovina e População bubalina. Para dados dos períodos de 2016 e 2019 a 2023;
- **Pequenos ruminantes vacinados:** quantidade de vacinas contra a raiva aplicadas em mamíferos das espécies *Ovis aries* ou *Capraballus aegagrus hircus* em

determinado ano e macrorregião, microrregião ou município. Para dados dos períodos de 2016 e 2019 a 2023;

- **Percentual de pequenos ruminantes vacinados:** pequenos ruminantes vacinados dividido pela soma de População caprina e População ovina. Para dados dos períodos de 2016 e 2019 a 2023;
- **Equinos vacinados:** quantidade de vacinas contra a raiva aplicadas em mamíferos das espécies *Equus caballus* em determinado ano e macrorregião, microrregião ou município. Para dados dos períodos de 2016 e 2019 a 2023;
- **Percentual de equinos vacinados:** equinos vacinados dividido pela População equina. Para dados dos períodos de 2016 e 2019 a 2023;
- **Cavernas:** quantidade de cavidades geospacializadas em determinada macrorregião, microrregião ou município que podem ou não abrigar animais da espécie *Desmodus rotundus* ou outros vetores de transmissão da raiva.

4.2 Variável dependente

- **Focos:** quantidade de unidades epidemiológicas por ano e macrorregião, microrregião ou município, onde houve pelo menos um caso confirmado por diagnóstico laboratorial, independentemente da espécie, do número de susceptíveis e da aplicação de medidas de controle. Após três meses da data do último diagnóstico positivo o foco deixa de estar caracterizado e na hipótese de novos diagnósticos é contabilizado um novo foco.

5. Análise descritiva

A análise exploratória focou em estudar as duas dimensões dos dados, temporal e espacial. Para a primeira, inicialmente foram criados gráficos de linhas para as séries das variáveis de interesse e aplicados testes não paramétricos de Cox-Stuart (COX e STUART, 1955) para tendência em séries temporais. Para a segunda, foram utilizados mapas temáticos com coloração definida pelo algoritmo de Otimização de Intervalos

Naturais de Jenks (JENKS, 1967), além de histogramas, gráficos de violino, diagramas de caixa e mapas de calor das variáveis Ocorrências e Focos. Finalmente, a utilização de painéis de mapas temáticos e de correlações de Spearman (SPEARMAN, 1904) possibilitou a avaliação conjunta dessas dimensões.

A Figura B.1 contém os gráficos de linhas de Ocorrências e Focos por Ano da ocorrência. Embora as linhas de tendência sugiram diminuição nas contagens, os testes não rejeitam a hipótese de inexistência de tendência. A Tabela A.1 apresenta os coeficientes de correlação de Spearman entre as variáveis independentes e a variável dependente por Macrorregião, Microrregião e Município. Os coeficientes entre Ocorrências e Focos são próximos de 1, o que indica uma forte correlação monótona entre as duas variáveis nos três níveis de organização territorial. As Figuras B.2 e B.3 apresentam as séries das Ocorrências e Focos por Mês da ocorrência, os testes não rejeitam as hipóteses de não tendência. A Figura B.4 apresenta as séries das Ocorrências por Mês da ocorrência e Macrorregião, os testes de Cox-Stuart não rejeitam a inexistência de tendência e os testes de Dickey-Fuller só rejeitam a estacionariedade na série da Ocorrências na central. As Figuras B.5 e B.6 apresentam as séries das Ocorrências e Focos por Semana da ocorrência e os testes não rejeitam as hipóteses de não tendência.

A Figura B.7 apresenta as populações bovina, bubalina, caprina, equina, ovina e suína por ano. A População bovina é a maior, seguida pela População suína, e a menor é a População bubalina. As linhas de tendência sugerem redução no tamanho de todas as populações e os testes rejeitam a hipótese de inexistência de tendência para os equinos, caprinos e suínos. Na Figura B.8 são observadas as séries de Propriedades com vacinação, Bovinos e bubalinos, Pequenos ruminantes e Equinos vacinados por ano. De 2016 para 2019, com exceção aos Pequenos ruminantes vacinados, houve redução nos valores absolutos. Embora as linhas de tendência sugiram aumento do número de animais vacinados e de propriedades com registro vacinal, os testes não rejeitam a inexistência de tendência.

Os mapas temáticos da Figura B.9 apresentam as distribuições da População bovina, das Ocorrências e dos Focos por Ano da ocorrência e Macrorregião. No período em estudo a central, exibiu os maiores valores de Ocorrências e Focos. Ainda, nesse período, a População bovina se distribuiu principalmente nas macrorregiões noroeste e sul, sendo que a central foi a com menor rebanho bovino.

A Figura B.10 apresenta as distribuições da População bovina, das Ocorrências e dos Focos por Ano da ocorrência e Microrregião. No período de interesse a maior População bovina esteve localizada na Barra de São Francisco, sendo essa uma das microrregiões com menor número de Ocorrências. As microrregiões com mais ocorrências e focos em cada ano variaram entre Afonso Cláudio, Santa Teresa, Vitória, Guarapari e Cachoeiro de Itapemirim.

O painel de cartogramas apresentado na Figura B.11 exhibe as distribuições da População bovina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Município. Em todo o período estudado o município de Ecoporanga figurou com o maior rebanho bovino. Embora possa se observar concentração de ocorrências e focos nas microrregiões citadas acima, a distribuição entre os municípios integrantes não parece seguir nenhum padrão específico ao longo do tempo. A avaliação das Figuras B.9, B.10 e B.11 e da Tabela A.1 revela uma correlação monótona inversa entre a População bovina e os Focos por Macrorregião e Microrregião e uma correlação monótona com o número de Focos por Município.

A Figura B.12 apresenta as distribuições da População bubalina, das Ocorrências e dos Focos por Ano da ocorrência e Macrorregião. O maior rebanho bubalino por Macrorregião esteve localizado no litoral durante todo o período avaliado. O segundo histograma contido nas legendas apresenta a distribuição dos Focos de raiva por Macrorregião e Ano da ocorrência, é possível observar assimetria, com a maioria das macrorregiões apresentando entre 0 e 10 Focos por ano. O terceiro histograma apresenta a distribuição das Ocorrências por Macrorregião e Ano da ocorrência, sendo observada maior frequência entre 16 e 34.

Na Figura B.13 são apresentadas as distribuições da População bubalina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Microrregião. O maior rebanho bubalino por Microrregião esteve localizado em Linhares durante todo o período em estudo. O segundo histograma contido nas legendas apresenta a distribuição dos Focos de raiva por Microrregião e Ano da ocorrência, é possível observar assimetria e maior frequência entre 0 e 5. O terceiro histograma apresenta a distribuição das Ocorrências por Microrregião e Ano da ocorrência, nele se observa maior frequência entre 0 e 5.

Os cartogramas da Figura B.14 apresentam as distribuições da População bubalina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Município. O maior rebanho bubalino por Município esteve localizado em Linhares durante todo o período de interesse. O segundo histograma contido nas legendas apresenta a distribuição dos Focos de raiva por Município e Ano da ocorrência, no qual se observa assimetria e maior frequência entre 0 e 5 Focos. O terceiro histograma apresenta a distribuição das Ocorrências por Município e Ano da ocorrência, se observa maior frequência entre 0 e 1 Ocorrências. A avaliação conjunta das Figuras B.12, B.13 e B.14 e da Tabela A.1 revela uma correlação monótona entre a População bubalina e os Focos nos municípios.

O painel de mapas temáticos da Figura B.15 apresenta as distribuições da População suína, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Macrorregião. Os maiores rebanhos suínos por Macrorregião estiveram localizados na central e sul em todo o período de estudo. O primeiro gráfico de violino contido nas legendas apresenta a distribuição dos Focos por Ano da ocorrência e Macrorregião, se observa concentração entre 0 e 10. O segundo gráfico de violino nas legendas apresenta a distribuição das Ocorrências por Ano da ocorrência e Macrorregião, se observa concentração entre 0 e 25.

O painel da Figura B.16 apresenta as distribuições da População suína, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Microrregião. O maior rebanho suíno por Microrregião esteve localizado em Cachoeiro de Itapemirim em todo período estudado. O primeiro gráfico de violino apresenta a distribuição dos Focos por Ano da

ocorrência e Microrregião, se observa concentração entre 0 e 5. O segundo gráfico de violino nas legendas apresenta a distribuição das Ocorrências por Ano da ocorrência e Microrregião, se observa concentração entre 0 e 10.

Os cartogramas na Figura B.17 apresentam as distribuições da População suína, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Microrregião. O maior rebanho suíno por Município esteve localizado em Cachoeiro de Itapemirim entre 2014 e 2023. O primeiro gráfico de violino apresenta a distribuição dos Focos por Ano da ocorrência e Município, se observa concentração entre 0 e 1. O segundo gráfico de violino apresenta a distribuição das Ocorrências por Ano da ocorrência e Município, se observa concentração entre 0 e 5. A avaliação conjunta dos mapas temáticos das Figuras B.15, B.16 e B.17 e da Tabela A.1 revela uma correlação monótona entre a População suína e os Focos nos três níveis de organização territorial.

Na Figura B.18 são apresentadas as distribuições da População ovina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Macrorregião. O maior rebanho ovino esteve localizado no Litoral Espírito-santense entre 2012 e 2017 e entre 2021 e 2023. O primeiro gráfico de caixa contido nas legendas apresenta a distribuição dos Focos por Ano da ocorrência e Macrorregião, se observa uma mediana de 8 Focos e a presença de seis pontos aberrantes. O segundo gráfico de caixa apresenta a distribuição das Ocorrências por Ano da ocorrência e Macrorregião, se observa uma mediana de 24 Ocorrências e a presença de cinco pontos aberrantes.

Os mapas temáticos da Figura B.19 apresentam as distribuições da População ovina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Microrregião. O maior rebanho ovino por Microrregião esteve localizado em Montanha em 2012 e 2013 e em Linhares entre 2014 e 2023. O primeiro gráfico de caixa apresenta a distribuição dos Focos por Ano da ocorrência e Microrregião, se observa uma mediana de 2 Focos e a presença de sete pontos aberrantes. O segundo gráfico de caixa apresenta a distribuição das Ocorrências por Ano da ocorrência e Microrregião, se observa uma mediana de 7 ocorrências e a presença de dois pontos aberrantes.

O painel de cartogramas da Figura B.20 apresenta as distribuições da População ovina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Município. O maior rebanho ovino por Município esteve localizado em Ecoporanga em 2021, em Guarapari entre 2013 e 2019 e em Linhares entre 2020 e 2023. O primeiro gráfico de caixa apresenta a distribuição dos Focos por Ano da ocorrência e Município, se observa uma mediana de 0 Focos e a presença de treze pontos aberrantes. O segundo gráfico de caixa apresenta a distribuição das Ocorrências por Ano da ocorrência e Município, se observa uma mediana de 1 Ocorrência e a presença de treze pontos aberrantes. A avaliação conjunta dos mapas temáticos das Figuras B.18, B.19 e B.20 e da Tabela A.1 revela uma correlação monótona entre a População ovina e os Focos nos municípios.

Na Figura B.21 podem ser observadas as distribuições da População equina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Macrorregião. O maior rebanho equino por Macrorregião esteve localizado no litoral entre 2012 e 2017 e entre 2021 e 2023 e no Noroeste Espírito-santense entre 2018 e 2020. O mapa de calor sugere que a distribuição conjunta das Ocorrências e Focos se concentra nas regiões $[0,20) \times [0,10)$, $[20,40) \times [0,10)$ e $[20,40) \times [10,20)$, o que reforça a correlação entre a quantidade de Ocorrências e de Focos.

A Figura B.22 apresenta as distribuições da População equina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Microrregião. O maior rebanho equino por microrregião esteve localizado em Barra de São Francisco entre 2012 e 2016 e entre 2018 e 2022, em Montanha em 2017 e em Cachoeiro de Itapemirim em 2023. A distribuição conjunta das Ocorrências e Focos se concentra nas regiões $[0,10) \times [0,5)$, $[10,20) \times [0,5)$ e $[10,20) \times [5,10)$, o que reforça a correlação entre a quantidade de Ocorrências e de Focos em determinada Microrregião e Ano da ocorrência.

O painel de mapas temáticos da Figura B.23 apresenta as distribuições da População equina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e Município. O maior rebanho equino por Município esteve localizado em Ecoporanga entre 2012 e 2023. A distribuição conjunta das Ocorrências e Focos por Município e Ano da Ocorrência se concentra na região $[0,5) \times [0,5)$, o que reforça a correlação entre a

quantidade de Ocorrências e de Focos em determinado Município e Ano da ocorrência. A avaliação conjunta das Figuras B.21, B.22 e B.23 e da Tabela A.1 revela uma correlação monótona inversa entre a População equina e os Focos nas macrorregiões e correlação monótona com os Focos nos municípios.

Os painéis de mapas temáticos apresentados nas Figuras B.24, B.25 e B.26 contém as distribuições da População caprina, das Ocorrências e de Focos por Ano da ocorrência e por Macrorregião, Microrregião e Município respectivamente. A evolução da distribuição da População caprina no decorrer do período do estudo não parece apresentar um padrão específico em qualquer dos três níveis de organização administrativa. A avaliação conjunta desses cartogramas e dos resultados contidos na Tabela A.1 revela uma correlação monótona entre a População caprina e os Focos nas microrregiões e nos municípios.

As Figuras B.27, B.28 e B.29 apresentam as distribuições de Propriedades com vacinação, Ocorrências e Focos por Ano da ocorrência e por Macrorregião, Microrregião e Município respectivamente. A evolução da distribuição do número de Propriedades com vacinação do gado não parece seguir padrões espaciais ao longo do tempo do estudo. A avaliação conjunta desses mapas temáticos e da Tabela A.1 revela uma correlação monótona entre Propriedades com vacinação e Focos nas Microrregiões e nos Municípios.

Os painéis de mapas temáticos das Figuras B.30, B.31 e B.32 apresentam as distribuições de Bovinos e bubalinos vacinados, Percentual de bovinos e bubalinos vacinados, Ocorrências e Focos por Ano da ocorrência e por Macrorregião, Microrregião e Município respectivamente. O maior percentual de vacinação por Macrorregião foi registrado no sul em 2016 e 2020 e na central em 2019 e entre 2021 e 2023. O maior percentual de vacinação por Microrregião foi registrado em Vitória em 2019, 2021 e 2022 em Cachoeiro de Itapemirim em 2016 e em Afonso Cláudio em 2023. Em todos os anos avaliados, o maior percentual de vacinação por Município foi registrado em Vitória. No ano de 2022 o município de Vitória apresentou um percentual de vacinação de 2197%, sendo o mais alto registrado. Valores acima de 100% são

decorrentes ou da vacinação de um mesmo animal mais de uma vez no ano ou de inconsistências nos registros. A análise desses painéis juntamente à Tabela A.1 revela que a quantidade de Bovinos e bubalinos vacinados apresenta correlação monótona com os Focos nos municípios e que o Percentual de Bovinos e bubalinos vacinados apresenta correlação monótona com os Focos nos três níveis de organização territorial.

As Figuras B.33, B.34 e B.35 apresentam as distribuições de Pequenos ruminantes vacinados, Percentual de pequenos ruminantes vacinados, Ocorrências e Focos por Ano da ocorrência e por Macrorregião, Microrregião e Município respectivamente. A cobertura vacinal desses rebanhos no estado é precária, com 93% dos percentuais de vacinação por município menores ou iguais a 0. No ano de 2019, Cachoeiro de Itapemirim e Marechal Floriano apresentaram respectivamente o maior (121%) e o segundo maior (39%) percentual de pequenos ruminantes vacinados. A avaliação conjunta desses painéis e da Tabela A.1 revela que nem o número nem o Percentual de pequenos ruminantes vacinados apresenta correlação monótona com os Focos.

As Figuras B.36, B.37 e B.38 apresentam as distribuições de Equinos vacinados, Percentual de equinos vacinados, Ocorrências e Focos por Ano da ocorrência e por Macrorregião, Microrregião e Município respectivamente. A cobertura vacinal desses rebanhos no estado é heterogênea e precária. O maior percentual anual de vacinação por Macrorregião foi registrado na central em todos os anos avaliados. O maior percentual anual de vacinação por Microrregião foi registrado em Vitória em 2016, 2019 e 2020, em Afonso Cláudio em 2021 e 2023 e em Santa Teresa em 2022. O maior percentual de vacinação por Município foi registrado em Laranja da Terra em 2016 e 2023 e em Vitória em 2019, 2021 e 2022. A avaliação conjunta desses painéis e da Tabela A.1 revela que, embora o número de Equinos vacinados não apresente correlação monótona com os Focos nas macrorregiões, o Percentual de equinos vacinados apresenta.

Por fim, as Figuras B.39, B.40 e B.41 apresentam as distribuições de Cavernas, Ocorrências e Focos por Ano da ocorrência e por Macrorregião, Microrregião e

Município respectivamente. Cada ponto preto indica a localidade de uma cavidade e se observa uma concentração na Macrorregião sul que abriga 25 das 43 cavernas geolocalizadas do estado. A avaliação conjunta desses painéis e da Tabela A.1 revela uma correlação monótona entre a quantidade de Cavernas e os Focos nos três níveis de organização territorial.

6. Análise inferencial

6.1 Análise espacial

A análise inferencial tem como objetivo investigar a distribuição espaço-temporal dos focos de raiva no estado, avaliando sua relação com fatores de interesse. As inferências sobre a distribuição espacial foram baseadas nos índices de Moran Global e Local Bivariados (WARTENBERG, 1985), cujos resultados estão sumarizados na Tabela A.2 e nas Figuras B.42 a B.53. As estimativas e intervalos de confiança foram obtidos através de métodos de reamostragem, utilizando o teste de permutação para avaliar a nulidade do índice (CZAPLEWSKI e REICH, 1993). Na definição das vizinhanças, aplicou-se o critério de continuidade *rook* (ANSELIN, 1988), que considera regiões como vizinhas quando possuem fronteiras em comum.

A significância estatística dos índices de Moran é particularmente relevante, pois indica que a distribuição espacial dos focos de raiva dos herbívoros no estado não é aleatória. Valores significativos desses índices revelam a existência de autocorrelação espacial, o que permite inferir que as observações em regiões próximas exibem padrões semelhantes ou contrastantes, evidenciando a presença de estrutura espacial nos dados. Portanto, ao rejeitarmos a hipótese de nulidade do índice de Moran, concluímos que a distribuição da raiva dos herbívoros segue alguma dependência espacial, refletindo uma organização no espaço que vai além do acaso.

A seguir, são discutidas as interpretações dos coeficientes globais e locais que foram significativos ao nível de 5%. Os coeficientes globais são analisados nos três níveis de organização territorial, enquanto os coeficientes locais são avaliados nos

níveis macro e microrregional. De modo geral, um coeficiente global negativo atesta que a presença de valores baixos em uma variável explicativa em determinada região está associada a valores altos da variável resposta nas regiões vizinhas, ou vice-versa. Em contraste, um coeficiente global positivo denota que valores baixos da variável explicativa em uma região tendem a ocorrer em conjunto com valores baixos da variável resposta nas localidades vizinhas; o mesmo padrão vale para valores altos.

Já o coeficiente local permite identificar a direção e intensidade da relação entre a variável Foco e a variável explicativa em uma região específica. Assim, quando há um padrão "alto-alto" a presença de valores altos da variável Foco em uma região está associada a valores altos da variável explicativa nas regiões vizinhas. No padrão "alto-baixo", valores altos de Foco em uma região correspondem a valores baixos da variável explicativa nas proximidades. Analogamente, padrões "baixo-alto" ("baixo-baixo") indicam associações em que valores baixos da variável Foco ocorrem junto a valores altos (baixos) da variável explicativa nas regiões vizinhas, respectivamente.

Essa análise permite avaliar de maneira detalhada como os focos de raiva se distribuem no espaço e no tempo, considerando possíveis fatores influentes e capturando tanto as relações gerais quanto as variações locais.

Em nível macrorregional, a variável Ocorrências apresenta coeficientes globais negativos em 2012, 2013, 2017, 2019, 2022 e 2023. Isso evidencia que, nesses anos, as vizinhanças das macrorregiões com valor alto de Ocorrências tinham valor baixo de Focos, e vice-versa. Em contraste, em 2018 e 2021, os coeficientes globais são positivos, confirmando que macrorregiões com valor alto de Ocorrências tinham sua vizinhança formada por áreas com valor alto de Focos, ou o mesmo para valores baixos. A Figura B.42 ilustra que, em 2012, 2013, 2017, 2019, 2022 e 2023, o sul apresenta coeficientes locais significativos. Nesses anos, observou-se um valor baixo de Focos na região e um valor alto de Ocorrências na central.

Em nível microrregional, a variável Ocorrências exibe coeficientes globais positivos em 2012, 2017 e 2019, e negativo em 2016. Em 2012, Montanha apresentou

valor baixo de Focos, com sua vizinhança também exibindo valor baixo de Ocorrências; ainda neste ano, Santa Teresa e Vitória, juntamente com suas vizinhanças, apresentaram valores altos de Focos e Ocorrências. Em 2013, Montanha mostrou valor alto de Focos, enquanto sua vizinhança registrou valor baixo de Ocorrências; no mesmo ano, Itapemirim e Vitória exibiram valor baixo de Focos, enquanto suas vizinhanças apresentaram valor alto de Ocorrências. Em 2014, Alegre e Itapemirim também registraram valor baixo de Focos, enquanto as regiões vizinhas exibiram valor alto de Ocorrências. Em 2016, Alegre manteve esse padrão, com valor baixo de Focos e valor alto de Ocorrências nas áreas vizinhas. Em 2017, Montanha apresentou valor alto de Focos, com valor baixo de Ocorrências na vizinhança. Ainda neste ano, Santa Teresa exibiu valor baixo de Foco e valor alto de Ocorrências nas proximidades, enquanto Vitória, junto com sua vizinhança, apresentou valor alto de Focos e Ocorrências. Nos anos de 2018 e 2019, Santa Teresa mostrou valor baixo de Focos, enquanto sua vizinhança registrou valor alto de Ocorrências, padrão que se repetiu em 2022 para Afonso Cláudio.

Em nível municipal, a variável Ocorrências tem coeficientes de correlação global com Focos positivos entre 2012 e 2015, entre 2017 e 2021, e em 2023. Em todos esses anos, verificou-se uma correlação espacial positiva entre os valores de Ocorrências e Focos, indicando que municípios e seus vizinhos apresentaram valores semelhantes dessas variáveis.

Na avaliação em nível macrorregional, a População bovina apresenta coeficientes globais negativos em 2012, 2013, 2017, 2019, 2022 e 2023, indicando que macrorregiões com poucos Focos tinham vizinhanças com grandes rebanhos bovinos, ou vice-versa. Em 2018, no entanto, esse padrão se inverteu, com coeficientes positivos indicando que as macrorregiões com grandes rebanhos estavam cercadas por áreas com também altos valores de Focos. A Figura B.43 mostra que, entre 2014 e 2016 e em 2018, 2020 e 2021, o sul apresentou altos valores de Focos, enquanto as regiões vizinhas registraram um pequeno rebanho bovino.

Na avaliação em nível microrregional, a População bovina exibe coeficientes globais negativos entre 2012 e 2015 e em 2017, 2018, 2020, 2022 e 2023, denotando que microrregiões com grandes rebanhos tinham vizinhanças com poucos Focos, ou o oposto. Além disso, os índices locais mostram que, em 2012 e 2013, Nova Venécia apresentou valor baixo de Focos, enquanto suas vizinhanças registraram grandes rebanhos. Em 2015, a vizinhança manteve esse padrão, mas, nesse ano, Nova Venécia registrou um alto valor de Focos.

Na avaliação em nível municipal, a População bovina tem correlação espacial negativa com Focos entre 2012 e 2014 e em 2016, 2017, 2022 e 2023. Isso indica que, nesses anos, municípios com valores altos de Focos estavam próximos de municípios com pequenos rebanhos bovinos, ou vice-versa.

Na esfera macrorregional, a População bubalina apresenta correlação espacial global positiva com Focos em 2019, indicando que macrorregiões com grandes populações de búfalos estavam próximas de macrorregiões com valores altos de Focos, ou o contrário. A Figura B.44 mostra que, em 2014 e 2016, o sul registrou valores altos de Focos enquanto sua vizinhança apresentava uma População bubalina pequena.

Na esfera microrregional, a População bubalina exibe correlação espacial negativa com Focos em 2013 e 2014, indicando que as microrregiões com grandes populações bubalinas estavam próximas de microrregiões com valores baixos de Focos, ou o contrário. Contudo, nenhum coeficiente local apresentou significância estatística em todo o período do estudo.

Na esfera municipal, a População bubalina tem correlação espacial negativa com Focos na maioria dos anos, exceto em 2018 e 2019. Em 2018, a significância estatística da correlação espacial foi rejeitada, e, em 2019, a correlação se mostrou positiva, indicando que os municípios com grandes populações bubalinas tendiam a ter vizinhanças com valores altos de Focos, ou o contrário.

Em nível macrorregional, a População suína apresenta correlação espacial negativa com Focos em 2012, 2013 e 2019 e correlação positiva em 2016, 2018, 2020 e 2021. A Figura B.45 revela que, em 2012, 2013, 2017 e 2019, o sul apresentou valores baixos de Focos, enquanto a região central exibiu uma grande População suína. Em 2022 e 2023, observou-se algo parecido, com valores altos de Focos no sul, enquanto a População suína se manteve alta na região central.

Em nível microrregional, a População suína exibe correlação espacial negativa com Focos em 2017, 2019 e 2023 e correlação positiva em 2012 e 2018. Os coeficientes locais indicam que, em 2012, 2018, 2020, 2021 e 2023, a vizinhança de Alegre tinha uma alta População suína enquanto essa microrregião registrava valores altos de Focos. Entre 2013 e 2017 e em 2019 e 2022, a vizinhança de Alegre manteve grandes populações suínas enquanto essa microrregião apresentou valores baixos de Focos.

Em nível municipal, a População suína demonstra correlação espacial negativa com Focos em 2019, 2022 e 2023 e correlação positiva entre 2012 e 2014 e em 2018, evidenciando que, em certos períodos, os municípios com altas populações suínas estavam cercados por municípios com números similares de Focos, enquanto em outros anos esse padrão foi inverso.

Na avaliação em nível macrorregional, a População ovina tem correlação espacial global negativa com Focos em 2014, 2019 e 2022 demonstrando que nesses anos as vizinhanças das macrorregiões com valor alto de Focos possuíam baixa população ovina, ou vice-versa. Na Figura B.46, os coeficientes locais apontam que, em 2019, o sul apresentou valor baixo de Focos enquanto a central apresentou alta População ovina.

Na avaliação em nível microrregional, a População ovina apresenta correlação espacial global negativa com Focos entre 2012 e 2015 e em 2019, corroborando que nesses anos as vizinhanças das microrregiões com valor alto de Focos possuíam baixa população ovina, e vice-versa. Os coeficientes locais comprovam que, entre 2012 e 2015, São Mateus apresentou valores baixos de Focos, enquanto sua vizinhança

apresentou uma alta População ovina; em 2012 e 2013, esse comportamento também foi observado em Nova Venécia. Ainda, os coeficientes locais atestam que em 2012 foi registrado um valor baixo de Focos em Guarapari enquanto sua vizinhança registrou valores baixos da População ovina.

Na avaliação em nível municipal, a População ovina exibe correlação espacial global negativa com Focos entre 2012 e 2016 e em 2023, comprovando que nesses anos as vizinhanças dos municípios com valor alto de Focos possuíam baixa população ovina, ou vice-versa.

Na esfera macrorregional, a População equina demonstra correlação espacial global positiva com Focos em 2012, 2013, 2017, 2019, 2022 e 2023 comprovando que nesses anos as vizinhanças das macrorregiões que registraram valores altos de Focos possuíam grande População equina, e o mesmo para valores baixos. Em 2018 a correlação espacial global foi negativa, corroborando que nesse ano as vizinhanças das macrorregiões que registraram valores altos de Focos possuíam pequena População equina. Ainda, a Figura B.47 revela que entre 2014 e 2016 e em 2018, 2020 e 2021 o sul registrou valores altos de Focos enquanto a central registrou baixa População equina.

Na esfera microrregional, a População equina exibe correlação espacial global negativa com Focos entre 2012 e 2015 e em 2017, 2019, 2020 e 2022, o que comprova que nesses anos as vizinhanças das microrregiões com valores altos de Focos possuíam valores baixos de População equina e que as vizinhanças das microrregiões com valores baixos de Focos possuíam valores altos de População equina. Ainda, nenhum coeficiente local foi estatisticamente significativo em todo o período.

Na esfera municipal, a População equina apresenta correlação espacial global negativa com Focos entre 2012 e 2014 e em 2016, 2022 e 2023, o que demonstra que nesses anos as vizinhanças dos municípios com valores altos de Focos possuíam valores baixos de População equina e que as vizinhanças dos municípios com valores baixos de Focos possuíam valores altos de População equina.

Em nível macrorregional, a População caprina tem correlação espacial global negativa com Focos em 2017, 2019, 2020, 2022 e 2023, demonstrando que nesses anos as vizinhanças das macrorregiões que registraram valores altos de Focos possuíam grande População caprina, e vice-versa. Na Figura B.48 os índices locais comprovam que em 2014 e 2015 o sul apresentou valores altos de Focos enquanto a central apresentou valores baixos da População caprina, e que em 2019 e 2022 o sul apresentou valores baixos de Focos enquanto a central apresentou valores altos da População caprina.

Em nível microrregional, a População caprina demonstra correlação espacial global negativa com Focos em 2014, 2020 e 2021, corroborando que nesses anos as vizinhanças das microrregiões que registraram valores altos de Focos possuíam grande População caprina, e vice-versa. Os índices locais atestam que, em 2012, Alegre registrou um valor alto de Focos, enquanto sua vizinhança registrou valores altos de População caprina, e que esse comportamento também se verificou para Santa Teresa em 2022. Além disso, em 2013, 2021 e 2023, Alegre registrou valores baixos de Focos associados a valores altos da População caprina em sua vizinhança, com esse comportamento se repetindo para Barra de São Francisco em 2014 e 2015.

Em nível municipal, a População caprina exibe correlação espacial global negativa com Focos entre 2013 e 2016, e positiva entre 2017 e 2021. Ou seja, no primeiro período as vizinhanças de municípios com valores altos de Focos tiveram valores baixos da População caprina, e o mesmo para valores baixos. Enquanto no segundo período as vizinhanças de municípios com valores altos de Focos tiveram valores altos da População caprina, e vice-versa.

Na avaliação em nível macrorregional, a variável Propriedades com vacinação apresenta correlação espacial global positiva com Focos em 2016 e entre 2020 e 2022, constatando que nesses anos as vizinhanças das macrorregiões que registraram valores altos de Focos também apresentaram valores altos de Propriedades com vacinação, e o mesmo para valores baixos. Na Figura B.49 é possível observar que em

2023 o sul apresentou valor baixo de Focos associado ao valor alto de Propriedades com vacinação registrado na central.

Na avaliação em nível microrregional, a variável Propriedades com vacinação tem correlação espacial global negativa com Focos em 2019 e 2022 e positiva em 2021, constatando que em 2019 e 2022 as microrregiões vizinhas das que registraram valores altos de Focos apresentaram valores baixos de Propriedades com vacinação, ou o contrário. Além disso, em 2021 as vizinhas das macrorregiões que registraram valores altos de Focos também apresentaram valores altos de Propriedades com vacinação, ou o contrário. Os índices locais demonstram que, em 2016, Alegre apresentou um valor baixo de Focos associado a valores altos de Propriedades com vacinação na sua vizinhança, além disso o comportamento na sua vizinhança se manteve em 2020, 2021 e 2023 com essa microrregião tendo registrado valores altos de Focos nesses anos.

Na avaliação em nível municipal, a variável Propriedades com vacinação demonstra correlação espacial global com Focos negativa em 2022 e 2023, comprovando que nesses anos os municípios vizinhos daqueles em que se observou valor alto de Focos registraram valor baixo de Propriedades com vacinação, ou o contrário.

Na esfera macrorregional, a variável Bovinos e bubalinos vacinados tem correlação espacial global com Focos positiva em 2016, 2019, 2020, 2022 e 2023, ou seja, nesses anos, as macrorregiões vizinhas daquelas em que se registraram valores absolutos altos de vacinação registraram valores altos de Focos, e o mesmo para valores baixos. A variável Percentual de bovinos e bubalinos vacinados registra correlação espacial global com Focos negativa em 2019, 2022 e 2023, ou seja, nesses anos as macrorregiões vizinhas daquelas em que se registraram percentuais altos de vacinação registraram valores baixos de Focos, e vice-versa. Ainda, o Percentual de bovinos e bubalinos vacinados demonstra correlação espacial global positiva com Focos em 2021, isto é, nesse ano, as macrorregiões vizinhas daquelas em que se registraram valores percentuais altos de vacinação registraram valores altos de Focos,

e o mesmo para valores baixos. Na Figura B.50, os índices locais corroboram que em 2018, 2020 e 2021 o sul apresentou valores altos de Focos e a central registrou valores absolutos de vacinação baixos, enquanto em 2019, 2022 e 2023 o sul teve valores baixos de Focos enquanto a central exibiu valores percentuais de vacinação altos.

Na esfera microrregional, a variável Bovinos e bubalinos vacinados exhibe correlação espacial com Focos negativa em 2019, 2020, 2022 e 2023, ou seja, nesses anos, as microrregiões vizinhas daquelas em que se registraram valores absolutos altos de vacinação registraram valores baixos de Focos, e vice-versa. A variável Percentual de bovinos e bubalinos vacinados registra correlação espacial global positiva com Focos em 2022 e 2023, ou seja, nesses anos, as microrregiões vizinhas daquelas em que se registraram valores percentuais altos de vacinação registraram valores altos de Focos, e o mesmo para valores baixos. Os índices locais revelam que em 2016, e entre 2019 e 2021 Guarapari registrou valores baixos de Focos associados a percentuais de vacinação altos em sua vizinhança; em 2016, esse comportamento também foi observado em Alegre e, em 2020 e 2023, em Santa Teresa. Da Figura B.50 também se tem que, em 2016, em Afonso Cláudio, em 2022, em Santa Teresa e em 2023, em Vitória valores altos de Focos estavam associados a percentuais de vacinação altos em sua vizinhança. Ainda, em 2016 e 2020, na vizinhança de Montanha foram registrados percentuais de vacinação baixos associados a valores baixos de Focos nessa microrregião. Por fim, em 2016, Nova Venécia teve valor alto de Focos associado a percentuais de vacinação baixos em sua vizinhança.

Na esfera municipal, a variável Bovinos e bubalinos vacinados exhibe correlação espacial com Focos negativa em 2019, 2020, 2022 e 2023, ou seja, nesses anos, os municípios vizinhos daqueles em que se registraram valores absolutos altos de vacinação registraram valores baixos de Focos, e vice-versa. Por outro lado o Percentual de bovinos e bubalinos vacinados tem correlação espacial positiva com Focos em 2016, 2020 e 2022, ou seja, nesses anos, nas vizinhanças dos municípios que registraram valores percentuais de vacinação altos, foram registrados valores altos de Focos, e o mesmo para valores baixos.

Em nível macrorregional, tanto a variável Pequenos ruminantes vacinados quanto a variável Percentual de pequenos ruminantes vacinados apresenta correlação espacial positiva com Focos em 2020 e negativa em 2023, isto é, em 2020 macrorregiões vizinhas daquelas em que o valor absoluto ou percentual de vacinados foi alto registraram valores altos de Focos e vice-versa, enquanto em 2023 as vizinhanças das macrorregiões que apresentaram valor absoluto ou percentual de vacinados alto tiveram valor baixo de Focos, ou o contrário. Na Figura B.51, os índices locais demonstram que em 2019 o sul apresentou valores baixos de Focos associados a valores absolutos e percentuais de vacinação também baixos na central. Ainda, em 2022 e 2023 o sul apresentou valores baixos de Focos associados a valores absolutos e percentuais de vacinação altos na central.

Em nível microrregional, tanto a variável Pequenos ruminantes vacinados quanto a variável Percentual de pequenos ruminantes vacinados tem correlação espacial positiva com Focos em 2016 e 2023 e negativa em 2019, isto é, em 2016 e 2023 microrregiões vizinhas daquelas em que o valor absoluto ou percentual de vacinados foi alto registraram valores altos de Focos ou vice versa, enquanto em 2019 as vizinhanças das microrregiões que apresentaram valor absoluto ou percentual de vacinados alto tiveram valor baixo de Focos, ou o contrário. Os índices locais demonstram associação entre valores altos de Focos e valores absolutos e percentuais de vacinação para Nova Venécia em 2019 e 2021 e para Afonso Cláudio em 2021 e suas vizinhanças. Ainda, em 2019 se verifica associação entre os valores baixos de Focos em Alegre e Itapemirim e valores absolutos e percentuais de vacinação altos em suas vizinhanças.

Em nível municipal, a variável Pequenos ruminantes vacinados tem correlação espacial negativa com Focos em 2019 e positiva em 2022 e 2023, ou seja, em 2019 municípios vizinhos daqueles com valores altos de Focos apresentaram valores absolutos de vacinação baixos ou vice versa, enquanto em 2022 e 2023 os vizinhos daqueles com valores altos de Focos apresentaram valores absolutos de vacinação altos ou o contrário. Já a variável Percentual de pequenos ruminantes vacinados tem correlação espacial positiva com Focos em 2016 e positiva em 2023, ou seja, em 2016 as vizinhanças dos municípios com valores altos de Focos também apresentaram

valores percentuais de vacinação altos ou o contrário, enquanto em 2023 os vizinhos daqueles com valores altos de Focos apresentaram valores percentuais de vacinação baixos ou vice versa.

Na avaliação em nível macrorregional, tanto a variável Equinos vacinados quanto a variável o Percentual de equinos vacinados exibem correlação espacial negativa com Focos em 2019, 2022 e 2023, ou seja, nesses anos as vizinhanças das macrorregiões com valores altos de Focos apresentaram valores absolutos e percentuais de vacinação baixos ou vice versa. Na Figura B.52, os índices locais corroboram que em 2019, 2022 e 2023 o sul registrou valores baixos de Focos e a Central apresentou valores absolutos e percentuais de vacinação baixo.

Na avaliação em nível microrregional, enquanto a variável Equinos vacinados exibe correlação espacial negativa com Focos em 2019 e positiva em 2022 e 2023, a variável Percentual de equinos vacinados tem correlação espacial positiva com Focos em 2022 e 2023. Isto é, em 2019 as microrregiões vizinhas das que contabilizaram valores altos de Focos contabilizaram valores absolutos de vacinação altos ou vice versa, enquanto em 2022 e 2023 as vizinhanças das que registraram valores altos de Focos registraram valores absolutos e percentuais de vacinação altos. Os índices locais revelam que, em 2016, Vitória apresentou valor baixo de Focos associados a altos valores absolutos e percentuais de vacinação em sua vizinhança, com um comportamento semelhante para Guarapari em 2020 e para Alegre em 2022, com a diferença de que nesses casos a associação é apenas com os valores absolutos de vacinação. Ainda, em 2016 e 2022, Montanha registrou valores baixos de Focos associados respectivamente a valores absolutos e percentuais de vacinação em seus vizinhos. Finalmente, em 2016, Santa Teresa apresentou um valor alto de Focos associado a valores absolutos de vacinação altos em sua vizinhança.

Na avaliação em nível municipal, a variável Equinos vacinados tem correlação espacial positiva com Focos em 2020 e 2023 e negativa em 2022, ou seja, em 2020 e 2023 as vizinhanças das microrregiões com registro de valores altos de Focos apresentaram valores absolutos de vacinados altos, ou o contrário, já em 2022 as

vizinhanças das microrregiões com valores altos de Focos apresentaram valores absolutos baixos de vacinados, ou vice versa. Já a variável Percentual de equinos vacinados tem correlação espacial positiva com Focos em 2016, 2020, 2022 e 2023, ou seja, nesses anos as vizinhanças das microrregiões com registro de valores altos de Focos apresentaram valores percentuais de vacinados altos, ou o contrário.

Na esfera macrorregional, a variável Cavernas apresenta correlação espacial positiva com Focos em 2014, 2016, 2018, 2020 e 2021 e negativa em 2019. Isto é, em 2019 as vizinhanças das macrorregiões com valores altos de Focos possuíam valores baixos de Cavernas, ou vice-versa. Já em 2014, 2016, 2018, 2020 e 2021 as vizinhanças das macrorregiões com valores altos de Focos possuíam valores altos de Cavernas, ou o contrário. Na Figura B.53, os índices locais demonstram que em 2012, 2013, 2017, 2019, 2022 e 2023 o sul apresentou valores baixos de Focos associados aos valores baixos de Cavernas na central.

Na esfera microrregional, a variável Cavernas exibe correlação espacial positiva com Focos em 2014, 2018, 2020, 2021 e 2023 e negativa em 2017 e 2019. Isto é, em 2017 e 2019 as vizinhanças das microrregiões com valores altos de Focos possuíam valores baixos de Cavernas, ou vice versa. Já em 2014, 2018, 2020, 2021 e 2023 as vizinhanças das microrregiões com valores altos de Focos possuíam valores altos de Cavernas, ou o contrário. Os índices locais atestam que em 2012, 2018, 2020, 2021 e 2023, Alegre registrou valores altos de Focos associados a valores altos de Cavernas em sua vizinhança. Ainda, entre 2013 e 2017, e em 2019 e 2022, Alegre registrou valores baixos de Focos associados a valores altos de Cavernas em sua vizinhança.

Na esfera municipal, a variável Cavernas demonstra correlação espacial positiva com Focos em 2012, 2014, 2015 e 2016 e negativa em 2017, 2019, 2020 e 2023. Isto é, em 2017, 2019, 2020 e 2023 os municípios vizinhos daqueles com valores altos de Focos possuíam valores baixos de Cavernas, ou vice-versa. Já em 2012, 2014, 2015 e 2016 as vizinhanças dos municípios com valores altos de Focos possuíam valores altos de Cavernas, ou o contrário.

6.2 Análise temporal

Para atingir o objetivo de prever o comportamento da epidemia, foi realizada uma análise baseada no número de novos focos e ocorrências no estado do Espírito Santo, avaliando suas dependências temporais e espaciais. O modelo escolhido para essa análise foi um modelo vetorial autorregressivo com variáveis exógenas (VARX) (TSAY, 2014).

6.2.1 Ajuste do modelo

Devido à baixa dimensionalidade dos dados, optou-se por modelar as séries mensais de focos e ocorrências por macrorregião. No modelo ajustado, as quatro primeiras séries foram consideradas endógenas e as quatro últimas exógenas.

Na análise descritiva, identificou-se que a série dos focos na macrorregião Central Espírito-santense não era estacionária, condição necessária para o ajuste do modelo. A aplicação de uma diferenciação simples foi suficiente para que o teste de Dickey-Fuller rejeitasse a hipótese de não estacionariedade.

A ordem do modelo foi definida com base no critério de informação de Akaike (AIC), e o ajuste foi realizado utilizando a implementação na linguagem de programação científica R do pacote MTS (TSAY, 2022). Por fim, o modelo ajustado foi um VARX(1,2), o que significa que as séries endógenas possuem 1 lag temporal e as exógenas, 2 lags temporais (TSAY, 2014).

6.2.2 Análise de resíduos

A análise dos resíduos de um modelo VARX(p,q) visa verificar se este capturou as relações temporais entre as séries, o que se constata se as suposições de não correlação temporal e normalidade dos resíduos forem verificadas (MORETTIN e TOLOI, 2020). Ainda, no contexto deste estudo, foi considerado importante que o modelo ajustado também capturasse as correlações e autocorrelações espaciais dos dados, o que se constata caso os resíduos não apresentem autocorrelação espacial.

Para avaliar se o modelo capturou a estrutura espacial dos dados, foi calculado o índice de Moran univariado para cada vetor de resíduos (MORAN, 1950). A Figura B.54

mostra os valores-p dos testes, e a hipótese de aleatoriedade espacial foi rejeitada em apenas uma das 141 observações, indicando que o modelo ajustado capturou bem a correlação espacial.

A ausência de correlação temporal foi avaliada pelas Matrizes de Correlação Cruzada, enquanto a ausência de autocorrelação foi testada pelos testes de Ljung-Box (TSAY, 2014). Os valores-p apresentados nas Figuras B.55 e B.56 indicam que o modelo ajustado capturou as relações temporais de forma satisfatória.

Para verificar a normalidade, foram utilizados os testes de Anderson-Darling e *Energy* (MÓRI, SZÉKELY e RIZZO, 2020), além de análises gráficas, incluindo histogramas, gráficos quantil-quantil (Q-Q) e quantil-quantil ajustados pela distância de Mahalanobis. As Figuras B.57 e B.60 mostram as séries temporais e os histogramas dos resíduos, sem indicar grandes desvios de normalidade. No entanto, as Figuras B.58 e B.59 revelam a presença de 13 outliers. A Tabela A.3 apresenta os resultados dos testes de Anderson-Darling, que sugerem que as distribuições marginais dos resíduos são consistentes com a hipótese de normalidade. Por outro lado, o teste *Energy* rejeitou a hipótese de normalidade multivariada dos resíduos.

6.2.3 Interpretação do modelo

Os resultados do modelo ajustado se encontram resumidos na Tabela A.4, e os coeficientes significativos a 5% são interpretados a seguir.

O modelo ajustado revela que o número mensal de Focos na macrorregião central apresenta dependência positiva no número de Ocorrências no mês em questão, assim como do número de Focos nos dois meses anteriores. Isto é, na central em determinado mês, o número de Focos definidos é diretamente proporcional ao número de Ocorrências neste mês, ao número de Focos no mês anterior e ao número de Focos no antepenúltimo mês.

Ainda, na série do número mensal de Focos no litoral norte, as observações apresentam dependência positiva do número de Ocorrências no mês em questão, bem como dependência negativa do número de Ocorrências registradas no noroeste no mês anterior. Isto é, no litoral norte em determinado mês, o número de Focos definidos é

diretamente proporcional ao número de Ocorrências neste mês e inversamente proporcional ao número de Ocorrências registradas no noroeste do estado no mês anterior.

Já na série do número mensal de Focos no noroeste, as observações apresentam dependência positiva do número de Ocorrências no mês em questão, bem como dependência negativa do número de Focos no mês anterior, além de dependência positiva com o número de Ocorrências registradas no litoral norte no mês anterior e dependência positiva com o número de Ocorrências registradas no sul no antepenúltimo mês.

Por fim, o número mensal de Focos no sul só apresenta dependência positiva do número de Ocorrências registradas nessa mesma macrorregião no mês corrente. Isto é, o número de Focos é diretamente proporcional ao número de Ocorrências.

7. Conclusão

A análise confirmou que a distribuição espaço-temporal dos focos de raiva em herbívoros no Espírito Santo apresenta uma estrutura não aleatória, com evidências robustas de correlação espacial entre os focos e variáveis relacionadas ao manejo dos rebanhos e à cobertura vacinal. A autocorrelação significativa identificada pelos índices de Moran destaca a presença de grupos de focos, cuja formação está associada a fatores como a densidade de rebanhos específicos e a proximidade de propriedades com vacinação.

As correlações, sejam negativas ou positivas, observadas entre variáveis como populações de bovinos, bubalinos, caprinos e propriedades vacinadas, indicam que intervenções de controle podem ser otimizadas ao considerar a distribuição espacial dessas variáveis. O modelo VARX revelou relações dinâmicas e dependências temporais importantes, evidenciando como variáveis exógenas, a exemplo de ocorrências, influenciam o número de focos em diferentes regiões e períodos.

Esses resultados fornecem uma base sólida para o planejamento de ações de vigilância e controle, permitindo intervenções direcionadas e mais eficazes na mitigação da endemia. Assim, políticas de vacinação, monitoramento de rebanhos e controle de

vetores podem ser estrategicamente orientadas para as áreas de maior correlação com os focos de raiva, contribuindo para reduzir a propagação da doença e fortalecer a vigilância sanitária no estado.

APÊNDICE A

Tabelas

Tabela A.1: Coeficientes de correlação de Spearman com Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município.

Variável	Macrorregião		Microrregião		Município	
	coeficiente	valor-p	coeficiente	valor-p	coeficiente	valor-p
Ocorrências	0,8072	<0,0001	0,8221	<0,0001	0,6984	<0,0001
População bovina	-0,6249	<0,0001	-0,1952	0,0146	0,1253	0,0001
População bubalina	-0,1987	0,1758	0,0372	0,6449	0,1313	<0,0001
População suína	0,4977	0,0003	0,4543	<0,0001	0,102	0,0018
População ovina	-0,186	0,2055	-0,0054	0,9468	0,1223	0,0002
População equina	-0,4564	0,0011	-0,0911	0,2583	0,1644	<0,0001
População caprina	0,0385	0,7952	0,2194	0,0059	0,1358	<0,0001
Propriedades com vacinação	0,4027	0,051	0,2769	0,0141	0,179	<0,0001
Bovinos e bubalinos vacinados	-0,3467	0,097	0,0565	0,6234	0,1409	0,0023
Percentual de bovinos e bubalinos vacinados	0,537	0,007	0,4732	<0,0001	0,0991	0,0321
Pequenos ruminantes vacinados	0,1430	0,5049	0,1986	0,0813	0,0323	0,4863
Percentual de pequenos ruminantes vacinados	0,1419	0,5084	0,2086	0,0668	0,0347	0,4554
Equinos vacinados	0,3969	0,0548	0,1469	0,1994	0,07	0,1303
Percentual de equinos vacinados	0,4294	0,0363	0,1613	0,1583	0,0617	0,1829
Cavernas	0,4699	0,0007	0,2779	0,0004	0,0647	0,0479

Tabela A.2: Correlação de Moran Bivariada Global com Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2012	Ocorrências	(-1; -0,4936)	(0,6146; 1)	(0,289; 0,5248)
	População bovina	(0,2562; 1)	(-0,9291; -0,363)	(-0,4171; -0,2096)
	População bubalina	(-0,3102; 0,6441)	(-0,0666; 0,4687)	(-0,2685; -0,0597)
	População suína	(-1; -0,2239)	(0,1; 0,6633)	(0,1895; 0,402)
	População ovina	(-0,5219; 0,593)	(-0,8857; -0,3227)	(-0,2656; -0,058)
	População equina	(0,2846; 1)	(-0,859; -0,3252)	(-0,2982; -0,0911)
	População caprina	(-0,0991; 0,9767)	(-0,4488; 0,0755)	(-0,1825; 0,0286)
	Cavernas	(-0,2945; 0,7697)	(-0,1578; 0,3845)	(0,0703; 0,2703)
2013	Ocorrências	(-1; -0,3846)	(-0,4473; 0,2006)	(0,1831; 0,4352)
	População bovina	(0,2272; 1)	(-0,9129; -0,3923)	(-0,3394; -0,1272)
	População bubalina	(-0,4293; 0,483)	(-0,6549; -0,1149)	(-0,2255; -0,0198)
	População suína	(-1; -0,2159)	(-0,1395; 0,4143)	(0,0186; 0,2345)
	População ovina	(-0,8682; 0,2749)	(-1; -0,5265)	(-0,2541; -0,0454)
	População equina	(0,2148; 1)	(-0,7907; -0,2761)	(-0,3188; -0,1049)
	População caprina	(-0,4956; 0,5588)	(-0,4238; 0,0517)	(-0,2622; -0,0521)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2013	Cavernas	(-0,2681; 0,7888)	(-0,0829; 0,4368)	(-0,1007; 0,1065)
	Ocorrências	(-0,2545; 0,6632)	(-0,1576; 0,4643)	(0,1859; 0,4392)
	População bovina	(-0,5652; 0,3413)	(-0,9334; -0,4438)	(-0,3725; -0,1648)
	População bubalina	(-0,7365; 0,0895)	(-0,5533; -0,0135)	(-0,2853; -0,0722)
	População suína	(-0,1199; 0,7299)	(-0,0947; 0,3489)	(0,0819; 0,2931)
	População ovina	(-0,9405; -0,041)	(-0,9159; -0,3895)	(-0,2576; -0,0502)
	População equina	(-0,6086; 0,3279)	(-0,7971; -0,2966)	(-0,3601; -0,1537)
	População caprina	(-0,5246; 0,2423)	(-0,6261; -0,1387)	(-0,4479; -0,2397)
2014	Cavernas	(0,1914; 1)	(0,0147; 0,4925)	(0,1138; 0,3233)
	Ocorrências	(-0,6088; 0,2748)	(-0,3817; 0,1859)	(0,0483; 0,2918)
	População bovina	(-0,4919; 0,4939)	(-0,6325; -0,1333)	(-0,1941; 0,0168)
	População bubalina	(-0,4442; 0,4117)	(-0,2512; 0,2726)	(-0,2836; -0,0719)
	População suína	(-0,2466; 0,6504)	(-0,3848; 0,0898)	(-0,0478; 0,1616)
	População ovina	(-0,6834; 0,1828)	(-0,5485; -0,0281)	(-0,3231; -0,111)
2015	População bubalina	(-0,4442; 0,4117)	(-0,2512; 0,2726)	(-0,2836; -0,0719)
	População suína	(-0,2466; 0,6504)	(-0,3848; 0,0898)	(-0,0478; 0,1616)
	População ovina	(-0,6834; 0,1828)	(-0,5485; -0,0281)	(-0,3231; -0,111)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2015	População equina	(-0,2963; 0,5806)	(-0,5638; -0,0834)	(-0,1993; 0,008)
	População caprina	(-0,6887; 0,1563)	(-0,4099; 0,0932)	(-0,211; -0,003)
	Cavernas	(-0,0191; 0,8544)	(-0,2223; 0,2985)	(0,0645; 0,2704)
2016	Ocorrências	(-0,5423; 0,3915)	(-0,6856; -0,0976)	(-0,177; 0,0526)
	População bovina	(-0,2616; 0,6083)	(-0,4573; 0,0369)	(-0,3229; -0,1142)
	População bubalina	(-0,6701; 0,1846)	(-0,4504; 0,0846)	(-0,2685; -0,064)
	População suína	(0,0675; 0,9387)	(-0,4899; 0,011)	(-0,105; 0,0955)
	População ovina	(-0,6327; 0,2386)	(-0,2524; 0,2738)	(-0,2814; -0,0722)
	População equina	(-0,3037; 0,5888)	(-0,3831; 0,1317)	(-0,3257; -0,119)
	População caprina	(-0,7762; 0,0519)	(-0,2175; 0,3133)	(-0,3326; -0,1227)
	Propriedades com vacinação	(0,1307; 1)	(-0,2446; 0,2484)	(-0,0158; 0,1941)
	Bovinos e bubalinos vacinados	(0,3152; 1)	(-0,4328; 0,0445)	(-0,1838; 0,0253)
	Percentual de bovinos e bubalinos vacinados	(-0,1916; 0,7761)	(-0,3326; 0,2046)	(0,1255; 0,3352)
	Pequenos ruminantes vacinados	(-0,2863; 0,6823)	(0,1171; 0,6278)	(-0,0892; 0,1207)
	Percentual de pequenos ruminantes vacinados	(-0,2176; 0,7709)	(0,0068; 0,4651)	(0,002; 0,205)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Ocorrências com Ocorrências por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2016	Equinos vacinados	(-0,6373; 0,1029)	(-0,2084; 0,3016)	(-0,1133; 0,0961)
	Percentual de equinos vacinados	(-0,6366; 0,119)	(-0,1964; 0,3195)	(0,0035; 0,2099)
	Cavernas	(0,0844; 0,9881)	(-0,2174; 0,2734)	(0,0031; 0,211)
2017	Ocorrências	(-1; -0,7405)	(0,1191; 0,6519)	(0,2417; 0,4637)
	População bovina	(0,711; 1)	(-0,6908; -0,1722)	(-0,3363; -0,1264)
	População bubalina	(-0,2331; 0,6824)	(-0,0904; 0,4301)	(-0,2385; -0,016)
	População suína	(-0,7147; 0,272)	(-0,6727; -0,1448)	(-0,2196; 0,0042)
	População ovina	(-1; 0,0125)	(-0,3107; 0,2324)	(-0,0056; 0,2045)
	População equina	(0,5573; 1)	(-0,7003; -0,1615)	(-0,1625; 0,042)
	População caprina	(-1; -0,3187)	(-0,3558; 0,1388)	(0,2287; 0,4365)
	Cavernas	(-0,4951; 0,5283)	(-0,529; -0,0168)	(-0,2467; -0,0363)
2018	Ocorrências	(0,1162; 0,9929)	(-0,1629; 0,3897)	(0,0973; 0,3156)
	População bovina	(-0,9985; -0,1174)	(-0,5097; -0,0065)	(-0,2794; -0,0711)
	População bubalina	(-0,73; 0,0786)	(-0,307; 0,239)	(-0,1103; 0,0991)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2018	População suína	(0,1572; 1)	(0,1795; 0,7355)	(-0,1752; 0,0405)
	População ovina	(0,1724; 0,9865)	(-0,1269; 0,4245)	(-0,065; 0,1407)
	População equina	(-1; -0,1751)	(-0,4232; 0,1045)	(-0,1513; 0,0562)
	População caprina	(-0,3604; 0,4961)	(-0,3733; 0,2108)	(0,0886; 0,298)
	Cavernas	(0,148; 1)	(0,3356; 0,8687)	(-0,0445; 0,167)
2019	Ocorrências	(-1; -0,2298)	(0,0567; 0,6618)	(0,1378; 0,3886)
	População bovina	(0,5685; 1)	(-0,4901; 0,0418)	(-0,1054; 0,1042)
	População bubalina	(0,3522; 1)	(-0,0622; 0,4198)	(0,0639; 0,269)
	População suína	(-1; -0,1818)	(-0,9238; -0,3896)	(-0,2069; -0,003)
	População ovina	(-1; -0,172)	(-0,6137; -0,1165)	(-0,0141; 0,1965)
	População equina	(0,4718; 1)	(-0,6295; -0,0957)	(-0,1084; 0,1009)
	População caprina	(-1; -0,305)	(-0,1138; 0,4479)	(0,0783; 0,292)
	Propriedades com vacinação	(-0,4007; 0,4871)	(-0,6103; -0,0587)	(-0,051; 0,1569)
	Bovinos e bubalinos vacinados	(0,5004; 1)	(-0,6143; -0,083)	(-0,0628; 0,1437)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2019	Percentual de bovinos e bubalinos vacinados	(-1; -0,4943)	(-0,3207; 0,2392)	(-0,0641; 0,1462)
	Pequenos ruminantes vacinados	(-0,7543; 0,0143)	(-0,9773; -0,4436)	(-0,247; -0,0379)
	Percentual de pequenos ruminantes vacinados	(-0,7316; 0,0256)	(-0,9825; -0,4505)	(-0,1549; 0,054)
	Equinos vacinados	(-1; -0,4909)	(-0,5943; -0,0651)	(-0,1642; 0,0439)
	Percentual de equinos vacinados	(-1; -0,5083)	(-0,3645; 0,1702)	(-0,121; 0,0892)
	Cavernas	(-1; -0,1372)	(-0,7844; -0,2532)	(-0,2559; -0,0453)
2020	Ocorrências	(-0,5134; 0,4812)	(-0,1199; 0,4721)	(0,0885; 0,3299)
	População bovina	(-0,303; 0,6412)	(-0,7593; -0,2597)	(-0,1073; 0,1039)
	População bubalina	(-0,4871; 0,3404)	(-0,2515; 0,2869)	(-0,2275; -0,0156)
	População suína	(-0,0136; 0,8941)	(-0,3118; 0,2196)	(-0,1904; 0,0175)
	População ovina	(-0,4886; 0,3325)	(-0,4923; 0,0567)	(-0,0995; 0,1079)
	População equina	(-0,2756; 0,6519)	(-0,6213; -0,1129)	(-0,037; 0,1723)
	População caprina	(-1; -0,3425)	(-0,6912; -0,1311)	(0,1428; 0,3523)
	Propriedades com vacinação	(0,0399; 0,9139)	(-0,221; 0,274)	(-0,0971; 0,1171)
	Bovinos e bubalinos vacinados	(0,2504; 1)	(-0,4849; -0,0076)	(-0,1214; 0,0881)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Ocorrências com Ocorrências por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2020	Percentual de bovinos e bubalinos vacinados	(-0,2359; 0,6878)	(-0,019; 0,6053)	(0,0567; 0,26)
	Pequenos ruminantes vacinados	(0,2341; 1)	(-0,0221; 0,5166)	(-0,1159; 0,0925)
	Percentual de pequenos ruminantes vacinados	(0,2355; 0,9992)	(-0,0181; 0,5209)	(-0,1344; 0,0731)
	Equinos vacinados	(-0,5836; 0,3805)	(-0,3329; 0,2193)	(0,2154; 0,4265)
	Percentual de equinos vacinados	(-0,6139; 0,3467)	(-0,2207; 0,3085)	(0,0413; 0,2237)
	Cavernas	(0,0169; 0,8941)	(0,0347; 0,5562)	(-0,2128; -0,006)
2021	Ocorrências	(0,1657; 1)	(-0,0192; 0,551)	(0,0192; 0,2735)
	População bovina	(-0,7498; 0,0994)	(-0,4564; 0,0263)	(-0,154; 0,0543)
	População bubalina	(-0,7309; 0,0183)	(-0,0613; 0,4757)	(-0,1407; 0,065)
	População suína	(0,2011; 1)	(-0,302; 0,1695)	(-0,1882; 0,0222)
	População ovina	(-0,3817; 0,3027)	(-0,2571; 0,276)	(-0,1262; 0,0814)
	População equina	(-0,7283; 0,118)	(-0,3793; 0,0901)	(-0,1024; 0,107)
	População caprina	(-0,6317; 0,0464)	(-0,5791; -0,0432)	(0,0505; 0,2624)
	Propriedades com vacinação	(0,1988; 1)	(0,0431; 0,5474)	(-0,1474; 0,0593)
	Bovinos e bubalinos vacinados	(-0,2302; 0,4537)	(-0,2573; 0,1865)	(-0,1159; 0,0918)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2021	Percentual de bovinos e bubalinos vacinados	(0,0794; 0,9352)	(-0,1459; 0,4387)	(-0,076; 0,1208)
	Pequenos ruminantes vacinados	(-0,4626; 0,2111)	(-0,255; 0,2921)	(-0,0559; 0,1523)
	Percentual de pequenos ruminantes vacinados	(-0,5725; 0,1038)	(-0,2259; 0,3198)	(-0,0465; 0,163)
	Equinos vacinados	(-0,1888; 0,5604)	(-0,2049; 0,3121)	(-0,138; 0,0725)
	Percentual de equinos vacinados	(-0,1891; 0,5861)	(-0,0468; 0,487)	(-0,1051; 0,0924)
	Cavernas	(0,2025; 1)	(0,0012; 0,5087)	(-0,1321; 0,0767)
2022	Ocorrências	(-1; -0,3936)	(-0,1956; 0,4437)	(-0,0041; 0,2409)
	População bovina	(0,3647; 1)	(-0,9619; -0,4565)	(-0,4458; -0,2425)
	População bubalina	(-0,4139; 0,5238)	(-0,1963; 0,3498)	(-0,2383; -0,0275)
	População suína	(-0,2876; 0,7881)	(-0,409; 0,1158)	(-0,2595; -0,0521)
	População ovina	(-1; -0,071)	(-0,449; 0,1083)	(-0,1511; 0,0593)
	População equina	(0,2076; 0,9901)	(-0,8548; -0,337)	(-0,2554; -0,0456)
	População caprina	(-1; -0,494)	(-0,2275; 0,2763)	(-0,0223; 0,19)
	Propriedades com vacinação	(0,0916; 1)	(-0,4936; -0,0072)	(-0,3655; -0,1561)
	Bovinos e bubalinos vacinados	(0,4381; 1)	(-0,7595; -0,2585)	(-0,4055; -0,1963)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Ocorrências com Ocorrências por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2022	Percentual de bovinos e bubalinos vacinados	(-1; -0,2379)	(0,2923; 0,7807)	(0,0711; 0,2717)
	Pequenos ruminantes vacinados	(-0,7413; 0,2456)	(-0,0098; 0,509)	(0,0356; 0,2409)
	Percentual de pequenos ruminantes vacinados	(-0,5748; 0,4497)	(-0,0206; 0,5091)	(-0,096; 0,1146)
	Equinos vacinados	(-1; -0,2506)	(0,2463; 0,7797)	(-0,249; -0,0336)
	Percentual de equinos vacinados	(-1; -0,2815)	(0,4157; 0,9467)	(0,0429; 0,25)
	Cavernas	(-0,2822; 0,7786)	(-0,2184; 0,298)	(-0,1422; 0,0648)
2023	Ocorrências	(-1; -0,5118)	(-0,0249; 0,565)	(0,0279; 0,2747)
	População bovina	(0,4519; 1)	(-0,6611; -0,0973)	(-0,5184; -0,3078)
	População bubalina	(-0,3953; 0,5749)	(-0,4886; 0,0455)	(-0,2675; -0,0675)
	População suína	(-0,3144; 0,7624)	(0,1742; 0,6969)	(-0,2253; -0,0167)
	População ovina	(-0,9442; 0,127)	(-0,403; 0,1326)	(-0,2495; -0,04)
	População equina	(0,4215; 1)	(-0,4444; 0,0833)	(-0,3548; -0,1455)
	População caprina	(-1; -0,3059)	(-0,2172; 0,2629)	(-0,1241; 0,0879)
	Propriedades com vacinação	(-0,7484; 0,1117)	(-0,1674; 0,361)	(-0,3488; -0,1404)
	Bovinos e bubalinos vacinados	(0,1995; 1)	(-0,5815; -0,0312)	(-0,4605; -0,2504)

Tabela A.2: (continuação) Correlação de Moran Bivariada Global com Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

Ano	Variável	Macrorregião	Microrregião	Município
		I.C. 95%	I.C. 95%	I.C. 95%
2023	Percentual de bovinos e bubalinos vacinados	(-1; -0,5816)	(0,0805; 0,5732)	(-0,0383; 0,1592)
	Pequenos ruminantes vacinados	(-1; -0,4665)	(0,2406; 0,7648)	(0,0291; 0,2311)
	Percentual de pequenos ruminantes vacinados	(-1; -0,4462)	(0,2387; 0,7478)	(-0,0452; 0,1565)
	Equinos vacinados	(-1; -0,573)	(0,0702; 0,6646)	(0,0849; 0,2897)
	Percentual de equinos vacinados	(-1; -0,5685)	(0,1807; 0,7407)	(0,0743; 0,2821)
	Cavernas	(-0,3191; 0,7462)	(0,1646; 0,6816)	(-0,2184; -0,0125)

Tabela A.3: Resultados dos testes de Anderson-Darling dos resíduos.

Série	Estatística	valor-p
Central Espírito-santense	0,5419	0,1615
Litoral Norte Espírito-santense	0,6147	0,1078
Noroeste Espírito-santense	0,4848	0,2241
Sul Espírito-santense	0,558	0,1471

Tabela A.4: Resultados do modelo VARX(1,2) ajustado.

Ordem	Coeficiente	Série Modelada							
		Diff(Focos Central)		Focos Litoral Norte		Focos Noroeste		Focos Sul	
		estimati va	erro padrão	estimati va	erro padrão	estimati va	erro padrão	estimati va	erro padrão
	Intercepto	0,8915	1,1722	-0,1430	0,3289	-0,2513	0,3259	-0,8525	0,4593
AR(1)	Diff(Focos Central)	-0,4414	0,0745	0,0013	0,0209	0,0343	0,0207	-0,0074	0,0292
	Focos Litoral Norte	0,0486	0,2964	0,0743	0,0832	-0,2180	0,0824	-0,0927	0,1161
	Focos Noroeste	-0,4008	0,2838	0,0318	0,0796	0,0175	0,0789	0,0341	0,1112
	Focos Sul	-0,1162	0,2149	-0,0569	0,0603	0,0140	0,0598	-0,0131	0,0842
AR(0)	Ocorrências Central	0,1021	0,0422	0,0036	0,0118	-0,0071	0,0117	-0,0168	0,0165
	Ocorrências Litoral Norte	0,0538	0,1395	0,3448	0,0391	0,0176	0,0388	-0,0100	0,0546
	Ocorrências Noroeste	0,2158	0,1288	0,0376	0,0361	0,3810	0,0358	-0,0789	0,0505
	Ocorrências Sul	0,0523	0,1064	-0,0332	0,0299	0,0038	0,0296	0,4739	0,0417
AR(1)	Ocorrências Central	-0,0100	0,0432	0,0079	0,0121	-0,0141	0,0120	0,0175	0,0169
	Ocorrências Litoral Norte	-0,1743	0,1759	-0,0551	0,0494	0,0980	0,0489	0,0098	0,0689
	Ocorrências Noroeste	-0,2199	0,1696	-0,0967	0,0476	-0,0555	0,0471	0,0662	0,0664
	Ocorrências Sul	-0,0021	0,1456	-0,0155	0,0409	-0,0689	0,0405	0,0469	0,0570
AR(2)	Ocorrências Central	-0,0694	0,0418	-0,0049	0,0117	-0,0218	0,0116	0,0150	0,0164
	Ocorrências Litoral Norte	-0,1485	0,1403	0,0195	0,0394	0,0305	0,0390	-0,0290	0,0550
	Ocorrências Noroeste	0,0939	0,1405	-0,0065	0,0394	0,0341	0,0391	0,0708	0,0551
	Ocorrências Sul	-0,1647	0,1076	0,0248	0,0302	0,0751	0,0299	-0,0111	0,0422

APÊNDICE B

Figuras

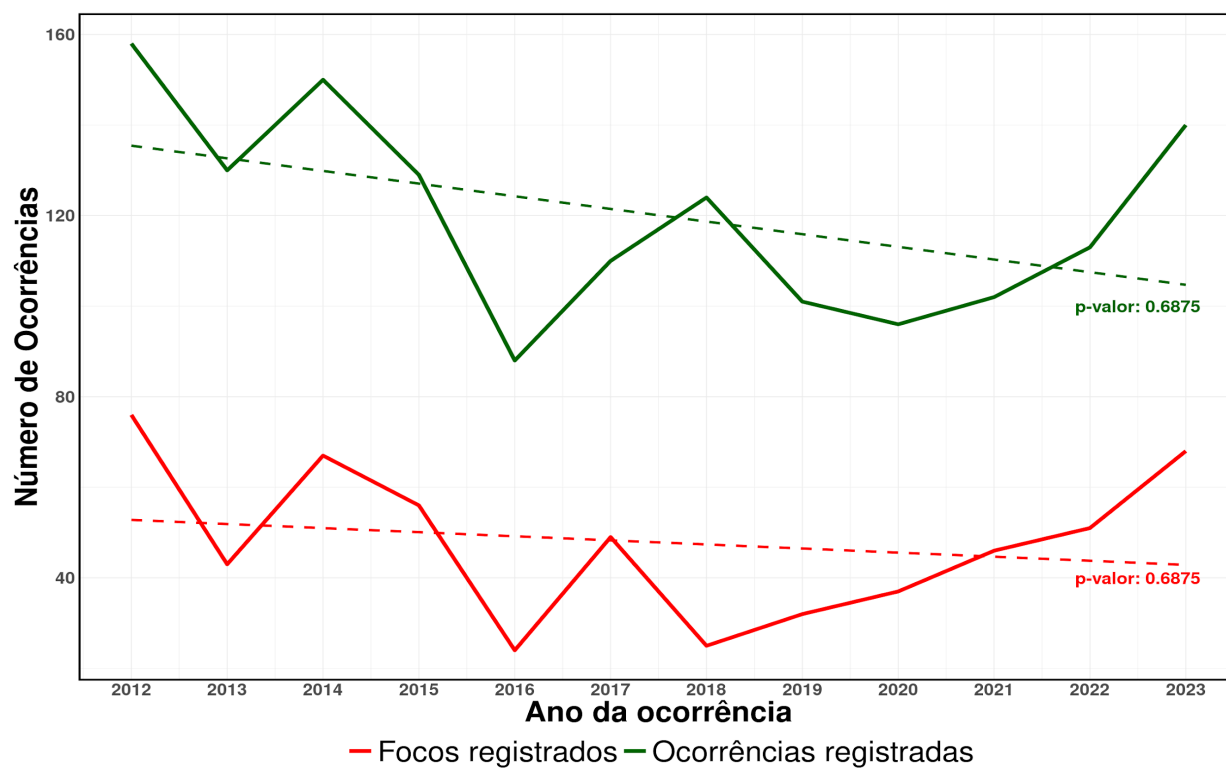


Figura B.1: Ocorrências e Focos por Ano da ocorrência com linha de tendência em tracejado e p-valor dos testes de Cox-Stuart.

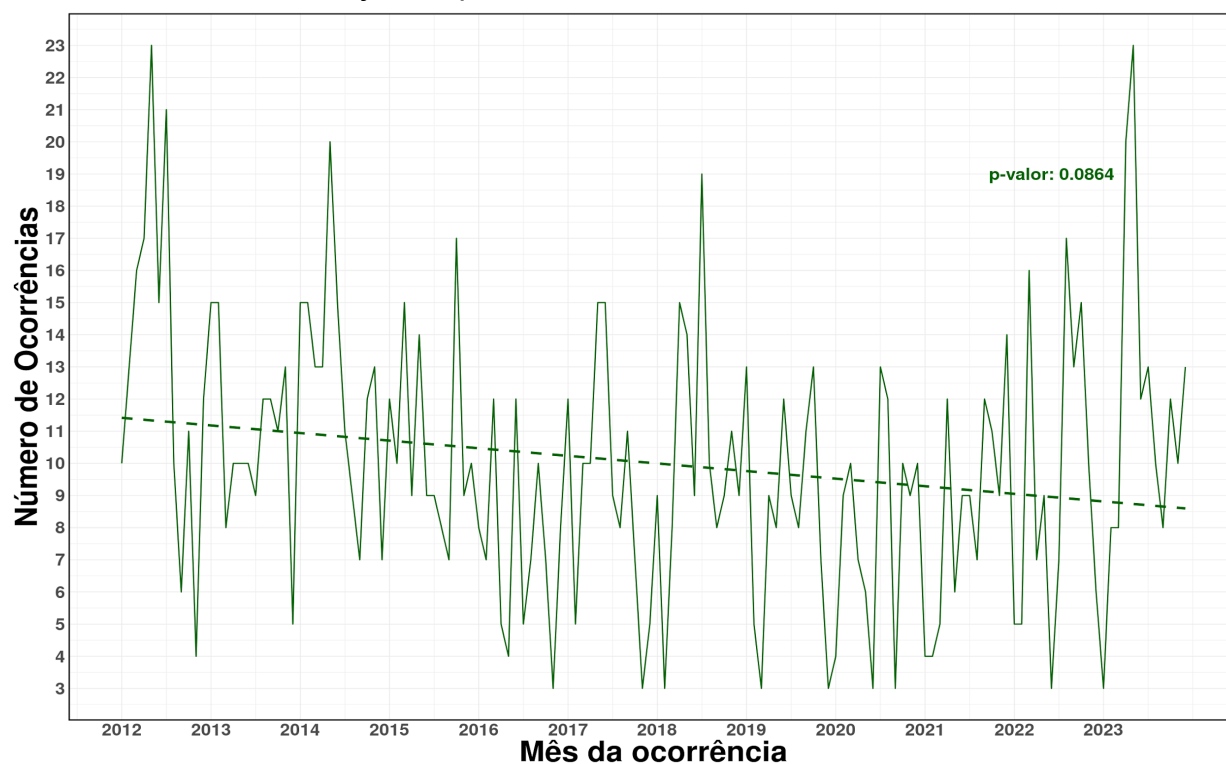


Figura B.2: Ocorrências por Mês da ocorrência com linha de tendência em tracejado e p-valor do teste de Cox-Stuart.

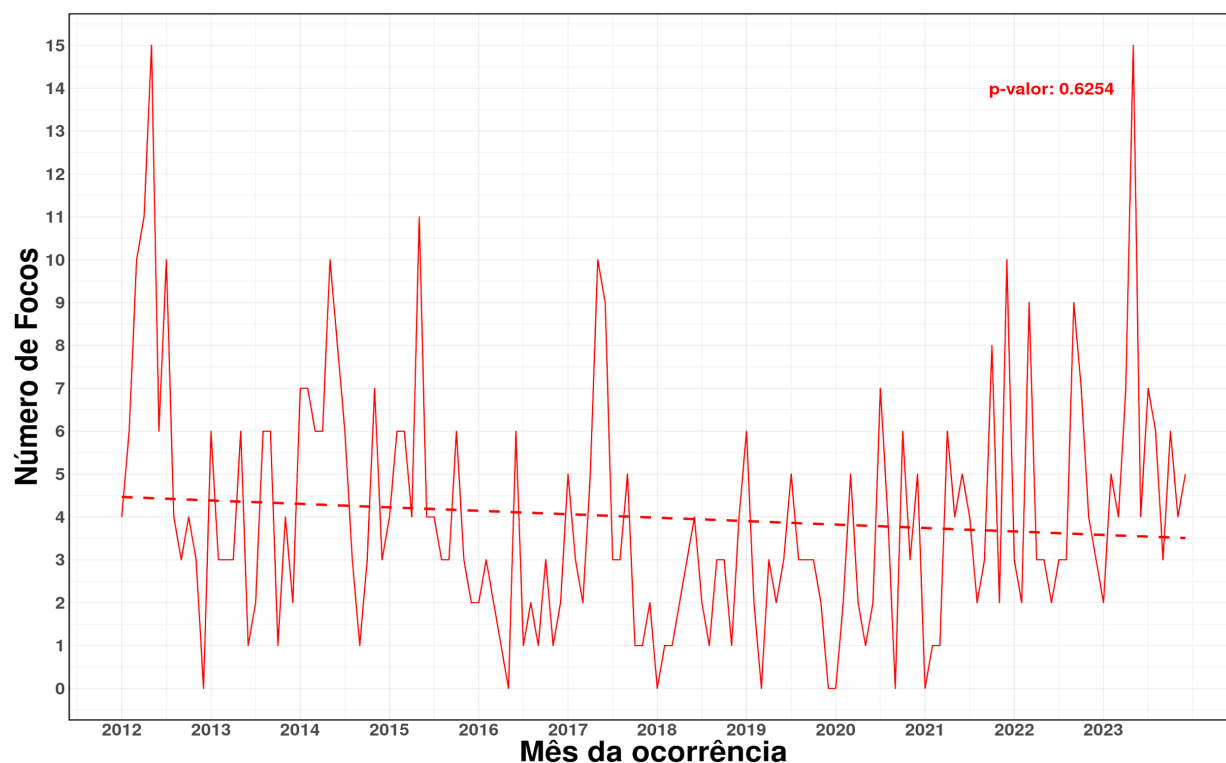


Figura B.3: Focos por Mês da ocorrência com linha de tendência em tracejado e p-valor do teste de Cox-Stuart.

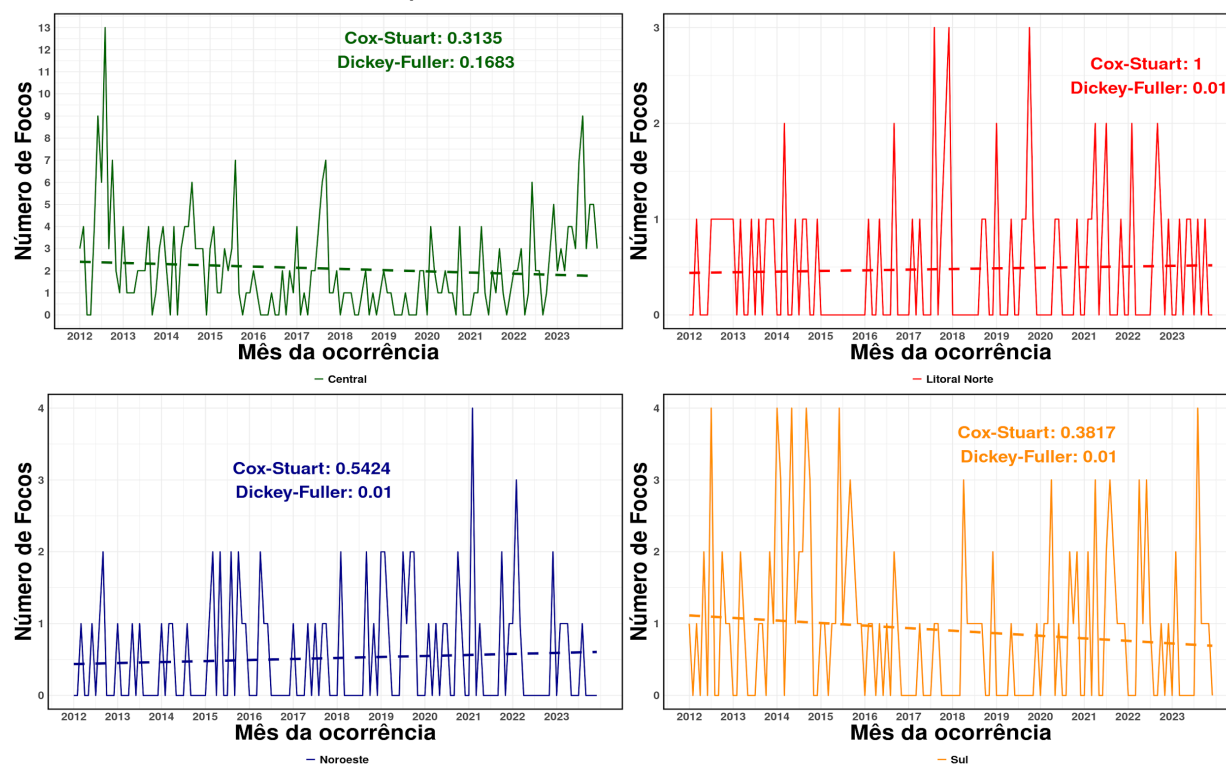


Figura B.4: Focos por Mês da ocorrência e Macrorregião com linha de tendência em tracejado e p-valor dos testes de Cox-Stuart e Dickey-Fuller.

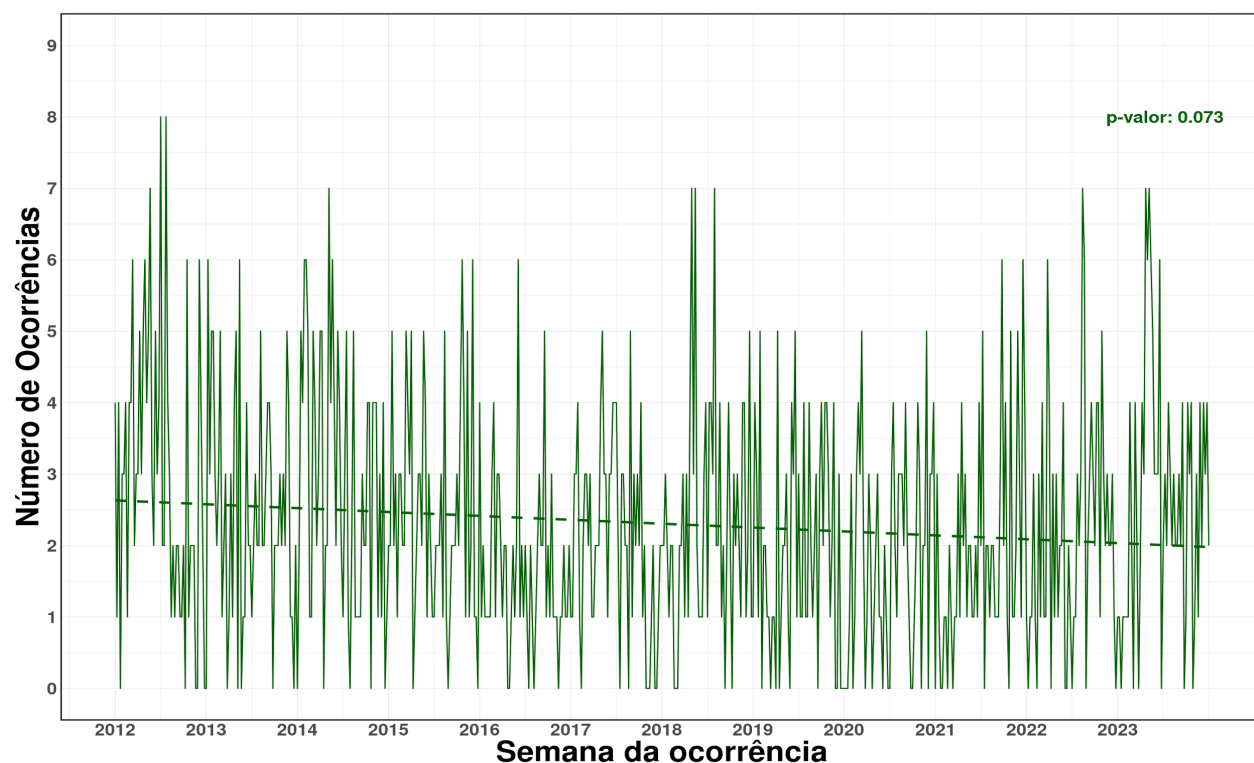


Figura B.5: Ocorrências por Semana da ocorrência com linha de tendência em tracejado e p-valor do teste de Cox-Stuart.

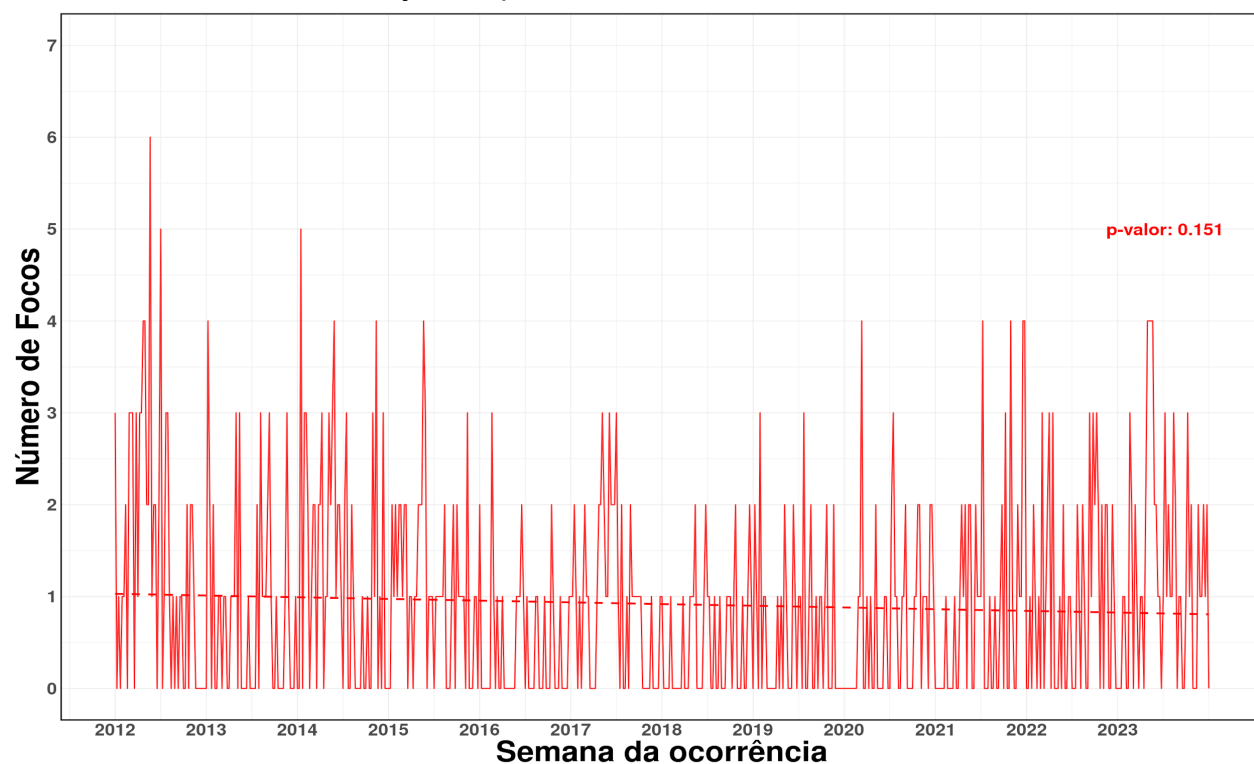


Figura B.6: Focos por Semana da ocorrência com linha de tendência em tracejado e p-valor do teste de Cox-Stuart.

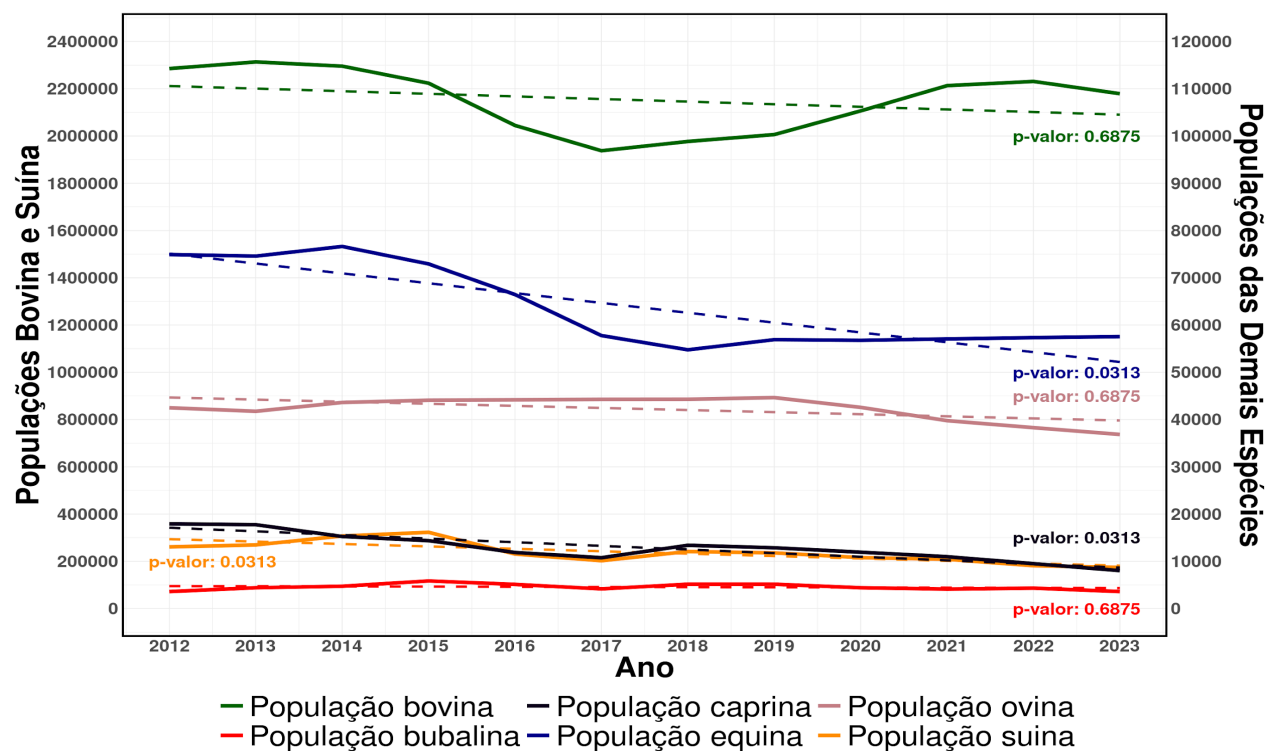


Figura B.7: Populações por Ano da ocorrência com linha de tendência em tracejado e p-valores dos testes de Cox-Stuart.

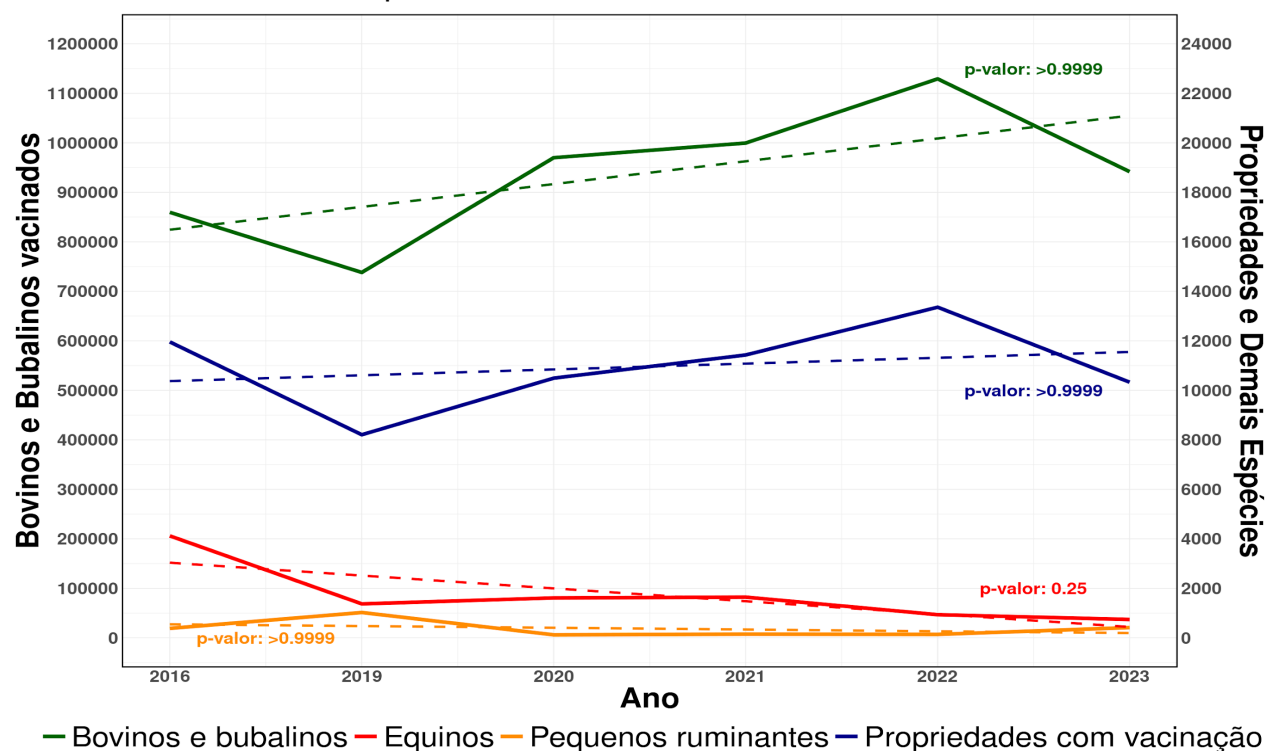


Figura B.8: Bovinos e bubalinos, pequenos ruminantes, equinos e Propriedades com vacinação por Ano da ocorrência com linha de tendência em tracejado e p-valores dos testes de Cox-Stuart.

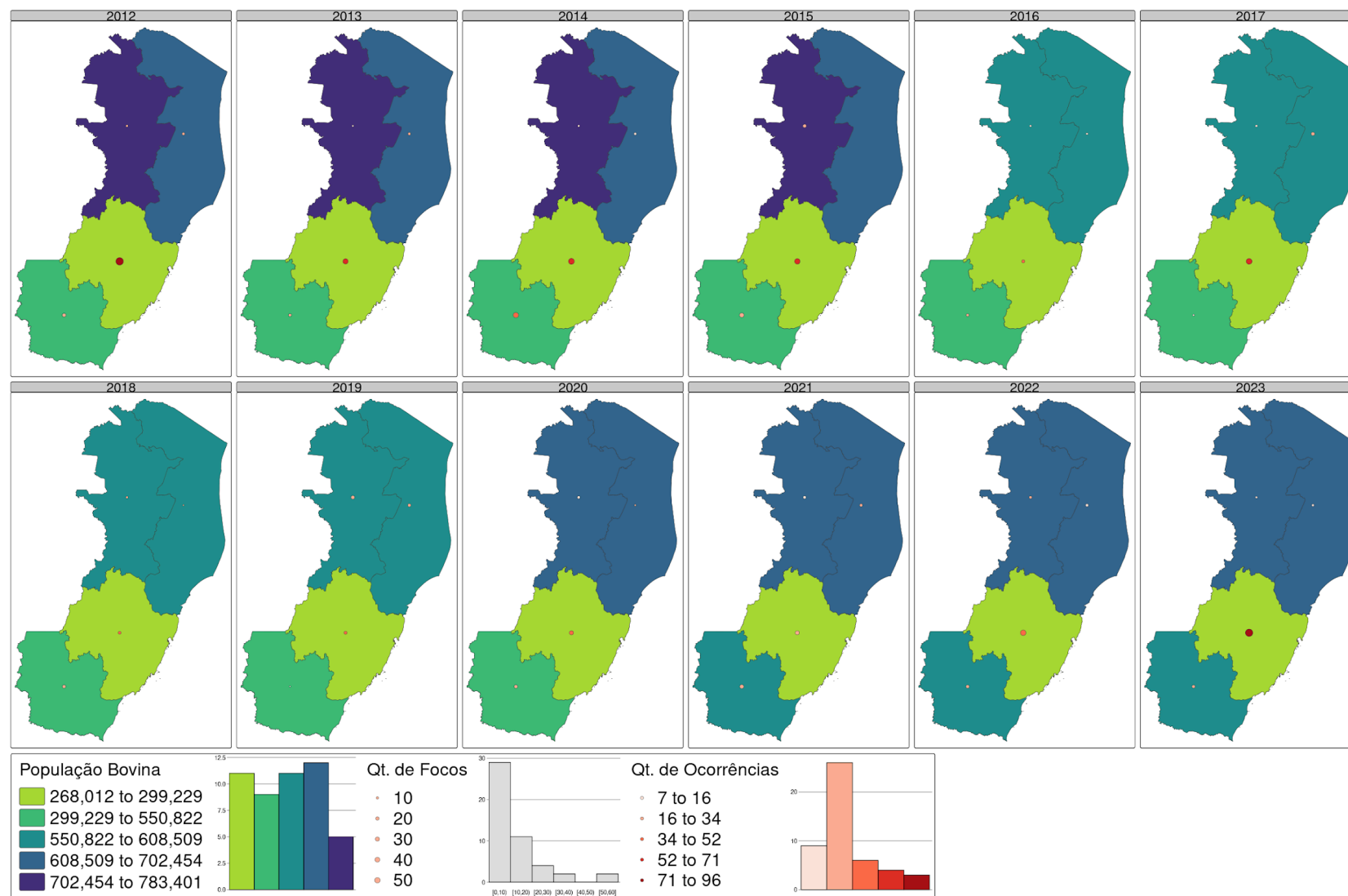


Figura B.9: Painel de mapas temáticos da População bovina, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

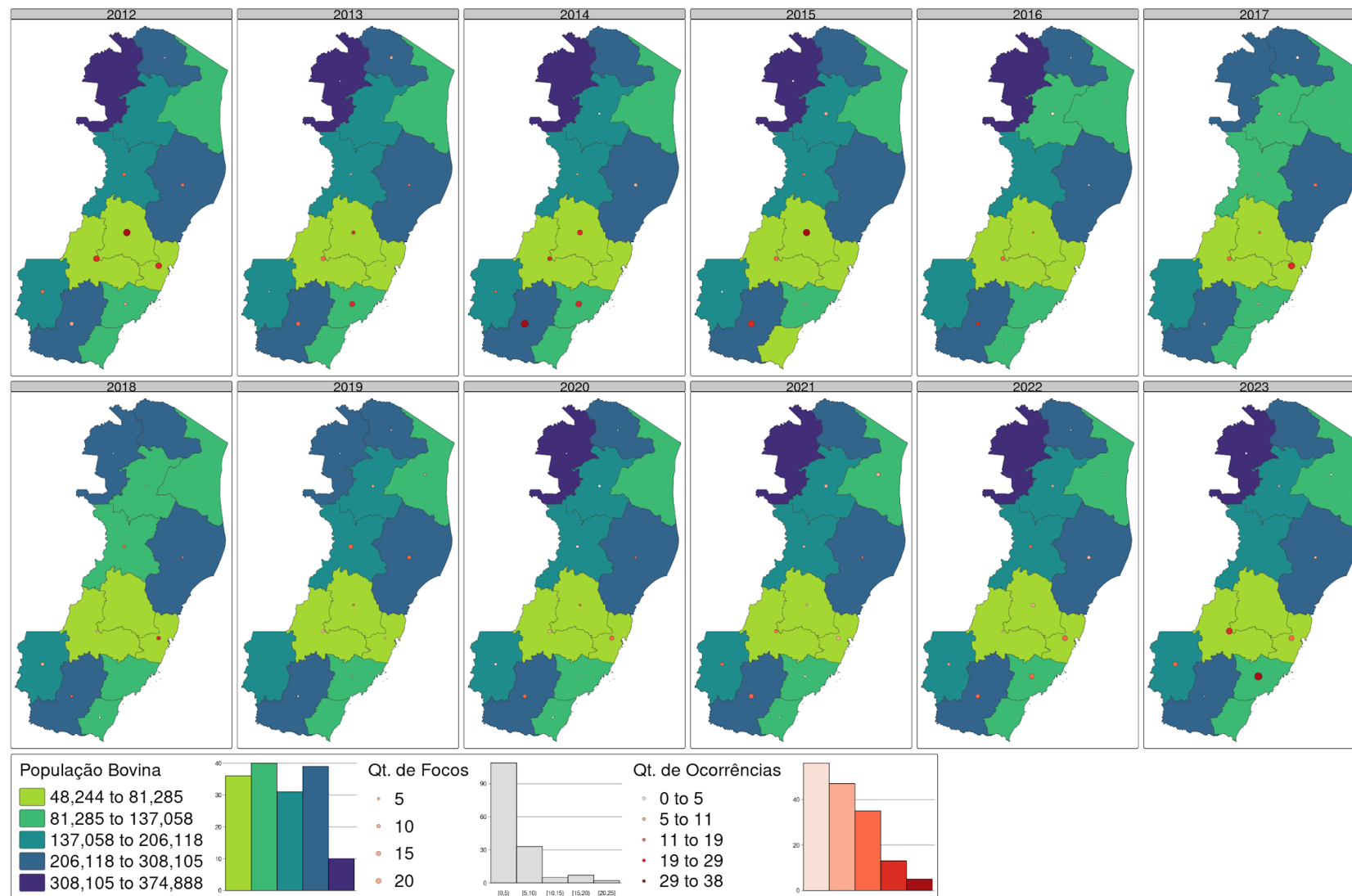


Figura B.10: Pannel de mapas temáticos da População bovina, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

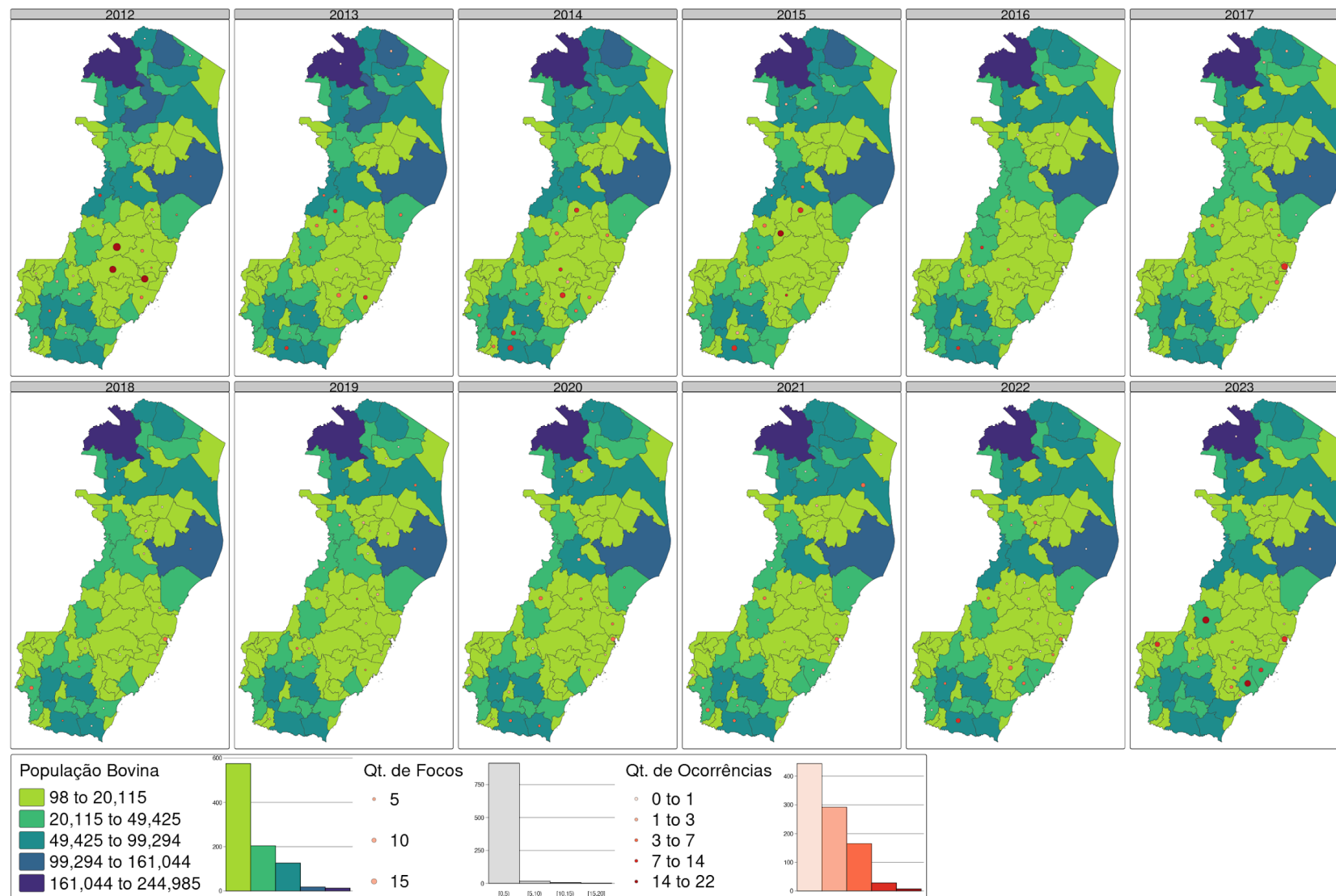


Figura B.11: Painel de mapas temáticos da População bovina, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

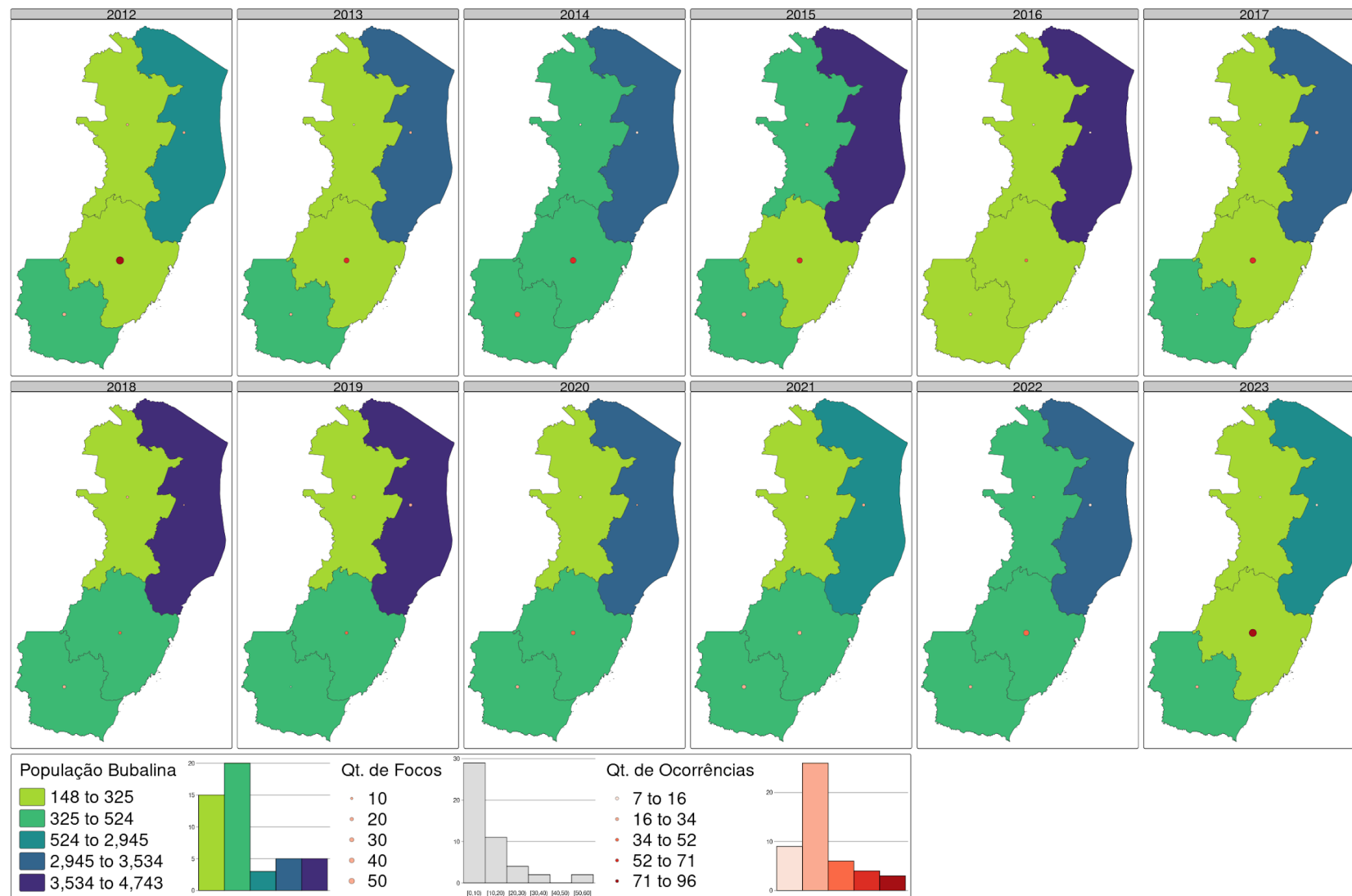


Figura B.12: Painel de mapas temáticos da População bubalina, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

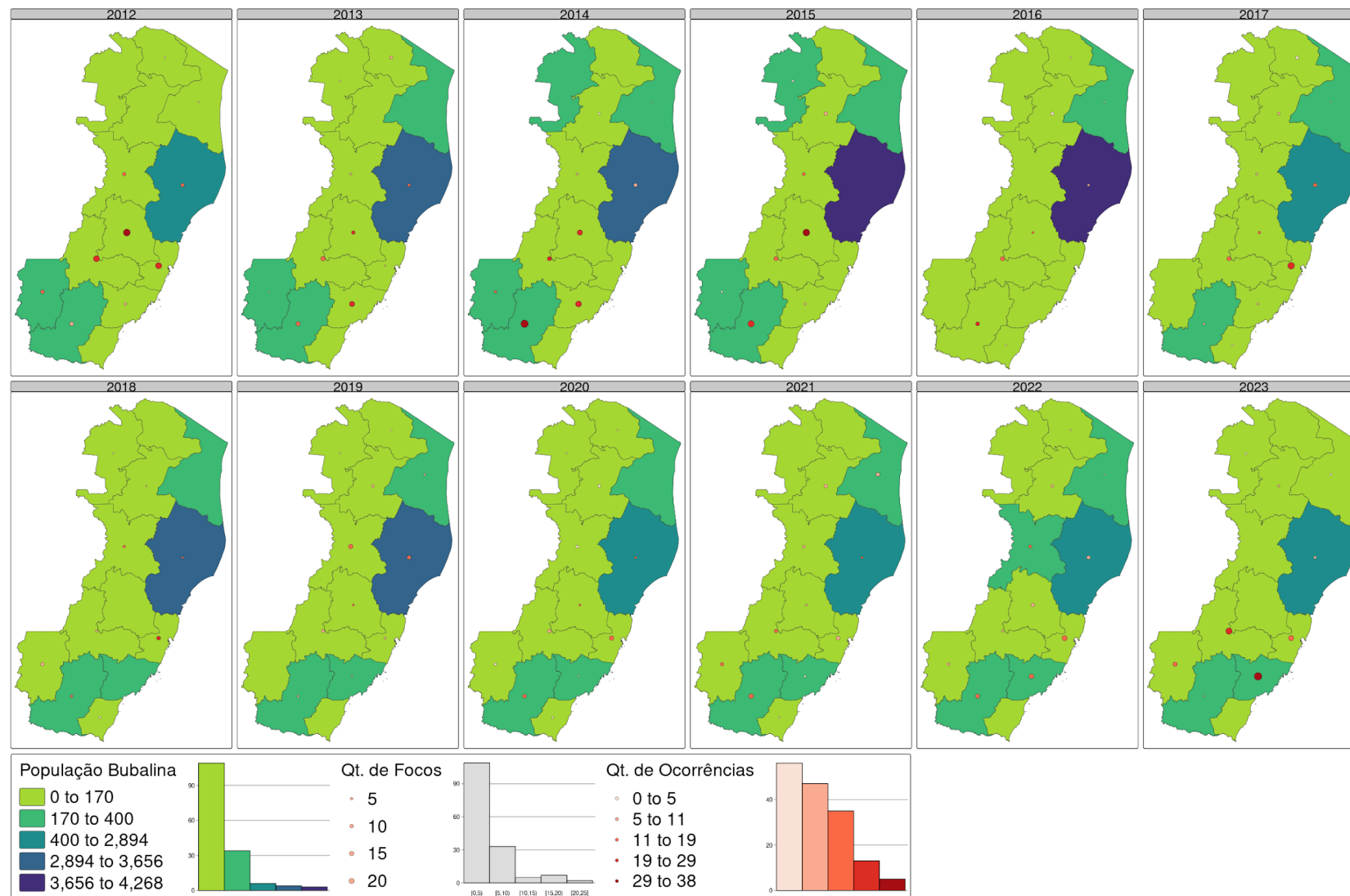


Figura B.13: Painel de mapas temáticos da População bubalina, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

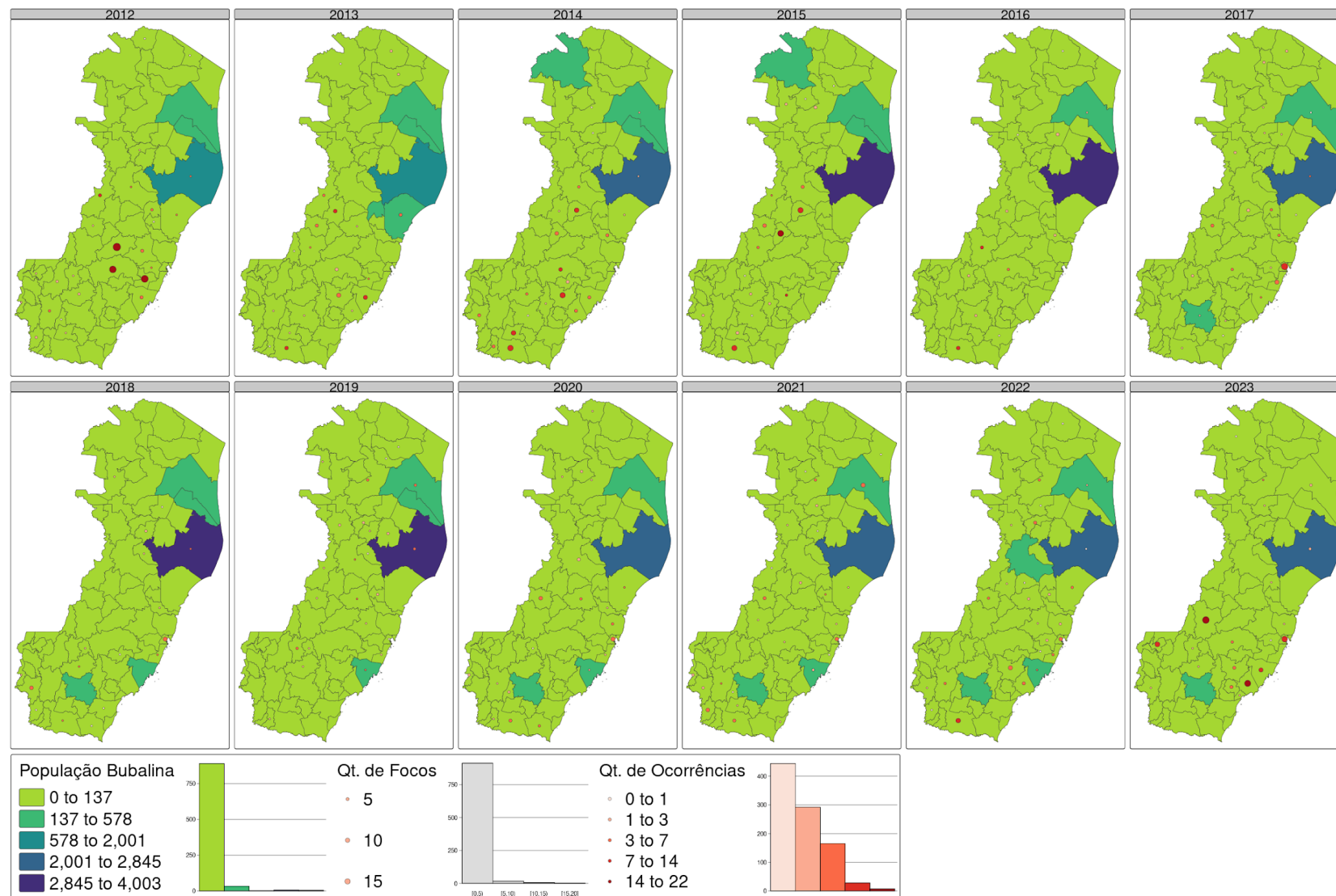


Figura B.14: Painel de mapas temáticos da População bubalina, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

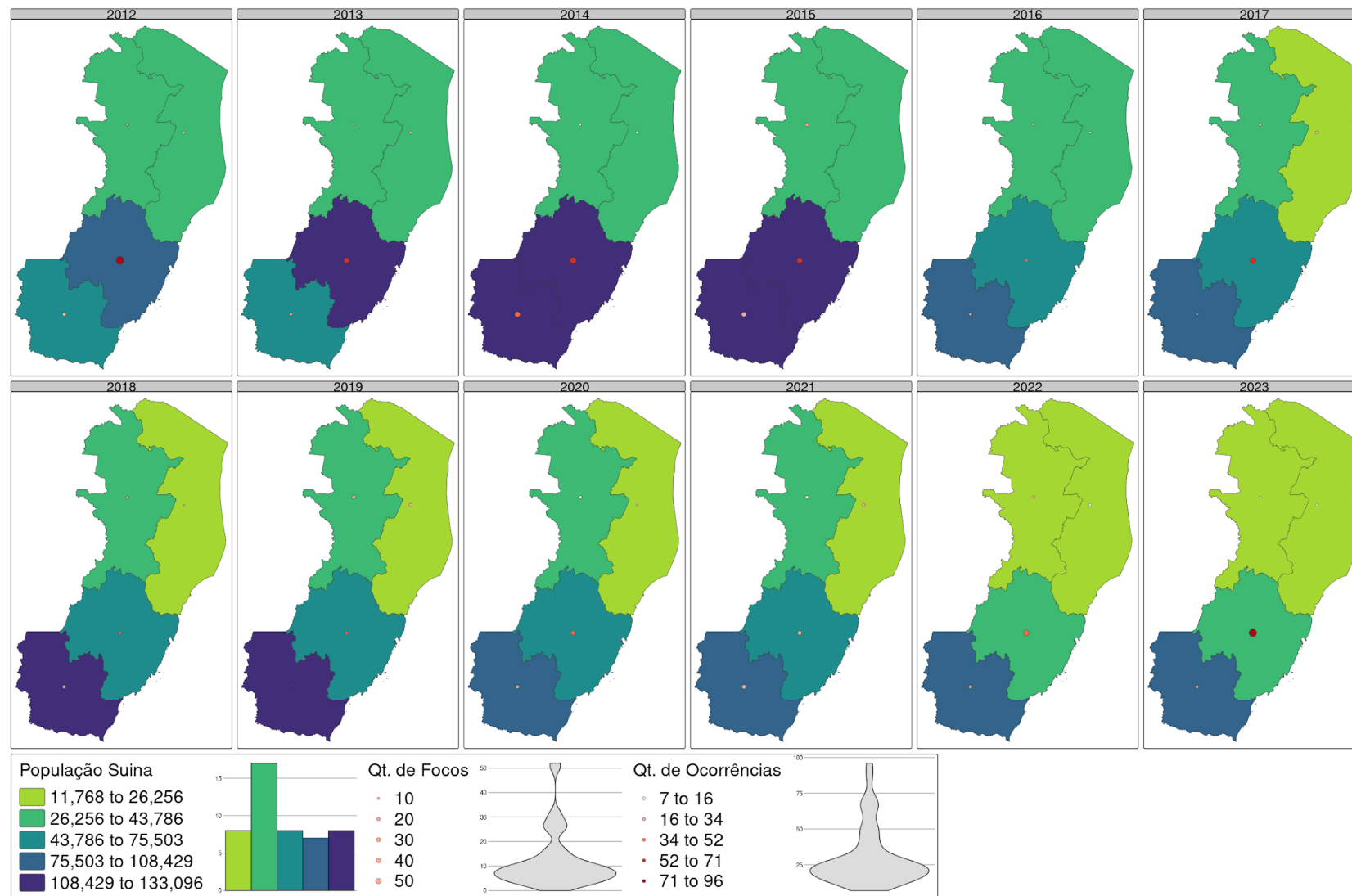


Figura B.15: Pannel de mapas temáticos da População suína, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

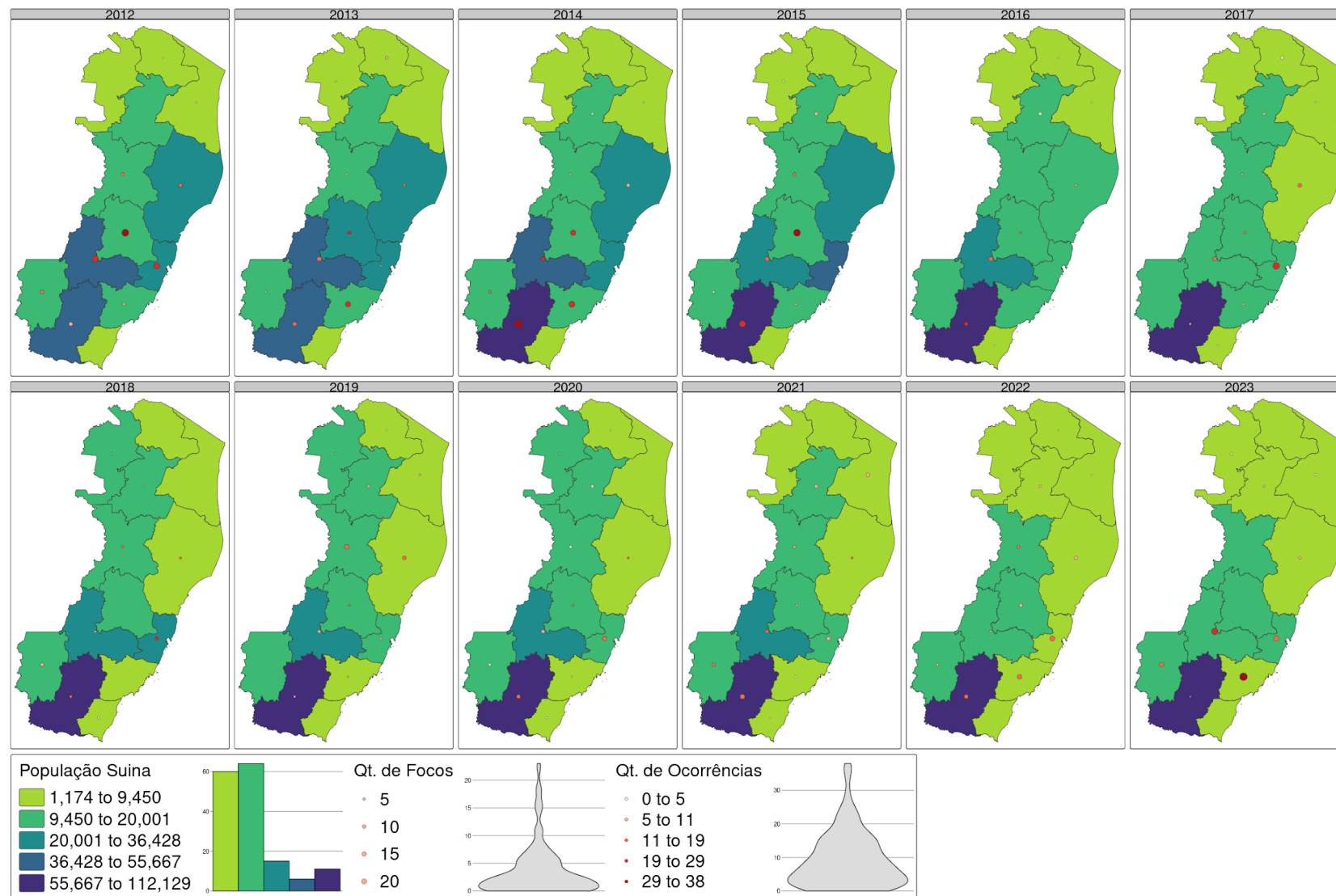


Figura B.16: Pannel de mapas temáticos da População suína, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

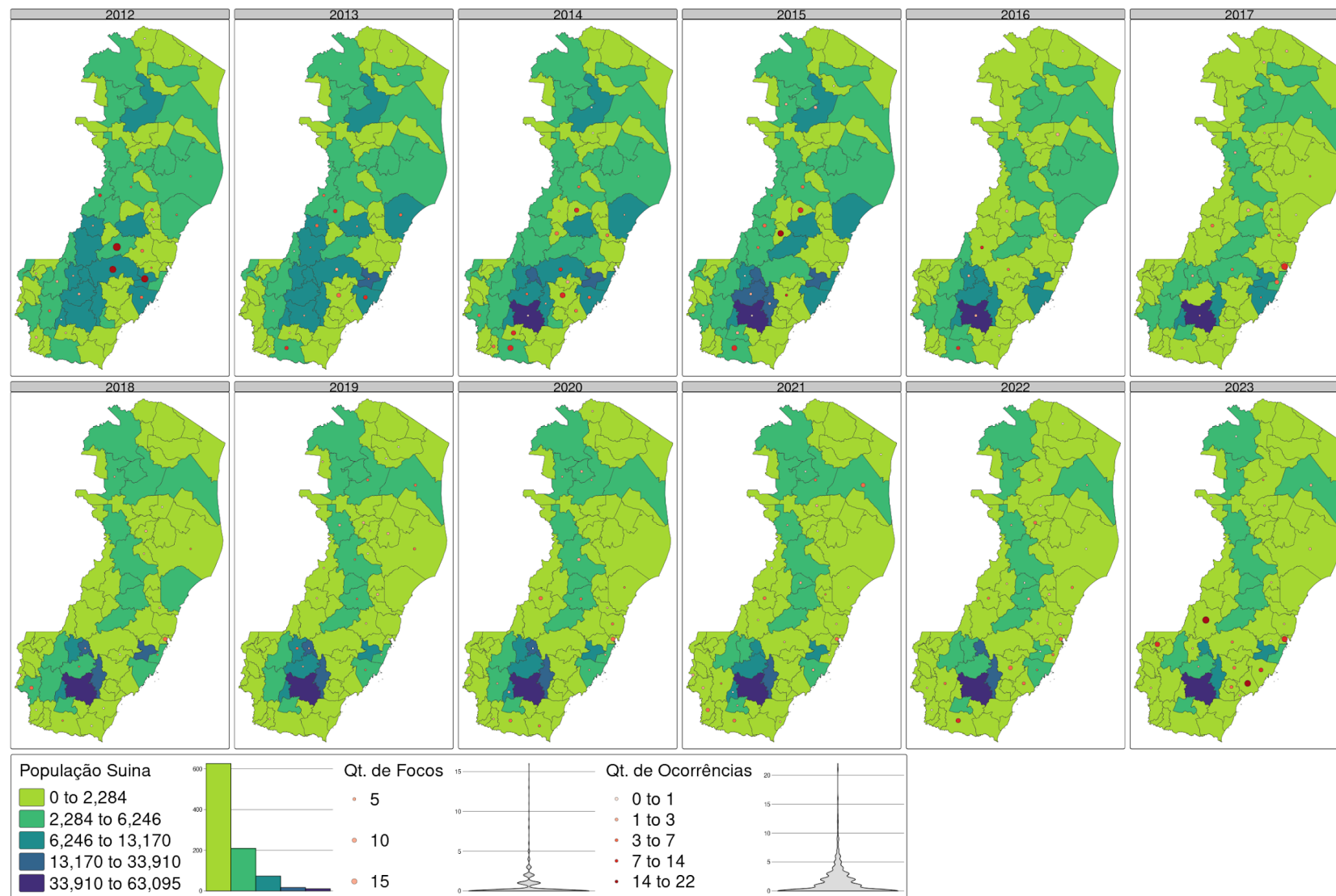


Figura B.17: Painel de mapas temáticos da População suína, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

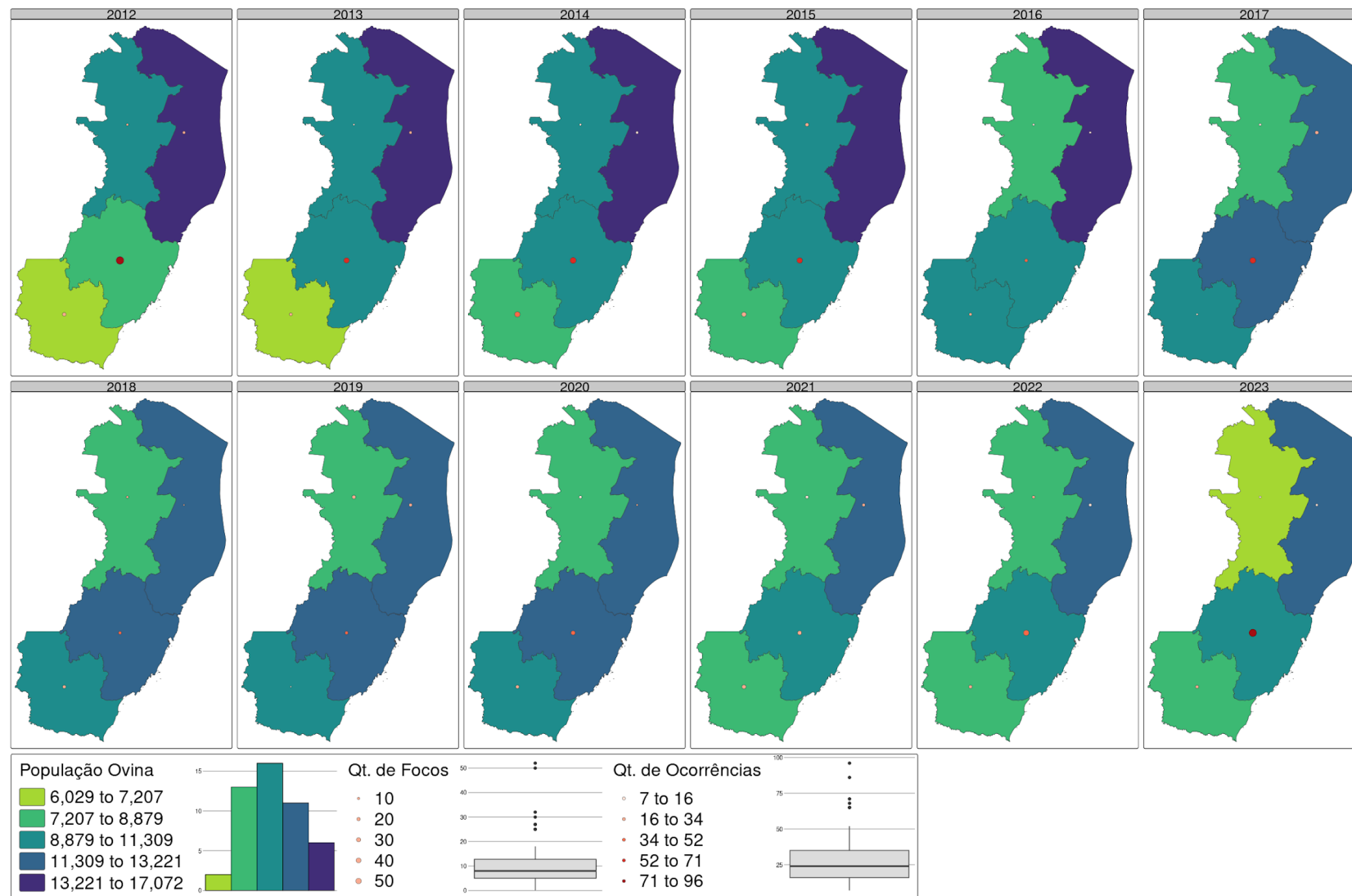


Figura B.18: Painel de mapas temáticos da População ovina, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

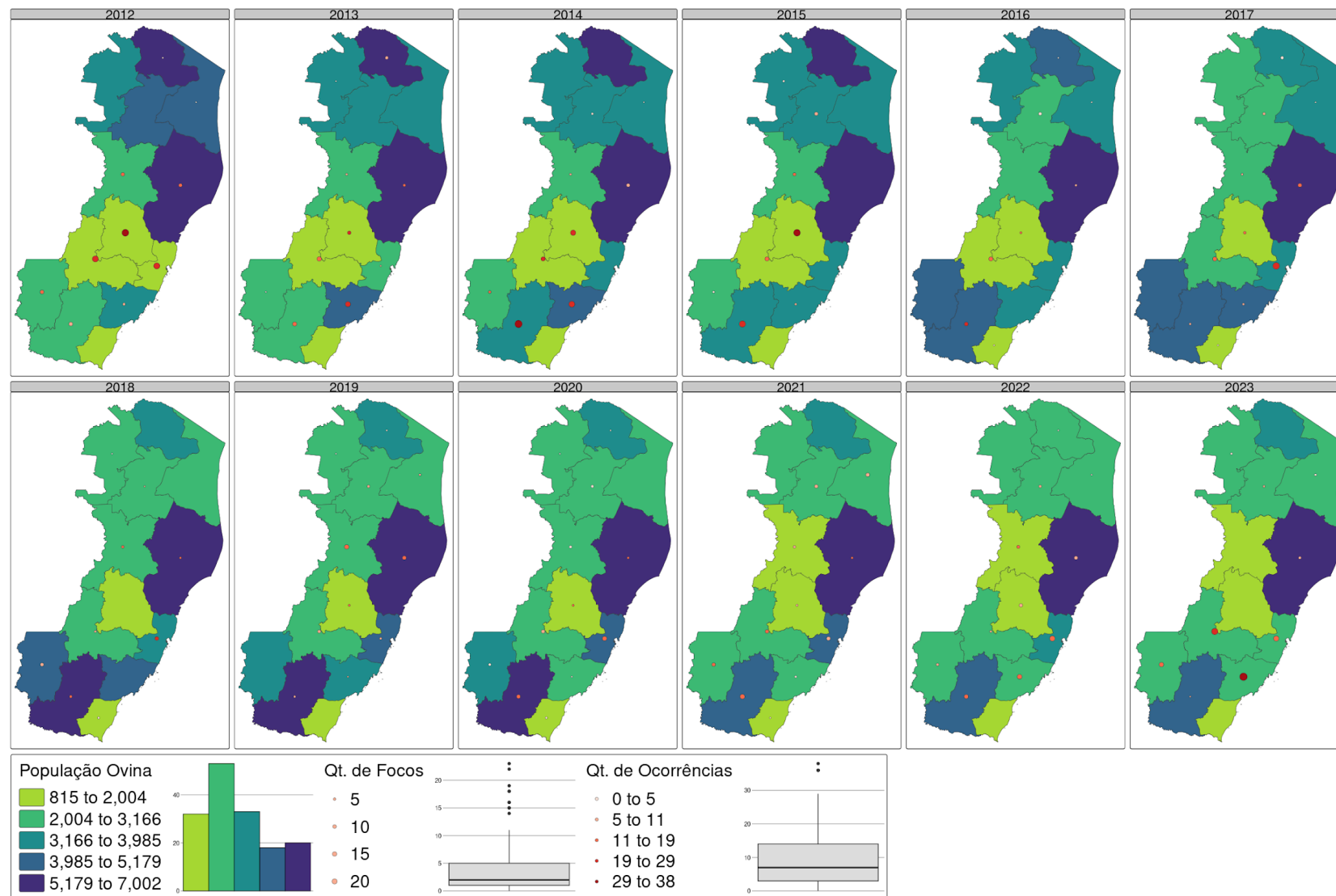


Figura B.19: Painel de mapas temáticos da População ovina, Ocorrências e Focos por microrregião e Ano da ocorrência.

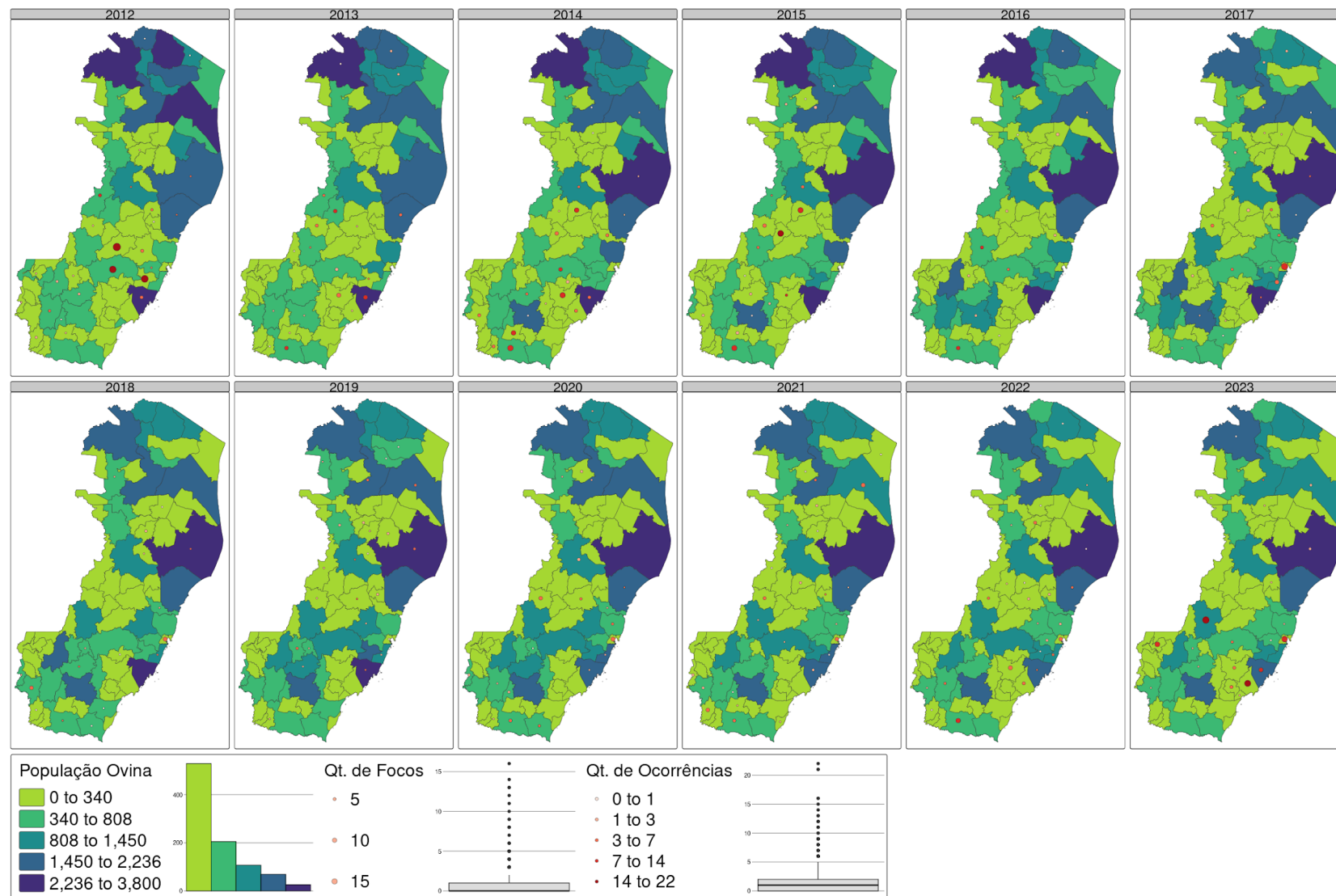


Figura B.20: Painel de mapas temáticos da População ovina, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.



Figura B.21: Pannel de mapas temáticos da População equina, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

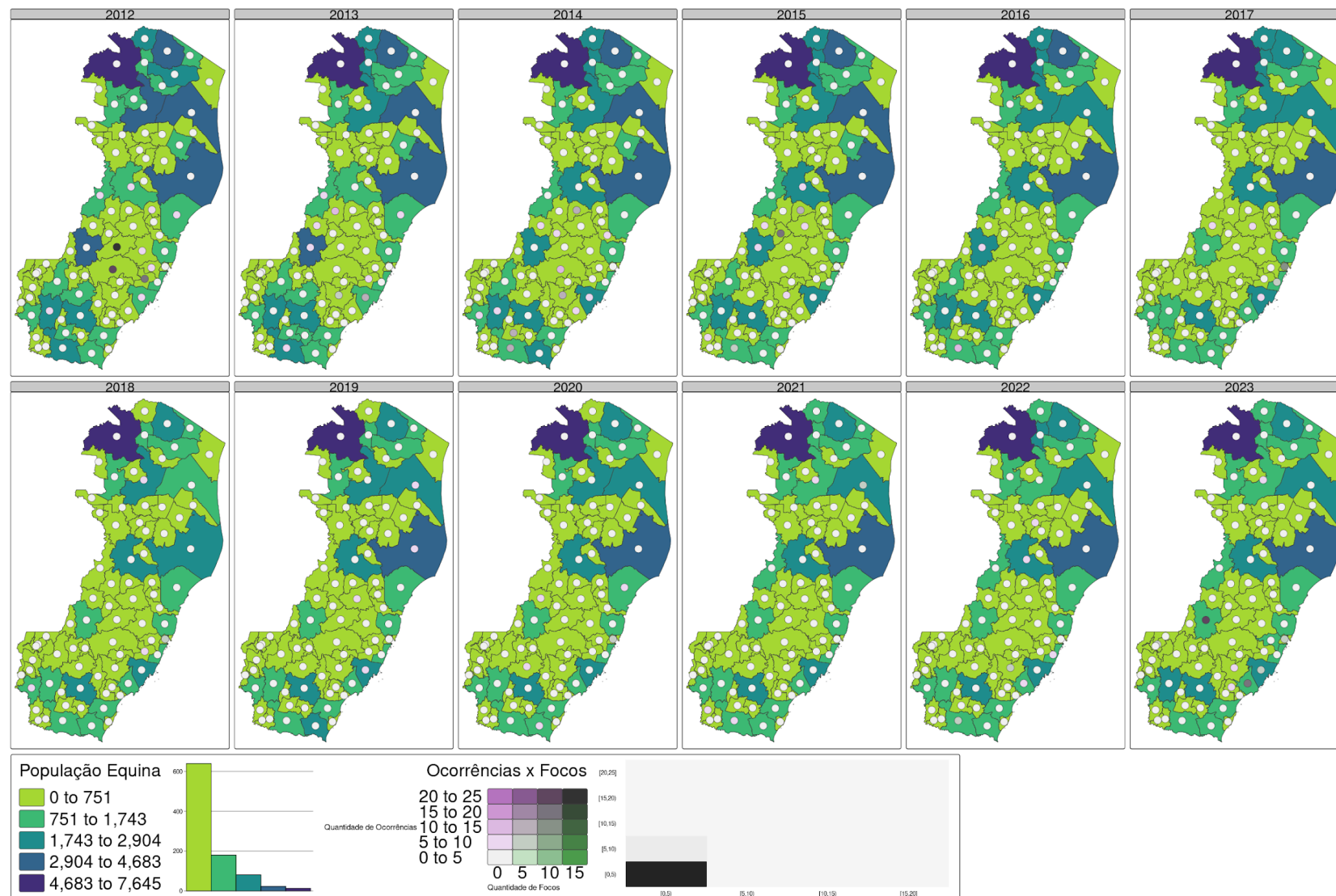


Figura B.23: Painel de mapas temáticos da População equina, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

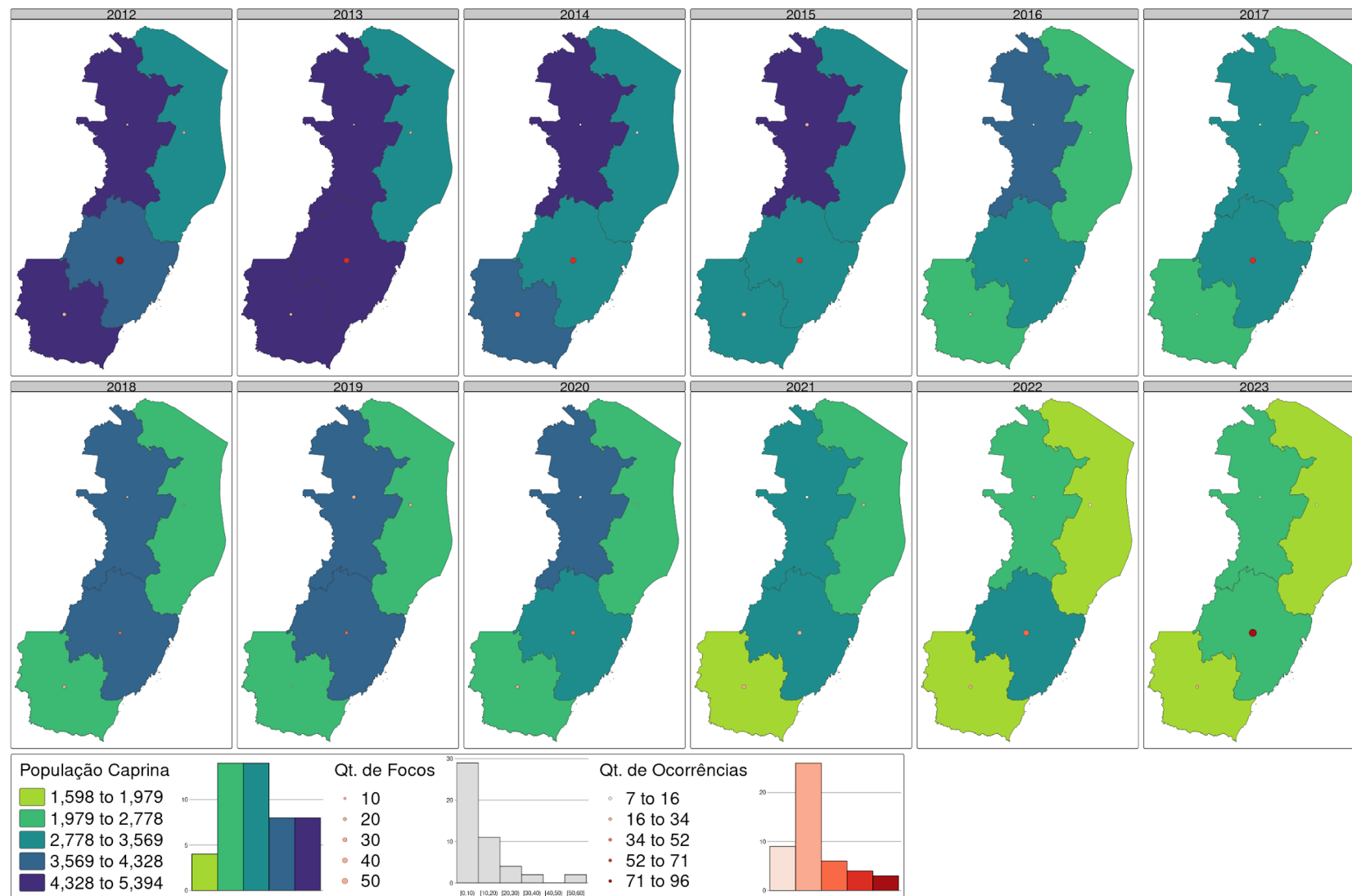


Figura B.24: Painel de mapas temáticos da População caprina, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

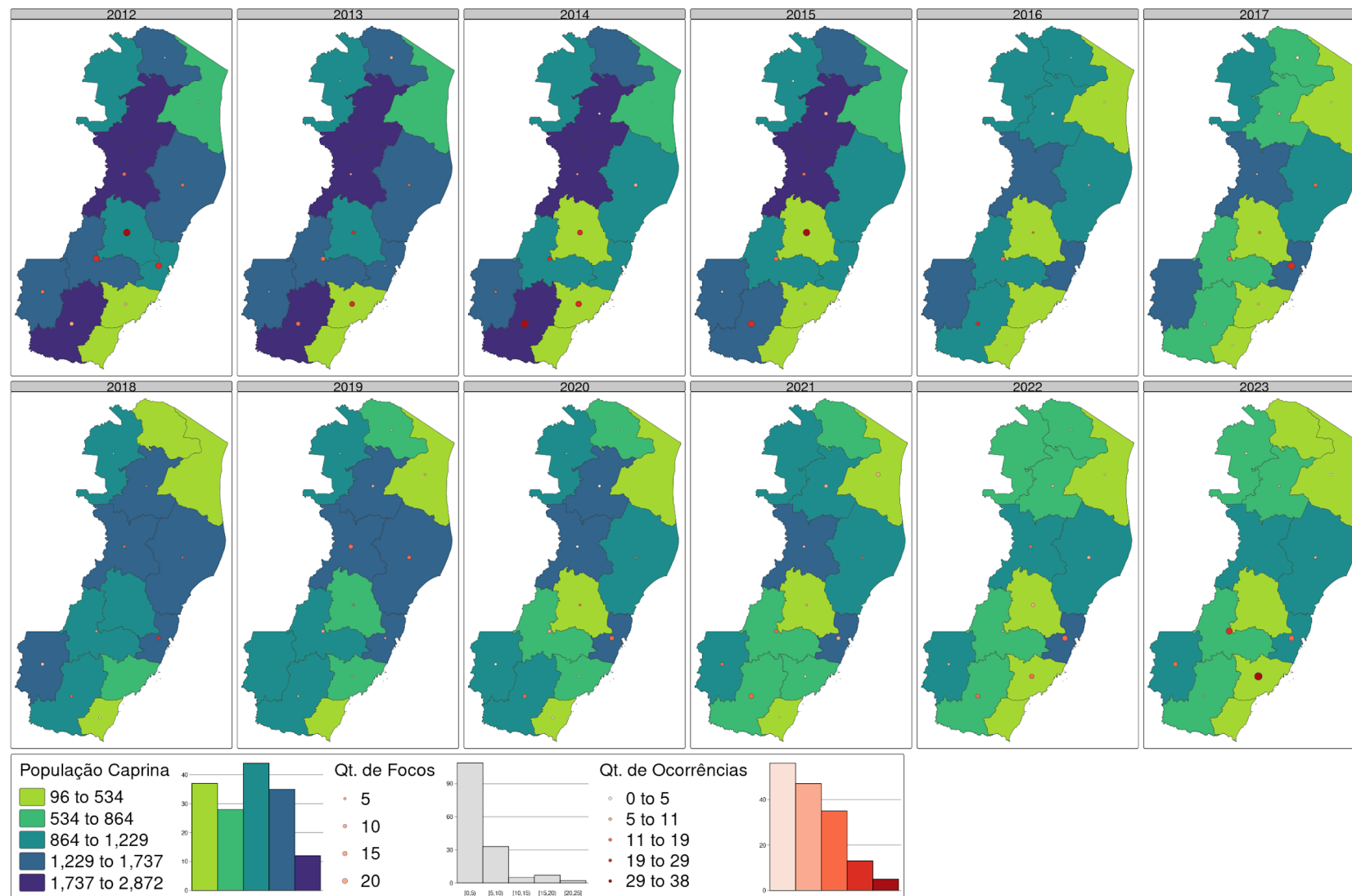


Figura B.25: Pannel de mapas temáticos da População caprina, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

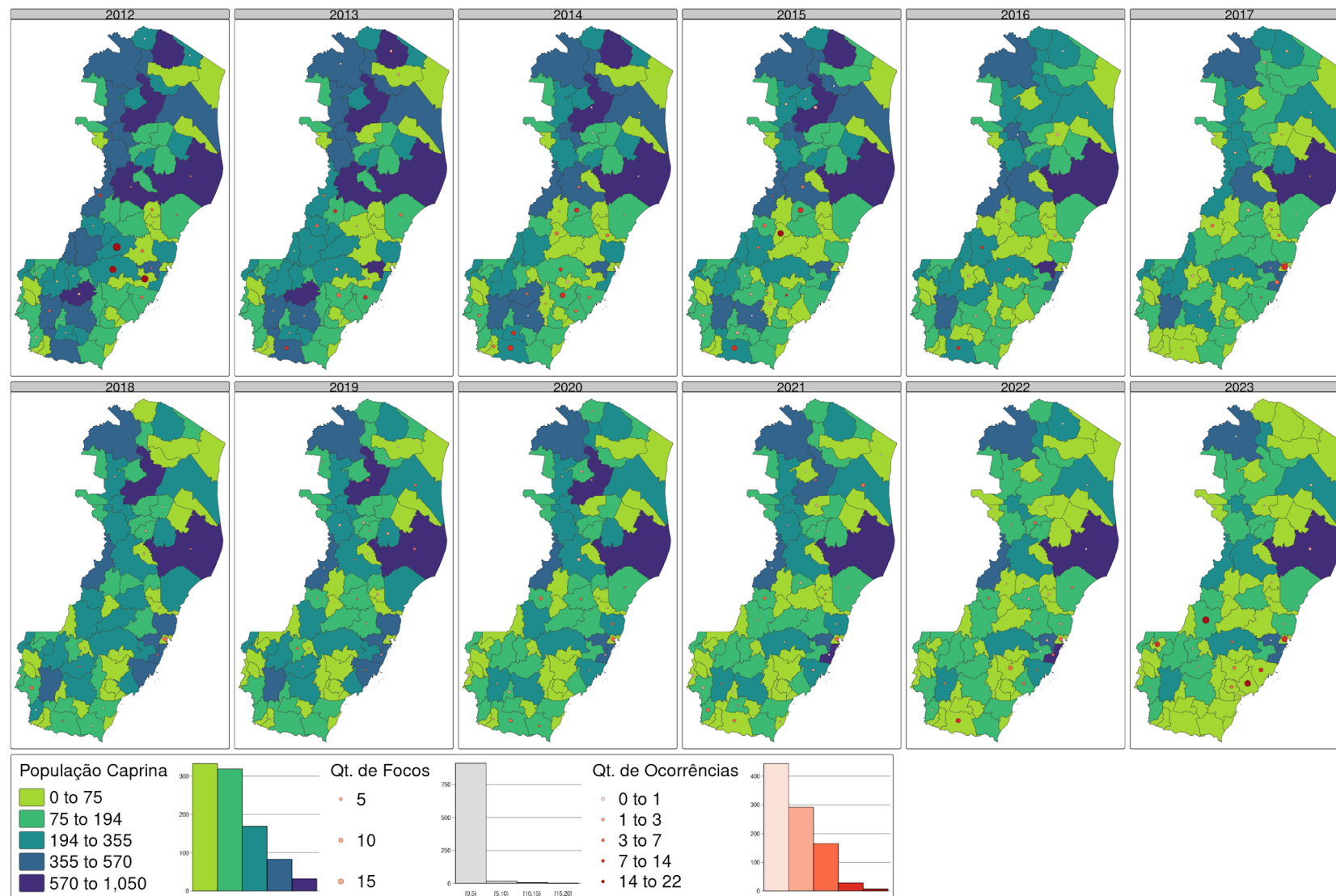


Figura B.26: Pannel de mapas temáticos da População caprina, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

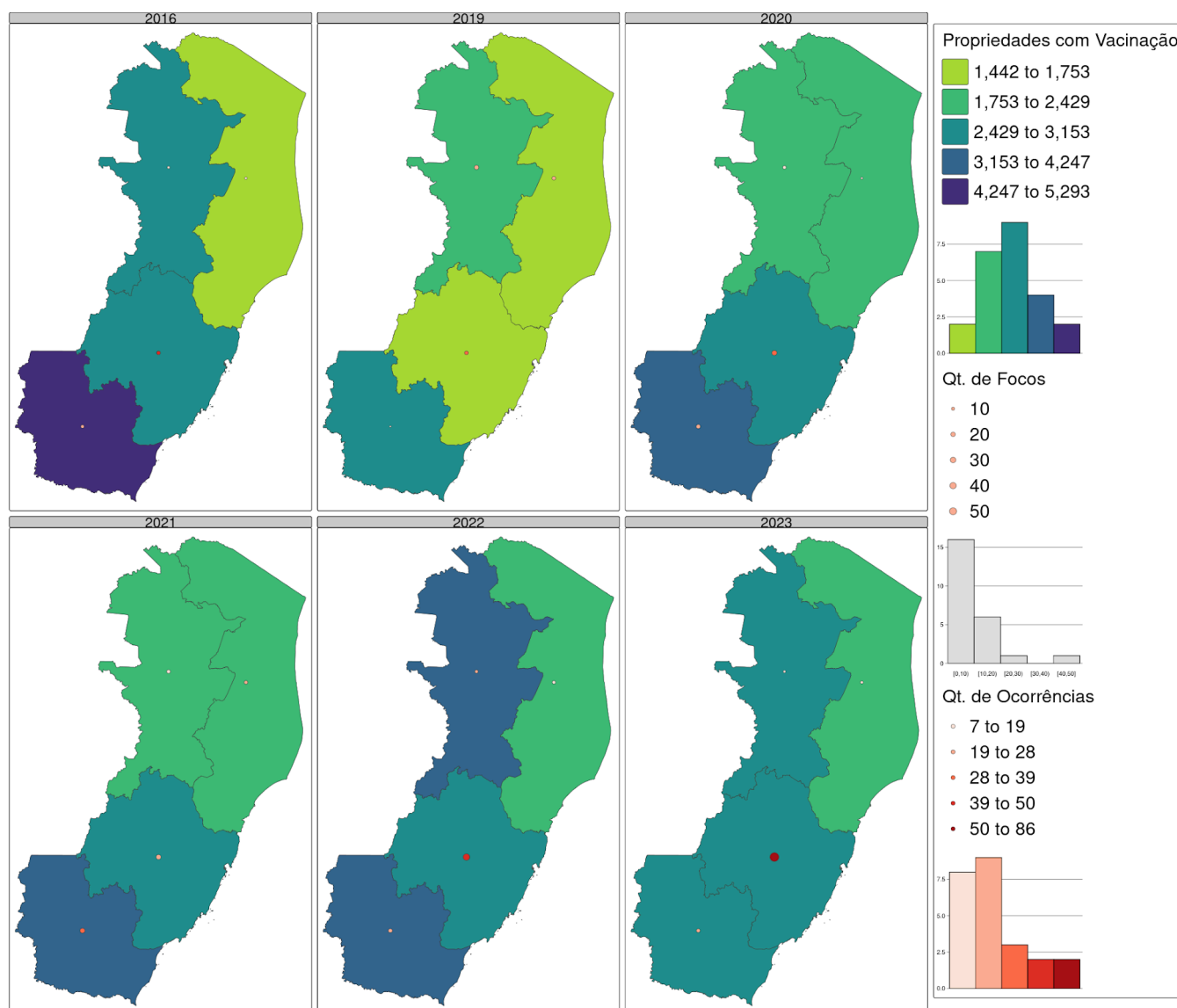


Figura B.27: Pannel de mapas temáticos das Propriedades com vacinação, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

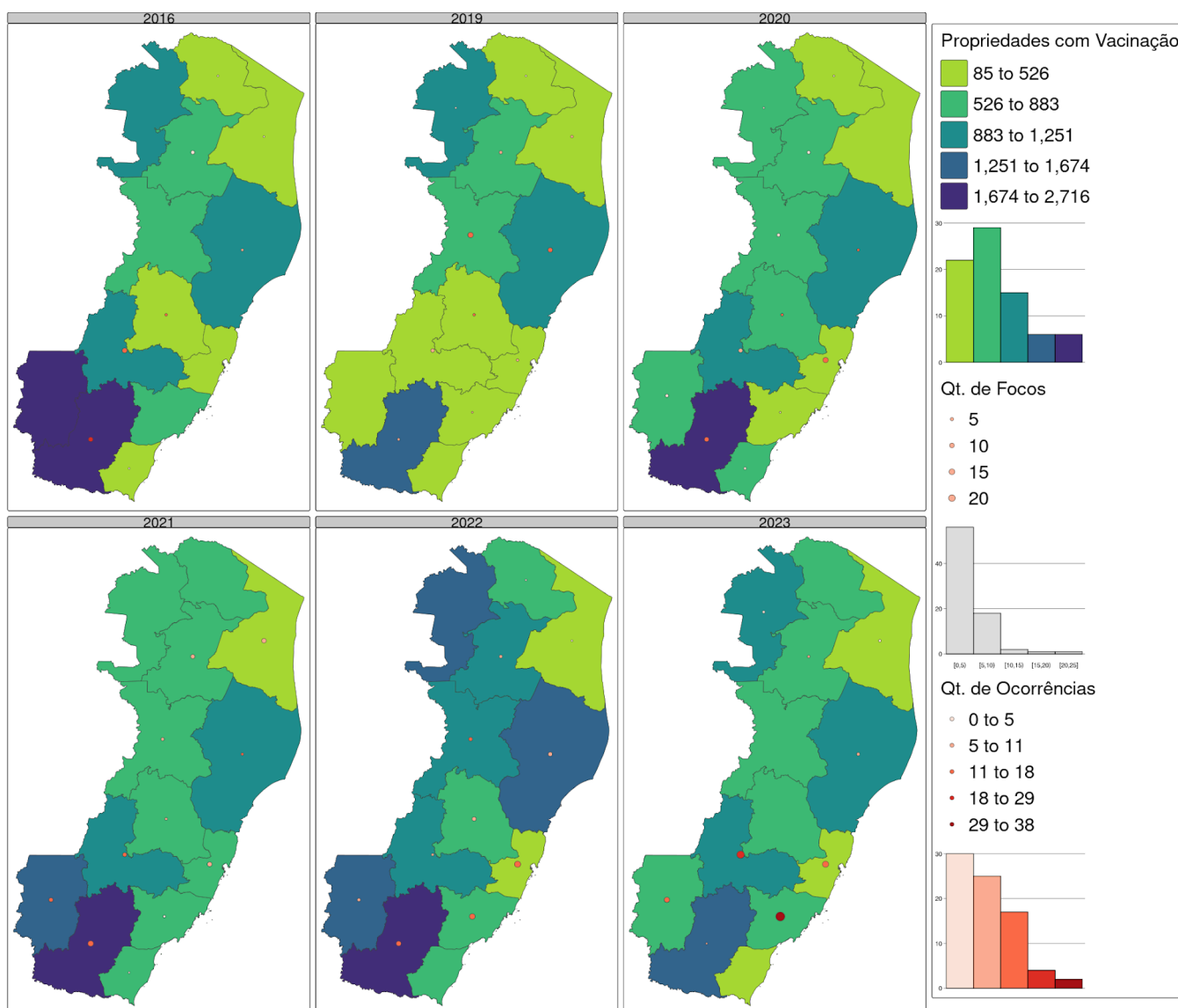


Figura B.28: Pannel de mapas temáticos das Propriedades com vacinação, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

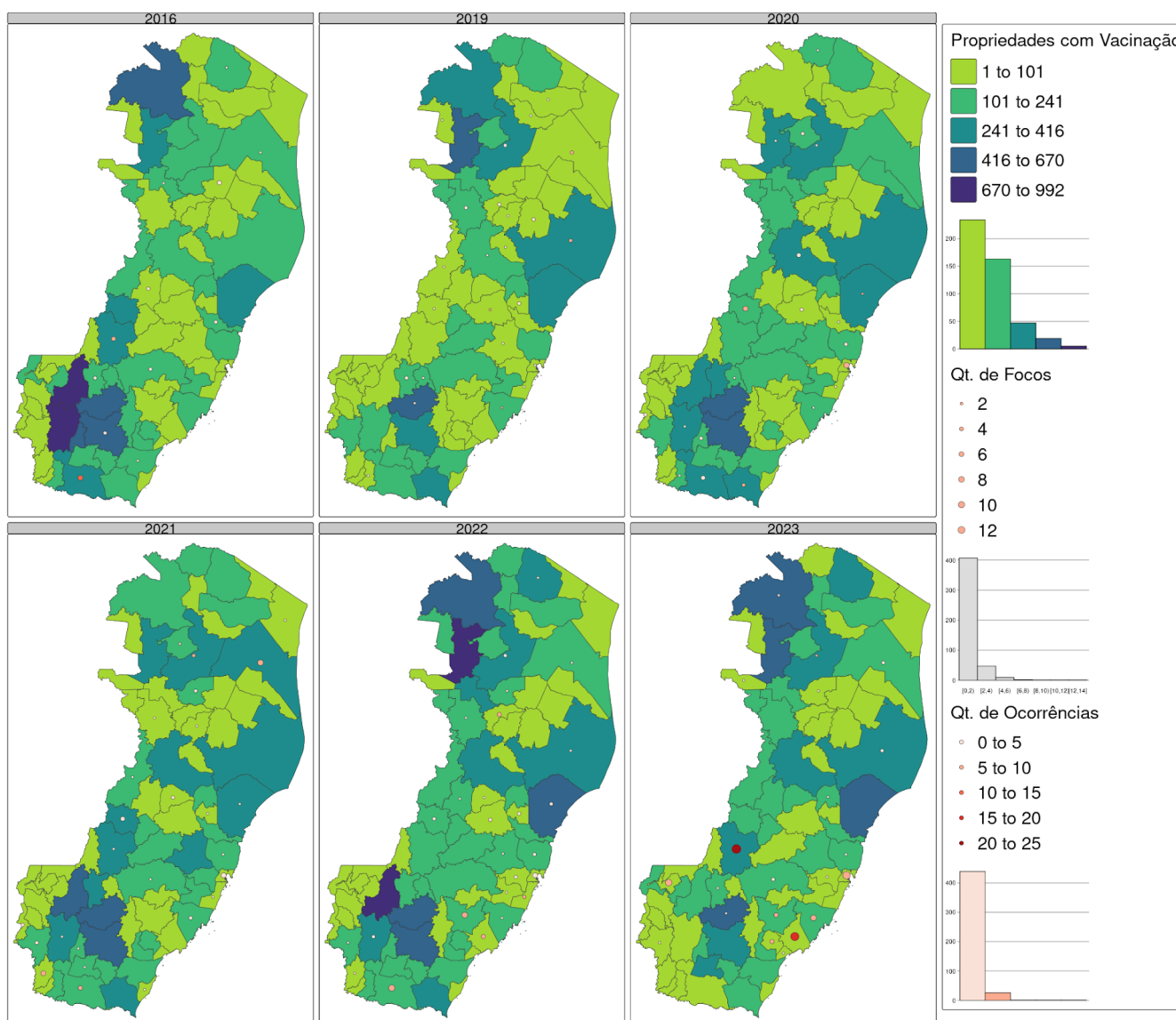


Figura B.29: Pannel de mapas temáticos das Propriedades com vacinação, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.



Figura B.30: Pannel de mapas temáticos de Bovinos e bubalinos vacinados, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

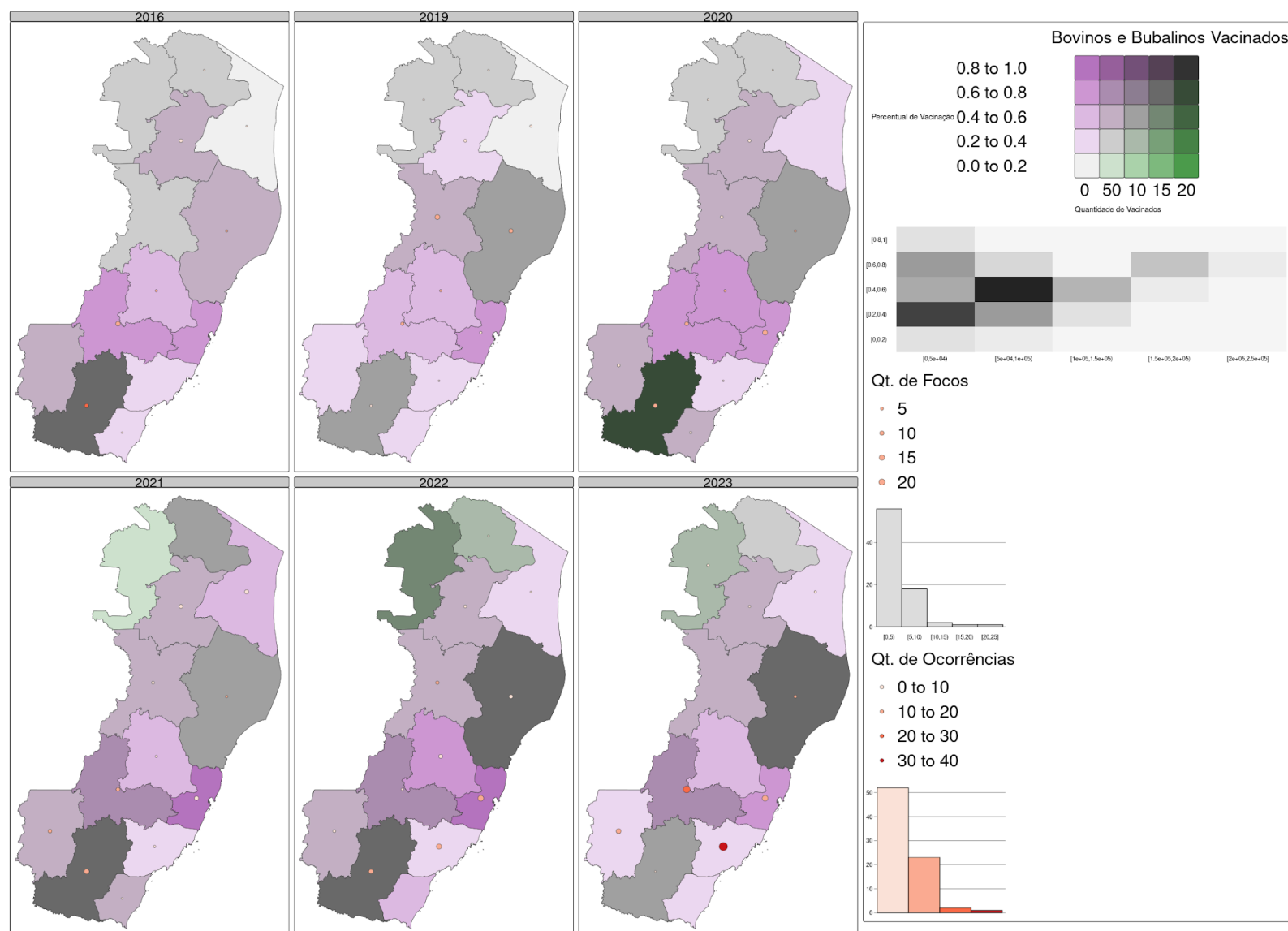


Figura B.31: Painel de mapas temáticos de Bovinos e bubalinos vacinados, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

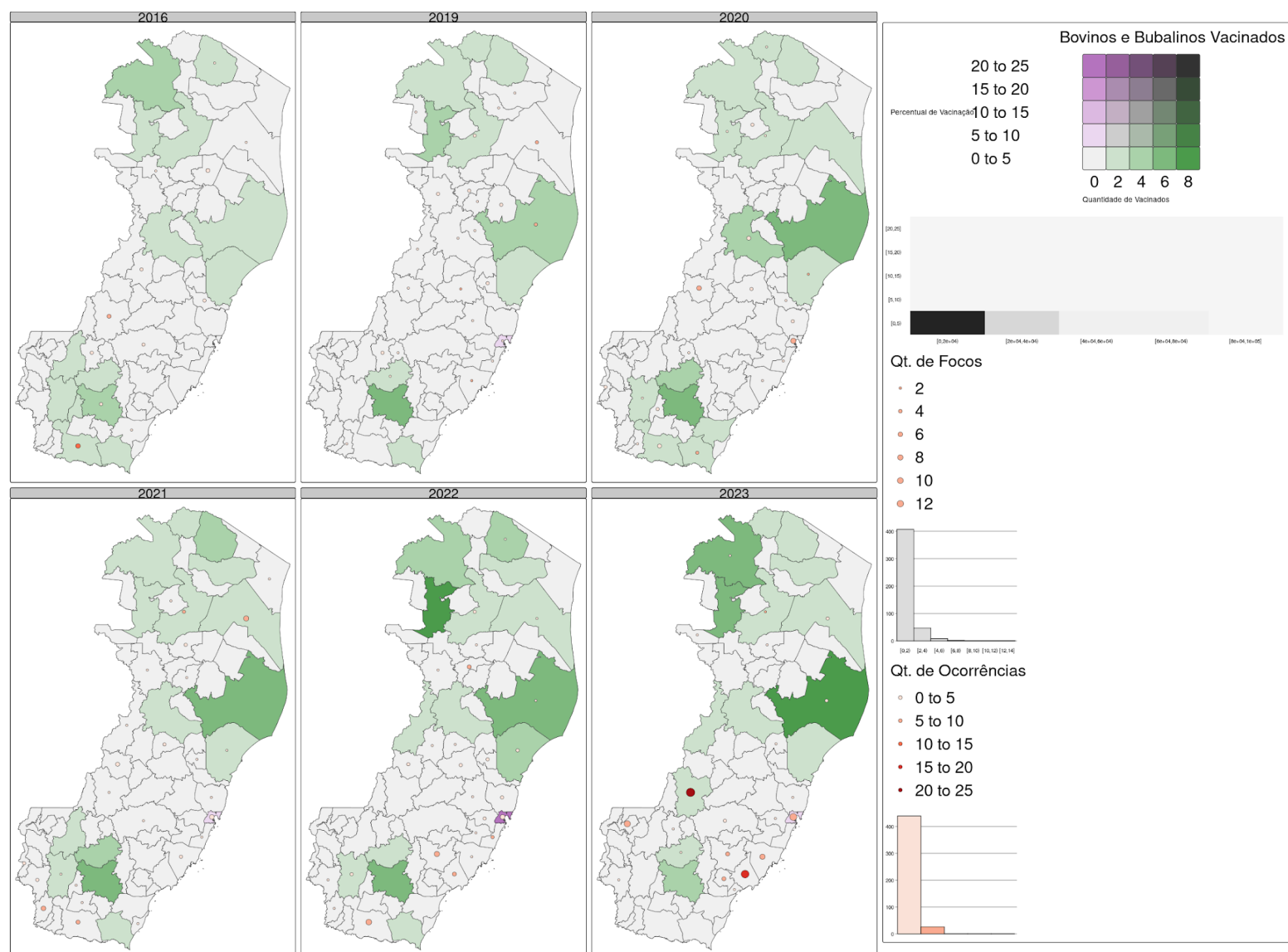


Figura B.32: Painel de mapas temáticos de Bovinos e bubalinos vacinados, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

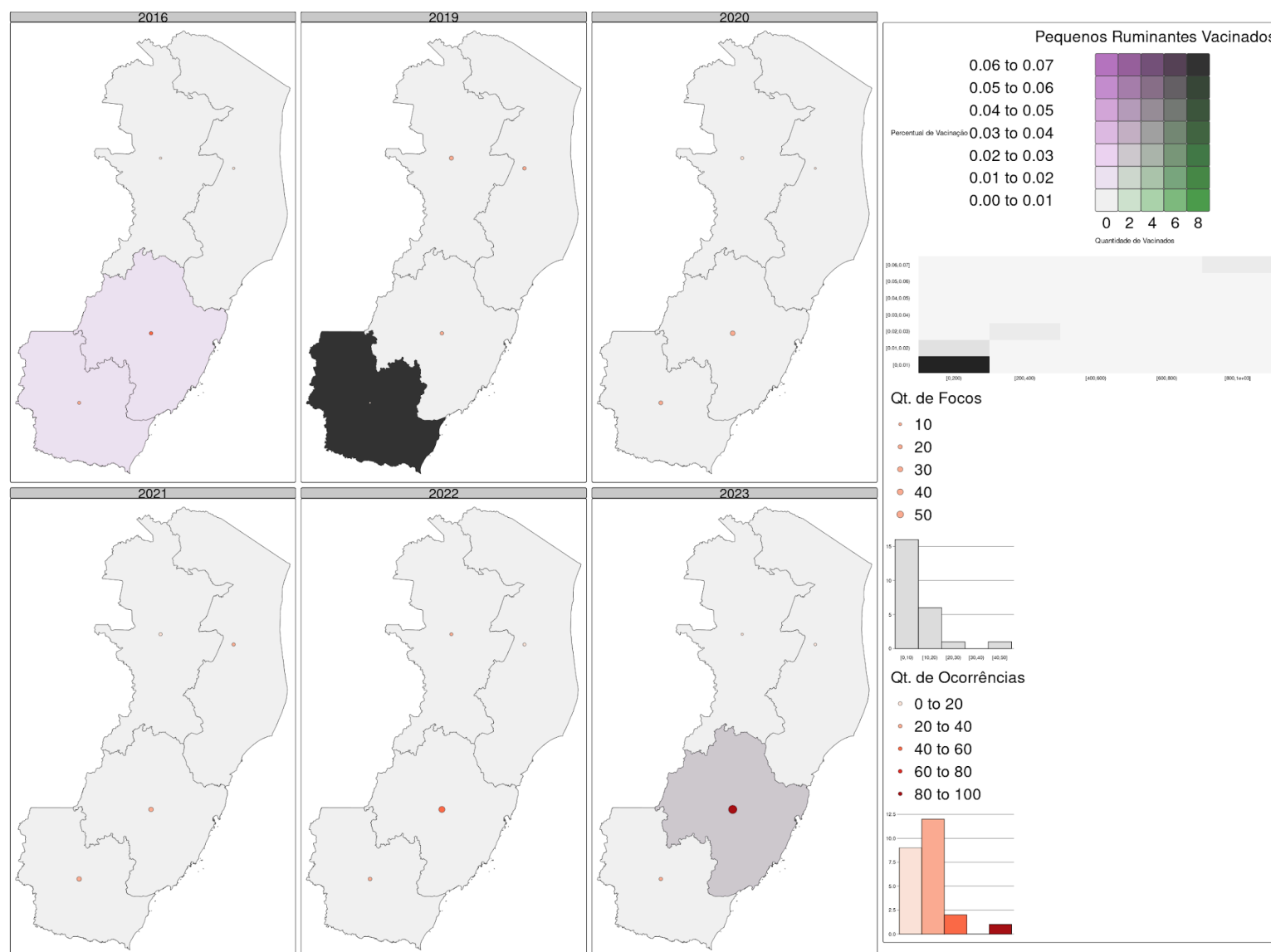


Figura B.33: Painel de mapas temáticos de Pequenos ruminantes vacinados, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

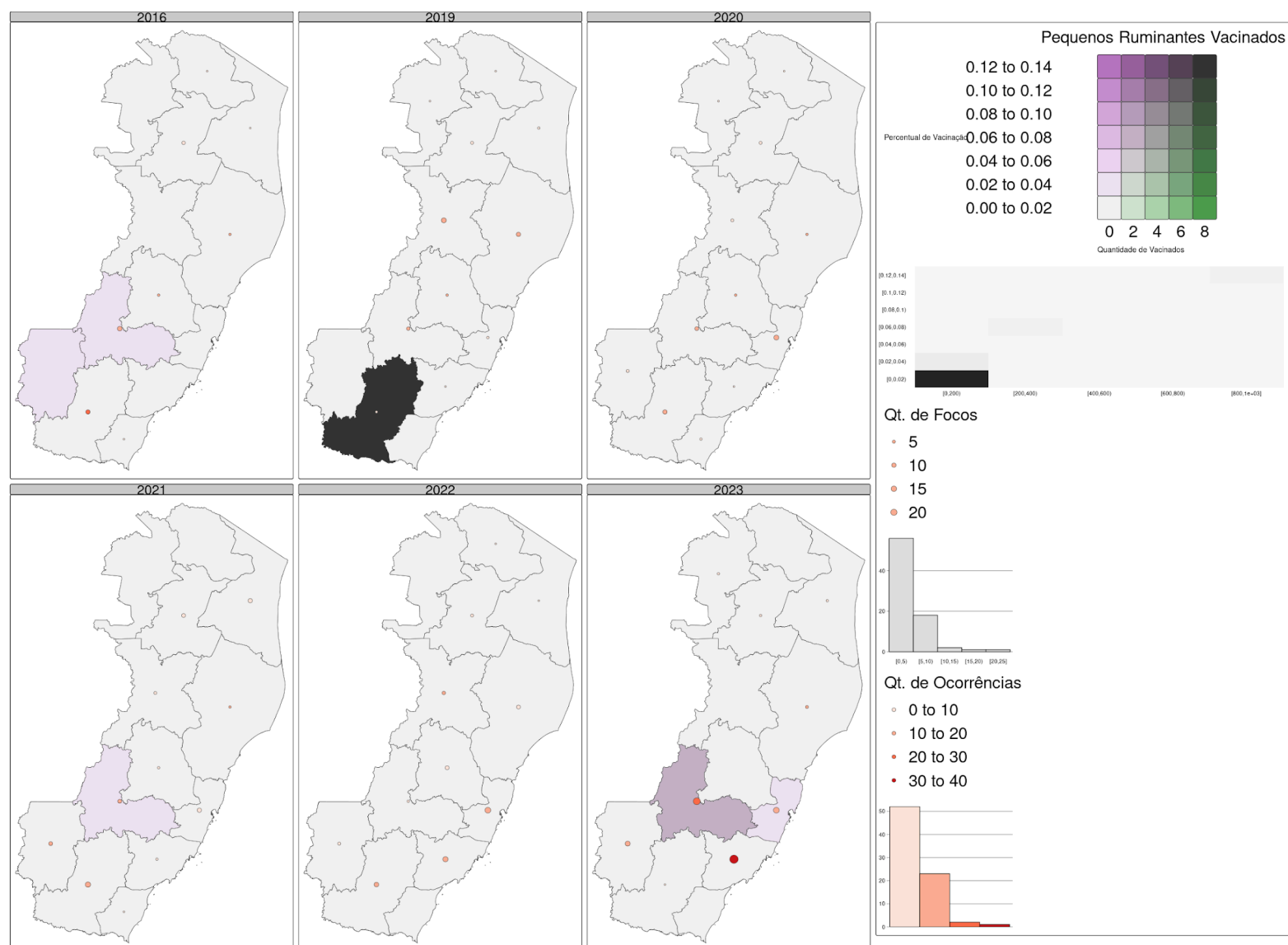


Figura B.34: Painel de mapas temáticos de Pequenos ruminantes vacinados, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

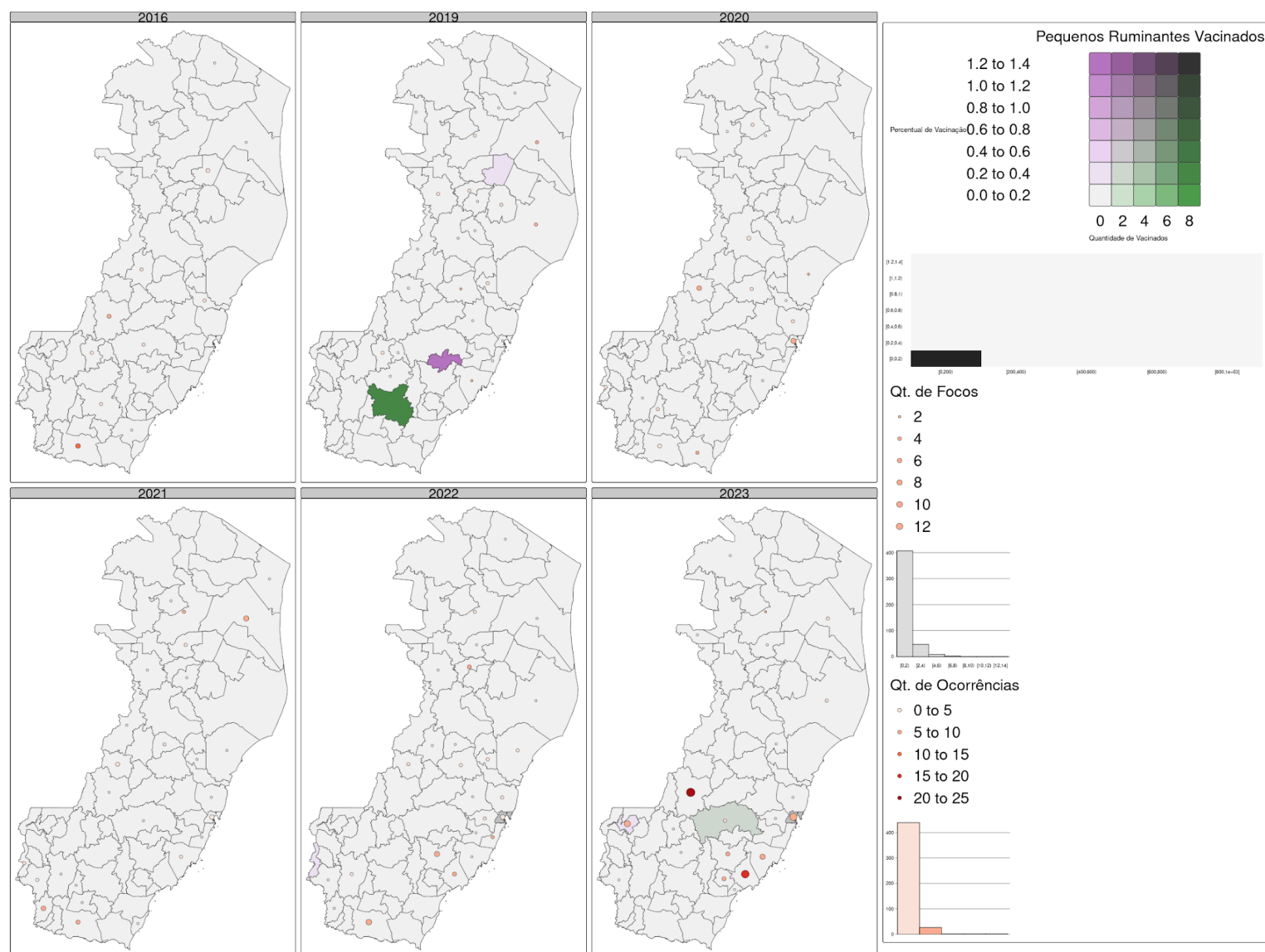


Figura B.35: Pannel de mapas temáticos de Pequenos ruminantes vacinados, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

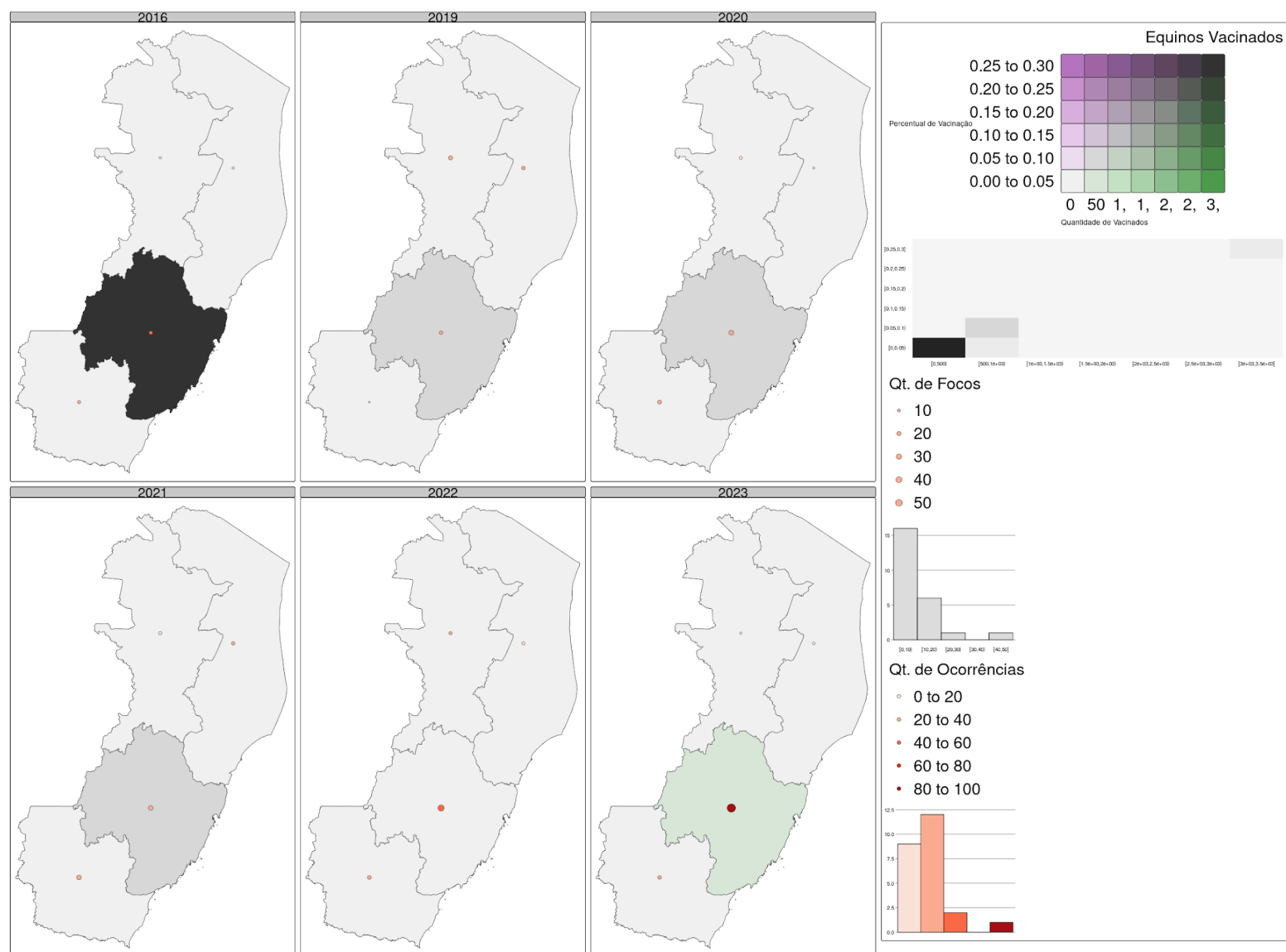


Figura B.36: Painel de mapas temáticos de Equinos vacinados, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

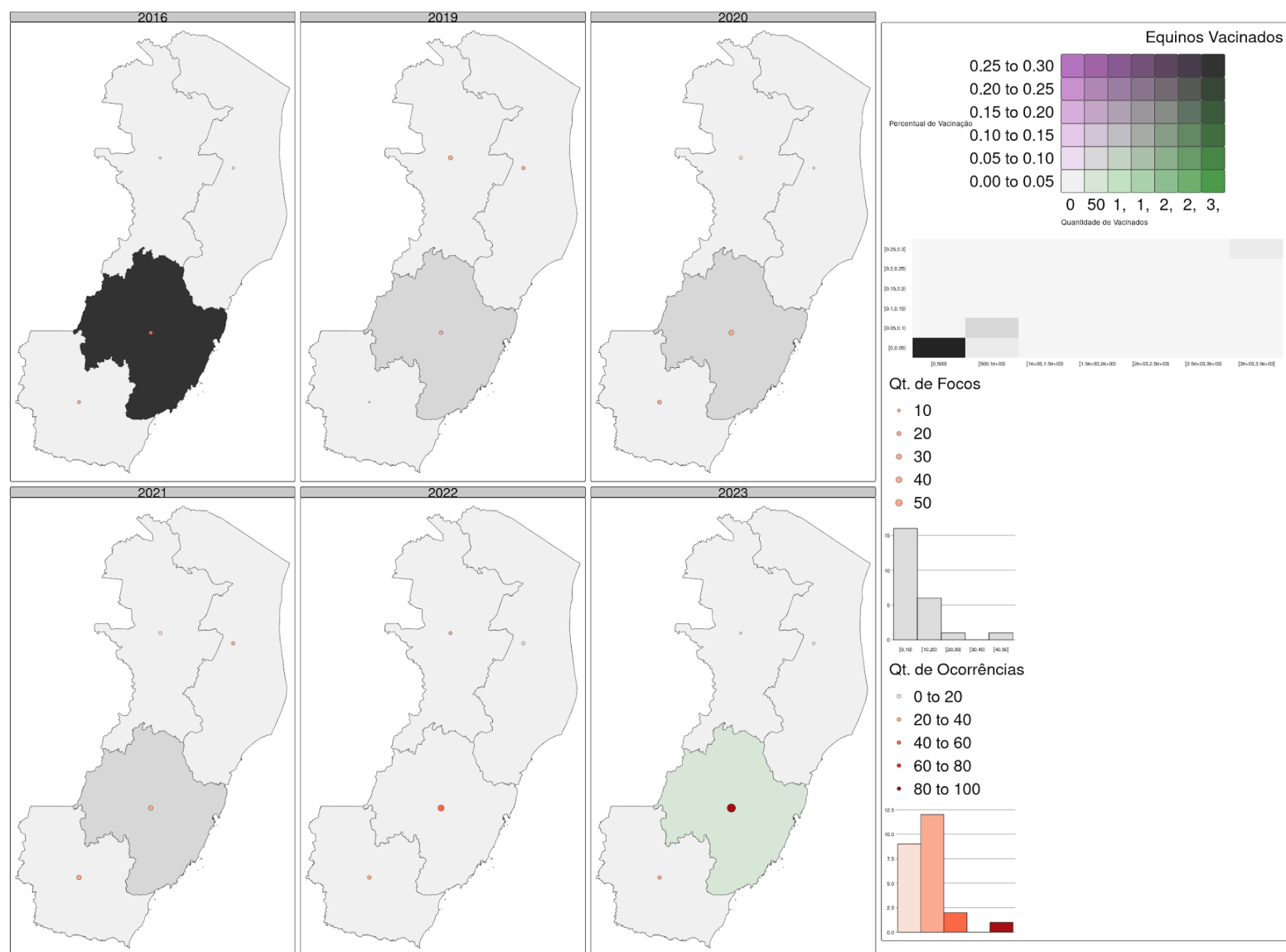


Figura B.37: Painel de mapas temáticos de Equinos vacinados, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

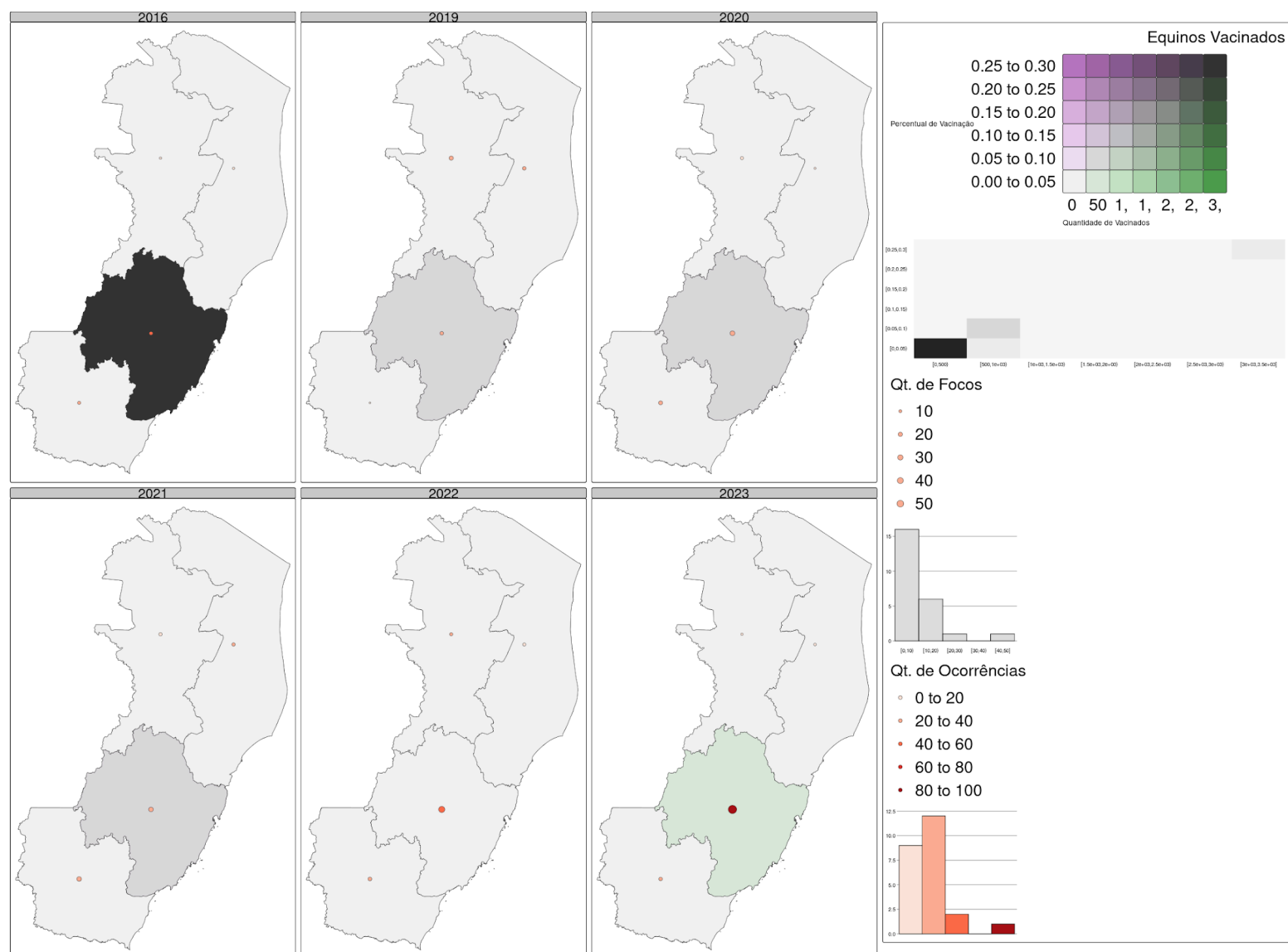


Figura B.38: Pannel de mapas temáticos de Equinos vacinados, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

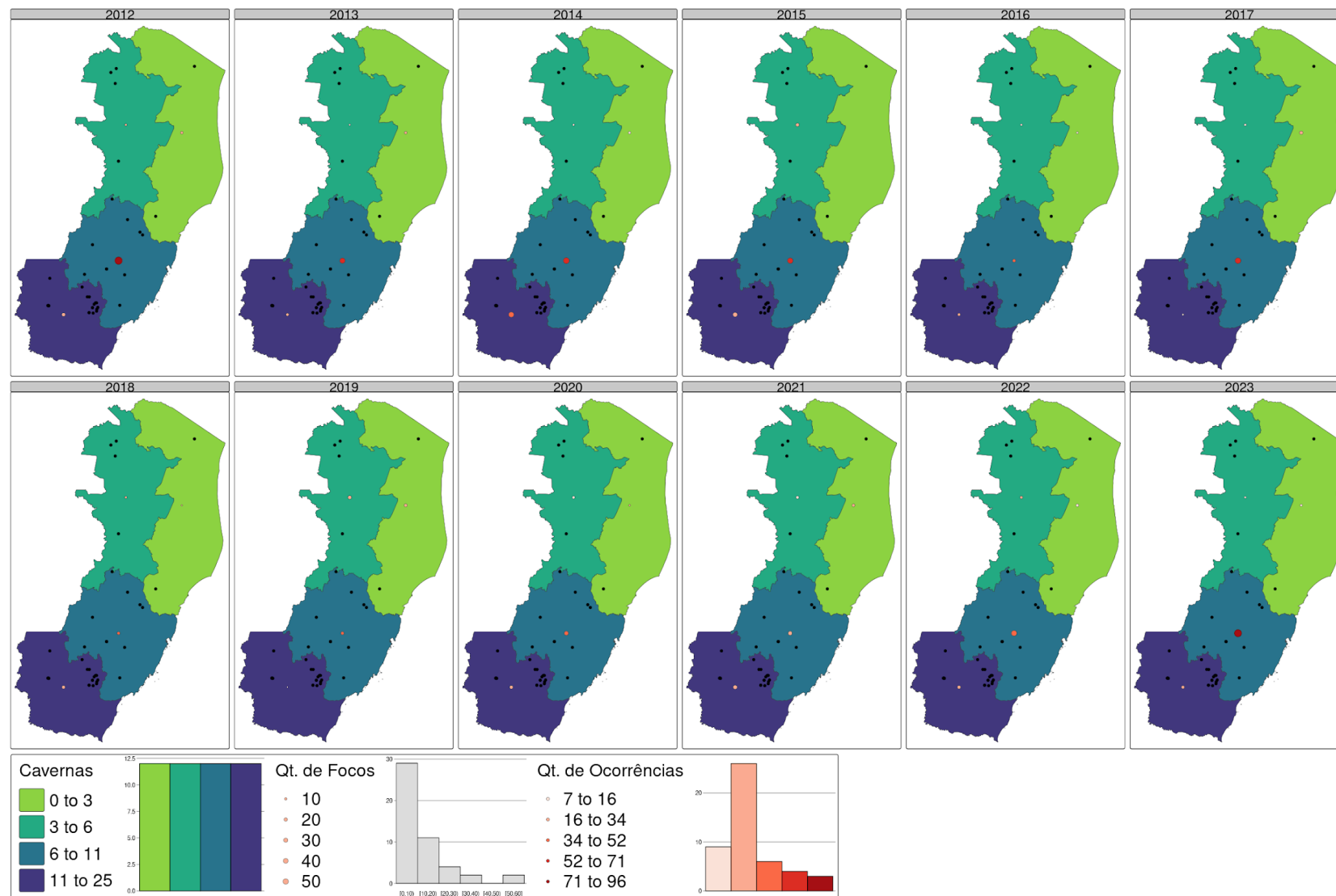


Figura B.39: Painel de mapas temáticos de Cavernas, Ocorrências e Focos por Macrorregião e Ano da ocorrência.

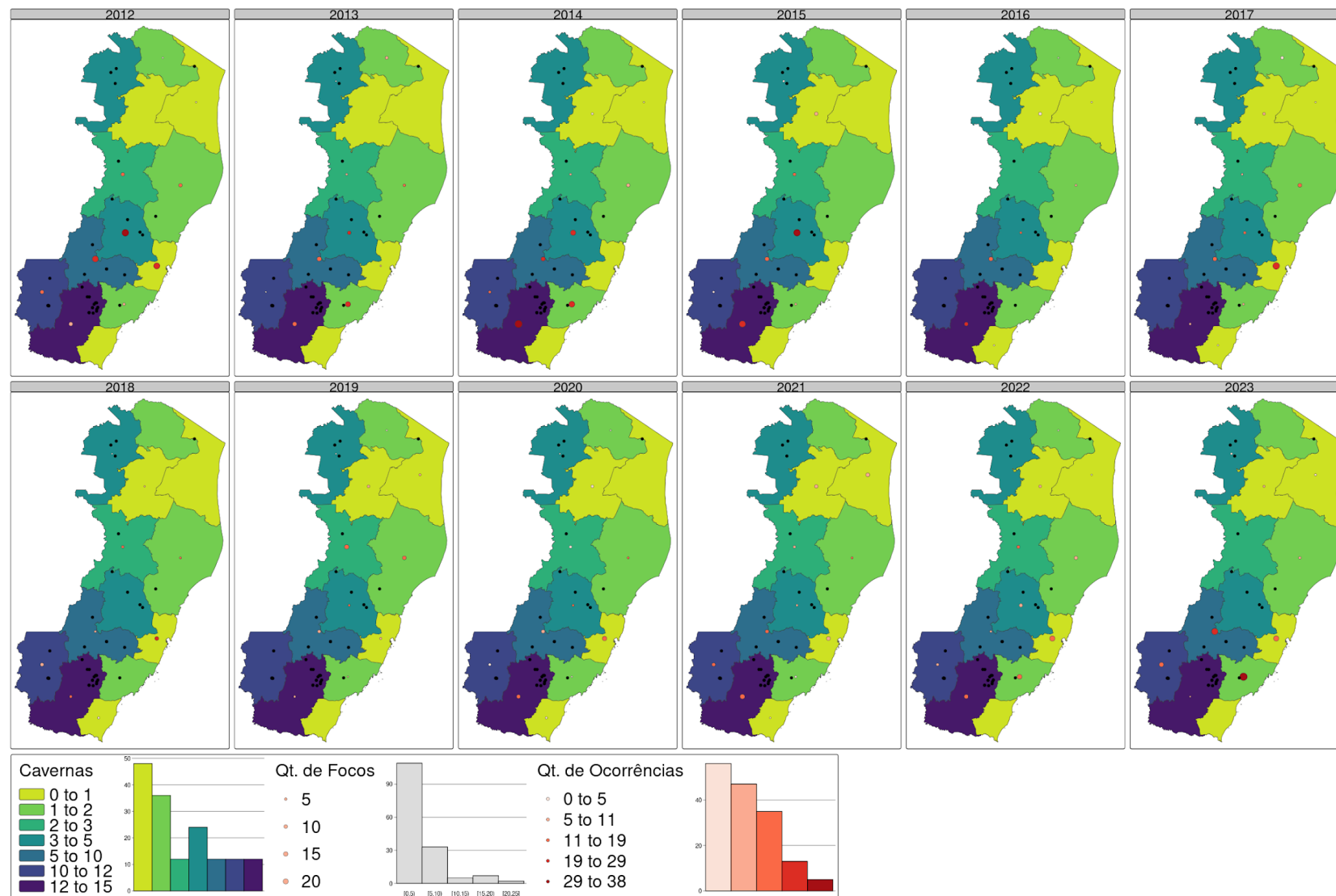


Figura B.40: Painel de mapas temáticos de Cavernas, Ocorrências e Focos por Microrregião e Ano da ocorrência.

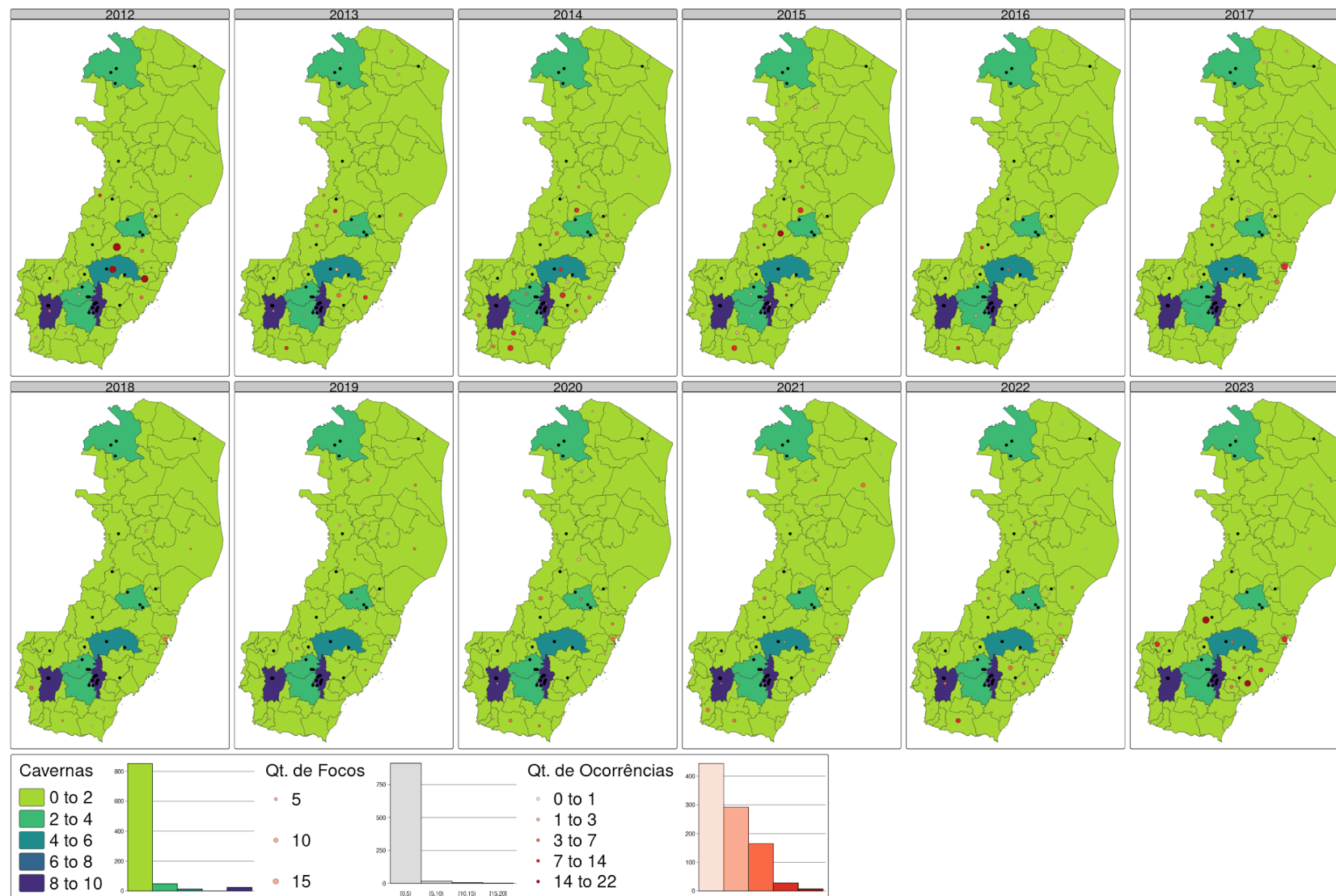


Figura B.41: Painel de mapas temáticos de Cavernas, Ocorrências e Focos por Município e Ano da ocorrência.

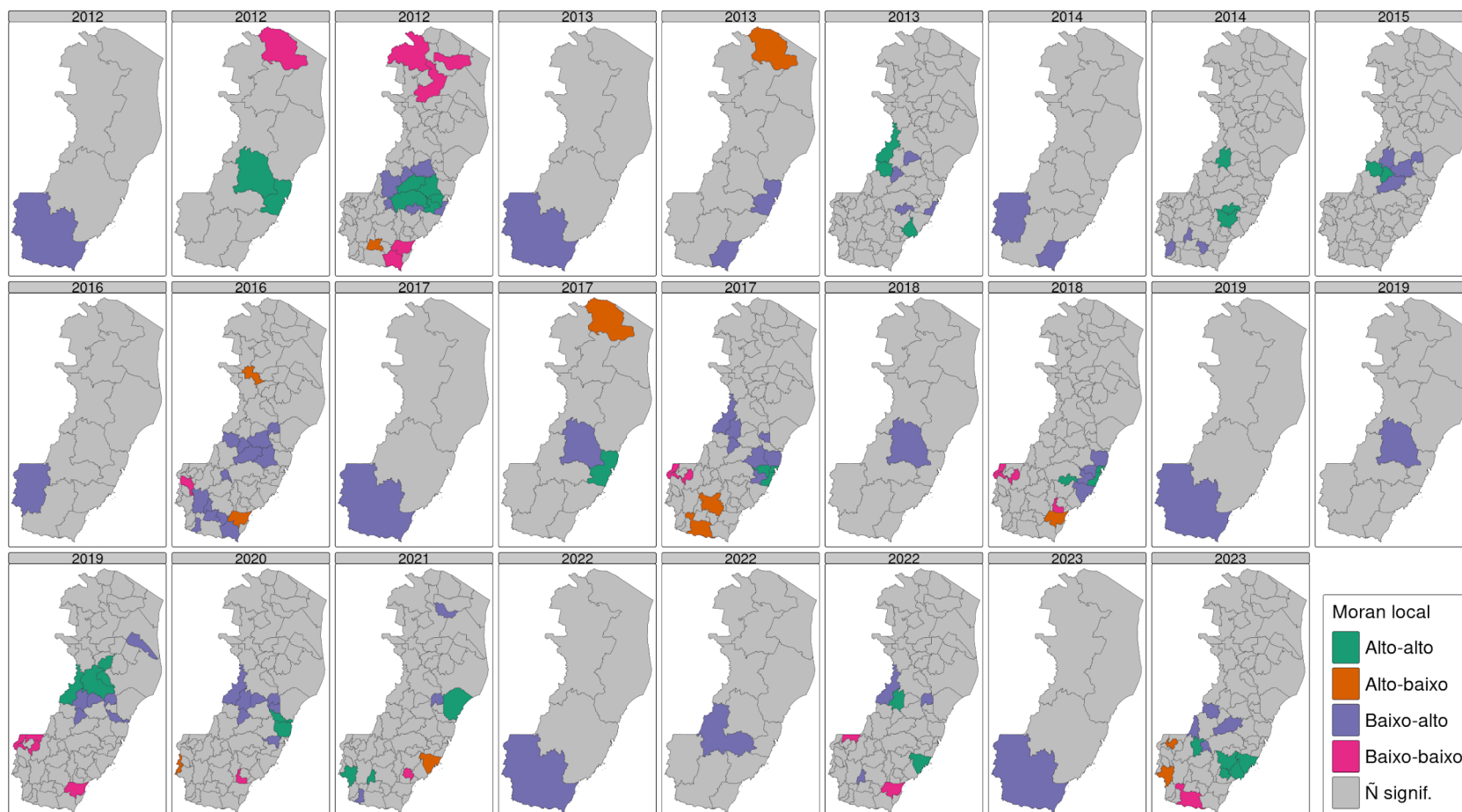


Figura B.42: Pannel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre Ocorrências e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

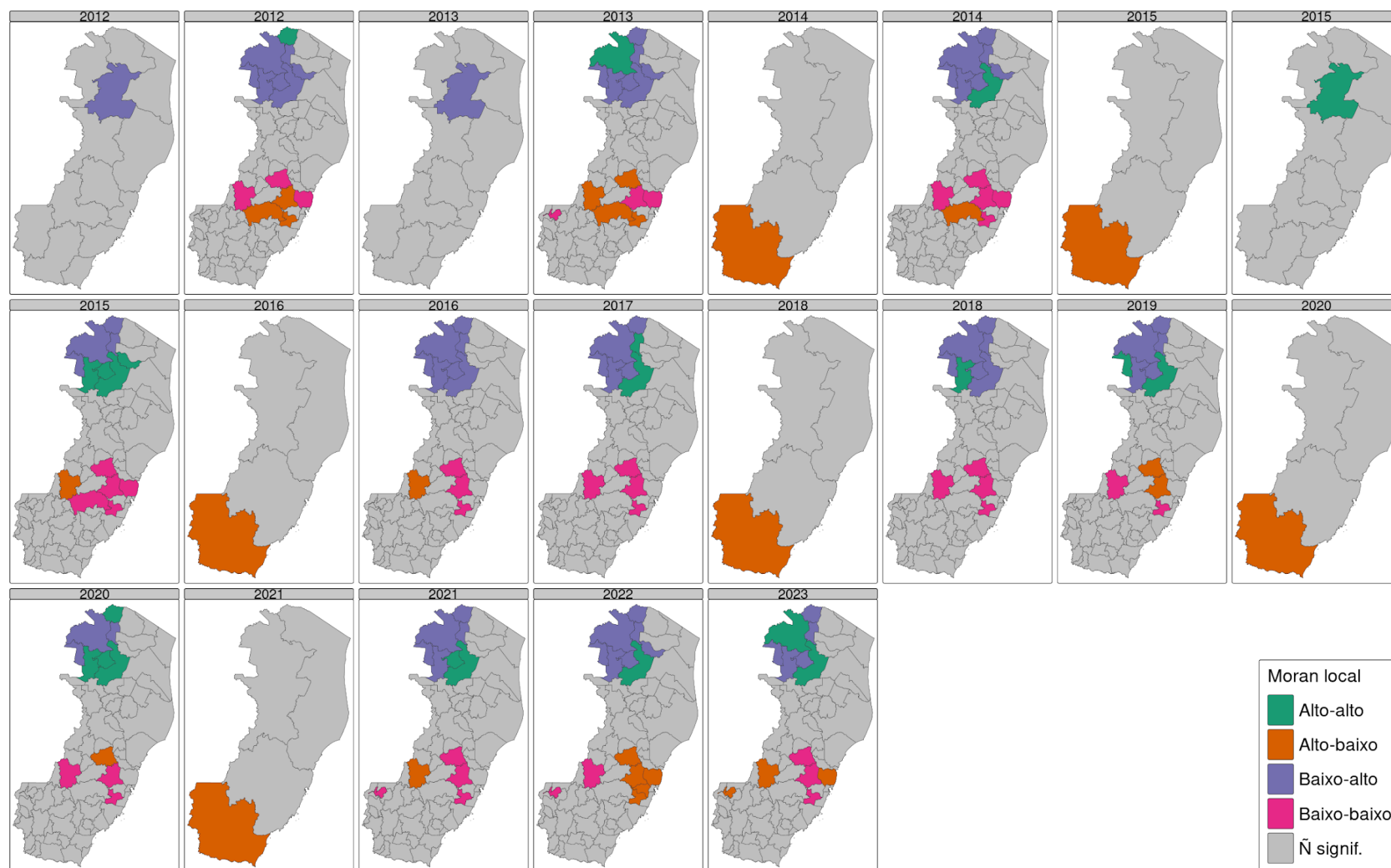


Figura B.43: Painel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre População bovina e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

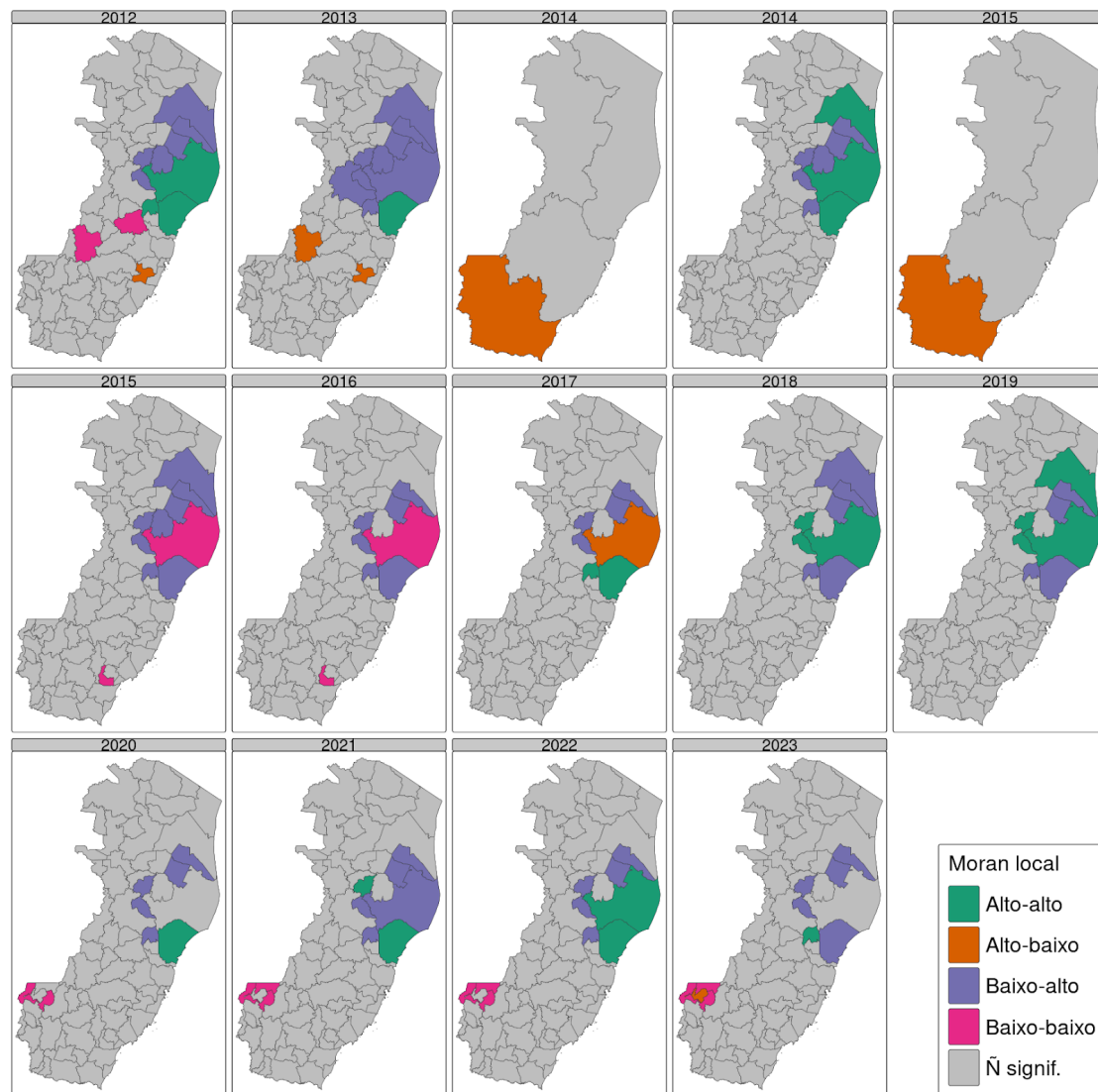


Figura B.44: Pannel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre População bubalina e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.



Figura B.45: Painel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre População suína e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

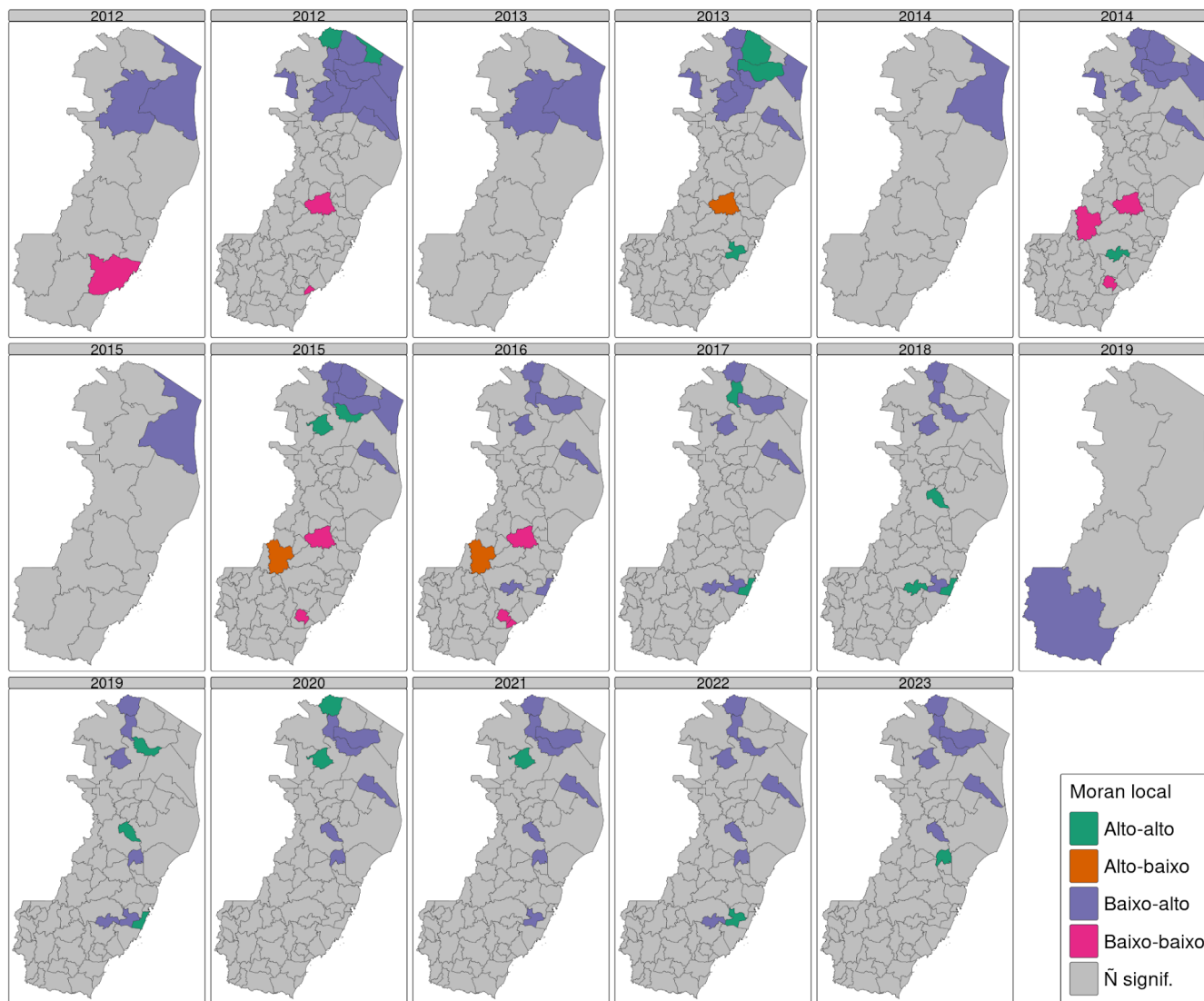


Figura B.46: Pannel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre População ovina e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

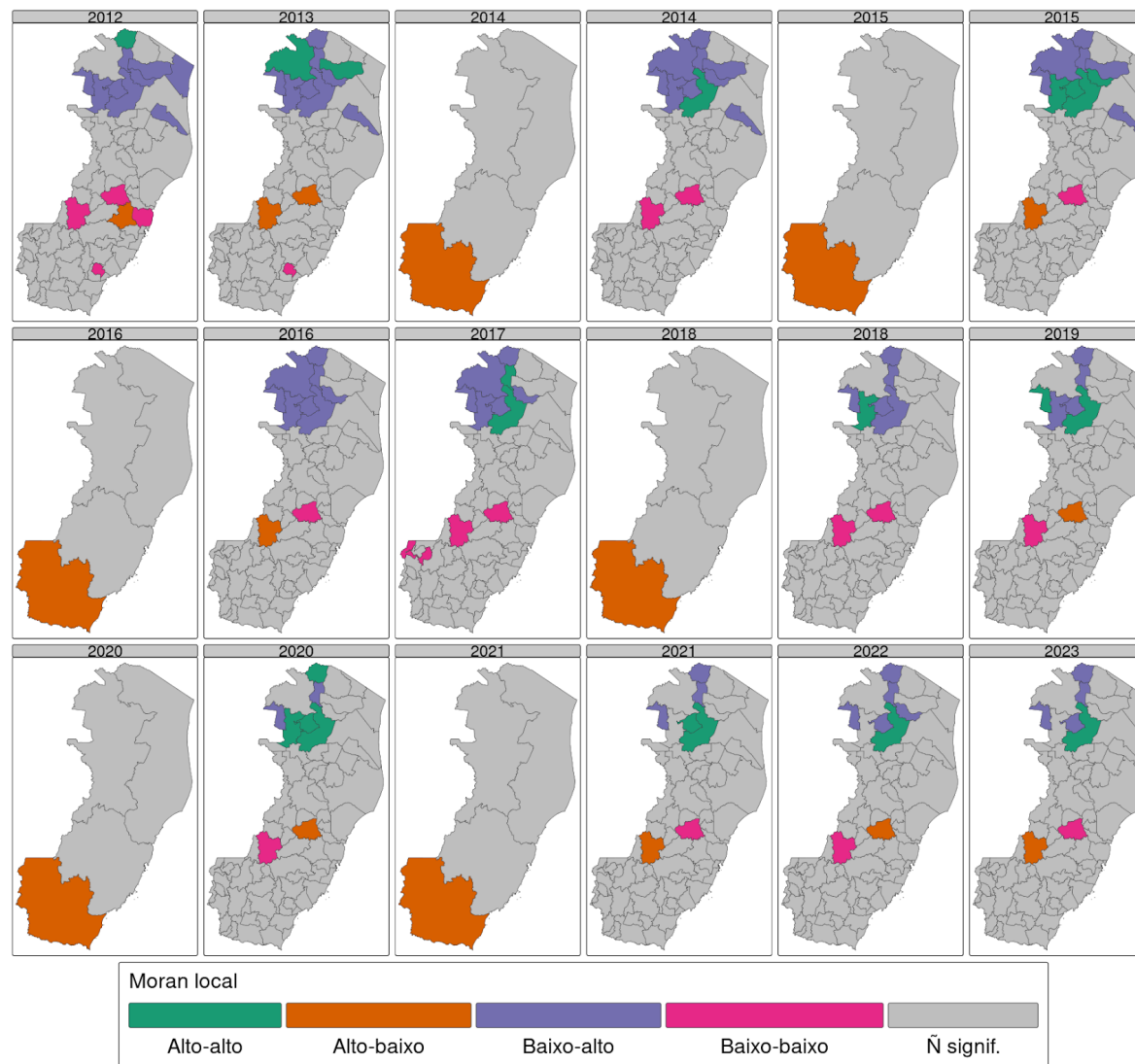


Figura B.47: Pannel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre População equina e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

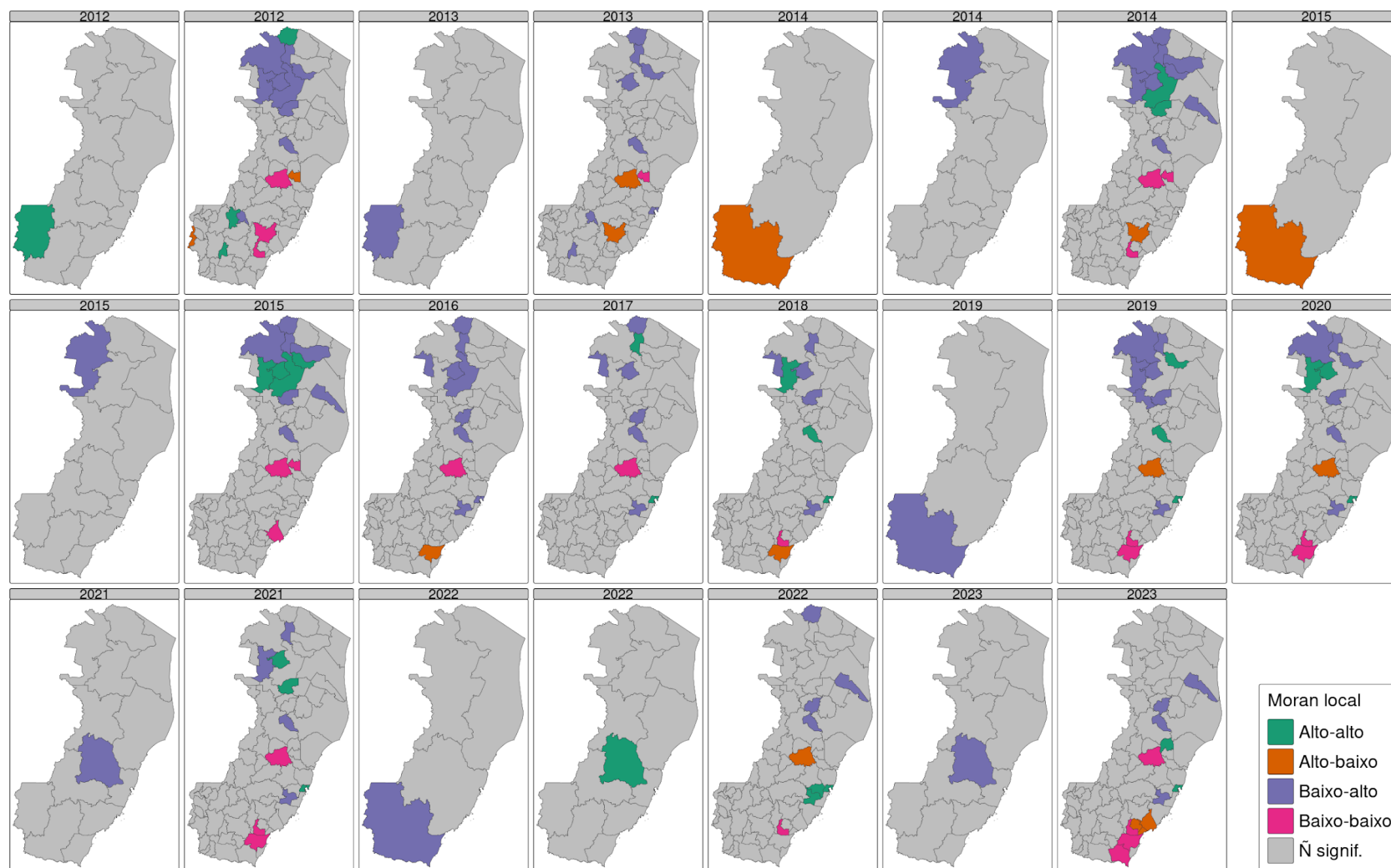


Figura B.48: Painel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre População caprina e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

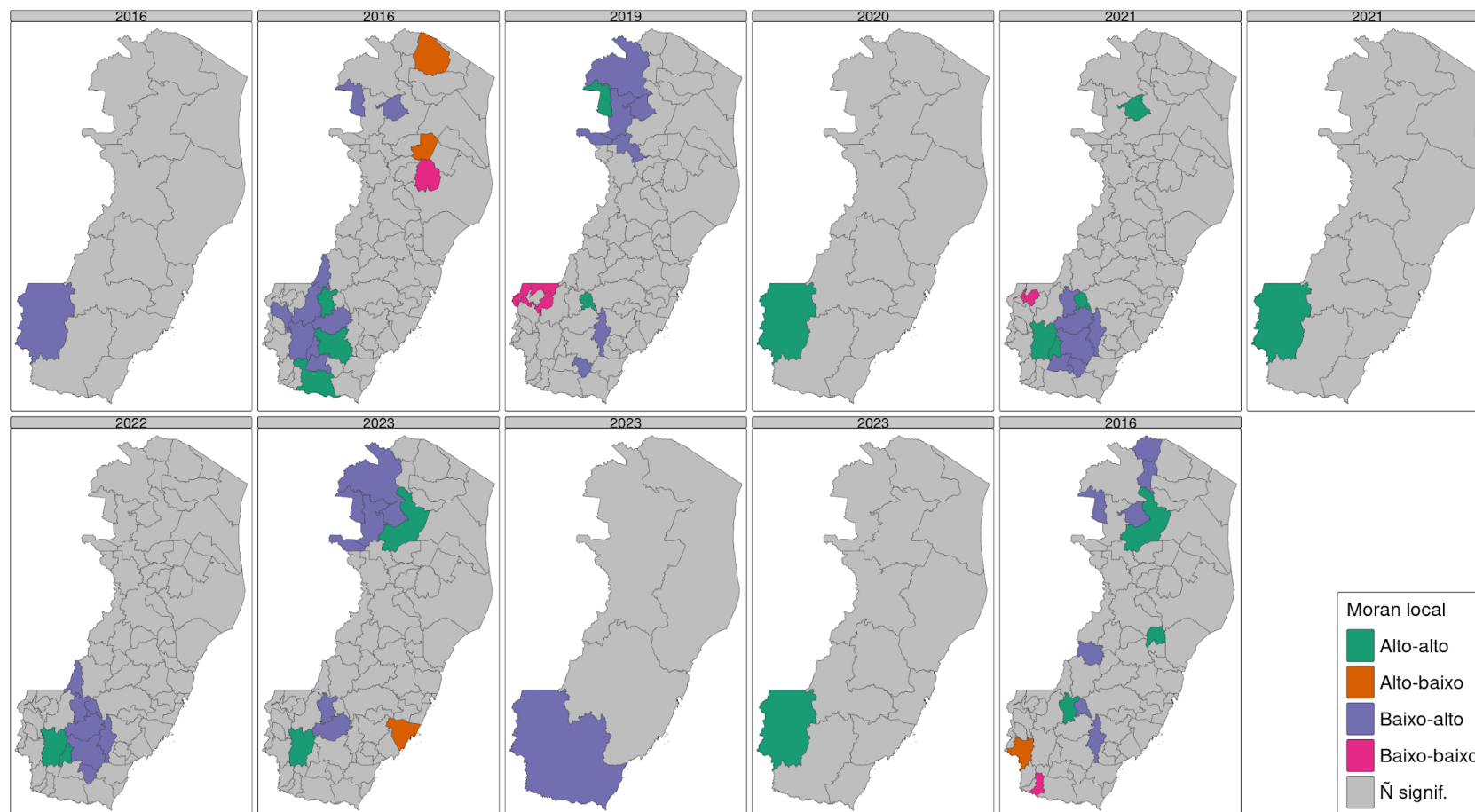


Figura B.49: Painel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre Propriedades com vacinação e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

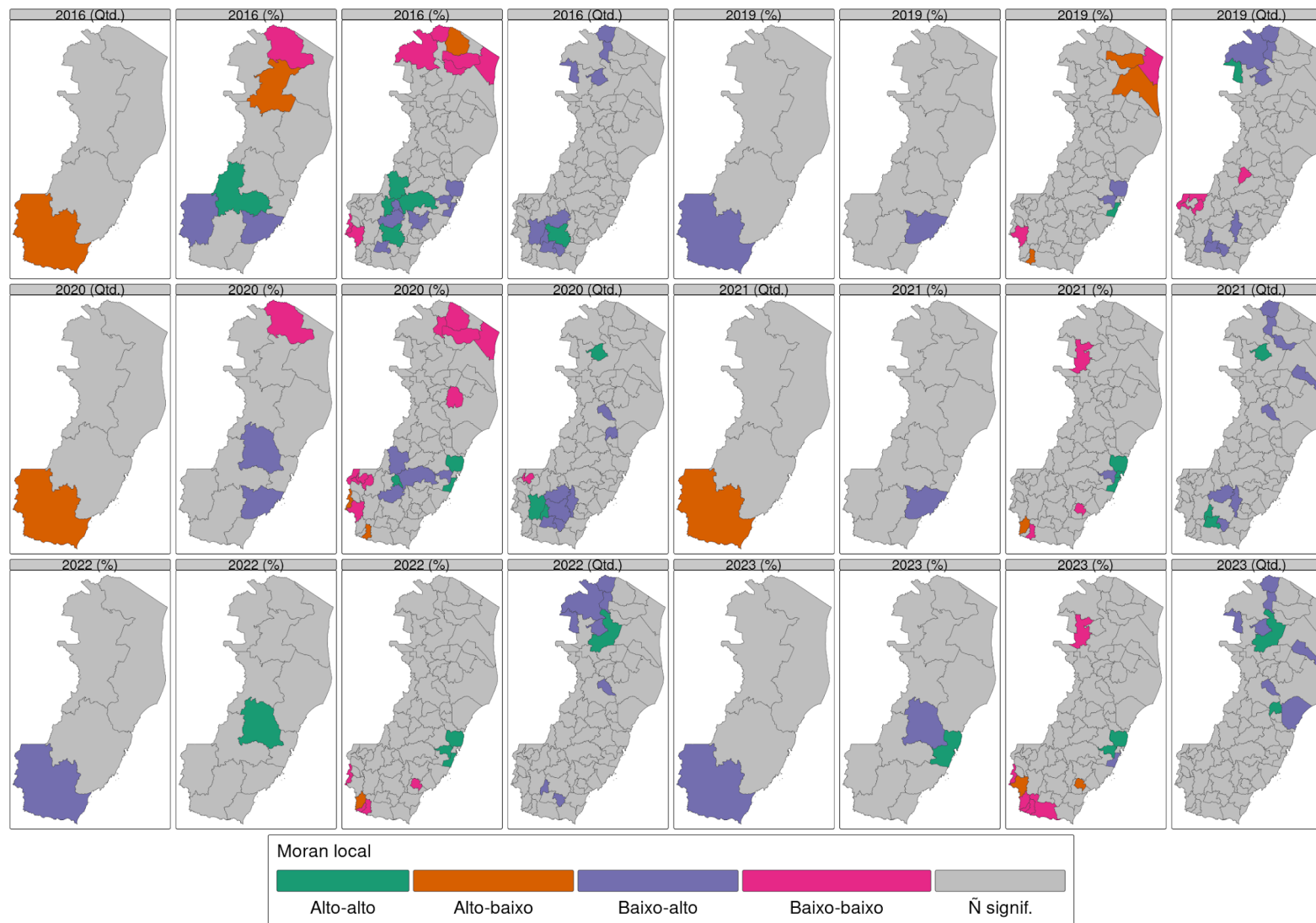


Figura B.50: Paineis de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre Bovinos e bubalinos ou Percentual de bovinos e bubalinos vacinados e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

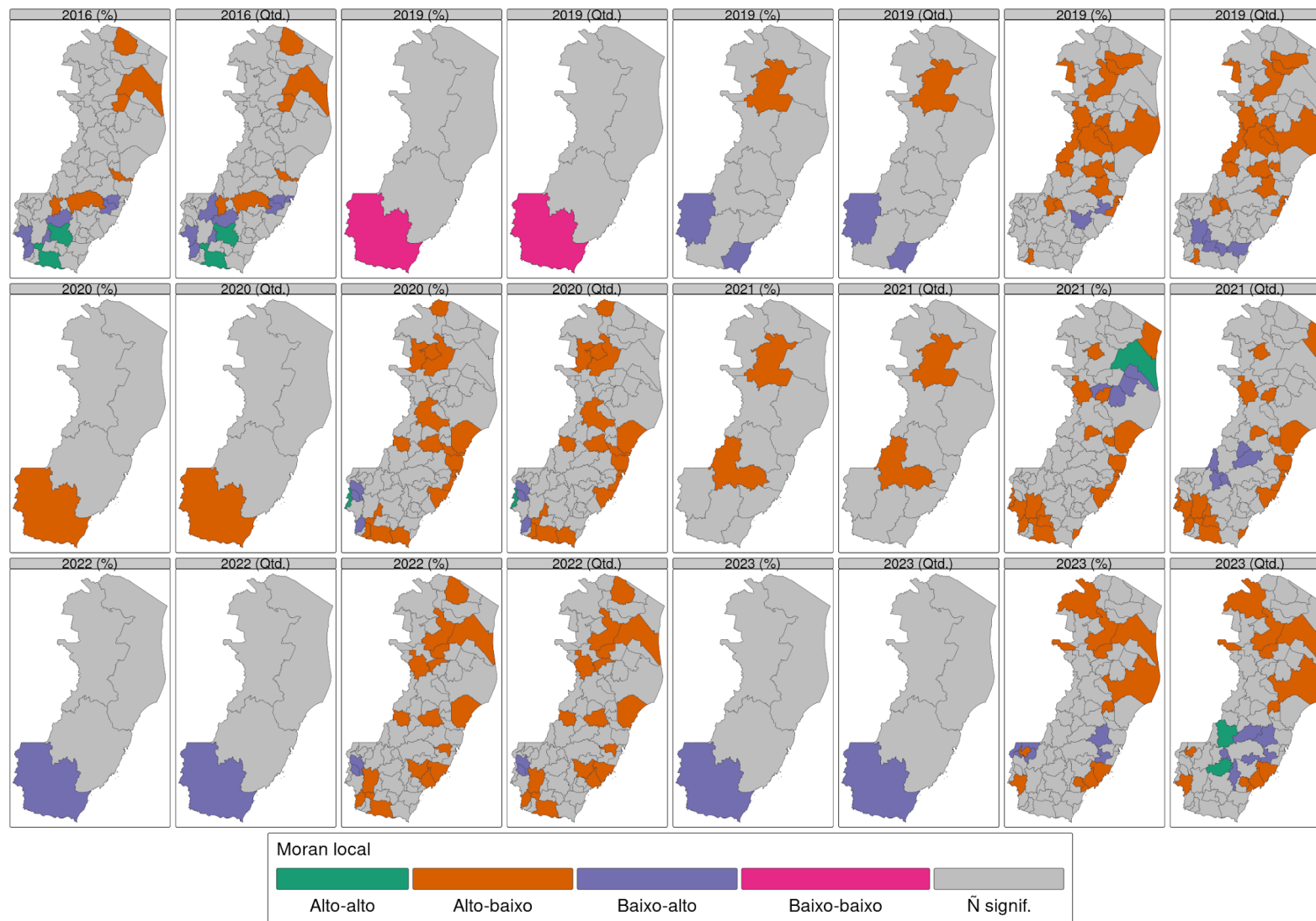


Figura B.51: Pannel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre Pequenos ruminantes ou Percentual de pequenos ruminantes vacinados e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

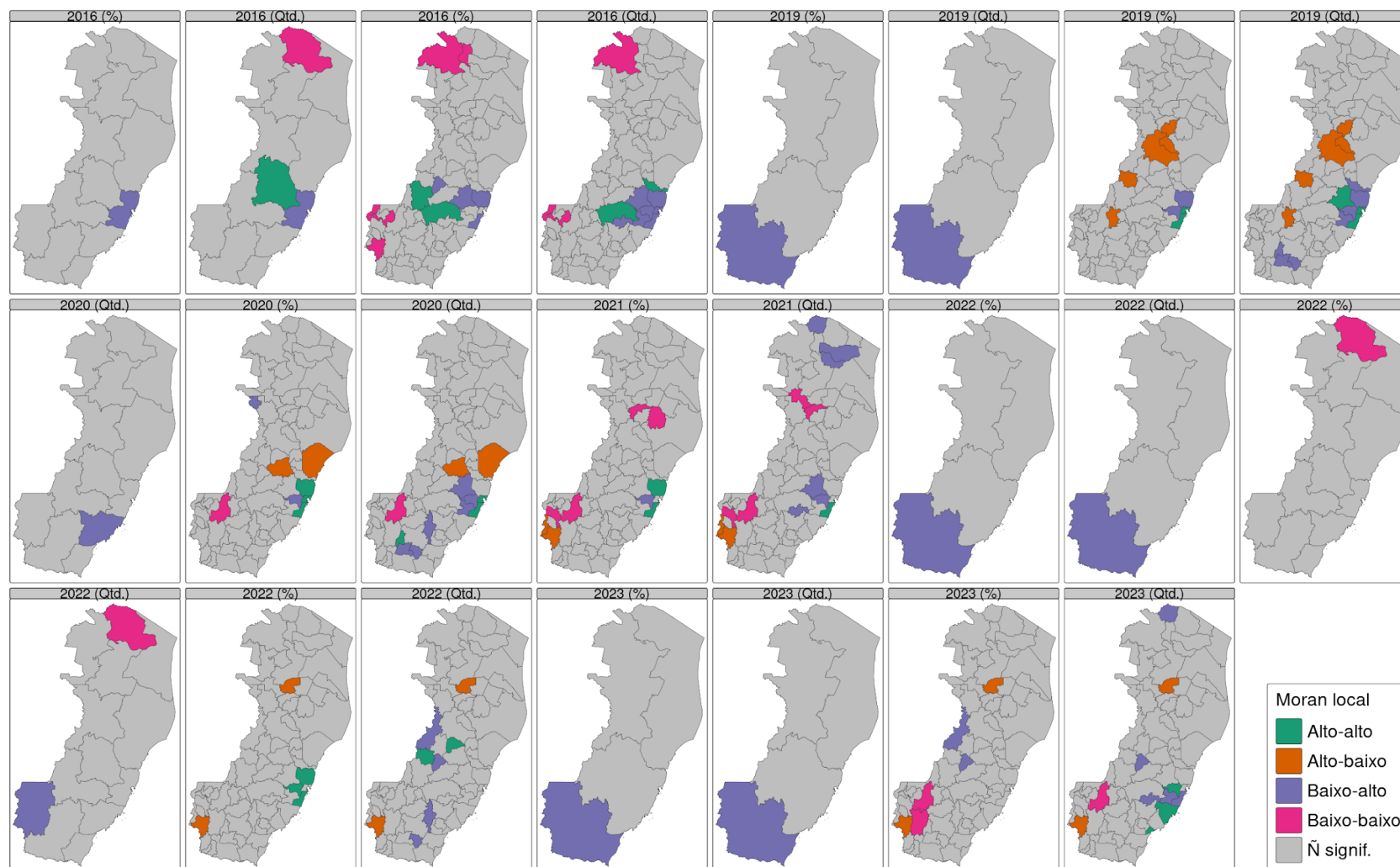


Figura B.52: Painele de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre Equinos ou Percentual de equinos vacinados e Focos por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

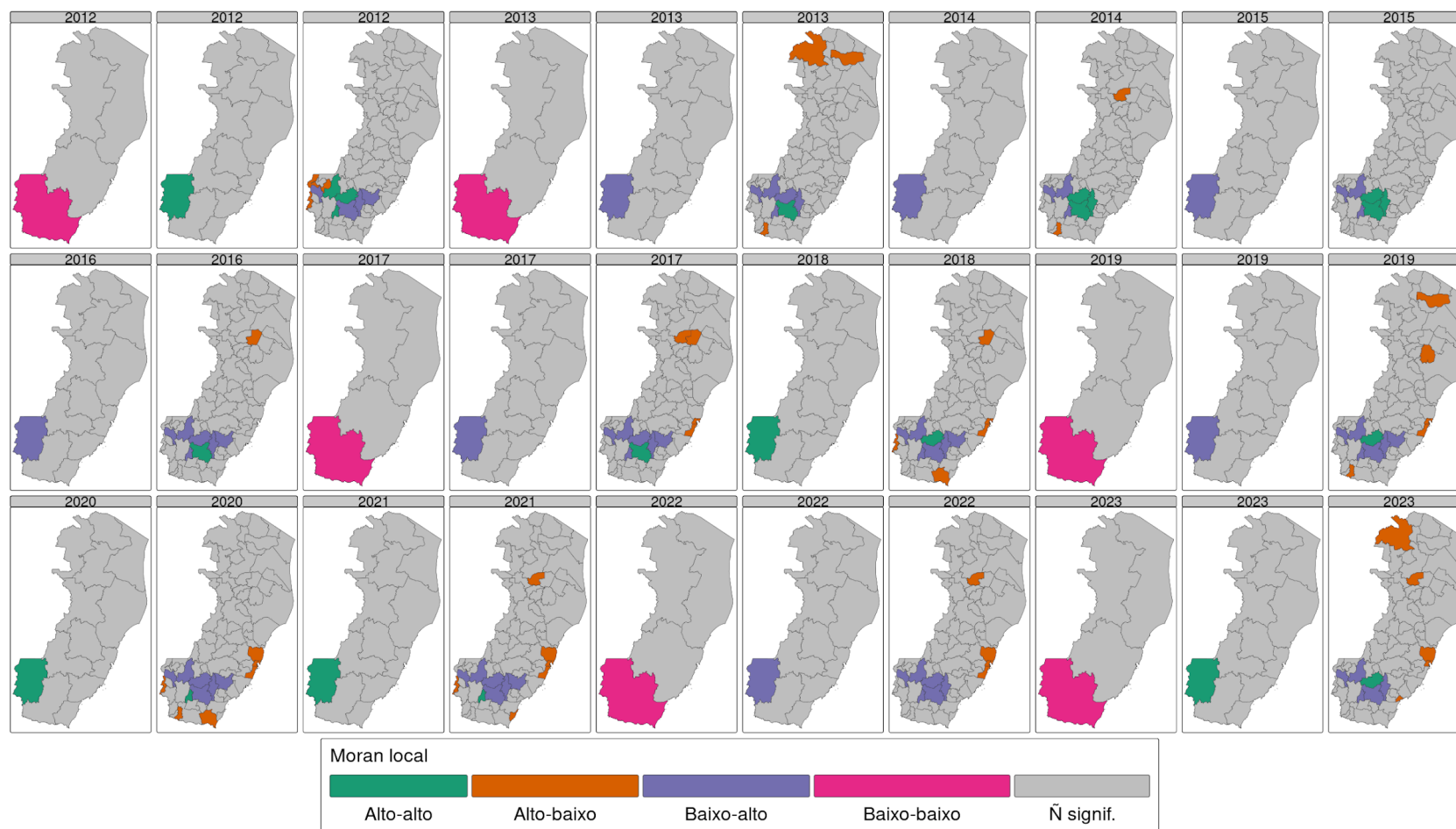


Figura B.53: Pannel de mapas temáticos dos Índices de Moran Local significativos entre Cavernas e Foco por Macrorregião, Microrregião ou Município e Ano da ocorrência.

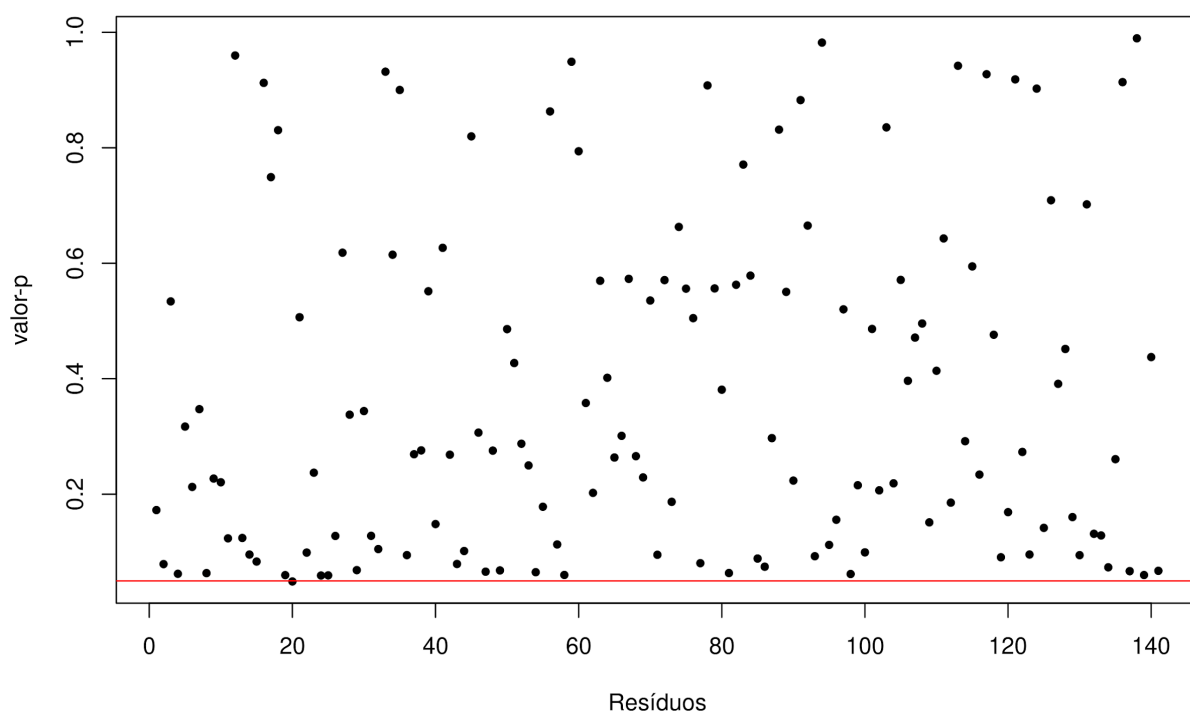


Figura B.54: Valores-p dos testes dos índices de Moran dos resíduos do modelo.

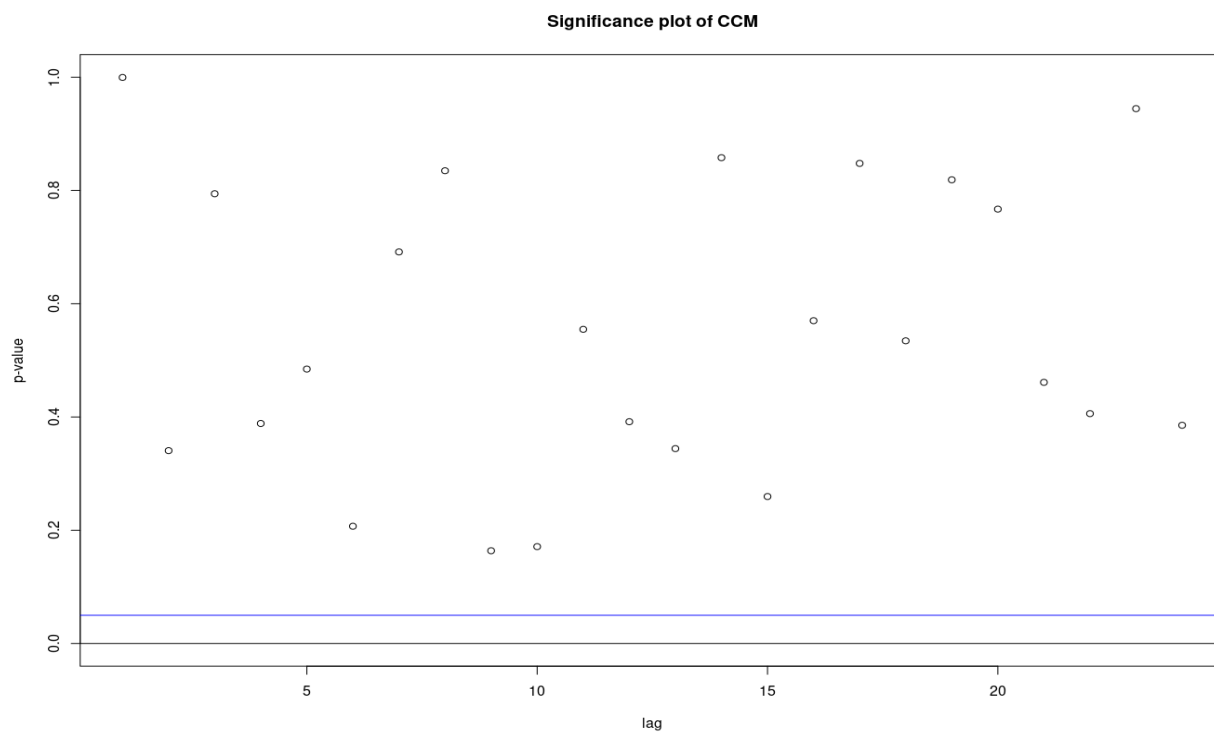


Figura B.55: Valores-p dos testes de nulidade das Matrizes de Correlação Cruzada dos resíduos do modelo.

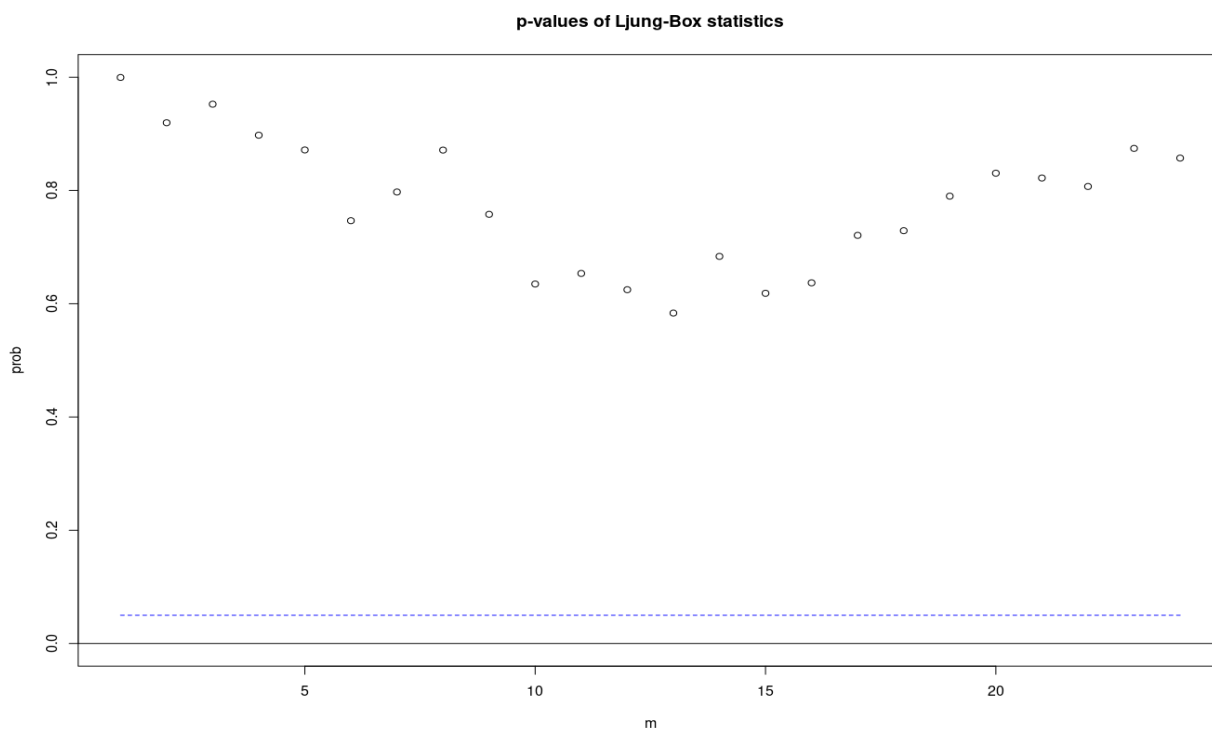


Figura B.56: Valores-p dos testes de correlação dos resíduos do modelo.

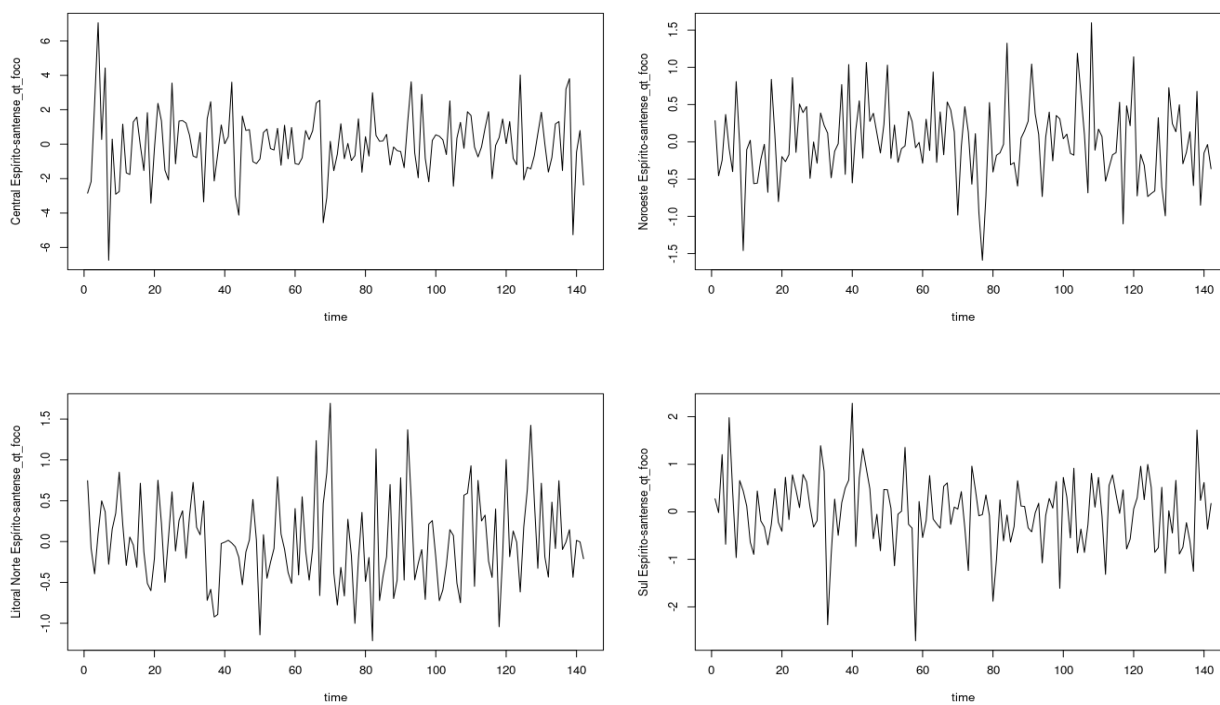


Figura B.57: Séries dos resíduos do modelo.

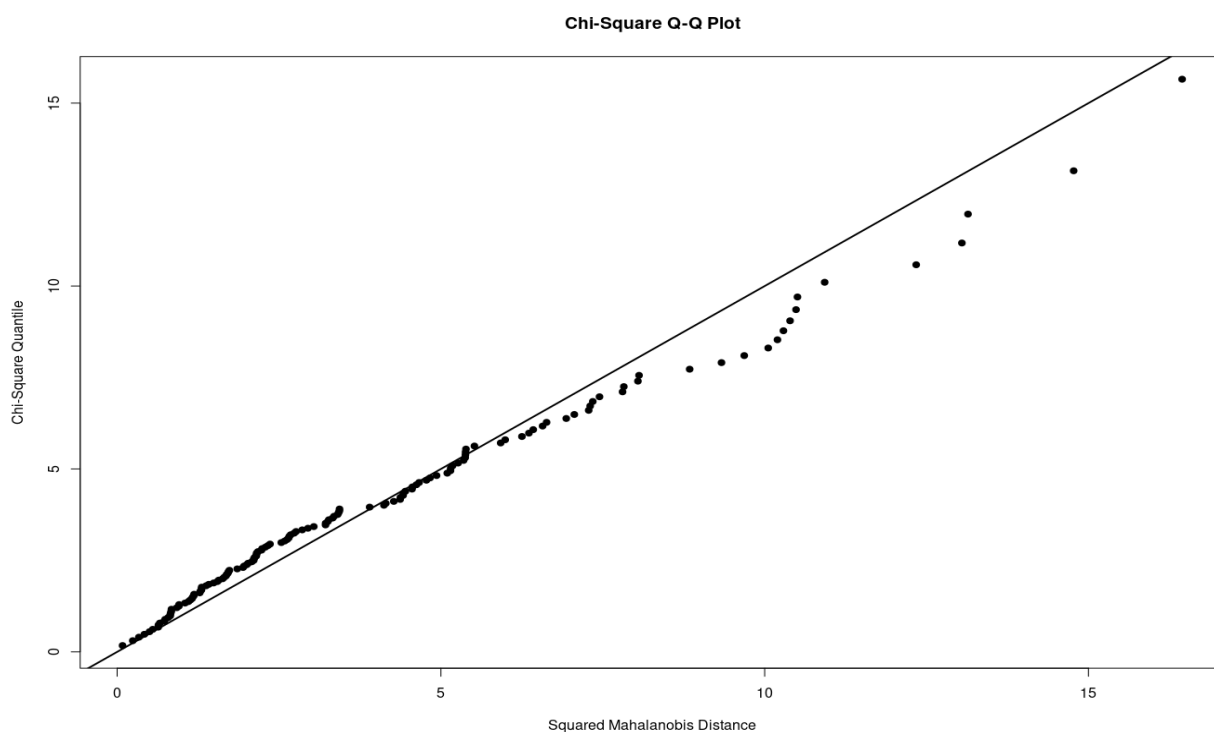


Figura B.58: Gráfico quantil quantil da distância de Mahalanobis dos resíduos.

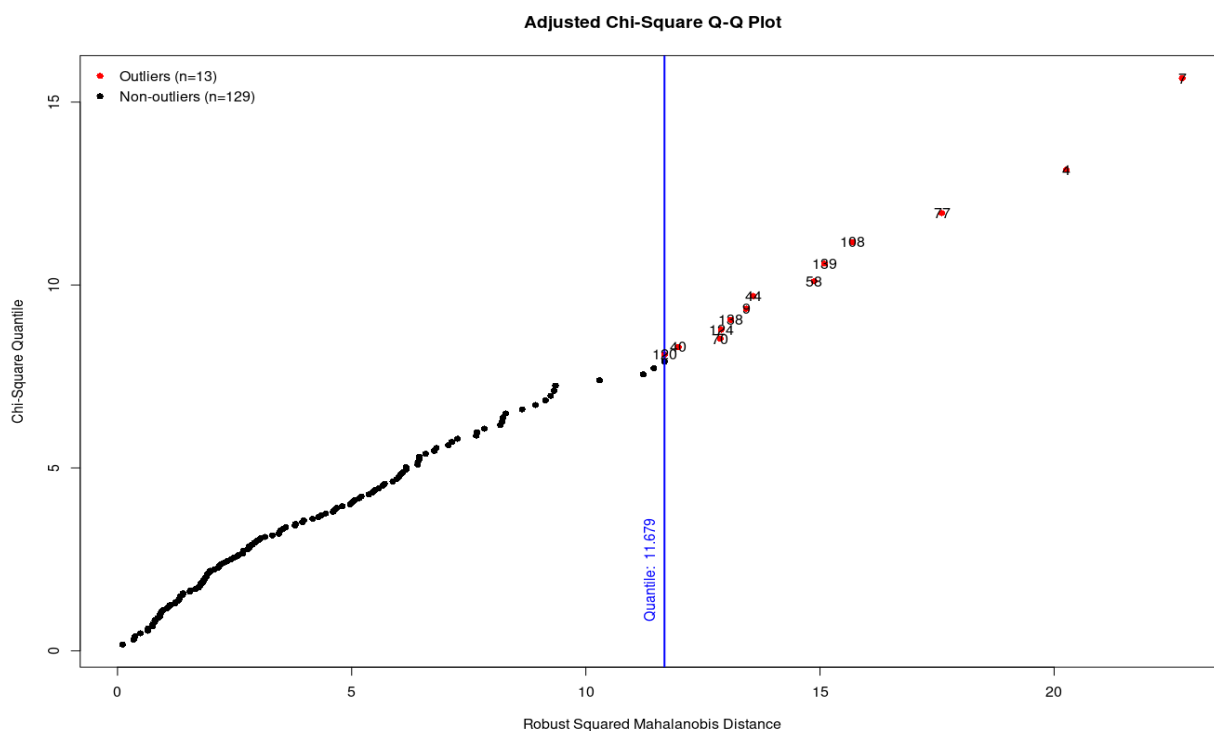


Figura B.59: Gráfico quantil quantil da distância de Mahalanobis ajustada dos resíduos com identificação de *outliers*.

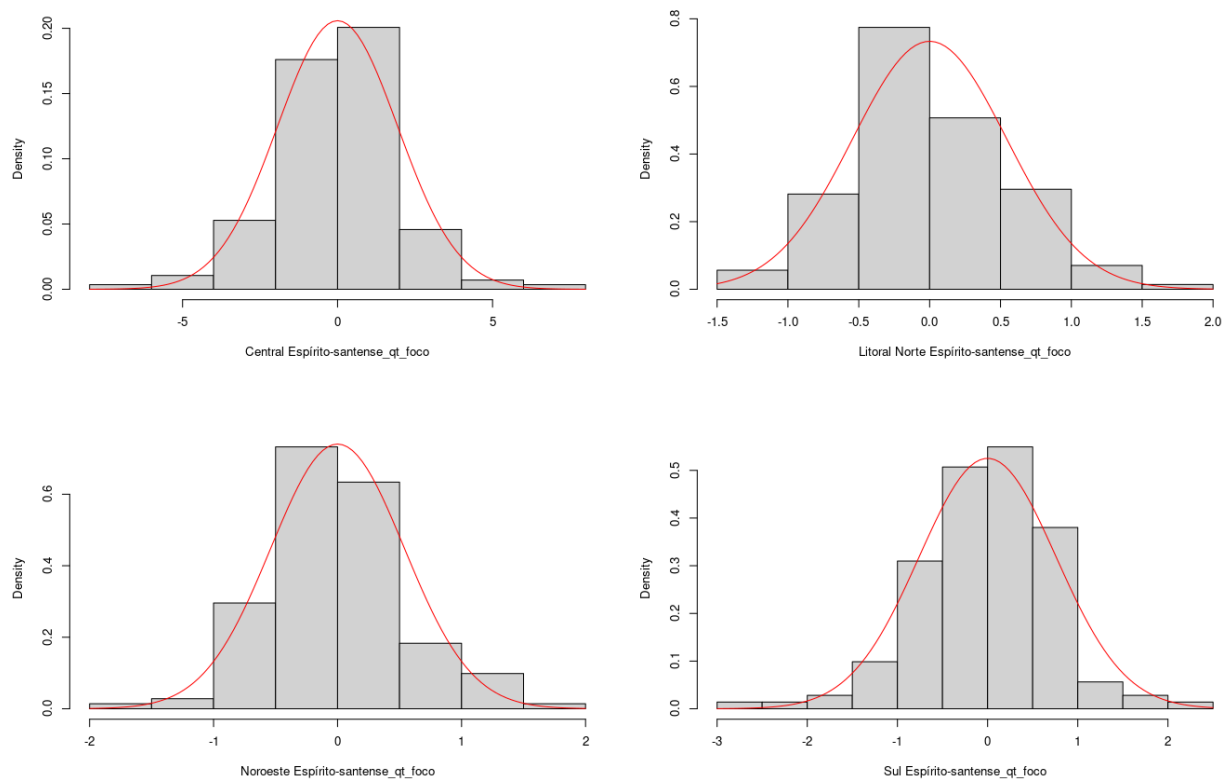


Figura B.60: Histograma dos resíduos com curva normal em vermelho.

ANEXO

Variável	Fonte	Período de Referência
Municípios	Malhas Territoriais do IBGE	2022
Microrregiões	Malhas Territoriais do IBGE	2022
Macrorregiões	Malhas Territoriais do IBGE	2022
Cavernas	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais	2020
Ano	e-SISBRAVET e SivCont	Todo
População bovina	Pesquisa da Pecuária Municipal	Todo
População bubalina	Pesquisa da Pecuária Municipal	Todo
População caprina	Pesquisa da Pecuária Municipal	Todo
População equina	Pesquisa da Pecuária Municipal	Todo
População ovina	Pesquisa da Pecuária Municipal	Todo
População suína	Pesquisa da Pecuária Municipal	Todo
Ocorrências	e-SISBRAVET e SivCont	Todo
Semana epidemiológica	SINANWEB	Todo
Propriedades com registro vacinal	Reportes do IDAF	2016, 2019-2023
Bovinos e bubalinos vacinados	Reportes do IDAF	2016, 2019-2023
Equinos vacinados	Reportes do IDAF	2016, 2019-2023
Pequenos ruminantes vacinados	Reportes do IDAF	2016, 2019-2023
Focos	e-SISBRAVET e SivCont	Todo