

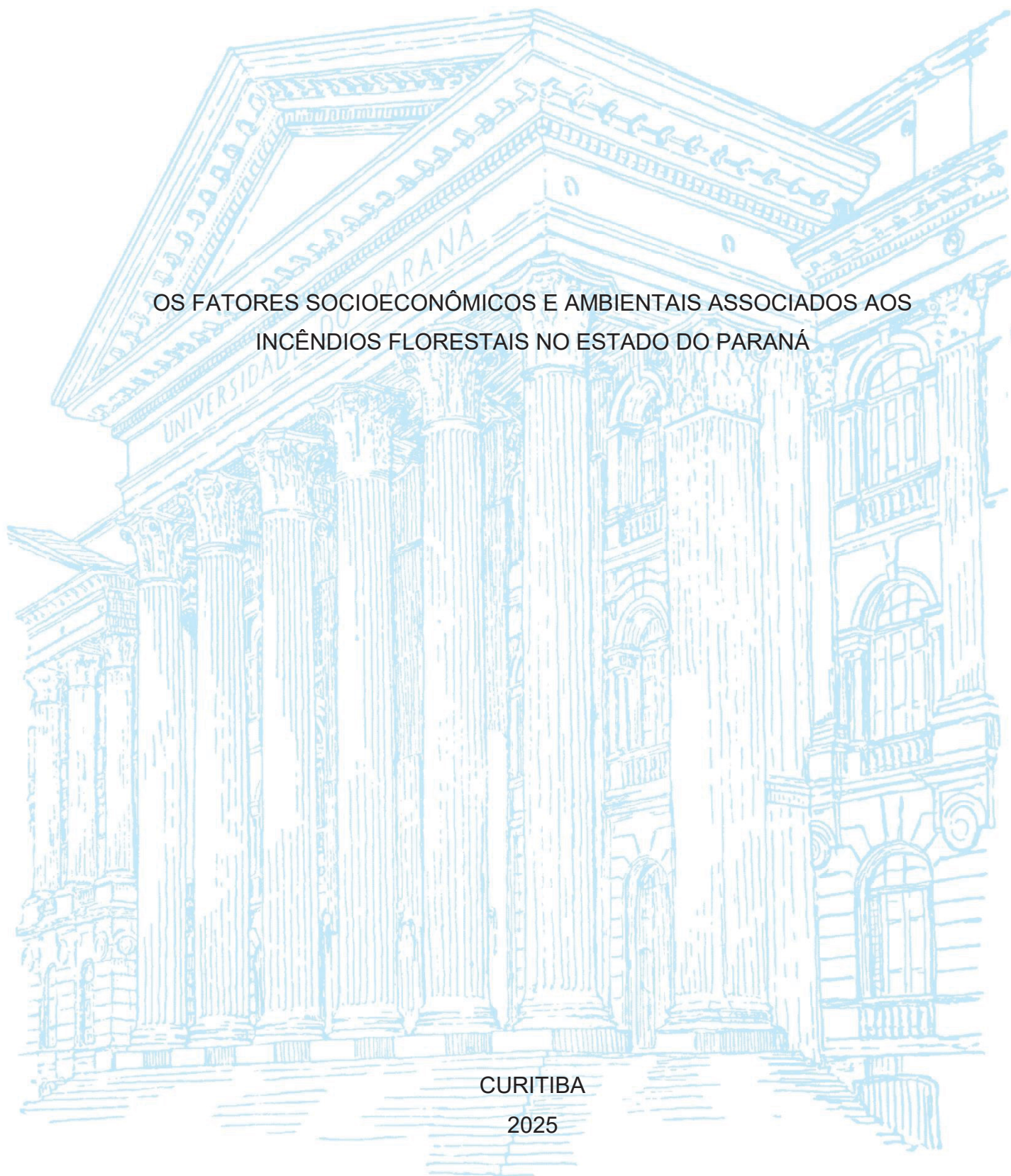
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

HEITOR RENAN FERREIRA

OS FATORES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS
INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ESTADO DO PARANÁ

CURITIBA

2025



HEITOR RENAN FERREIRA

OS FATORES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS
INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ESTADO DO PARANÁ

Tese apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Batista

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

Coorientadora: Profa. Dra. Daniela Biondi

CURITIBA

2025

Ficha catalográfica elaborada pela
Biblioteca de Ciências Florestais e da Madeira - UFPR

Ferreira, Heitor Renan

Os fatores socioeconômicos e ambientais associados aos incêndios florestais no estado do Paraná / Heitor Renan Ferreira. - Curitiba, 2025.
1 recurso on-line : PDF.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Batista

Coorientadores: Prof. Dr. Alexandre França Tetto

Profa. Dra. Daniela Biondi Batista

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Defesa: Curitiba, 04/07/2025.

1. Incêndios florestais - Paraná. 2. Incêndios florestais - Prevenção. 3. Incêndios florestais - Aspectos ambientais. 4. Incêndios florestais - Aspectos sociais. 5. Incêndios florestais – Aspectos econômicos. 6. Fogo. I. Batista, Antonio Carlos. II. Tetto, Alexandre França. III. Batista, Daniela Biondi. IV. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias. V. Título.

CDD – 634.9618

CDU – 634.0.43(816.2)

Bibliotecária: Berenice Rodrigues Ferreira – CRB 9/1160

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ENGENHARIA FLORESTAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **HEITOR RENAN FERREIRA**, intitulada: **OS FATORES SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS ASSOCIADOS AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS NO ESTADO DO PARANÁ**, sob orientação do Prof. Dr. ANTONIO CARLOS BATISTA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 04 de Julho de 2025.

Assinatura Eletrônica

07/07/2025 11:23:36.0

ANTONIO CARLOS BATISTA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

07/07/2025 11:34:49.0

MARCOS VINICIUS GIONGO ALVES

Avaliador Externo (FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO
TOCANTINS)

Assinatura Eletrônica

07/07/2025 15:28:11.0

DAVID ALEXANDRE BURATTO

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

07/07/2025 13:17:35.0

ALEXANDRE BEHLING

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

09/07/2025 12:32:28.0

ERNANDES APARECIDO SARAIVA

Avaliador Externo (AUTÔNOMO)

AGRADECIMENTOS

Apesar de serem as últimas linhas que escrevo para a conclusão desta tese, para mim são as mais emotivas e importantes, pois carregam um grande simbolismo em meu coração. Sem vocês, as próximas páginas não existiriam. Depois de muitos anos galgando com muito esforço e dedicação cada etapa pertencente a trajetória necessária até o presente momento, vocês sempre terão minha gratidão por terem feito parte disso.

À minha esposa Amanda, que encarou ombro a ombro comigo este novo desafio, me apoiando e sendo um grande suporte nos cuidados com nossa família enquanto dediquei muitas de nossas noites e finais de semana para a realização deste estudo. Sua força e amor foram vitais.

Ao meu filho Frederico, pelo exercício da paciência e compreensão de que o papai, em muitos momentos, precisou estudar e não pode “caçar dragões” ou te auxiliar em “fazer cabanas”. Apesar de podermos tentar equilibrar o tempo, não somos senhores dele. Toda escolha é uma renúncia.

Ao meu filho Hugo, que ainda nem nasceu, mas ao chegar nessa fase final da caminhada, catalisou alegremente a conclusão desta etapa.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Carlos Batista, do qual sempre terei muita honra de ser pupilo. Quando cursei a disciplina de Controle de incêndios florestais durante a graduação, tirei praticamente nota 10 nas duas provas propostas. Adicionalmente, o professor propôs um trabalho simples para auxiliar nas notas de toda a turma. Não consegui fazê-lo por falta de organização de tempo e, de certa forma, desdenhei achando que valia pouco. Em resumo, o trabalho passou a valer nota 10 e eu fui aprovado na disciplina com a nota de 6,8 mediante exame. Essa é a postura de um mentor. Como um mestre soube me conduzir na caminhada da vida, me aconselhando, apoiando e incentivando aos desafios. Muito obrigado pelo carinho e compreensão de todas as adversidades enfrentadas ao longo dos últimos 13 anos.

Ao Professor Dr. Alexandre França Tetto, por me conduzir desde 2012, ano em que bati na sua porta pedindo oportunidade para ser voluntário nas pesquisas voltadas aos incêndios florestais. Seus exemplos moldaram muito do que sou hoje no âmbito profissional.

A Professora Dra. Daniela Biondi, por aceitar o desafio de me conduzir nesta etapa final, com excelentes contribuições e direcionamentos a caminhos que ainda não havia explorado.

Aos membros da banca examinadora, Dr. Alexandre Behling, Dr. David Alexandre Buratto, Dr. Marcos Vinicius Giongo Alves e Dr. Ernandes Aparecido Saraiva, pelo aceite em participar e pelas valiosas sugestões que contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Aos meus familiares, por todo o apoio em cada etapa da vida.

As minhas amigas e amigos da Universidade Federal do Paraná, por tantas conversas, sugestões, carinho e apoio, em especial aos integrantes do Laboratório de Incêndios Florestais. Ao Josamar, pela amizade e apoio logístico durante esta reta final.

As minhas amigas e amigos do Corpo de Bombeiros Militar do Paraná, por toda energia positiva enquanto ali trabalhei. Foram de suma importância ao toparem inúmeras trocas de plantão para poder chegar até aqui.

As minhas amigas e amigos da ITAIPU Binacional, que me receberam no início desta última etapa acadêmica e me incentivaram constantemente para a sua conclusão.

As demais amigas e amigos da vida, por todo o carinho e apoio.

Igne natura renovatur integra

RESUMO

A presença de incêndios florestais é cada vez mais frequente cotidianamente em todo âmbito terrestre, gerando efeitos diretos e indiretos sobre os diversos sistemas socioeconômicos e ambientais. Relatórios globais sobre mudanças climáticas indicam uma tendência de aumento na intensidade e severidade desses eventos. Embora a influência humana na ocorrência de incêndios florestais seja reconhecida cientificamente, os elementos causais relacionados ainda necessitam de maior aprofundamento para assim, delinear, estratégias preventivas mais efetivas para a mitigação deste evento. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar a relação existente entre a ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná e os fatores socioeconômicos e ambientais, no período de 2000 a 2020. Para isso, o estudo analisou as informações relativas às ocorrências de incêndios florestais e as variáveis ambientais associadas a este evento para cada ano do período analisado. Posteriormente, 17.691 setores censitários paranaenses foram agrupados anualmente com base em características ambientais semelhantes, como geomorfometria, uso e cobertura do solo e condições meteorológicas. A partir destes agrupamentos, analisaram-se variáveis socioeconômicas (renda, emprego, produção agropecuária, educação, saúde e destinação de resíduos) com o objetivo de identificar fatores significativamente associados à ocorrência de incêndios florestais. Utilizaram-se testes de Mann-Whitney e correlação de Spearman para comparar grupos e quantificar associações, respectivamente. Os resultados indicaram que as variáveis relacionadas ao índice geomorfológico e ao índice de uso e cobertura do solo apresentam maior influência sobre a ocorrência de incêndios florestais do que as variáveis meteorológicas anuais na área de estudo. Na análise dos três grupos que apresentaram maior frequência de indicador de incêndio, observou-se que os setores censitários com menores valores medianos referente aos índices de educação, seguidos por menores índices de saúde, apresentaram maior presença de incêndios florestais em comparação aos setores censitários sem indicadores de incêndios. Isso evidencia a vulnerabilidade social associada e destaca a importância da educação como ferramenta necessária para a mitigação desses eventos. A implementação de programas de prevenção voltados para áreas com maior vulnerabilidade social, além de mitigar os efeitos dos incêndios florestais nessas comunidades, tende a contribuir para a melhoria dos índices de qualidade de vida local. Além disso, verificou-se que os setores censitários com maior percentual de coleta de lixo apresentaram menor presença de incêndios florestais, enquanto aquelas com maior percentual de queima de resíduos registraram uma incidência mais elevada ao longo do período analisado. Esse resultado evidencia a relação entre a influência antrópica e a ocorrência de incêndios florestais, demonstrando a importância da destinação adequada dos resíduos como uma estratégia eficaz para a prevenção desses eventos. O fortalecimento das ações promovidas pelo poder público na coleta de resíduos nas áreas prioritárias, incluindo a modificação de rotas, aumento da frequência, implementação de programas municipais e disponibilização de locais apropriados para o correto descarte, conforme já existente em alguns municípios paranaenses, é importante para mitigação da ocorrência de incêndios florestais.

Palavras-chave: Incêndio em vegetação. Interface urbano-rural. Causa dos incêndios florestais. Prevenção dos incêndios florestais. Vulnerabilidade social.

ABSTRACT

Wildfires are increasingly common worldwide, directly and indirectly affecting various socioeconomic and environmental systems. Global reports on climate change indicate a tendency for the intensity and severity of these events to increase. Although the human influence on the occurrence of wildfires is scientifically recognized, the causal elements involved still require further investigation to outline more effective prevention strategies for mitigating this event. In light of this, this study aimed to examine the relationship between the occurrence of wildfires in the state of Paraná and socioeconomic and environmental factors from 2000 to 2020. To this end, the study analyzed information related to the occurrence of wildfires and the environmental variables associated with this event for each year of the period examined. Subsequently, 17,691 census tracts in Paraná were grouped annually based on similar environmental characteristics, such as geomorphometry, land use and cover, and meteorological conditions. From these groupings, socioeconomic variables (income, employment, agricultural production, education, health, and waste management) were analyzed to identify factors significantly associated with wildfire occurrence. Mann-Whitney tests and Spearman correlation were used to compare groups and quantify associations, respectively. The results indicated that the variables related to the geomorphometric index and the land use and coverage index have a greater influence on the occurrence of wildfires than the annual meteorological variables in the study area. In the analysis of the three groups that presented the highest frequency of fire indicators, it was observed that census tracts with the lowest median values for education indexes, followed by the lowest health indexes, exhibited a greater presence of wildfires compared to census tracts without fire indicators. This highlights the associated social vulnerability and underscores the importance of education as an necessary tool for mitigating these events. The implementation of prevention programs aimed at areas with greater social vulnerability, in addition to mitigating the effects of wildfires in these communities, tends to contribute to improving local quality of life indices. Furthermore, it was found that census tracts with a higher percentage of garbage collection had a lower incidence of wildfires, whereas those with a higher rate of waste burning recorded a higher incidence throughout the analyzed period. This finding evidences the relationship between anthropogenic influence and wildfires occurrence, demonstrating the importance of proper waste management as an effective strategy for preventing such events. Strengthening actions promoted by the government in waste collection in priority areas, including modifying routes, increasing frequency, implementing municipal programs, and providing appropriate locations for correct disposal, as already exists in some municipalities in Paraná, is important for mitigating the occurrence of wildfires.

Keywords: Vegetation fire. Wildland-urban interface. Cause of wildfires. Wildfire prevention. Social vulnerability.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	52
FIGURA 2 - DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM MESORREGIÕES	53
FIGURA 3 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA O ESTADO DO PARANÁ	54
FIGURA 4 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O ESTADO DO PARANÁ SEGUNDO AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE.....	55
FIGURA 5 - REGIÕES FITOGEOGRÁFICAS DO ESTADO DO PARANÁ	56
FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DA ALTITUDE DO ESTADO DO PARANÁ	57
FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DA DECLIVIDADE DO ESTADO DO PARANÁ	58
FIGURA 8 - DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM SETORES CENSITÁRIOS	60
FIGURA 9 - SÍNTESE DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DAS CICATRIZES DE FOGO PELO PROJETO MAPBIOMAS FOGO	61
FIGURA 10 - EXEMPLIFICAÇÃO DA OBTENÇÃO DO INDICADOR DE INCÊNDIO	63
FIGURA 11 - PONTOS DE INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS DISTRIBUIDOS NA ÁREA DE ESTUDO.....	70
FIGURA 12 - ANÁLISE ANUAL DE POSSÍVEIS DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS PARA OS RESULTADOS OBTIDOS POR CADA VARIÁVEL AMBIENTAL E DE INCÊNDIO FLORESTAL	77
FIGURA 13 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS RELAÇÕES DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM INDICADOR DE INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	78
FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DO PROCEDIMENTO ADOTADO PARA A REALIZAÇÃO DO AGRUPAMENTO	80
FIGURA 15 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS RELAÇÕES DOS INDICADORES DE INCÊNDIOS DOS AGRUPAMENTOS OBTIDOS COM OS FATORES SOCIOECONÔMICOS (TESTE DE MANN-WHITNEY).....	81
FIGURA 16 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS RELAÇÕES DOS INDICADORES DE INCÊNDIOS DOS AGRUPAMENTOS OBTIDOS COM OS FATORES SOCIOECONÔMICOS (CORRELAÇÃO DE SPEARMAN)	82
FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DENSIDADE DE INCÊNDIOS (DI) NAS MESORREGIÕES DA ÁREA DE ESTUDO	87

FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO TOTAL DE INDICADOR DE INCÊNDIO DURANTE O PERÍODO ANALISADO.....	88
FIGURA 19 - ESPACIALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS GEOMORFOMÉTRICAS NA ÁREA DE ESTUDO.....	89
FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ÍNDICE DE USO E COBERTURA DO SOLO A CADA 5 ANOS DURANTE O PERÍODO ANALISADO	91
FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO.....	95
FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE DIAS SEM CHUVA DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO.....	97
FIGURA 23 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE UMIDADE RELATIVA DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO.....	99
FIGURA 24 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA MÉDIA DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO	101
FIGURA 25 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA MÁXIMA DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO	103
FIGURA 26 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DA UMIDADE DO MATERIAL COMBUSTÍVEL DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO.....	105
FIGURA 27 - FLUXOGRAMA DO RESULTADO DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS.....	110
FIGURA 28 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS MÉDIAS DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL PARA OS ANOS DE 2002 A 2009	117
FIGURA 29 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS MÉDIAS DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL PARA OS ANOS DE 2010 A 2020	119
FIGURA 30 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO DE ACORDO COM OS CENSOS DE 2000, 2010 E 2022.....	121

FIGURA 31 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO DE ACORDO COM OS CENSOS DE 2000, 2010 E 2022	123
FIGURA 32 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2000	212
FIGURA 33 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2001	212
FIGURA 34 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2002	213
FIGURA 35 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2003	213
FIGURA 36 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2004	214
FIGURA 37 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2005	214
FIGURA 38 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2006	215
FIGURA 39 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2007	215
FIGURA 40 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2008	216
FIGURA 41 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2009	216
FIGURA 42 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2010	217
FIGURA 43 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2011	217
FIGURA 44 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2012	218
FIGURA 45 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2013	218
FIGURA 46 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2014	219
FIGURA 47 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2015	219

FIGURA 48 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2016	220
FIGURA 49 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2017	220
FIGURA 50 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2018	221
FIGURA 51 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2019	221
FIGURA 52 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2020	222

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DA QUANTIDADE DE ÁREA QUEIMADA E DOS SETORES CENSITÁRIOS AFETADOS NO PERÍODO DE 2000 A 2020 NA ÁREA DE ESTUDO.....	84
GRÁFICO 2 - COMPARAÇÃO DA ÁREA QUEIMADA DO PARANÁ E DO BRASIL	85
GRÁFICO 3 - COMPARAÇÃO DA ÁREA QUEIMADA NOS ESTADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL	86
GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DA FREQUÊNCIA DO N° DE SETORES DE ACORDO COM O ÍNDICE DE USO E COBERTURA DO SOLO	91
GRÁFICO 5 - DISTRIBUIÇÃO DO QUANTITATIVO DE ÁREA TOTAL DE ACORDO COM O ÍNDICE DE USO E COBERTURA DO SOLO	92
GRÁFICO 6 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO	94
GRÁFICO 7 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE DIAS SEM CHUVA AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO	96
GRÁFICO 8 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE UMIDADE RELATIVA MÉDIO AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO	98
GRÁFICO 9 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA MÉDIA AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO	100
GRÁFICO 10 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA MÁXIMA AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO	102
GRÁFICO 11 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DA UMIDADE DO MATERIAL COMBUSTÍVEL AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO	104
GRÁFICO 12 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO	116
GRÁFICO 13 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL EM CLASSES DE ACORDO COM O NÚMERO DE MUNICÍPIOS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2009	117
GRÁFICO 14 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL EM CLASSES DE ACORDO	

COM A ÁREA OCUPADA PELOS MUNICÍPIOS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2009.....	118
GRÁFICO 15 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL EM CLASSES DE ACORDO COM O NÚMERO DE MUNICÍPIOS PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020	119
GRÁFICO 16 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL EM CLASSES DE ACORDO COM A ÁREA OCUPADA PELOS MUNICÍPIOS PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020.....	120
GRÁFICO 17 - DISTRIBUIÇÃO DA COLETA DE LIXO EM CLASSES DE ACORDO COM O NÚMERO DE MUNICÍPIOS PARA OS ANOS DE 2000, 2010 E 2022.....	122
GRÁFICO 18 - DISTRIBUIÇÃO DA COLETA DE LIXO EM CLASSES DE ACORDO COM A ÁREA OCUPADA PELOS MUNICÍPIOS PARA OS ANOS DE 2000, 2010 E 2022.....	122
GRÁFICO 19 - DISTRIBUIÇÃO DE LIXO QUEIMADO EM CLASSES DE ACORDO COM O NÚMERO DE MUNICÍPIOS PARA OS ANOS DE 2000, 2010 E 2022.....	124
GRÁFICO 20 - DISTRIBUIÇÃO DE LIXO QUEIMADO EM CLASSES DE ACORDO COM A ÁREA OCUPADA PELOS MUNICÍPIOS PARA OS ANOS DE 2000, 2010 E 2022.....	124
GRÁFICO 21 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I.....	127
GRÁFICO 22 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I.....	127
GRÁFICO 23 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I.....	128
GRÁFICO 24 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDAS, EDUCAÇÃO E	

SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS CLASSIFICADOS NO GRUPO I DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO	129
GRÁFICO 25 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I	131
GRÁFICO 26 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I	131
GRÁFICO 27 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO I	132
GRÁFICO 28 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I	134
GRÁFICO 29 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I	134
GRÁFICO 30 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO I	135
GRÁFICO 31 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDIA DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II	137
GRÁFICO 32 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II	137
GRÁFICO 33 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II	138

GRÁFICO 34 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS CLASSIFICADOS NO GRUPO II DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO	139
GRÁFICO 35 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II.....	141
GRÁFICO 36 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II.....	141
GRÁFICO 37 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO II	142
GRÁFICO 38 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II.....	144
GRÁFICO 39 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II.....	144
GRÁFICO 40 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO II.....	145
GRÁFICO 41 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III.....	147
GRÁFICO 42 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III.....	147

GRÁFICO 43 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III.....	148
GRÁFICO 44 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS CLASSIFICADOS NO GRUPO III DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO.....	149
GRÁFICO 45 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III	151
GRÁFICO 46 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III	151
GRÁFICO 47 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO III	152
GRÁFICO 48 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III.....	154
GRÁFICO 49 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III.....	154
GRÁFICO 50 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO III.....	155
GRÁFICO 51 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-REND A DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	157

GRÁFICO 52 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	157
GRÁFICO 53 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	158
GRÁFICO 54 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS CLASSIFICADOS NO GRUPO I DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO ..	159
GRÁFICO 55 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	161
GRÁFICO 56 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	162
GRÁFICO 57 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	163
GRÁFICO 58 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	164
GRÁFICO 59 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	165

GRÁFICO 60 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	166
GRÁFICO 61 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	168
GRÁFICO 62 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	168
GRÁFICO 63 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	169
GRÁFICO 64 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDAS, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS CLASSIFICADOS NO GRUPO II DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO .	170
GRÁFICO 65 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	172
GRÁFICO 66 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	172
GRÁFICO 67 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS	173
GRÁFICO 68 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO,	

CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	175
GRÁFICO 69 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	175
GRÁFICO 70 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	176
GRÁFICO 71 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-REND A DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	178
GRÁFICO 72 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	178
GRÁFICO 73 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	179
GRÁFICO 74 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS CLASSIFICADOS NO GRUPO III DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO	180
GRÁFICO 75 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS.....	182
GRÁFICO 76 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS	

RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	182
GRÁFICO 77 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	183
GRÁFICO 78 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	185
GRÁFICO 79 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	185
GRÁFICO 80 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	186

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - RECLASSIFICAÇÃO DA DECLIVIDADE DO TERRENO	64
TABELA 2 - RECLASSIFICAÇÃO DA ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS	64
TABELA 3 - RECLASSIFICAÇÃO DA ALTIMETRIA	65
TABELA 4 - VALORES OBTIDOS MEDIANTE APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP	66
TABELA 5 - RECLASSIFICAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO	68
TABELA 6 - VARIÁVEIS OBTIDAS PARA AVALIAÇÃO DOS FATORES SOCIOECONÔMICOS	76
TABELA 7 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ANUAL	93
TABELA 8 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE DIAS SEM CHUVA	96
TABELA 9 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA MÉDIA	98
TABELA 10 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA	100
TABELA 11 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA	102
TABELA 12 - TESTE DE NORMALIDADE DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS NO ESTUDO	106
TABELA 13 - CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	107
TABELA 14 - MEDIANAS DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS OBTIDAS PARA OS GRUPOS COM PRESENÇA E SEM PRESENÇA DE INCÊNDIOS EM CADA ANO DO PERÍODO ANALISADO	108
TABELA 15 - VALORES OBTIDOS PELA APLICAÇÃO DO MÉTODO DA SILHUETA PARA SEIS GRUPOS	111
TABELA 16 - QUANTIDADE DE SETORES CENSITÁRIOS E PERCENTUAL DE FREQUENCIA DE DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O AGRUPAMENTO REALIZADO	112
TABELA 17 - VALORES DA MEDIANA DA VARIÁVEL ÍNDICE GEOMORFOMÉTRICO DE ACORDO COM O AGRUPAMENTO REALIZADO	113

TABELA 18 - VALORES DA MEDIANA DA VARIÁVEL USO E COBERTURA DO SOLO DE ACORDO COM O AGRUPAMENTO REALIZADO	114
TABELA 19 - VALORES DA MEDIANA DA VARIÁVEL DE DIAS SEM CHUVA DE ACORDO COM O AGRUPAMENTO REALIZADO	115
TABELA 20 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO I	126
TABELA 21 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO I	130
TABELA 22 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR SETOR CENSITÁRIO PARA O GRUPO I NO PERÍODO DE 2006 A 2015	133
TABELA 23 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO II	136
TABELA 24 - TESTE DE MANN-WHITNEY E TESTE T DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO II	140
TABELA 25 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR SETOR CENSITÁRIO PARA O GRUPO II NO PERÍODO DE 2006 A 2015	143
TABELA 26 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO III	146
TABELA 27 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO III	150
TABELA 28 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR SETOR CENSITÁRIO PARA O GRUPO III NO PERÍODO DE 2006 A 2015	153

TABELA 29 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	156
TABELA 30 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO I - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	160
TABELA 31 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR CENSITÁRIO RURAL PARA O GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS, NO PERÍODO DE 2006 A 2015	164
TABELA 32 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	167
TABELA 33 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	171
TABELA 34 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL PARA O GRUPO II NO PERÍODO DE 2006 A 2015	174
TABELA 35 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	177
TABELA 36 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO III - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS	181
TABELA 37 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR CENSITÁRIO RURAL PARA O GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS, NO PERÍODO DE 2006 A 2015	184

TABELA 38 - RESUMO DA PREDOMINÂNCIA DAS DIMENSÕES DO IPDM REFERENTES A MEDIANA.....	187
TABELA 39 - RESUMO DA PREDOMINÂNCIA DAS CORRELAÇÕES DE SPEARMAN REFERENTES AO IPDM E AO INDICADOR DE INCÊNDIO.....	187
TABELA 40 - RESUMO DA PREDOMINÂNCIA DOS SETORES DE ACORDO COM A COLETA E QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL.....	192
TABELA 41 - RESUMO DA PREDOMINÂNCIA DOS SETORES DE ACORDO COM A COLETA E QUEIMA DE LIXO DOS SETORES CENSITÁRIOS	192

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AHP	- <i>Analytic Hierarchy Process</i>
APRE	- Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal
DI	- Densidade de Incêndio
FUPEF	- Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná
IAT	- Instituto Água e Terra
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBIO	- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDH	- Índice de Desenvolvimento Humano
IDR-PR	- Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná
IDW	- <i>Inverse Distance Weighting</i>
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPARDES	- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IPCC	- <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
IPDM	- Índice IPARDES de Desempenho Municipal
KM ²	- Quilômetro quadrado
MAPBIOMAS	- Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil
MEFISTO	- Mediterranean Forest Fire Fighting Training
MDE	- Modelo Digital de Elevação
MM	- Milímetros
NASA	- <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
POWER	- <i>Prediction Of Worldwide Energy Resource</i>
QGIS	- <i>Quantum Geographic Information System</i>
PREVFOGO	- Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais
PREVINA	- Programa de Prevenção de Incêndios na Natureza
RNBV	- Rede Nacional de Brigadas Voluntárias
SENAR	- Serviço Nacional de Aprendizagem Rural
SISFOGO	- Sistema Nacional de Informações sobre Fogo
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UNDRR	- <i>United Nations Office for Disaster Risk Reduction</i>
USDA	- <i>United States Department of Agriculture</i>

USDI	- <i>United States Department of the Interior</i>
USGS	- <i>United States Geological Survey</i>
WUI	- <i>Wildland Urban Interface</i>
°C	- <i>Grau Celsius</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	30
1.1 OBJETIVOS	32
1.1.1 Objetivo geral	32
1.1.2 Objetivos específicos.....	32
2 REVISÃO DE LITERATURA	33
2.1 OS INCÊNDIOS FLORESTAIS E SUAS CAUSAS	33
2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM OS INCÊNDIOS FLORESTAIS	39
2.2.1 Fatores geomorfométricos.....	39
2.2.2 Fatores de uso e cobertura do solo (material combustível).....	41
2.2.3 Fatores meteorológicos	42
2.2.4 Áreas de interface urbano-rural.....	44
2.2.5 Fatores socioeconômicos	45
2.3 GOVERNANÇA/POLÍTICA ESTADUAL.....	49
3 MATERIAL E MÉTODOS	52
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	52
3.1.1 Clima	53
3.1.2 Regiões fitogeográficas	56
3.1.3 Relevo	57
3.1.4 Características socioeconômicas	59
3.2 COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS	59
3.2.1 Base de dados IBGE	59
3.2.2 Ocorrências de incêndios	60
3.2.3 Fatores geomorfométricos.....	63
3.2.4 Fatores de uso e cobertura do solo.....	67
3.2.5 Fatores meteorológicos	69
3.2.5.1 Fator com influência meteorológica	74
3.2.6 Fatores socioeconômicos.....	74
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICA.....	76
3.3.1 Variáveis ambientais e de incêndios florestais	76
3.3.2 Análise de agrupamento.....	79
3.3.3 Relação dos incêndios e dos fatores socioeconômicos	80
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83

4.1 CARACTERÍSTICA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS	83
4.2 FATORES AMBIENTAIS.....	89
4.2.1 Fatores geomorfométricos.....	89
4.2.2 Fator de uso e cobertura do solo.....	90
4.2.3 Fatores meteorológicos.....	93
4.2.3.1 Precipitação.....	93
4.2.3.2 Dias sem chuva.....	95
4.2.3.3 Umidade relativa.....	98
4.2.3.4 Temperatura média.....	100
4.2.3.5 Temperatura máxima.....	102
4.2.3.6 Umidade do material combustível.....	104
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS FATORES.....	106
4.4 AGRUPAMENTO DOS SETORES CENSITÁRIOS	109
4.5 FATORES SOCIOECONÔMICOS	115
4.5.1 IPDM	115
4.5.2 Coleta de lixo.....	121
4.6 RELAÇÃO DOS INCÊNDIOS COM FATORES SOCIOECONÔMICOS	125
4.6.1 Relação dos incêndios com fatores socioeconômicos de acordo com cada grupo – setores censitários rurais e urbanos.....	125
4.6.1.1 Grupo I.....	125
4.6.1.2 Grupo II.....	136
4.6.1.3 Grupo III.....	146
4.6.2 Relação dos incêndios com fatores socioeconômicos de acordo com cada grupo – setores censitários rurais	156
4.6.2.1 Grupo I.....	156
4.6.2.2 Grupo II.....	166
4.6.2.3 Grupo III.....	177
4.6.3 Relações socioeconômicas e os incêndios florestais.....	187
5 CONCLUSÕES	194
REFERÊNCIAS.....	196
APÊNDICE I – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS	212

1 INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais representam um fenômeno global de crescente preocupação, caracterizados por frequência e severidade cada vez maiores em diversas regiões do planeta. Este cenário tem provocado impactos socioeconômicos e ambientais significativos em áreas que costumeiramente convivem com este evento, bem como as que anteriormente eram menos afetadas.

A fuligem resultante dos incêndios florestais estava distante da população urbana. O contato mais próximo com os efeitos dos incêndios se dava através de uma tela ou a centímetros de um jornal, no entanto, cada vez mais a sociedade experimenta (em primeira pessoa) as sensações provocadas pelos efeitos de sua ocorrência.

Os incêndios florestais representam um fenômeno global de crescente preocupação, caracterizados por frequência e severidade cada vez maiores em diversas regiões do planeta. Este cenário tem provocado impactos socioeconômicos e ambientais significativos em áreas que costumeiramente convivem com este evento, bem como as que anteriormente eram menos afetadas.

Em uma abordagem antropocêntrica, os efeitos dos incêndios florestais afetam o ser humano de diferentes formas: no seu cotidiano, ao postergar encontros pela falta de visibilidade do tráfego aéreo e terrestre; na sua saúde, ao intensificar problemas respiratórios e/ou causar ansiedade; na sua segurança, ao dificultar a dirigibilidade veicular; na sua história, ao carbonizar a materialidade de memórias de uma existência; no seu eu, ao interromper a sua estadia terrena e assim esfriar todo o calor humano que se alimenta de uma vida; e em tantos outros aspectos do viver.

A dualidade vem à tona: por um lado os seres humanos, de forma geral, detestam os efeitos provocados pelos incêndios florestais, por outro, são os principais responsáveis pelo seu início.

Apesar das dificuldades relacionadas nas responsabilizações pelas ignições de incêndios florestais, principalmente devido a carência de investigações, a literatura científica tem avançado consideravelmente no mapeamento do perigo e risco deste evento, fornecendo importantes subsídios para a tomada de decisão por parte dos diversos atores envolvidos na prevenção e combate ao fogo, compreendendo tanto órgãos governamentais quanto a sociedade civil, organizada ou não.

Na comunidade científica, a influência das variáveis ambientais na ocorrência e propagação dos incêndios florestais é amplamente conhecida. Entretanto, a influência antrópica, apesar de sua relevância, ainda demanda estudos mais aprofundados. Embora seja desafiador modificar a cultura do uso do fogo em ambientes não adaptados a este elemento, entende-se que medidas preventivas focadas no fator humano constituem as estratégias mais eficazes.

Um fator agravante verificado em âmbito global é a crescente aproximação entre centros urbanos e áreas rurais ou florestais, catalisando assim a interação antrópica na ocorrência dos incêndios florestais.

O estado do Paraná, situado na região sul do Brasil, apresenta características que merecem atenção específica neste contexto. Com suas diversas fitofisionomias florestais e centros urbanos bem delimitados, o estado ainda enfrenta o fenômeno da expansão urbana em direção às áreas rurais.

Reconhecido como um dos principais polos agrícolas do país, o Paraná enfrenta perspectivas preocupantes diante das projeções do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) sobre o aumento da temperatura global, que indicam uma tendência de elevação no perigo de incêndios florestais na região conforme verificado em Batista *et al.* (2014).

Diante da escassez de metodologias e investigação científica no âmbito nacional - possivelmente motivada pela complexa miscelânea de fatores intrínsecos e extrínsecos do ser humano - referente a relação das características socioeconômicas com a ocorrência de incêndios florestais, o presente estudo busca contribuir para o avanço da temática no âmbito brasileiro.

Espera-se que os resultados aqui apresentados instiguem análises mais aprofundadas e sirvam como subsídio para tomadas de decisões mais assertivas em prol do bem-estar das atuais e futuras gerações.

Considerando o exposto, este estudo fundamenta-se na hipótese de que a ocorrência dos incêndios florestais no estado do Paraná no período de 2000 a 2020 possui influência de características socioeconômicas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Esta pesquisa teve por objetivo analisar a relação existente entre a ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná e os fatores socioeconômicos e ambientais, no período de 2000 a 2020.

1.1.2 Objetivos específicos

Para alcançar o objetivo geral proposto, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Analisar informações relacionadas à ocorrência de incêndios florestais ao longo de 2000 a 2020;
2. Analisar variáveis ambientais e socioeconômicas associadas com os incêndios florestais no período analisado;
3. Agrupar os setores censitários da área de estudo com base em características ambientais similares;
4. Relacionar as variáveis socioeconômicas da área de estudo no período analisado com a ocorrência de incêndios florestais dentro dos agrupamentos formados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OS INCÊNDIOS FLORESTAIS E SUAS CAUSAS

O fogo é um fenômeno natural (Brown; Davis, 1959) e de acordo com Pyne (2023, p. 38) “na natureza, o fogo assume um carácter pós-modernista: tudo se resume ao seu contexto”.

Este elemento atua tanto como força destrutiva quanto fortalecedora (Pyne, 2023). Pode estar presente em incêndios florestais responsáveis por consequências significativas em escala mundial, gerando efeitos tanto diretos quanto indiretos sobre os sistemas socioeconômicos e ambientais. Estes eventos podem comprometer elementos ambientais críticos, incluindo comunidades vegetacionais, populações da fauna silvestre, integridade dos solos e composição atmosférica (Brown; Davis, 1959; Whelan, 1995; Goldammer, 2000; Bowman *et al.*, 2011; Soares; Batista; Tetto, 2017). No entanto, o fogo também recicla e rejuvenesce, libertando-se da letargia biótica atuando como um catalisador ecológico de largo espectro (Pyne, 2023).

No Brasil, incêndio florestal é conceituado como a propagação descontrolada do fogo sobre quaisquer formações vegetacionais, cuja origem pode ser atribuída a causas naturais ou a fatores antrópicos (Ramos, 1995; Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), 2010).

De acordo com Soares, Batista e Tetto (2017), o incêndio florestal pode ser compreendido como a ocorrência de fogo descontrolado no ambiente florestal, caracterizado por sua propagação livre e pela queima de diversos materiais combustíveis. Os autores também destacam que, embora originalmente relacionado ao meio florestal, o termo é frequentemente utilizado de forma generalizada para designar incêndios em outras formações vegetais.

Conforme estabelece o artigo 1º do Decreto Estadual nº 4.223, de 14 de abril de 1998 (Paraná, 1998), no âmbito do estado do Paraná “considera-se incêndio florestal, todo fogo sem controle sobre qualquer forma de vegetação, provocado pelo homem intencionalmente ou por negligência, ou ainda por fonte natural”.

Considerando que o fogo apresenta diferentes papéis nos ecossistemas, Hardesty, Myers e Fulks (2005) classificam a resposta da vegetação a este elemento em três categorias: independentes do fogo, dependente do fogo e sensíveis ao fogo.

Uma quarta categoria, "influenciada pelo fogo", foi proposta por Myers (2006) para ecorregiões localizadas em zonas de transição.

De acordo com Myers (2006) as classificações podem ser definidas como:

- Independentes do fogo: são aquelas onde o fogo exerce pouca ou nenhuma influência, geralmente por serem frios, úmidos ou secos demais, como desertos, tundras e florestas tropicais sem estação definida.
- Dependentes do fogo: são aquelas em que o fogo é essencial, com espécies adaptadas para responder e propagar o fogo. São conhecidos como ecossistemas adaptados ou mantidos pelo fogo, sendo sua presença fundamental para a manutenção desses ambientes.
- Sensíveis ao fogo: não possuem histórico evolutivo com o fogo e suas espécies não são adaptadas a ele, apresentando alta mortalidade mesmo com queimadas de baixa intensidade. Naturalmente pouco inflamáveis, tornam-se vulneráveis ao fogo principalmente quando alterados por atividades humanas, o que aumenta a frequência de incêndios e favorece a substituição da vegetação por espécies mais propensas ao fogo.
- Influenciados pelo fogo: geralmente se localizam em zonas de transição entre áreas dependentes, sensíveis ou independentes do fogo. Embora em sua maioria sejam sensíveis, podem conter espécies que respondem positivamente ao fogo ou cuja presença é favorecida por distúrbios causados por ele.

De acordo com o Instituto Água e Terra (IAT, 2023) o levantamento fitogeográfico do estado do Paraná apresenta aproximadamente 89,7% do território constituído por ecorregiões sensíveis ao fogo.

Myers (2006) cita que as ecorregiões tropicais sensíveis ao fogo estão sob ameaça devido às mudanças no uso da terra, que aumentam a ocorrência de queimadas. As intervenções humanas têm causado incêndios mais frequentes mesmo quando há resistência natural ao fogo por parte da vegetação florestal. Usualmente, a primeira queima, embora de baixa intensidade, gera impactos severos como alta mortalidade de árvores, acúmulo de material combustível e abertura do dossel,

favorecendo o crescimento de gramíneas e consequentemente aumentando o risco de novos incêndios.

Os efeitos do fogo são mais significativos quando associados a outras atividades antropogênicas, uma vez que, por si só, o fogo raramente é capaz de destruir uma paisagem, conforme verificado nas adaptações evolutivas (Pyne, 1982). Segundo Bowman *et al.* (2011), a influência dos seres humanos sobre os regimes de incêndio atua mediante diversos mecanismos, notadamente pela alteração das tipologias de combustível, pela modificação estrutural e de continuidade dos materiais combustíveis, e através da ignição deliberada de incêndios em quantidades variáveis, sob diferentes condições sazonais e meteorológicas. As motivações para alterar regimes de incêndio são diversas, indo desde práticas criminosas e conflitos armados até o manejo de recursos naturais (como na agricultura, pecuária, silvicultura, gestão da vida selvagem) e proteção de infraestruturas e áreas urbanas.

De acordo com Heikkilä, Grönqvist e Jurvélius (2007, p. 65, tradução nossa):

Na maioria dos países, a queima agrícola, como em cultivo itinerante, pastagem e queimas para controlar pragas e insetos, juntamente com as muitas variações de queima de lixo e detritos, são as principais causas de incêndios florestais.

De acordo com Pyne (1982, p. 40, tradução nossa) “Os grandes incêndios e os regimes de fogo históricos mais importantes foram o resultado de práticas de fogo antropogênicas ou de modificações antropogênicas do regime de fogo”.

Com base na análise de áreas queimadas em todo o globo entre 2002 e 2010, Hantson, Pueyo e Chuvieco (2014) observaram que a distribuição do tamanho dos incêndios em escala global está associada a gradientes de precipitação e aridez, sendo significativamente influenciada pelas atividades humanas. Os resultados do estudo indicam que tanto fatores naturais quanto antrópicos contribuem para o padrão observado, embora as variáveis relacionadas à ação humana expliquem a maior parte da variação, reforçando o papel preponderante das intervenções humanas na dinâmica global dos incêndios florestais.

Em estudo realizado no Estados Unidos da América, Abatzoglou e Williams (2016) identificaram que no período de 1984 a 2015, as mudanças climáticas causadas pelo fator antropogênico - aumento na temperatura e no déficit de pressão de vapor, intensificando a aridez dos combustíveis florestais - foram responsáveis por

praticamente o dobro de área queimada por incêndios florestais em um cenário hipotético sem as alterações climáticas.

Bowman *et al.* (2017), em seu estudo, identificaram uma concentração de incêndios florestais considerados social e economicamente desastrosos em áreas suburbanas localizadas em biomas florestais altamente inflamáveis, especialmente no oeste dos Estados Unidos e no sudeste da Austrália. As projeções climáticas analisadas indicam um aumento estimado entre 20% e 50% no número de dias com condições favoráveis à ocorrência de incêndios extremos nessas paisagens propensas a desastres.

Na Argélia, Meddour-Sahar *et al.* (2013) afirmam que os incêndios florestais são causados principalmente por humanos e resultam de comportamento social local, seja voluntário (incêndio criminoso) ou involuntário (negligência). Os autores ainda apontam a dificuldade de informações estatísticas quanto as causas dos incêndios, visto que no período de 1985 a 2010, 79,8% das causas de incêndios na Argélia foram classificadas como desconhecidas.

Meddour-Sahar e Derridj (2010) verificaram em seu estudo, também na Argélia, que somente os parâmetros territoriais não conseguem explicar as variações intermunicipais dos incêndios florestais, portanto se faz necessário analisar o contexto socioeconômico, afirmando que a origem do fogo depende diretamente de ocupação e gestão humana.

Na China, Zhong *et al.* (2003), verificaram com base em dados estatísticos dos anos 90 que as principais causas dos incêndios florestais estão relacionadas às atividades humanas, enquanto causas naturais, como raios constituem uma parcela relativamente pequena do total. Xu *et al.* (2006) verificaram em seu estudo também na China que o fator mais importante que contribui para a ignição de incêndios florestais foi a topografia, seguida por fatores antropogênicos, que por sua vez utilizaram como variáveis a densidade populacional, densidade de rodovias, distância de rodovias ou áreas residenciais e distância de áreas agriculturáveis.

Na Grécia, Dimitrakopoulos (1995) aponta que no período de 1967 a 1990 apenas 2,2% dos incêndios foram de causas naturais, 72,1% causas antrópicas e 25,7% como causas desconhecidas. O estudo realizado por Lovreglio *et al.* (2010) na Itália concluiu que o fator cultural é que determina o comportamento incendiário.

Thoha *et al.* (2019) realizaram entrevistas na Província Central Kalimantan (Indonésia) na temporada de 2012/2013, e os resultados apontaram que as causas

de incêndios devido as atividades humanas originaram-se principalmente da queima de arbustos de áreas pantanosas e do desmatamento para agricultura. Na mesma área de estudo, Thoha *et al.* (2014) apontaram que terras não administradas, como matagais e pastagens geralmente se tornam fontes de incêndios.

Romero-Calcerrada *et al.* (2008) verificaram que no centro da Espanha há forte associação dos padrões espaciais de ignição de incêndios florestais com o acesso humano à paisagem natural, tendo a proximidade de áreas urbanas (interface urbano-rural) e as estradas como os fatores mais importantes. Foi constatado também o aumento da interface urbano-rural, bem como a expansão populacional e as atividades recreativas, aumentando consequentemente o risco de ignição.

Ainda na Espanha, mas no centro de Madrid, Vilar del Hoyo, Martín Isabel e Martínez Vega (2011) verificaram a probabilidade de ocorrência de incêndios devido a causas humanas. Nos modelos testados foi verificado que o preditor com maior efeito na ocorrência de incêndios é a interface urbano-rural.

Balsa Barreiro e Hermosilla (2013), apontaram que a distribuição espacial dos incêndios florestais na região espanhola da Galícia durante o ano de 2006 apresentou forte correlação entre atividades de desenvolvimento urbano e densidade de incêndios. Na mesma região, Calviño-Cancela *et al.* (2017) concluíram que as atividades humanas têm sido mostradas como determinantes na ocorrência de incêndios na região e com isso se faz necessário mais conscientização entre os cidadãos sobre o perigo envolvido nas atividades com o uso de fogo.

Ubysz e Szczygieł (2006) descrevem que o fator humano é a principal causas dos incêndios florestais causados na Polônia, onde somente 1% não são de origem antrópica. Adámek *et al.* (2018), ao analisarem as ocorrências de incêndios florestais na República Tcheca, observaram que os fatores ambientais foram determinantes para a ocorrência dos eventos, enquanto a frequência com que os incêndios ocorreram esteve fortemente associada à influência de atividades humanas.

Gelabert *et al.* (2025) ao modelar a probabilidade de ignição causada por humanos em cinco diferentes regiões da Europa, verificaram que entre os fatores escolhidos relacionados ao fator humano, a distância da interface urbano-rural foi a mais relevante, seguido pela proximidade de estradas, densidades populacionais e cobertura de áreas selvagens.

Apesar da diversidade de biomas existentes no Brasil, também é constatado que o fator humano é o maior responsável pela ocorrência de incêndios. No período

de 1965 a 1974, Soares e Cordeiro (1974) verificaram que no município de Telêmaco Borba, região centro-paranaense, 79,5% dos incêndios florestais tiveram causas associadas ao fator humano. Expandindo para o período de 1965 a 2014, Soares, Tetto e Wendling (2020) verificaram que 98,2% dos registros de incêndio apresentaram o fator humano como causa.

A nível nacional, Soares (1988) identificou, a partir de questionários aplicados a empresas e instituições florestais no Brasil, que 72,9% das ocorrências de incêndios florestais entre 1984 e 1987 apresentavam causas conhecidas, das quais 97,6% estavam relacionadas a fatores antrópicos.

Posteriormente, Soares e Santos (2002), utilizando metodologia semelhante, constataram que no período de 1994 a 1997, 35,8% dos registros possuíam causas identificadas, sendo que 98,7% estavam associadas a ações humanas, com destaque para os incêndios intencionais, que representaram 56,6% dos casos.

Na sequência, Santos, Soares e Batista (2006), adotando a mesma abordagem, verificaram que entre 1998 e 2002, apenas 34,2% das ocorrências tiveram suas causas determinadas, e, destas, 98,4% estavam relacionadas à intervenção humana. A classificação como incendiários respondeu por 69,15% dos registros com causa identificada.

Carvalho *et al.* (2021) ao estudar os incêndios que ocorreram em um período de 35 anos (1982 - 2017) no Parque Nacional do Jaú (Bioma Amazônia), verificaram que cerca de 79% destes ocorreram perto de assentamentos humanos (menores que 10 km de distância), sugerindo que as atividades humanas são a principal fonte de ignição.

Com dados extraídos do Sistema Nacional de Informações sobre Fogo (SISFOGO) no período de 2014 a 2019, Ramalho *et al.* (2024) verificaram que no Brasil 28,3% das ocorrências de incêndios florestais não tiveram causas definidas. Dos registros com causas identificadas, somente 0,6% tiveram causas naturais associadas.

Conforme observado nos diferentes estudos, verifica-se a dificuldade no conhecimento da origem dos incêndios florestais a nível mundial e nacional, com a indicação de altos percentuais de causas desconhecidas, que de acordo com Show e Clarke (1953) é uma tendência natural de classificação por parte do observador.

Para o estado do Paraná não é diferente. O Corpo de Bombeiros Militar do Paraná é a instituição responsável pelo combate aos incêndios florestais no estado,

no entanto a responsabilidade de perícias de criminalística, que engloba a causa da ocorrência de incêndios florestais, é de responsabilidade da polícia científica (Paraná, 2025a).

Compreender os fatores que levam ao início dos incêndios é essencial para orientar estratégias de prevenção e mitigação (Leone *et al.*, 2003; Show; Clarke, 1953), uma vez que sua ocorrência geralmente está associada à ineficácia das ações preventivas. Quando a prevenção é bem-sucedida, o combate ao fogo torna-se desnecessário (Soares, 1982).

2.2 FATORES QUE INFLUENCIAM OS INCÊNDIOS FLORESTAIS

2.2.1 Fatores geomorfométricos

Os fatores geomorfométricos são considerados os mais constantes dentre os que apresentam influência nos incêndios florestais. Diferentes autores como Gaylor (1974), Clar e Chatten (1975), Cianciulli (1981), Macedo e Sardinha (1987), Viegas (1989), Perry (1990), Fuller (1991), Teie (1994), Fimia (2000), Soares, Batista e Tetto (2017) e Lorenzon *et al.* (2018), apresentam a altitude, exposição solar e declividade como as principais características do relevo que apresentam relação com ocorrência e propagação deste evento.

A altitude influencia os incêndios florestais principalmente através de seu efeito nas condições climáticas e tipos de vegetação. De acordo com Soares, Batista e Tetto (2017) e Lorenzon *et al.* (2018), altas elevações na superfície terrestre apresentam ar mais rarefeito, diminuindo sensivelmente a condutividade térmica e a ignição do material combustível, enquanto baixas elevações tendem a apresentar temperaturas mais elevadas.

A característica do material combustível também varia, pois diferentes elevações apresentam distintos tipos de vegetação, afetando a carga e tipo de combustível disponível (Teie, 1994; Keeley; Syphard, 2016).

A exposição ou orientação das encostas em relação ao sol influencia também na probabilidade de ocorrência e na propagação de incêndios, bem como apresenta diferentes microclimas, favorecendo o desenvolvimento de variadas espécies vegetais (Fuller, 1991). Em termos de radiação solar, no hemisfério sul, encostas voltadas para

o norte recebem maior radiação solar, transmitindo maior calor para esta exposição do que para outras (Soares; Batista; Tetto, 2017; Lorenzon *et al.*, 2018).

Observa-se uma série de reações em cadeia, tendo como por exemplo, que a exposição ao norte, recebe mais energia, apresentando maior temperatura e menor umidade relativa, influenciando na umidade do material combustível e consequentemente apresentando maior perigo de ocorrência (Soares; Batista; Tetto, 2017).

No que diz respeito a declividade, o fogo pode se espalhar mais rapidamente em uma encosta do que em terreno plano ao se comparar os mesmos combustíveis (Gaylor, 1974; Rothermel, 1983; Dias, 2010; Soares; Batista; Tetto, 2017), considerando que haverá maior comprimento da chama em uma encosta, e consequentemente, haverá pré-aquecimento do combustível acima e a transferência de calor por radiação e convecção (Rothermel, 1983; Teie, 1994; Soares; Batista; Tetto, 2017; Lorenzon *et al.*, 2018), podendo inclusive provocar focos secundários de incêndios mediante o material em combustão que se desloca para parte inferior (Teie, 1994; Lorenzon *et al.*, 2018).

Beutling (2009), em seus estudos verificou que a velocidade de propagação do fogo foi aproximadamente três vezes maior quando a declividade passou de uma superfície plana para a 20° de inclinação.

O efeito da inclinação é maior quando há baixas velocidades do vento, visto que, quando há altas velocidades, o vento pode apresentar domínio sobre o fogo, deixando a inclinação do terreno como coadjuvante (Rothermel, 1983).

Diferentes autores como Soares, Batista e Tetto (2017), Eugenio *et al.* (2016), entre outros, afirmam que a declividade das encostas representa o elemento topográfico mais relevante na propagação de incêndios florestais, o que afeta diretamente o quantitativo de área queimada ao somar com as dificuldades inerentes no combate ao fogo em condições topográficas desfavoráveis (Show; Clarke, 1953; Gaylor, 1974).

Informações relacionadas à altitude, exposição e declividade podem ser obtidas mediante utilização de dados geoespaciais dos Modelos Digitais de Elevação (MDE). O projeto TOPODATA utiliza dados *Shuttle Radar Topographic Mission* (STRM) disponibilizados pelo *United States Geological Survey* (USGS) e apresentam resolução espacial aproximada de 30 metros. A estruturação da disponibilização dos dados é realizada por quadriculas compatíveis com a articulação 1:250.000 (1° de

latitude por 1,5° de longitude) para o território brasileiro (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2023).

2.2.2 Fatores de uso e cobertura do solo (material combustível)

O combustível vegetal pode ser compreendido como qualquer tipo de material orgânico, vivo ou morto, presente na superfície, abaixo do solo ou em suspensão, que esteja suscetível à ignição e combustão. Esses combustíveis apresentam variadas características quanto ao tipo, disposição, tamanho e arranjo (Gaylor, 1974; Soares; Batista; Tetto, 2017), podendo ainda incluir elementos resultantes da interação entre vegetação florestal e áreas habitadas. Combustíveis leves, como gramíneas, ramos finos e pequenos arbustos, destacam-se pela rápida absorção e liberação de umidade, o que favorece sua ignição e propagação do fogo (Gaylor, 1974). Tais materiais são compostos majoritariamente por celulose, com diferentes proporções de lignina - sejam lenhosos ou herbáceos - e substâncias extrativas como resinas e óleos essenciais (Vélez, 2009).

A ocorrência de incêndios pode ocorrer em distintos tipos de vegetação, desde que as condições ambientais sejam propícias (Gaylor, 1974), pois estas podem influir em maior ou menor necessidade de energia calórica para a ignição (Julio; Giroz, 1975).

Para Pyne (1982), a resposta biológica de um incêndio pode apresentar elevada variação, dependendo primeiro das propriedades físicas - intensidade, tamanho, frequência e tempo de ocorrência - as quais influenciam o potencial químico para a combustão e determinam a natureza dos produtos químicos liberados. Além disso, essa resposta também dependerá do potencial genético presente na biota afetada.

De acordo com as características do uso e cobertura do solo é possível verificar a vulnerabilidade de ocorrência de incêndios, bem como a potencialidade de sua propagação. Cintra *et al.* (2020) em seu estudo verificaram que para o bioma Cerrado no Brasil, há diferença significativa no comportamento das espécies analisadas no que diz respeito ao tempo de ignição, duração da combustão e altura da chama. O mesmo se repetiu nos estudos de Batista *et al.* (2012), ao verificar espécies de árvores e arbustos utilizados na silvicultura urbana de Curitiba, Paraná, e

nos resultados de Kovalskyi *et al.* (2019) ao analisar cinco diferentes espécies florestais.

A propagação de um incêndio está diretamente condicionada à distribuição espacial do material combustível. Delgado *et al.* (2008) apresentam exemplos de comportamentos de fogo associados à interação entre zonas heterogêneas, caracterizadas pela alternância entre áreas com diferentes usos e coberturas do solo — algumas com baixa capacidade de ignição e outras com elevada carga de material combustível.

Fuller (1991) aborda sobre os padrões de mosaico causados pelos incêndios na paisagem que, em sua ocorrência, atuam com diferentes intensidades, em diferentes lugares e em diferentes anos, também influenciados pela umidade do material combustível do local.

O material combustível é o único fator dos que apresentam influência no comportamento do fogo que realmente pode ter controle antrópico e é importante seu conhecimento para o desenvolvimento de programas de prevenção e combate a incêndios relacionados ao manejo da vegetação (Julio; Giroz, 1975).

2.2.3 Fatores meteorológicos

Tempo e clima exercem influências distintas, mas interrelacionadas sobre os incêndios florestais. O clima determina a quantidade total de combustível disponível para combustão, além do período e severidade da temporada de incêndios. O tempo, por sua vez, regula o teor de umidade e, conseqüentemente, a inflamabilidade dos combustíveis florestais mortos, exercendo influência significativa na ignição e propagação dos incêndios (Brown; Davis, 1959; Clar; Chatten, 1975; Chandler *et al.*, 1983; Macedo; Sardinha, 1987; Fimia, 2000; Soares; Batista; Tetto, 2017).

De acordo com Brown e Davis (1959), embora os combustíveis florestais determinem a potencialidade da propagação, a dimensão dos danos causados e a dificuldade no controle do fogo, as condições meteorológicas determinam o nível atual desse potencial.

De acordo com Chuvieco *et al.* (2023) as variáveis meteorológicas, como temperatura, umidade, precipitação e vento, são usadas para avaliar o risco de incêndios florestais por influenciarem na ignição e propagação do fogo. Elas podem

refletir condições atuais, acumuladas ou históricas e são obtidas por meio de observações ou previsões baseadas em modelos climáticos.

A temperatura é a medida do efeito da radiação solar (Fimia, 2000) e apesar da temperatura afetar diretamente o comportamento do fogo, a maioria dos seus efeitos são indiretos (Batista, 1990), influenciando por exemplo o vento, a estabilidade atmosférica e a umidade do material combustível (Soares; Batista; Tetto, 2017). Apresenta estreita correlação com o teor de umidade, pois quanto mais quente o ar, menor a umidade, e assim vice-versa (Goldammer, 1982; Teie, 1994).

De forma direta, afeta o comportamento do fogo motivado pela quantidade de calor necessária para elevar o combustível à temperatura de ignição depender da própria temperatura inicial do combustível, bem como também da temperatura do ar em volta ao mesmo tempo (Soares; Batista; Tetto, 2017).

A precipitação apresenta influência direta sobre a umidade relativa do ar e dos combustíveis mortos e, depois de alguns dias, nos combustíveis vivos ao estes incorporarem a água presente no solo junto aos seus tecidos vegetais (Fimia, 2000). Portanto a avaliação do efeito da precipitação sobre o potencial de propagação de fogo deve levar em consideração não apenas a quantidade de chuva, mas também sua distribuição estacional (Soares; Batista; Tetto, 2017). Quanto maior a quantidade de dias sem precipitação, ou seja, a dissipação do armazenamento de umidade da chuva (Clar; Chatten, 1975), maior será a susceptibilidade do material combustível ao fogo. De acordo com Heikkilä, Grönqvist e Jurvélius (2010, p. 90, tradução nossa) “A precipitação ou chuva tem um efeito óbvio sobre o teor de umidade dos combustíveis florestais”.

A umidade relativa do ar é um dos mais importantes fatores no início e na propagação dos incêndios florestais (Soares; Batista; Tetto, 2017; Fimia, 2000), pois a continua secagem de material vegetal pela evaporação exerce aumento na probabilidade da ocorrência e continuidade do fogo (Lorenzon *et al.*, 2018). Quando a umidade relativa cai abaixo de cerca de 30%, a situação se torna mais propícia para a ocorrência de incêndios florestais e maior dificuldade no combate às chamas (Clar; Chatten, 1975; Teie, 1994; Heikkilä; Grönqvist; Jurvélius, 2010; Soares; Batista; Tetto, 2017).

De acordo com Brown e Davis (1959, p. 164, tradução nossa) “O efeito da umidade do combustível na taxa de queima de material combustível é tão evidente e tão óbvio que não são necessárias medições para ilustrar seu efeito geral”. Clar e

Chatten (1975, p. 25, tradução nossa) utilizam a expressão “Água não queima”, em sua explicação sobre o teor de umidade do material combustível.

2.2.4 Áreas de interface urbano-rural

O *United States Department of Agriculture* (USDA) e o *United States Department of the Interior* (USDI) (2001) definem o termo *Wildland Urban Interface* (WUI), com tradução literal em português para interface urbano-florestal, como locais onde estruturas antrópicas se encontram com vegetação, categorizando-as em comunidade de interface, intermix e ocluída.

Para *Mediterranean Forest Fire Fighting Training Standardization* (MEFISTO, 2018a, p. 136) conceitua-se a interface urbano-florestal como “zona de transição entre florestas naturais e assentamentos humanos e/ou áreas urbanas desenvolvidas”, enquanto a interface urbano-rural (MEFISTO, 2018b, p. 136), representa “a zona de transição entre o espaço com ocupação agrícola, florestal ou inculto a espaço edificado (urbano)”, demonstrando assim ser um termo mais abrangente.

Diante das múltiplas definições existentes, o Blue Ribbon Panel (2008, p. 11) propõe uma síntese conceitual dessas interfaces como “local onde estruturas e vegetação se fundem em um ambiente propenso a incêndios florestais”, enfatizando a vulnerabilidade ao fogo como característica dessas zonas de transição, corroborando com os estudos de Romero-Calcerrada *et al.* (2008), Vilar del Hoyo, Martín Isabel e Martínez Vega (2011), Gelabert *et al.* (2025) e Kolanek, Szymanowski e Raczyk (2021) que apontam que quanto mais estreita a relação antrópica com a interface urbano-rural, maior a possibilidade de ocorrência de incêndios florestais. De acordo com Ribeiro (2016), há um aumento progressivo dessa problemática em escala global, onde a frequência e severidade dos incêndios florestais são cada vez maiores junto à presença humana em habitações e aglomerados urbanos.

A tendência é que os locais mais vulneráveis de uma localidade estejam presentes nas áreas periféricas, motivado por valores mais baixos da terra, pois de acordo com Kovarick (1979), a acumulação e especulação imobiliária andam juntas e a localização da classe trabalhadora segue os fluxos dos interesses imobiliários.

Conforme verificado nos dados dos censos de 2000 e 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e utilizados por Mesquita e Godoy (2023) em seu estudo, no município de Curitiba, por exemplo, há decréscimo na distribuição

de renda partindo da região central sentidos áreas periféricas, incluindo a região metropolitana, e esta situação se repete para as demais cidades brasileiras.

Para Kovarick (1979, p. 31) a periferia é definida como “aglomerados distantes dos centros, clandestinos ou não, carentes de infraestrutura, onde passa a residir crescente quantidade de mão-de-obra necessária para fazer girar a maquinaria econômica”. Além de apresentar populações com menor renda, concentram moradores com menor escolaridade e trabalhos mais precários. Para a cidade de São Paulo, por exemplo, o mesmo autor trata dos agravamentos dos problemas que afetam a qualidade de vida da população, surgindo e se expandindo nos bairros periféricos, onde se concentra a pobreza da cidade e de seus habitantes. O autor afirma ainda que os problemas vividos pela população só se transformam em problemas públicos na medida em que são compartilhados pelas camadas dirigentes.

Em relação aos incêndios florestais, devido às áreas rurais (periféricas) apresentarem maior abundância de cobertura vegetal, inevitavelmente os habitantes destas áreas, incluindo os presentes em zonas de interface urbano-rural, estarão mais suscetíveis aos impactos do fogo principalmente no que diz respeito a problemas respiratórios conforme apontado por Souza *et al.* (2024).

Dessa forma, a diminuição ou ausência da interface urbano-rural pode não só aumentar o risco de ignição pela maior presença de materiais combustíveis em um espaço reduzido, possibilitando continuidade e arranjo propícios ao fogo (Gaylor, 1974; Soares; Batista; Tetto, 2017) como também apresentar menor infraestrutura preventcionista para os incêndios florestais por não se tratar de um “problema público” em sua essência, baseado nas considerações de Kovarick (1979) que trata da ausência da “democracia” nos problemas vivenciados na sociedade.

2.2.5 Fatores socioeconômicos

Na natureza, fatores qualitativos e quantitativos podem desempenhar um papel importante na distribuição espacial de fenômenos associativos como, por exemplo, na ocorrência de incêndios florestais (Leone *et al.*, 2003).

Ao redor do globo terrestre verifica-se que o fator antrópico são as maiores causas responsáveis pela ocorrência de incêndios florestais (Heikkilä; Grönqvist; Jurvélius, 2007; Hantson; Pueyo; Chuvieco, 2014; Abatzoglou; Williams, 2016; Bowman *et al.*, 2017; Meddour-Sahar *et al.*, 2013; Meddour-Sahar; Derridj, 2010;

Zhong *et al.*, 2003; Dimitrakopoulos, 1995; Edwards *et al.*, 2020; Thoha *et al.*, 2019; Romero-Calcerrada *et al.*, 2008; Gelabert *et al.*, 2025; Adámek *et al.*, 2018; Soares, 1987; Soares; Santos, 2002; Santos; Soares; Batista, 2006; Ramalho *et al.*, 2024). No entanto as interações entre variáveis humanas e biofísicas que afetam o início e o tamanho do incêndio, ainda não são bem compreendidas (Sturtevant; Cleland, 2007; Martínez; Vega-Garcia; Chuvieco, 2009).

A complexidade envolvida na classificação do comportamento social ajuda a explicar por que os fatores humanos são raramente incorporados aos modelos de perigo de incêndio (Martínez; Vega-Garcia; Chuvieco, 2009). Há dificuldade em associar diferentes parâmetros socioeconômicos devido aos contextos geográficos (Oliveira *et al.*, 2012), incluindo seus padrões de ocupação territorial, estrutura econômica, práticas de manejo florestal e políticas ambientais implementadas.

Martínez, Vega-Garcia e Chuvieco (2009) afirmam ainda que:

O problema do risco humano requer uma avaliação abrangente dentro de uma estrutura espacial, que deve incluir não apenas variáveis geográficas ou ambientais (por exemplo, distância média até estradas, áreas povoadas ou recreativas, extensão da interface urbano-rural), mas também fatores socioeconômicos (taxas de desemprego, idade da população rural, densidade populacional, etc) que podem causar altos índices de ignição de incêndios (Martínez; Vega-Garcia; Chuvieco, 2009, p. 1242, tradução nossa).

A probabilidade de um incêndio ocorrer depende das interações entre as variáveis físicas e humanas que afetam a ignição e a propagação de um incêndio (Oliveira *et al.*, 2012).

Cianciulli (1981), em sua obra dedica um capítulo inteiro para os “incêndios delituosos à luz da psiquiatria”, abordando a necessidade de os delitos de incêndios serem analisados sob diversos aspectos: médico, psiquiátrico, psicológico e social, bem como indicando as dificuldades em se analisar incêndios cometidos por crianças e adolescentes.

Sebastián-Lopez *et al.* (2007) ao modelar o perigo de incêndio florestal para o sul da Europa utilizaram informações socioeconômicas que incluíam a taxa de desemprego entre os habitantes com mais e com menos de 25 anos, bem como a densidade populacional. Ainda, utilizaram variáveis econômicas que envolvem a produção agrícola, pecuária e estatísticas de diferentes setores. Em seus resultados, verificaram que a taxa de desemprego e as produções agrônômicas voltadas para a

produção de cereais e gado, dentre outras variáveis, também foram altamente explicativas para a ocorrência de incêndios florestais.

Kolanek, Szymanowski e Raczyk (2021) verificaram que na Polônia, no período de 2007 a 2017, praticamente todas as 28 variáveis socioeconômicas utilizadas para análise, que incluíram variáveis relacionadas a construções e uso da terra, transporte, demografia, economia entre outros, determinaram significativamente a densidade de incêndios florestais, mas o maior papel foi desempenhado pelo comprimento da borda entre florestas e áreas construídas (interface urbano-rural) e densidade de estradas.

A nível europeu, Oliveira *et al.* (2012) testaram modelos compostos por diferentes variáveis físicas, socioeconômicas e demográficas. Em seus resultados verificaram que taxa de desemprego, densidade pecuária e densidade de estradas locais foram consideradas significativas ao aplicar os dois métodos testados. Adicionalmente, a taxa de desemprego foi considerada a segunda variável mais importante, no qual os autores indicaram que o desemprego pode estar agindo como um elo de ligação com a depressão econômica e, conseqüentemente, associada ao abandono de terras em áreas rurais, bem como indicador de potenciais conflitos sociais.

Ao analisarem os grandes incêndios ocorridos no sul da França entre 1997 e 2010, Ganteaume e Jappiot (2013) observaram, por meio de análises estatísticas, que variáveis socioeconômicas — em especial a taxa de desemprego e, em menor grau, o turismo — apresentaram uma associação positiva com a extensão das áreas queimadas. No entanto, apesar dessa correlação, tais variáveis não se mostraram preditores significativos da ocorrência ou da área queimada nos modelos de regressão aplicados.

Em seu estudo no Oeste do Estados Unidos da América, Jokar Arsanjani e Vázquez (2020) testaram os fatores socioeconômicos idade, densidade populacional e classificação da educação, no entanto nenhuma destas variáveis apresentaram significância estatística na relação com os incêndios florestais.

Devido à complexidade de eventuais relações, análises baseadas em variáveis socioeconômicas isoladas, frequentemente revelam-se insuficientes para estabelecer correlações significativas com a ocorrência de incêndios florestais, visto que variáveis explicativas que desconsideram os efeitos de vizinhança podem não ser suficientes para representar de forma abrangente as relações que regem esses

processos (Leone *et al.*, 2003). Entretanto, a adoção de indicadores socioeconômicos integrados e abrangentes podem vir a proporcionar uma relação mais robusta por integrarem diversas variáveis.

De acordo com Vasconcelos (2006), indicadores econômicos correspondem a medidas estatísticas que refletem o estado e a dinâmica da economia, sendo fundamentais para analisar seu desempenho e orientar a formulação de políticas econômicas.

Já os indicadores sociais podem ser compreendidos como:

... estatísticas, séries e todas as outras formas de evidência — que nos permitem avaliar onde estamos e onde estamos indo com relação aos nossos valores e objetivos, e avaliar programas específicos e determinar seu impacto (BAUER, 1967, p. 1, tradução nossa).

Para Januzzi (2006), os indicadores sociais são medidas quantitativas com significado substantivo, utilizadas para representar e operacionalizar conceitos sociais abstratos. São essenciais para diagnosticar e acompanhar aspectos como educação, saúde, renda e emprego, por meio de dados como taxas de analfabetismo, mortalidade infantil, desemprego e rendimento médio.

Com isso é possível inferir que os indicadores socioeconômicos englobam tanto aspectos sociais quanto econômicos, servindo para mensurar e analisar fenômenos que interligam essas duas dimensões.

Segundo Vasconcellos (2006), o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) é o principal instrumento utilizado para medir o bem-estar social. O índice é publicado regularmente e resulta da média de indicadores sociais — como a taxa de alfabetização, o nível de escolaridade e a expectativa de vida — combinados com um indicador econômico, o PIB real per capita.

Dentre outros diferentes indicadores que visam analisar e mensurar características socioeconômicas de uma área territorial, no estado do Paraná há o Índice Iparades de Desempenho dos Municípios (IPDM), elaborado pelo Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (IPARDES), que visa mensurar o desempenho dos 399 municípios paranaenses a partir de três dimensões centrais: renda, emprego e produção agropecuária; saúde; e educação. O índice é construído com base em estatísticas administrativas de natureza pública, disponibilizadas por instituições governamentais e provêm, majoritariamente, de registros administrativos

obrigatórios. Os dados apresentam periodicidade anual e recorte municipal, permitindo uma análise contínua e comparativa ao longo do tempo (IPARDES, 2024).

Em 2017, houve aperfeiçoamento da metodologia do IPDM para a década de 2010, atualizando fontes de informações disponíveis, como por exemplo a inclusão das projeções demográficas divulgadas pelo próprio IPARDES e a atualização do ano de referência que passou de 2002 para 2010 (IPARDES, 2024).

2.3 GOVERNANÇA/POLÍTICA ESTADUAL

Como dever constitucional brasileiro, o art. 144 estabelece que segurança pública é dever do Estado, e é de direito e responsabilidade de todos, sendo que aos corpos de bombeiros militares, força auxiliar e reserva do Exército, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil (Brasil, 2025). No estado do Paraná, o art. 48A de sua constituição descreve que a atribuição do Corpo de Bombeiros Militar se baseia na coordenação e a execução de atividades de defesa civil, no exercício do poder de polícia administrativa referente à prevenção a incêndios e desastres, no combate a incêndio e a desastres, entre outras atividades (Paraná, 2025a).

A atual política estadual paranaense voltada para evitar e mitigar os danos socioeconômicos e ambientais provenientes dos incêndios florestais consiste na disposição de 13 batalhões e seis companhias independentes do Corpo de Bombeiros Militar distribuídas no estado para pronto emprego de emergências (Corpo de Bombeiros Militar do Paraná, 2025), incluindo uma forte atuação da Defesa Civil do Paraná.

Preventivamente, o Estado promove campanhas de conscientização sendo que, o Corpo de Bombeiros anualmente tem realizado a campanha de Operação de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais, denominada “Operação Quati João”. No ano de 2024, em parceria com a Defesa Civil do Paraná, foram realizadas diversas capacitações voltadas para criação de brigadas de combate a incêndios no estado, (Defesa Civil do Paraná, 2024).

Desde 2023 o Corpo de Bombeiros Militar do Paraná tem capacitado bombeiros e formado novos integrantes da Força-Tarefa de Resposta a Desastres, que tem como principal objetivo dar uma resposta rápida em casos de calamidade,

seja no Paraná ou, quando demandado, em outras regiões brasileiras (Corpo de Bombeiros Militar do Paraná, 2024).

Nos anos de 2024 e 2025, o Estado do Paraná adquiriu e disponibilizou diferentes equipamentos destinados para o combate aos incêndios florestais aos 100 municípios que possuem ou estão localizados no entorno de Unidades de Conservação, objetivando celeridade na atuação de combate ao fogo até a chegada do Corpo de Bombeiros Militar (Defesa Civil do Paraná, 2025).

Além dessas ações, o Estado implementou o Programa de Prevenção de Incêndios na Natureza (PREVINA) no ano de 2018 pelo Decreto nº 10.859 (Paraná, 2018). O programa tem como objetivo a promoção de mecanismos para a prevenção e combate aos incêndios florestais nas Unidades de Conservação Estaduais, a fim de garantir a preservação do patrimônio ambiental.

Ainda, o Estado do Paraná no ano de 2024 e 2025 atuou na campanha “Unidos na Prevenção aos Incêndios Florestais” organizada pela Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (APRE, 2025), com a participação do Corpo de Bombeiros, Defesa Civil, Instituto Água e Terra (IAT), Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-PR), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná, Secretaria de Desenvolvimento Sustentável do Paraná e em parceria com a Federação da Agricultura do Estado do Paraná, Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR-PR), Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente, Embrapa Florestas, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Centro Nacional de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais (PREVFOGO), Rede Nacional de Brigadas Voluntárias (RNBV), Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná e Universidade Federal do Paraná (UFPR).

No âmbito legislativo, a Portaria nº 360/2024 elaborada pelo IAT (IAT, 2024) estabeleceu durante a vigência do Decreto Estadual nº 7.258/2024 - referente a situação de emergência nas áreas dos municípios atingidos por estiagem (Paraná, 2024) - que proprietários ou possuidores de imóveis rurais atingidos por incêndios florestais acidentais ou criminosos possuíam um prazo de até 90 dias para relatar os danos ambientais ocorridos, com a formalização de boletim de ocorrência e, se necessário, a firmação de termo para recuperar a área com plantio de mudas nativas - podendo ser doadas pelo próprio IAT, demonstrando a política estadual voltada para

recuperação de áreas pós-incêndio - ou condução de regeneração natural. A portaria estabeleceu a possibilidade de ser exigido um Projeto de Recuperação de Áreas Degradadas.

Recentemente o Estado Paraná publicou novo Decreto Estadual nº 10.047/2025 (Paraná, 2025b), declarando situação de emergência em todo território paranaense no prazo de 180 dias, e, com isso, possivelmente, será confeccionada nova portaria atualizada do IAT.

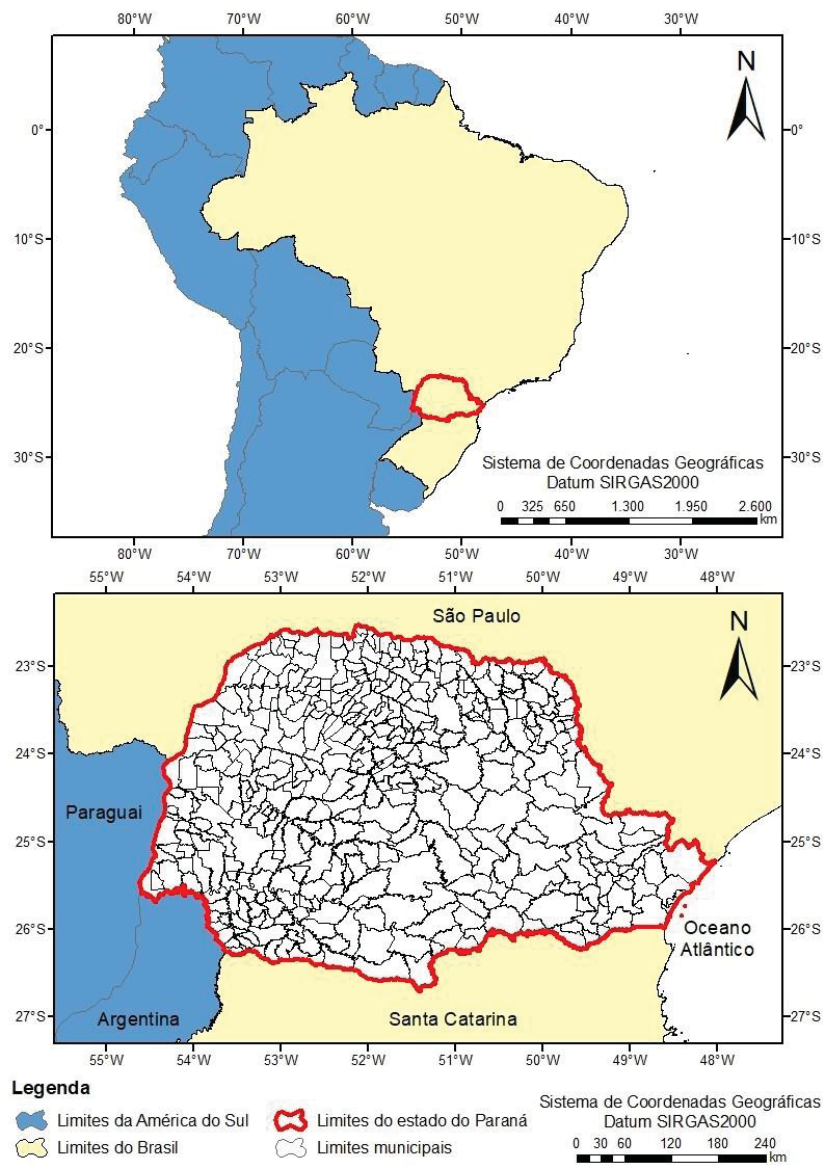
Com base no exposto, observa-se que as ações estaduais englobam os três componentes essenciais para um programa de prevenção de incêndios apontados por Teie (1994): educação, engenharia e aplicação da lei.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

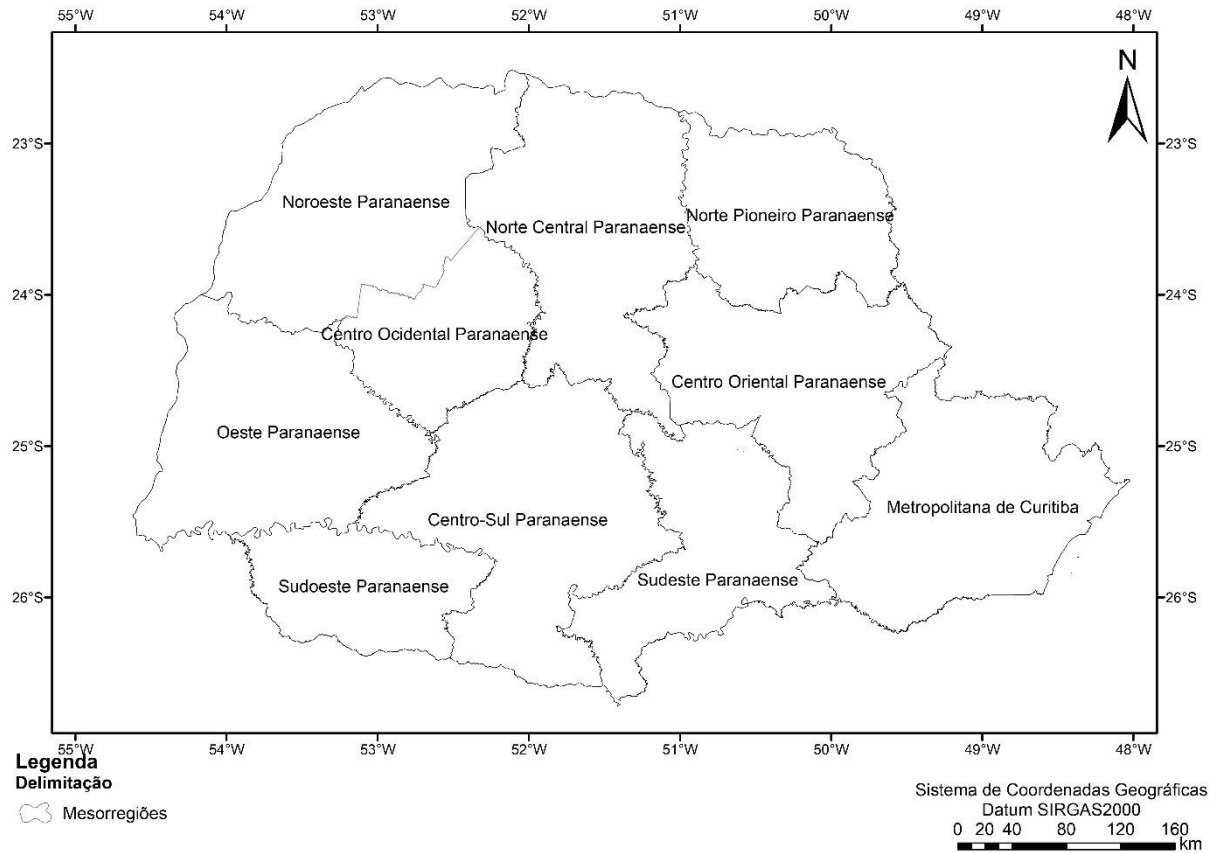
A área de estudo compreende o estado do Paraná, localizado na região sul do Brasil, tendo como limite ao norte a divisa com o estado de São Paulo, ao sul ao estado de Santa Catarina, ao oeste aos países do Paraguai e da Argentina e a leste o oceano Atlântico. O estado possui uma área de 199.298,981 km², é composto por 399 municípios (IBGE, 2025a) (Figura 1) e 10 mesorregiões (Figura 2). Apresenta uma população de 11.444.380 habitantes de acordo com censo de 2022 (IBGE, 2025a).

FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: IBGE (2025a), elaborado pelo autor (2025).

FIGURA 2 - DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM MESORREGIÕES

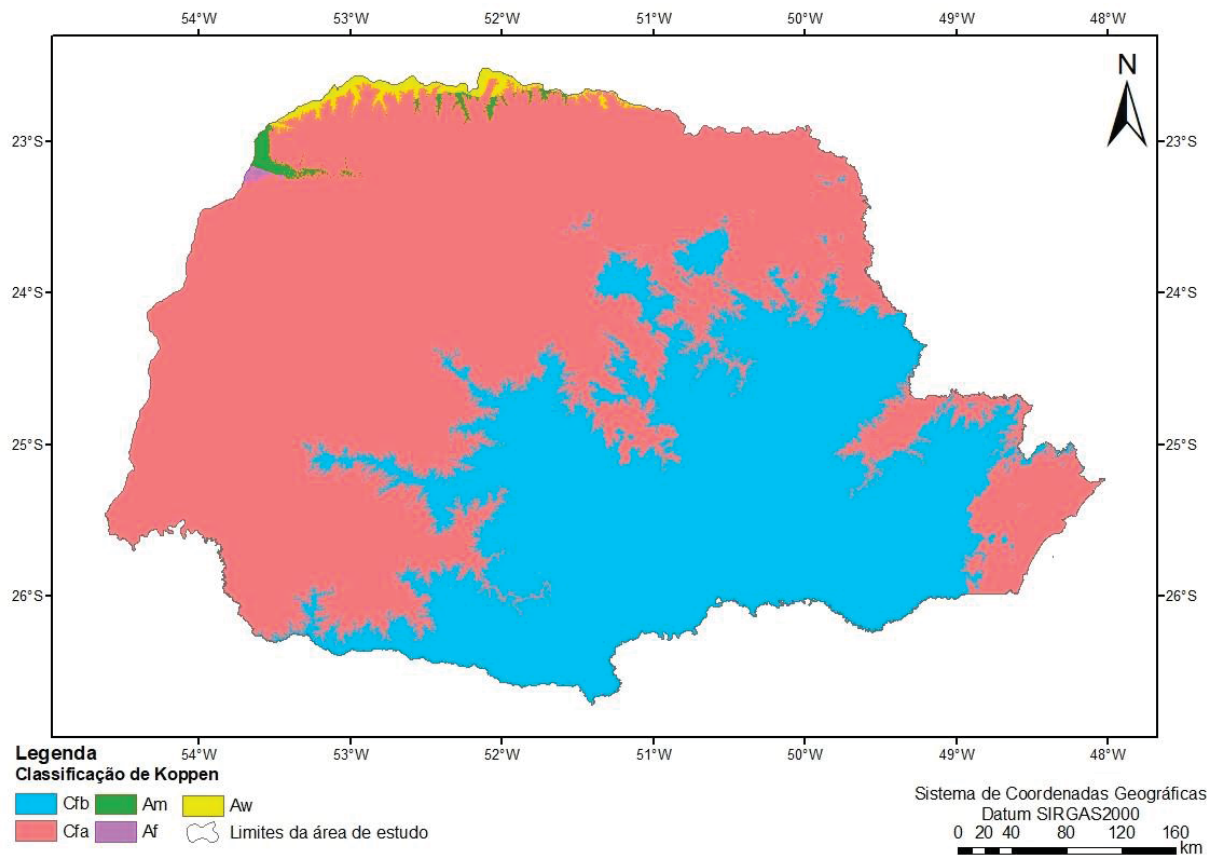


FONTE: IBGE (2025a), elaborado pelo autor (2025).

3.1.1 Clima

De acordo com os dados climatológicos coletados por Alvares *et al.* (2013) obtidos mediante dados mensais de temperatura e precipitação de 2.950 estações meteorológicas ao longo de 25 anos para o Brasil, o clima da área de estudo enquadra-se nas seguintes classes, conforme a classificação de Köppen (Figura 3).

FIGURA 3 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN PARA O ESTADO DO PARANÁ



FONTE: Alvares *et al.* (2013), elaborado pelo autor (2025).

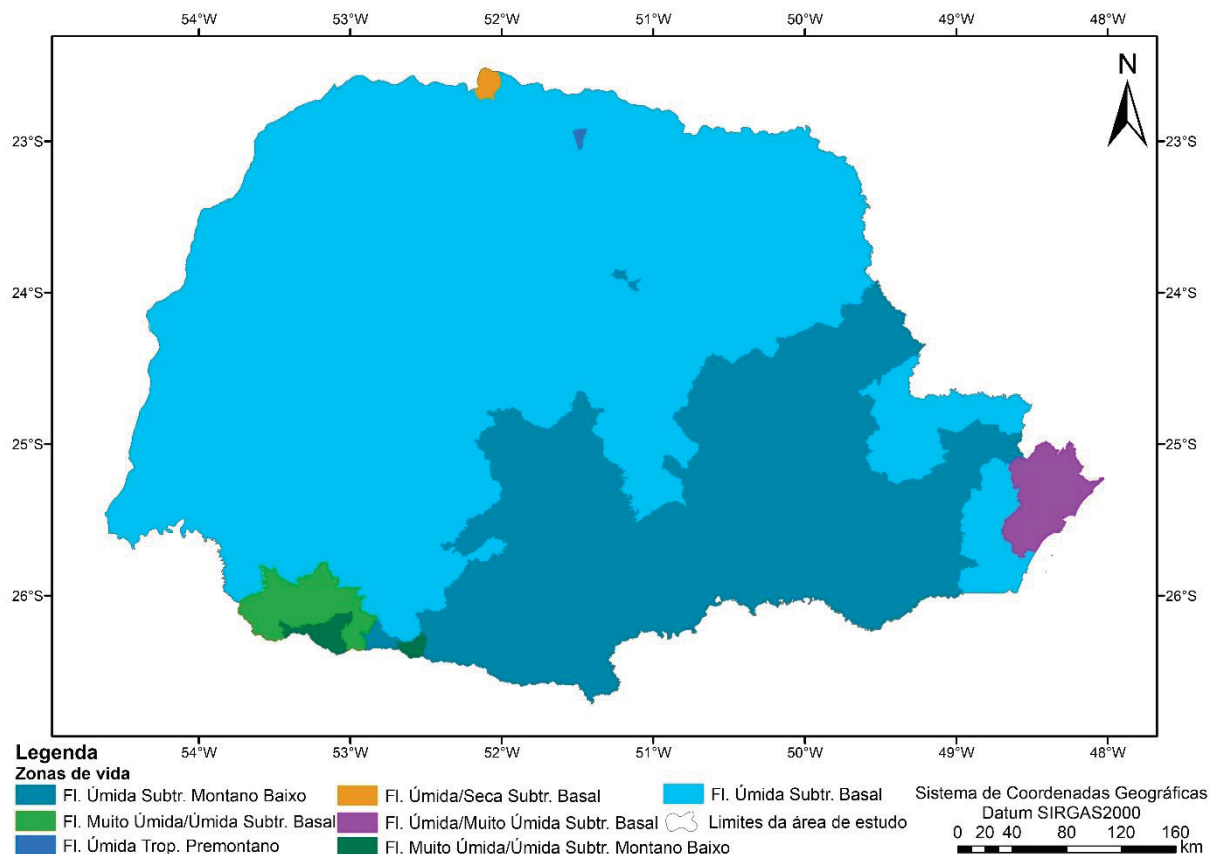
Os climas Cfb e Cfa predominam na área de estudo, representando 37,2% e 61,5%, respectivamente, totalizando 98,7%. O clima Cfb é caracterizado como temperado, com verões amenos e sem estação seca, apresentando temperaturas médias no mês mais frio abaixo de 18 °C e no mês mais quente abaixo de 22 °C. Já o clima Cfa é classificado como subtropical, com verões quentes e temperaturas médias do mês mais frio abaixo de 18 °C e do mês mais quente acima de 22 °C (Soares; Batista; Tetto, 2015).

Os climas Af, Am e Aw compõem apenas 1,3% da área de estudo. O clima Af é caracterizado como tropical chuvoso de floresta, com temperatura média do mês mais frio acima de 18 °C e precipitação do mês mais seco maior que 60 mm, não apresentando uma estação seca. Já o clima Am é do tipo tropical úmido, com temperatura média do mês mais frio acima de 18 °C e precipitação do mês mais seco menor que 60 mm, apresentando uma estação seca breve e chuvas intensas no resto do ano. Enquanto isso, o clima Aw é um clima de savana, com temperatura média do

mês mais frio acima de 18 °C e precipitação do mês mais seco menor que 60 mm, onde as chuvas ocorrem no verão (Soares; Batista; Tetto, 2015).

De acordo com o trabalho de Tres *et al.* (2020) utilizando a base de dados de Alvares *et al.* (2013), a classificação de Holdridge para o estado do Paraná é distribuída em sete zonas de vida conforme apresentando na Figura 4.

FIGURA 4 - CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA PARA O ESTADO DO PARANÁ SEGUNDO AS ZONAS DE VIDA DE HOLDRIDGE



FONTE: Tres *et al.* (2020), elaborado pelo autor (2025).

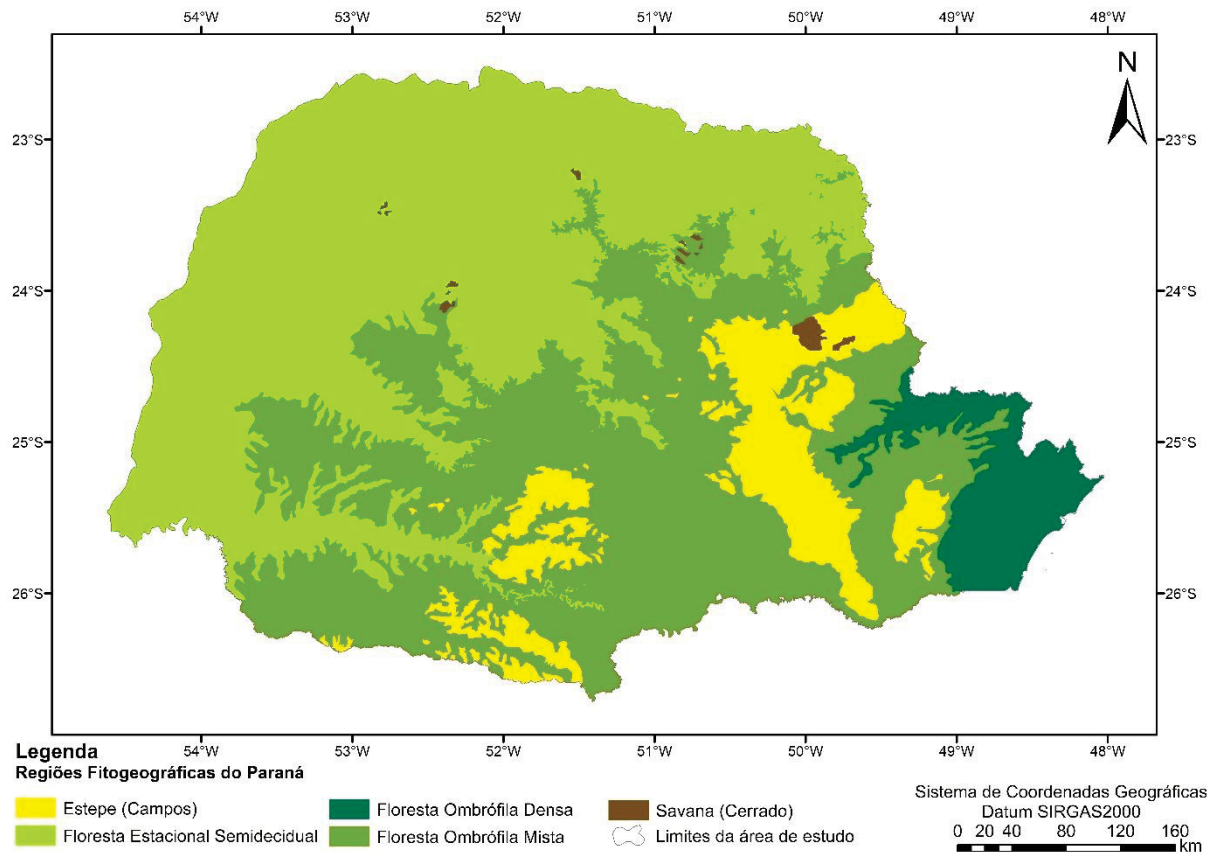
O estado apresenta predominância da Floresta Úmida Subtropical Basal, que ocupa 67,2% da área total, seguida pela Floresta Úmida Subtropical Montano Baixo, que abrange 29,1% do território. A distribuição espacial dessas zonas de vida demonstra similaridade com os climas Cfa e Cfb, conforme a classificação de Köppen.

A Floresta Úmida Subtropical Basal ocorre em regiões de baixa altitude, caracterizando-se por um clima subtropical úmido, com temperaturas moderadas. Já a Floresta Úmida Subtropical Montano Baixo se desenvolve em áreas mais elevadas, apresentando temperaturas mais amenas e maior influência de variações térmicas diárias (Tres *et al.*, 2020; Soares, Batista e Tetto, 2015).

3.1.2 Regiões fitogeográficas

De acordo com o IAT (2023), a cobertura vegetal do Paraná é dividida em cinco regiões fitogeográficas tendo como base o estudo de Roderjan *et al.* (2002), conforme ilustrado na Figura 5.

FIGURA 5 - REGIÕES FITOGEOGRÁFICAS DO ESTADO DO PARANÁ



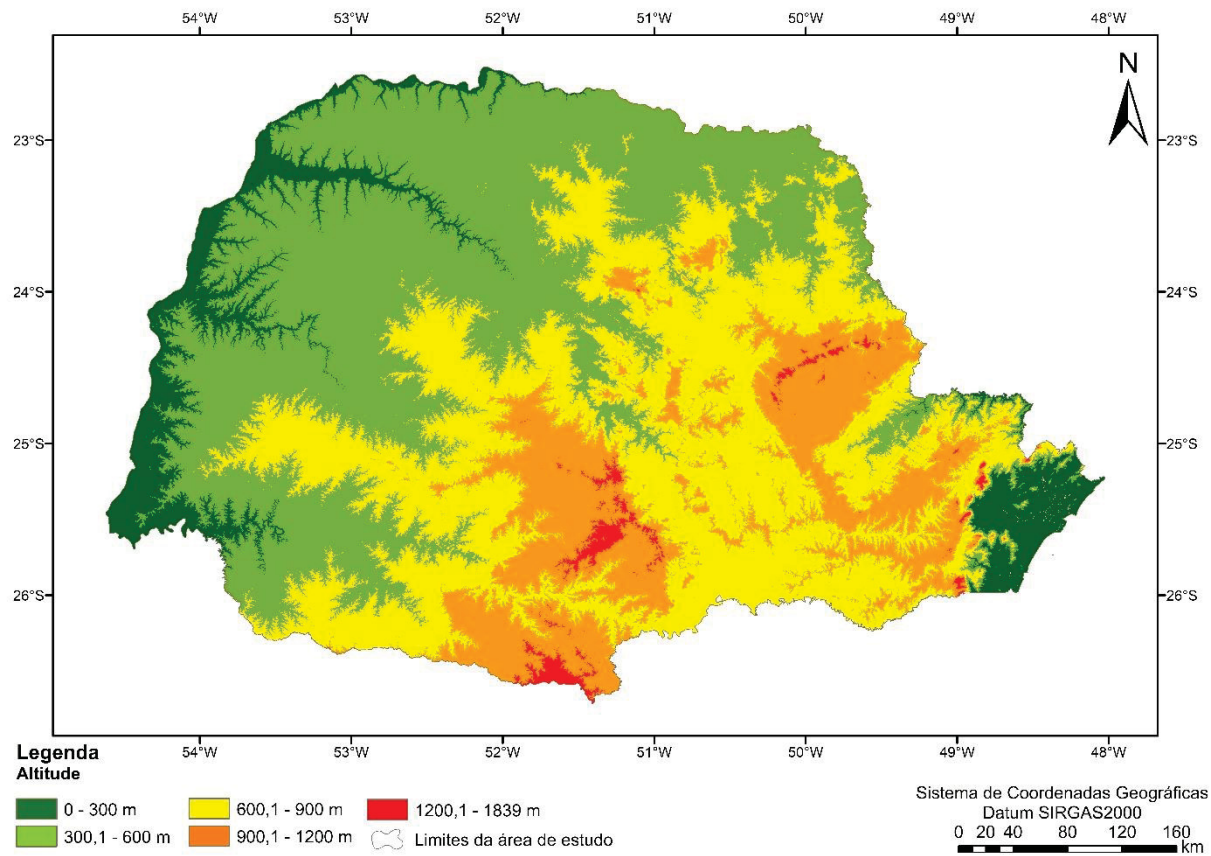
FONTE: IAT (2023), elaborado pelo autor (2025).

As unidades fitogeográficas mais representativas na área de estudo são a Floresta Estacional Semidecidual, que ocupa 45,2% do território, e a Floresta Ombrófila Mista, correspondente a 39,1%. Além disso, observa-se uma notável semelhança na delimitação das regiões fitogeográficas, tanto sob a perspectiva da Zona de Vida de Holdridge quanto na classificação climática de Köppen.

3.1.3 Relevo

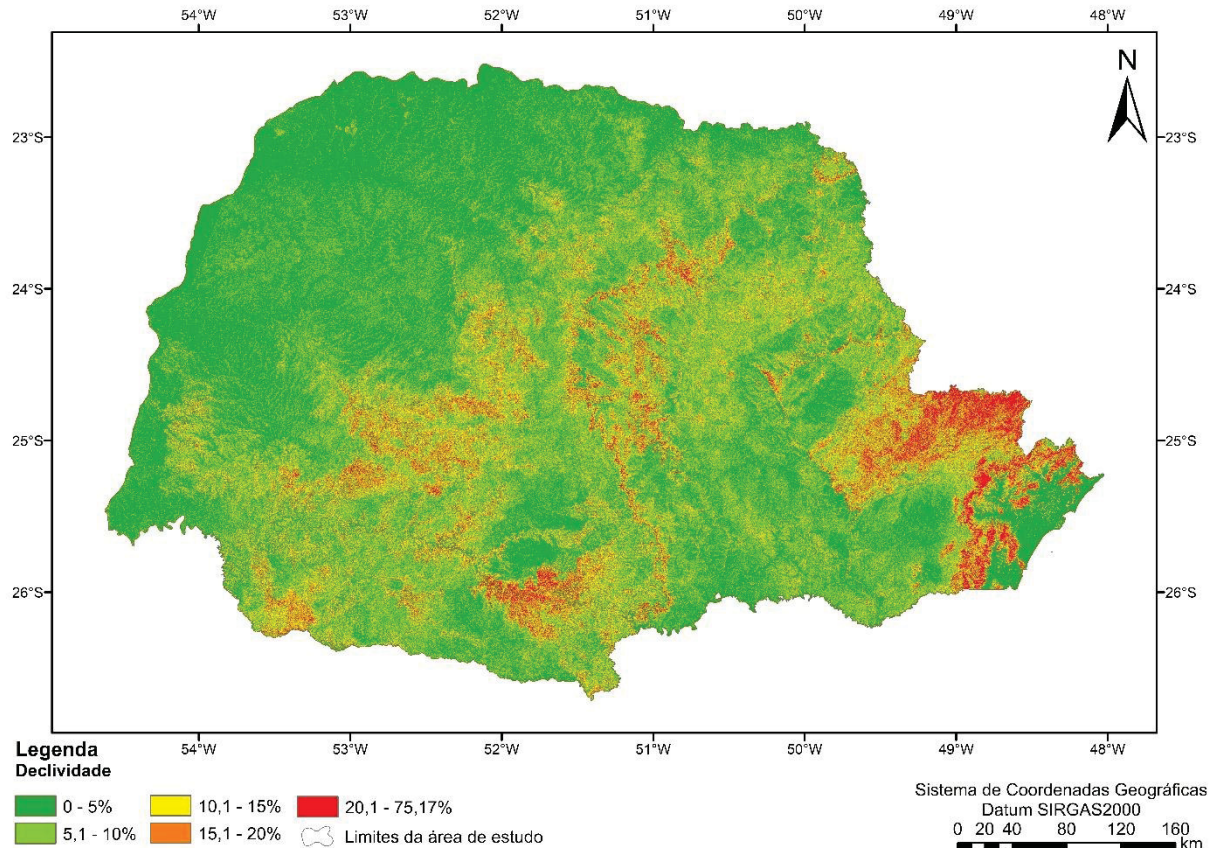
O relevo do estado do Paraná, segundo Maack (2017), é caracterizado por uma configuração geológica complexa que reflete a interação de processos geológicos, climáticos e de erosão ao longo do tempo. As Figuras 6 e 7 apresentam a altitude e a declividade com base nos dados obtidos do INPE (2023), respectivamente.

FIGURA 6 - DISTRIBUIÇÃO DA ALTITUDE DO ESTADO DO PARANÁ



FONTE: Maack (2017), elaborado pelo autor (2025).

FIGURA 7 - DISTRIBUIÇÃO DA DECLIVIDADE DO ESTADO DO PARANÁ



FONTE: INPE (2023), elaborado pelo autor (2025).

Predominam planaltos e planícies, cujas altitudes variam de 0 a 1.839 metros acima do nível do mar (INPE, 2023). O estado apresenta zonas naturais de paisagem bem definidas, estabelecidas por escarpas, vales de rios e divisores de água. A região geralmente mais alta é a centro-sul, ganhando destaque com a presença do Planalto da Serra do Mar e da Serra Geral, uma área com rochas e montanhas alta. A bacia do Paraná é nomeada como unidade de drenagem sendo os rios Paraná e Iguaçu fundamentais para a formação geológica da topografia do estado. A ideia é que, ao longo de milhões de anos, elementos como o solo foram erodidos pelo curso dos rios, enquanto os vales e os cursos foram formados (Maack, 2017).

Ainda de acordo com Maack (2017), o Paraná é subdividido em cinco grandes regiões naturais: o litoral, a serra do Mar, e os três planaltos (Curitiba, Ponta Grossa e o planalto de Trapp ou de Guaçu). As escarpas e cuestas formadas por camadas de sedimentos, como as escarpas devonianas e triássico-jurássicas, delineiam essas regiões e destacam a riqueza geológica e a diversidade de ecossistemas.

3.1.4 Características socioeconômicas

De acordo com Wachowicz (2016), a formação socioeconômica do Paraná apresenta-se como um complexo mosaico de influências culturais e econômicas, caracterizado por um processo de colonização regionalmente diversificado. Na porção litorânea e centro-sul, predominaram comunidades indígenas e colonizadores portugueses, com economia baseada na pecuária extensiva e extração da erva-mate, enquanto o norte e oeste experimentaram uma colonização marcada por intenso fluxo migratório europeu no século XX. Imigrantes italianos, alemães, poloneses e ucranianos introduziram técnicas agrícolas modernas, transformando a economia regional inicialmente centrada na produção de café e cereais e, posteriormente, desenvolvendo complexos agroindustriais.

Ainda de acordo com Wachowicz (2016), esse processo histórico resultou em significativas disparidades regionais, com o norte e oeste apresentando maior dinamismo econômico e tecnológico, em contraste com o Sul, que manteve características econômicas mais tradicionais e dependentes da pecuária. De acordo com o IPARDES (2025), atualmente o estado do Paraná constitui a quinta maior economia estadual do Brasil, com marcante perfil agroindustrial.

De acordo a Agência Estadual de Notícias (AEN, 2024a), no ano de 2023 o estado do Paraná ficou em primeiro lugar a nível nacional devido aos índices obtidos no ensino médio e fundamental, evidenciando um excelente desempenho educacional. No setor da saúde, o estado se destaca por bons índices de expectativa de vida e cobertura do Sistema Único de Saúde (AEN, 2024b).

3.2 COLETA E PROCESSAMENTO DOS DADOS

3.2.1 Base de dados IBGE

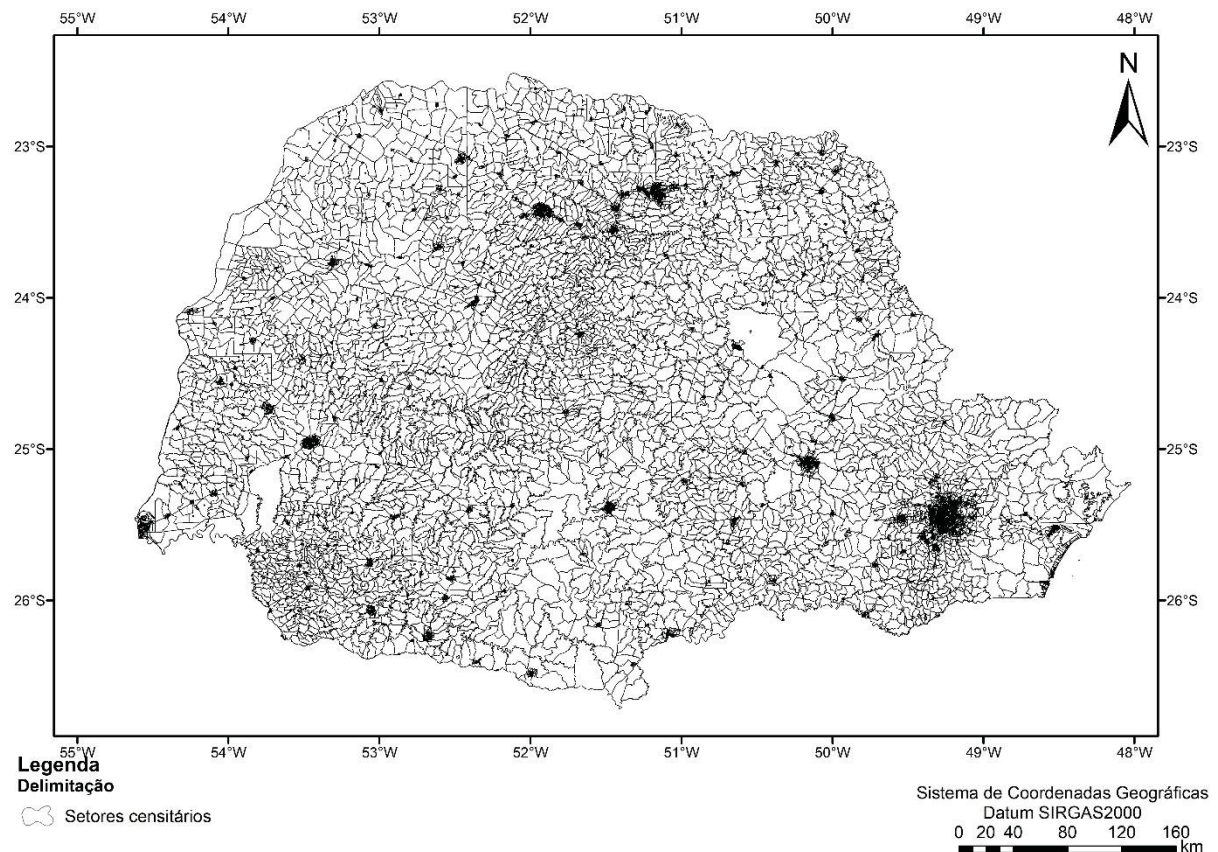
A delimitação do estado do Paraná foi realizada mediante os dados do IBGE do ano de 2021 e para a setorização da área de estudo, adotou-se a malha de setores censitários do censo de 2010 (IBGE, 2011), que totalizam 17.691 polígonos no estado do Paraná.

A quantidade de setores censitários supera consideravelmente os 399 polígonos relacionados aos municípios paranaenses e, com isso, uma resolução

espacial com maior detalhamento, possibilitando a realização de análises socioeconômicas e ambientais.

A Figura 8 apresenta a distribuição dos setores censitários na área de estudo de acordo com IBGE (2011).

FIGURA 8 - DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO EM SETORES CENSITÁRIOS



FONTE: IBGE (2011), elaborado pelo autor (2025).

3.2.2 Ocorrências de incêndios

Os dados de ocorrência de fogo foram obtidos por meio do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil - Fogo (MAPBIOMAS FOGO), coleção 2 (MAPBIOMAS, 2023b).

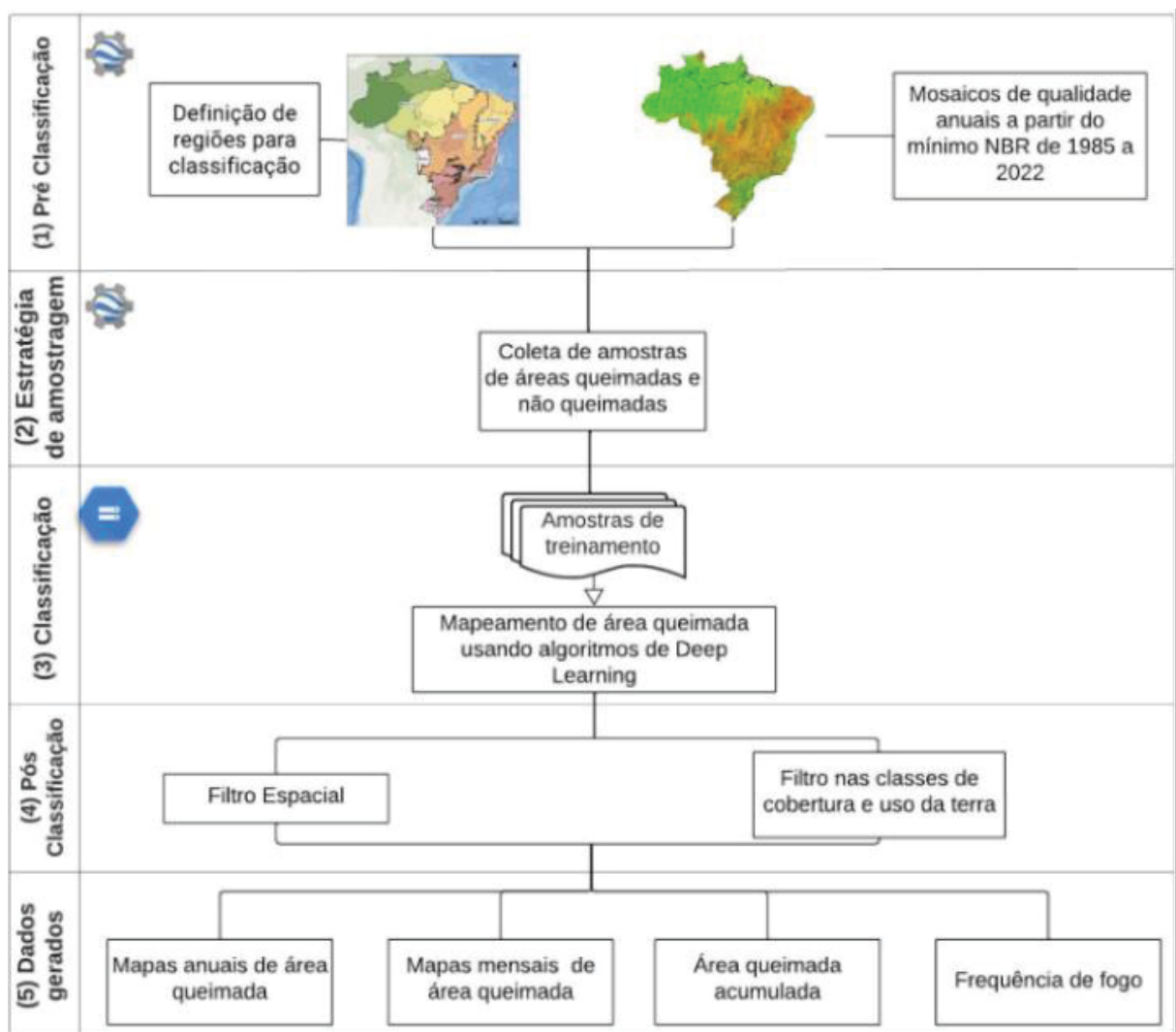
O projeto MapBiomas Fogo se baseia em mosaicos de refletância de superfície (SR) *United States Geological Survey* (USGS) Landsat Collection 2 (Tier 1), com resolução espacial de 30 metros, bem como em mosaico de imagens do satélite Landsat, com resolução espacial de 30 metros e resolução temporal de 16 dias. Para o período de 2000 a 2020, foram utilizadas imagens provenientes do satélite Landsat 5 (2000 a 2011), Landsat 7 (2000 a 2012) e Landsat 8 (2013 a 2020).

A partir da obtenção dos mosaicos, o projeto utiliza inteligência artificial por meio do uso de algoritmos de aprendizagem de máquina (*deep learning*) mediante informações oriundas de coleta de amostras em áreas queimadas e não queimadas, utilizadas para treino do algoritmo em cada região do Brasil. Ainda, é utilizado, mas de referência de áreas queimadas do produto MODIS, que apresenta 500 metros de resolução espacial, e de dados de focos de calor do INPE.

Após a classificação e a utilização de filtros na etapa de pós-classificação, são gerados quatro produtos: mapa anual de área queimada, mapa mensal de área queimada, área queimada acumulada e frequência de fogo.

A Figura 9 apresenta o resumo do processo de obtenção das cicatrizes de fogo pelo projeto MapBiomias Fogo.

FIGURA 9 - SÍNTESE DO PROCESSO DE OBTENÇÃO DAS CICATRIZES DE FOGO PELO PROJETO MAPBIOMAS FOGO

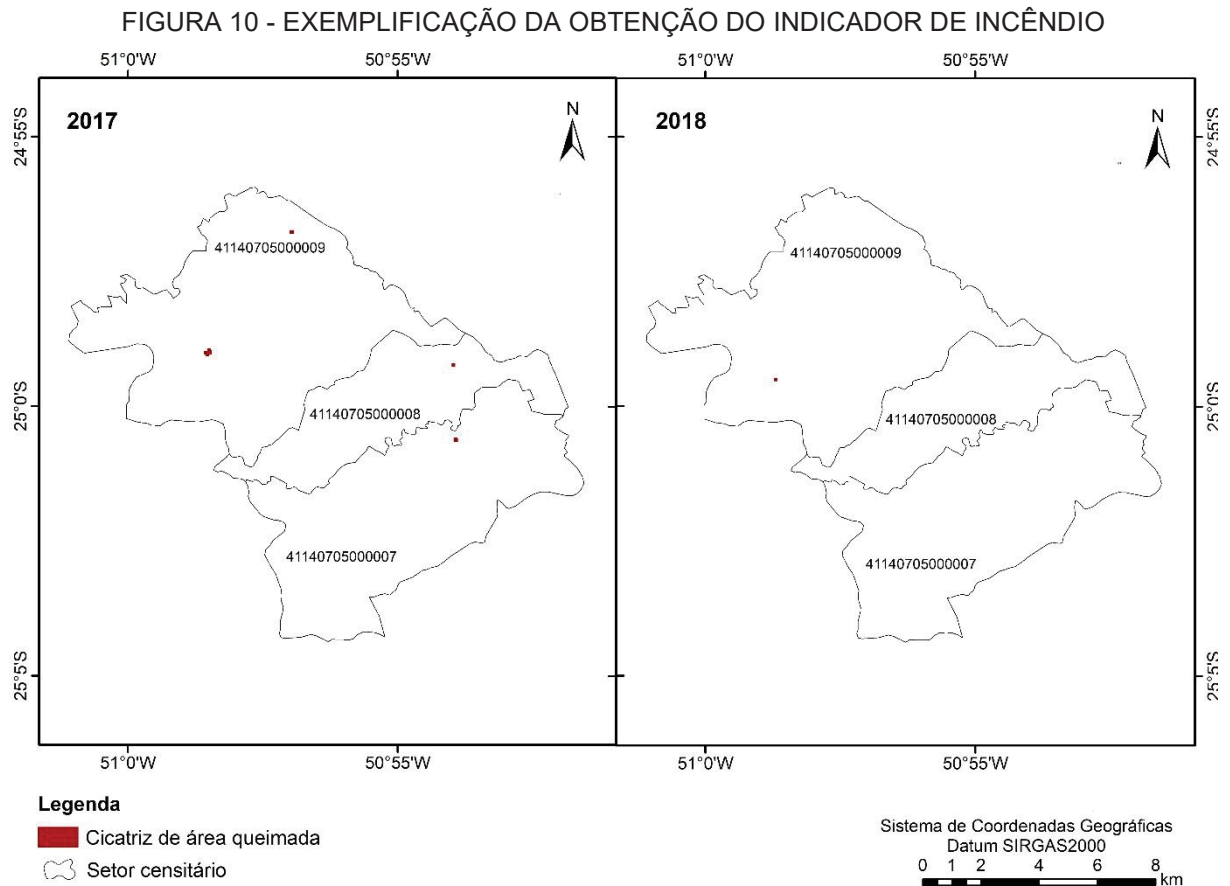


FONTE: MAPBIOMAS (2023b).

Os dados anuais de área queimada foram obtidos mediante extração de imagens no formato tif na plataforma do Google Engine, tendo como delimitação o estado do Paraná com posterior processamento da área queimada anual mediante utilização do software ArcGis (versão 10.5).

Realizou-se análise do impacto dos incêndios no estado do Paraná ao longo do período analisado, incluindo comparações com outros estados brasileiros, bem como a espacialização por mesorregiões estabelecidas pelo IBGE. Para essas comparações interestaduais, utilizaram-se dados extraídos da plataforma MAPBIOMAS Fogo (versão 3.0) (MAPBIOMAS, 2025).

Com a obtenção da área queimada anualmente em cada polígono, foi possível verificar a Densidade de Incêndio (DI) e o indicador de incêndio. A DI de cada ano foi obtida pela divisão da área queimada pela área total do setor censitário, já o indicador de incêndio de cada ano foi obtido com a indicação da presença ou ausência de área queimada no setor censitário. Na Figura 10 está apresentado exemplo de setores censitários com e sem presença de incêndio em dois anos distintos, com base nos setores censitários (IBGE, 2011) e cicatrizes de área queimada (MAPBIOMAS, 2023b).



FONTE: IBGE (2011), MAPBIOMAS (2023b), elaborado pelo autor (2025).

Na Figura 10 é exemplificado o caso em que no ano de 2017 os três setores censitários apresentaram indicação de incêndio, no entanto, no ano de 2018 apenas o setor localizado ao norte sob número 41140705000009 apresentou indicador de incêndio.

Com a obtenção do indicador de incêndio, foi possível estabelecer o quantitativo de setores censitários que apresentaram ao menos uma ocorrência de incêndio em cada ano do período analisado.

3.2.3 Fatores geomorfométricos

Os dados relacionados aos fatores geomorfométricos da área de interesse foram obtidos mediante o Modelo Digital de Elevação (MDE) disponibilizado pelo projeto Topodata (INPE, 2023).

Para a obtenção do conjunto de informações do estado do Paraná foram extraídas 23 quadrículas de imagens no formato tif. Após a extração, as imagens

foram agrupadas em mosaico mediante a utilização do *software* ArcGis (versão 10.5), por meio da função “mosaic to new raster”, gerando uma imagem consolidada englobando o estado do Paraná.

O processo de tratamento da imagem gerada se baseou na utilização da ferramenta “fill” para correção de imperfeições da imagem, com posterior definição do valor de altitude mínima como “0”, evitando assim possíveis erros no processamento dos dados mediante utilização futura de outras ferramentas.

Com a imagem tratada, foram obtidas as informações de altitude, orientação das encostas e declividade, sendo que para isso, foram utilizadas respectivamente as ferramentas “hillshade”, “aspect” e “slope”.

Os valores obtidos pelo processamento dos dados foram reclassificados mediante a ferramenta “reclassify” tendo como referência os valores de intervalo de classe utilizados nos estudos de Oliveira *et al.* (2004), Koproski *et al.* (2011), Kovalsyki *et al.* (2020) e Ferreira *et al.* (2024) entre outros, disponíveis nas Tabelas 1, 2 e 3.

TABELA 1 - RECLASSIFICAÇÃO DA DECLIVIDADE DO TERRENO

INCLINAÇÃO (%)	RECLASSIFICAÇÃO
Até 15	1
16 - 25	2
26 - 35	3
36 - 45	4
≥ 46	5

FONTE: O autor (2025) adaptado de Oliveira *et al.* (2004).

TABELA 2 - RECLASSIFICAÇÃO DA ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS

ÂNGULO DE ORIENTAÇÃO	EXPOSIÇÃO	RECLASSIFICAÇÃO
112,51° a 247,50°	SE / S / SW	1
67,51° a 112,50°	E	2
22,51° a 67,50°	NE	3
247,51° a 337,50°	NW / W	4
337,51° a 22,50°	N	5

FONTE: O autor (2025) adaptado de Oliveira *et al.* (2004).

TABELA 3 - RECLASSIFICAÇÃO DA ALTIMETRIA

CLASSE ALTIMÉTRICA (m)	RECLASSIFICAÇÃO
Até 600,00	5
600,01 - 900,00	4
900,01 - 1.200,00	3
1.200,01 - 1.500,00	2
Acima de 1.500,00	1

FONTE: O autor (2025) adaptado de Oliveira *et al.* (2004).

Após a obtenção dos aspectos geomorfométricos da área de estudo, foi utilizada a ferramenta “zonal histogram” do *software* QGIS (*Quantum Geographic Information System* - versão 3.22.7) para a contagem de pixels disponíveis em cada setor censitário de acordo com o valor reclassificado.

Após a extração da tabela de atributos, foi contabilizada em percentual a quantidade de pixels de cada classe disposta em cada um dos setores censitários e assim obtidos os índices de altimetria, declividade do terreno e de orientação das encostas, conforme demonstrados pelas fórmulas a seguir:

$$\text{ÍNDICE DE ALTIMETRIA} = \frac{(DEM\ 1 \times 1 + DEM\ 2 \times 2 + DEM\ 3 \times 3 + DEM\ 4 \times 4 + DEM\ 5 \times 5)}{100}$$

Onde:

DEM 1 = Percentual de pixels de altimetria de classe 1

DEM 2 = Percentual de pixels de altimetria de classe 2

DEM 3 = Percentual de pixels de altimetria de classe 3

DEM 4 = Percentual de pixels de altimetria de classe 4

DEM 5 = Percentual de pixels de altimetria de classe 5

ÍNDICE DE DECLIVIDADE DO TERRENO

$$= \frac{(DEM\ 1 \times 1 + DEM\ 2 \times 2 + DEM\ 3 \times 3 + DEM\ 4 \times 4 + DEM\ 5 \times 5)}{100}$$

Onde:

SLP 1 = Percentual de pixels de declividade do terreno da classe 1

SLP 2 = Percentual de pixels de declividade do terreno da classe 2

SLP 3 = Percentual de pixels de declividade do terreno da classe 3

SLP 4 = Percentual de pixels de declividade do terreno da classe 4

SLP 5 = Percentual de pixels de declividade do terreno da classe 5

ÍNDICE DE ORIENTAÇÃO DAS ENCOSTAS

$$= \frac{(ASP\ 1 \times 1 + ASP\ 2 \times 2 + ASP\ 3 \times 3 + ASP\ 4 \times 4 + ASP\ 5 \times 5)}{100}$$

Onde:

ASP 1 = Percentual de pixels de orientação das encostas de classe 1

ASP 2 = Percentual de pixels de orientação das encostas de classe 2

ASP 3 = Percentual de pixels de orientação das encostas de classe 3

ASP 4 = Percentual de pixels de orientação das encostas de classe 4

ASP 5 = Percentual de pixels de orientação das encostas de classe 5

Com o intuito de utilizar características geomorfométricas para agrupar setores censitários, e considerando que o uso de três variáveis do mesmo tema triplicaria o peso desse fator, empregou-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) tendo como base o estudo de Eugenio *et al.* (2016) (Tabela 4) para reclassificar os valores obtidos em cada variável, gerando um valor único para as características geomorfométricas, denominado índice geomorfométrico.

TABELA 4 - VALORES OBTIDOS MEDIANTE APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

VARIÁVEL	PESO
Altimetria	0,09
Declividade do terreno	0,69
Orientação das encostas	0,22

FONTE: O autor (2025).

A fórmula utilizada para obtenção do índice geomorfométrico de cada setor censitário foi a seguinte:

$$\text{ÍNDICE GEOMORFOMÉTRICO} = IA \times 0,09 + IOE \times 0,22 + IDT \times 0,69$$

Onde:

IA = Índice de altimetria

IOE = Índice de orientação das encostas

IDT = Índice de declividade do terreno

3.2.4 Fatores de uso e cobertura do solo

A obtenção dos dados relacionados ao uso e ocupação do solo se deu por meio das informações disponibilizadas pelo Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MAPBIOMAS, 2023a), que utiliza imagens provenientes do satélite Landsat. Foram extraídas imagens no formato tif mediante a plataforma do Google Earth Engine, coleção 7.0, tendo como delimitação o estado do Paraná, para os 21 anos do período analisado (2000 a 2020).

Para possibilitar a realização de agrupamentos de classes de uso e cobertura do solo com características de material combustível semelhantes, procedeu-se à reclassificação das categorias originais disponibilizadas pelo MAPBIOMAS. Essa reclassificação baseou-se em uma revisão de estudos precedentes que já haviam estabelecido critérios para a categorização de classes voltadas à análise de perigo de incêndios florestais, como os trabalhos de Oliveira *et al.* (2004), Koproski *et al.* (2011), Kovalsyki *et al.* (2020) e Ferreira *et al.* (2024).

Com a utilização do software ArcGis (versão 10.8), a reclassificação foi realizada seguindo os critérios estabelecidos por esses autores. Quando necessário, foram realizadas adaptações pontuais para adequação às características específicas da área de estudo.

A Tabela 5 apresenta a reclassificação utilizada objetivando posterior agrupamento entre os setores censitários.

TABELA 5 - RECLASSIFICAÇÃO DO USO E COBERTURA DO SOLO

CLASSE MAPBIOMAS (7.0)	USO E COBERTURA DO SOLO	RECLASSIFICAÇÃO
5.1	Rio, lago e oceano	0
5.2	Aquicultura	
6	Não observado	
1.3	Mangue	1
2.3	Apicum	
2.4	Afloramento rochoso	
2.5	Restinga herbácea	
2.6	Outras formações não florestais	
4.1	Praia, duna e areal	
4.2	Área urbanizada	
4.3	Mineração	
4.4	Outras áreas não vegetadas	
1.4	Restinga arborizada	2
2.1	Campo alagado e área pantanosa	
1.1	Formação florestal	3
3.2.1.1	Soja	
3.2.1.2	Cana	
3.2.1.3	Arroz	
3.2.2.1	Café	
3.2.2.2	Citrus	
3.2.1.5	Outras lavouras temporárias	
3.2.1.3	Outras lavouras perenes	
3.4	Mosaico de usos	4
1.2	Formação savânica	
3.1	Pastagem	5
2.2	Formação campestre	
3.3	Silvicultura	

FONTE: O autor (2025) modificado de Oliveira *et al.* (2004), Koproski *et al.* (2011), Kovalsyki *et al.* (2020) e Ferreira *et al.* (2024).

Os valores utilizados para reclassificação levaram em consideração as limitações de resoluções espaciais de imagens de satélite, podendo ser citado como exemplo as áreas classificadas como “outras áreas não vegetadas” que apesar de constar a referida classificação, podem apresentar áreas vegetadas não detectadas pelas imagens de satélite em seu interior, por isso atribuiu-se o valor 1 na reclassificação.

O processo de contagem de pixels disponíveis em cada setor censitário de acordo com a reclassificação do uso e cobertura do solo da área de estudo foi realizado utilizando a ferramenta "zonal histogram" disponível no *software* QGIS

(versão 3.22.7). Para tal, foi extraída a tabela de atributos e contabilizada em percentual a quantidade de pixels de cada classe presente em cada setor censitário.

Na sequência foi obtido o índice de uso e cobertura do solo, que se trata de um valor único relativo à média ponderada para cada setor censitário mediante a seguinte fórmula:

$$\begin{aligned} & \text{ÍNDICE DE USO E COBERTURA DO SOLO ANUAL} \\ &= \frac{(UCS\ 1 \times 1 + UCS\ 2 \times 2 + UCS\ 3 \times 3 + UCS\ 4 \times 4 + UCS\ 5 \times 5)}{100} \end{aligned}$$

Onde:

UCS 1 = Percentual de pixels de classificação e uso do solo da classe 1

UCS 2 = Percentual de pixels de classificação e uso do solo da classe 2

UCS 3 = Percentual de pixels de classificação e uso do solo da classe 3

UCS 4 = Percentual de pixels de classificação e uso do solo da classe 4

UCS 5 = Percentual de pixels de classificação e uso do solo da classe 5

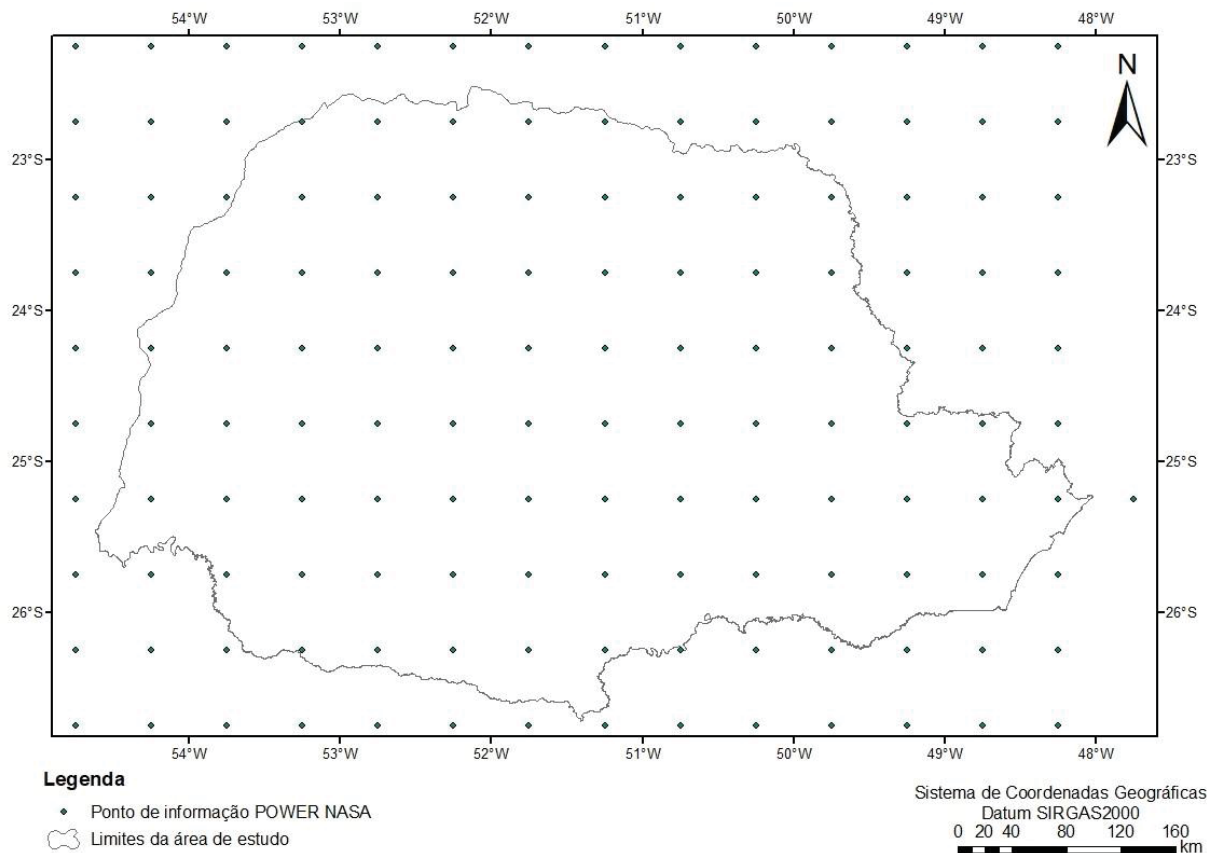
A espacialização dos resultados apesar de ter sido realizada anualmente, será apresentada no item 4.2.2 considerando os anos de 2005, 2010, 2015 e 2020 objetivando otimizar a visualização das alterações ao longo do período analisado.

3.2.5 Fatores meteorológicos

As informações relacionadas aos dados meteorológicos foram obtidas do projeto de Previsão de Recursos Energéticos Mundiais (*Prediction Of Worldwide Energy Resource - POWER*) da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Tais dados foram obtidos a partir de observações de satélite e modelos de assimilação, como o MERRA-2, proporcionando estimativas confiáveis de parâmetros solares e meteorológicos.

A área de interesse foi delimitada de forma a abranger a área de estudo, contemplando 141 pontos de informações meteorológicas distantes entre si a cada 0,5° de latitude x 0,625° de longitude mediante dados obtidos da NASA (2024), conforme ilustrado na Figura 11.

FIGURA 11 - PONTOS DE INFORMAÇÕES METEOROLÓGICAS DISTRIBUIDOS NA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: NASA (2024), elaborado pelo autor (2025).

Foram obtidas as médias mensais no período de 2000 a 2020 da umidade relativa do ar, temperatura média e temperatura máxima. Para a variável precipitação, foram obtidos os valores diários no período analisado.

Considerando estudos realizados como de Ferreira (2021), onde verificou-se que a quantidade de dias sem chuva apresentou maior influência do que a quantidade de precipitação, os dias sem chuva também foram considerados, sendo definidos quando a precipitação pluviométrica foi inferior a 1 mm, método também empregado por Minuzzi *et al.* (2007), Tetto *et al.* (2010), Tetto, Batista e Soares (2012) e Ferreira (2021).

Posteriormente, mediante utilização do software ArcGis (versão 10.8) foram plotados cada ponto latitudinal e longitudinal com os valores das variáveis analisadas. Com isso, foi aplicado a Ponderação pelo Inverso da Distância (*Inverse Distance Weighting* - IDW) que se baseia em uma técnica de interpolação espacial amplamente utilizada em análise espacial e geoprocessamento. O IDW, conforme Isaaks e Srivastava (1989), trata-se de uma técnica de interpolação espacial que atribui maior

influência aos pontos mais próximos na estimativa de valores desconhecidos. Nesta abordagem, os pesos aplicados a cada ponto amostral são inversamente proporcionais à distância entre os pontos conhecidos e o ponto de interesse, de forma que os valores mais próximos contribuem de maneira mais significativa para a estimativa final.

Após a obtenção da interpolação espacial para cada ano do período analisado, foi realizada uma análise da amplitude total dos valores. Com base nisso, procedeu-se à reclassificação por meio do estabelecimento manual de 10 classes equidistantes objetivando minimizar a variabilidade em comparação à utilização de cinco classes. As classes foram estabelecidas de acordo com a maior ou menor relação com a ocorrência de incêndios florestais conforme literatura aplicada (Fimia, 2000; Heikkilä; Grönqvist; Jurvélius, 2010; Soares; Batista; Tetto, 2017).

O processo de contagem de pixels disponíveis em cada setor censitário, conforme a reclassificação dos fatores meteorológicos, foi conduzido por meio da ferramenta "zonal histogram" disponível no software QGIS (versão 3.22.7). Para realizar essa análise, a tabela de atributos foi extraída e a quantidade de pixels de cada classe presente em cada setor censitário foi contabilizada em percentual.

As fórmulas abaixo demonstram a obtenção dos índices relacionados aos fatores meteorológicos:

ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO ANUAL

$$= \frac{(PREC\ 1 \times 1 + PREC\ 2 \times 2 + PREC\ 3 \times 3 + PREC\ 4 \times 4 + PREC\ 5 \times 5 + PREC\ 6 \times 6 + PREC\ 7 \times 7 + PREC\ 8 \times 8 + PREC\ 9 \times 9 + PREC\ 10 \times 10)}{100}$$

Onde:

PREC 1 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 1

PREC 2 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 2

PREC 3 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 3

PREC 4 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 4

PREC 5 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 5

PREC 6 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 6

PREC 7 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 7

PREC 8 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 8

PREC 9 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 9

PREC 10 = Percentual de pixels de precipitação total de classe 10

ÍNDICE DE DIAS SEM CHUVA ANUAL

$$= \frac{(DSCH\ 1 \times 1 + DSCH\ 2 \times 2 + DSCH\ 3 \times 3 + DSCH\ 4 \times 4 + DSCH\ 5 \times 5 + DSCH\ 6 \times 6 + DSCH\ 7 \times 7 + DSCH\ 8 \times 8 + DSCH\ 9 \times 9 + DSCH\ 10 \times 10)}{100}$$

Onde:

DSCH 1 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 1

DSCH 2 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 2

DSCH 3 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 3

DSCH 4 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 4

DSCH 5 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 5

DSCH 6 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 6

DSCH 7 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 7

DSCH 8 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 8

DSCH 9 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 9

DSCH 10 = Percentual de pixels de dias sem chuva de classe 10

ÍNDICE DE UMIDADE RELATIVA ANUAL

$$= \frac{(UMID\ 1 \times 1 + UMID\ 2 \times 2 + UMID\ 3 \times 3 + UMID\ 4 \times 4 + UMID\ 5 \times 5 + UMID\ 6 \times 6 + UMID\ 7 \times 7 + UMID\ 8 \times 8 + UMID\ 9 \times 9 + UMID\ 10 \times 10)}{100}$$

Onde:

UMID 1 = Percentual de pixels de umidade de classe 1

UMID 2 = Percentual de pixels de umidade de classe 2

UMID 3 = Percentual de pixels de umidade de classe 3

UMID 4 = Percentual de pixels de umidade de classe 4

UMID 5 = Percentual de pixels de umidade de classe 5

UMID 6 = Percentual de pixels de umidade de classe 6

UMID 7 = Percentual de pixels de umidade de classe 7

UMID 8 = Percentual de pixels de umidade de classe 8

UMID 9 = Percentual de pixels de umidade de classe 9

UMID 10 = Percentual de pixels de umidade de classe 10

ÍNDICE DE TEMPERATURA MÉDIA ANUAL

$$= \frac{\left(\begin{array}{l} TEMP\ 1 \times 1 + TEMP\ 2 \times 2 + TEMP\ 3 \times 3 + TEMP\ 4 \times 4 + \\ TEMP\ 5 \times 5 + TEMP\ 6 \times 6 + TEMP\ 7 \times 7 + TEMP\ 8 \times 8 + \\ TEMP\ 9 \times 9 + TEMP\ 10 \times 10 \end{array} \right)}{100}$$

Onde:

TEMP 1 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 1

TEMP 2 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 2

TEMP 3 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 3

TEMP 4 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 4

TEMP 5 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 5

TEMP 6 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 6

TEMP 7 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 7

TEMP 8 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 8

TEMP 9 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 9

TEMP 10 = Percentual de pixels de temperatura média de classe 10

ÍNDICE DE TEMPERATURA MÁXIMA ANUAL

$$= \frac{\left(\begin{array}{l} TEMPMAX\ 1 \times 1 + TEMPMAX\ 2 \times 2 + TEMPMAX\ 3 \times 3 + TEMPMAX\ 4 \times 4 + \\ TEMPMAX\ 5 \times 5 + TEMPMAX\ 6 \times 6 + TEMPMAX\ 7 \times 7 + TEMPMAX\ 8 \times 8 + \\ TEMPMAX\ 9 \times 9 + TEMPMAX\ 10 \times 10 \end{array} \right)}{100}$$

Onde:

TEMPMAX 1 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 1

TEMPMAX 2 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 2

TEMPMAX 3 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 3

TEMPMAX 4 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 4

TEMPMAX 5 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 5

TEMPMAX 6 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 6

TEMPMAX 7 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 7

TEMPMAX 8 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 8

TEMPMAX 9 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 9

TEMPMAX 10 = Percentual de pixels de temperatura máxima de classe 10

A espacialização dos resultados apesar de ter sido realizada anualmente, será apresentada no item 4.2.3 considerando intervalos de cinco e seis anos, objetivando otimizar a visualização das alterações ao longo do período analisado.

3.2.5.1 Fator com influência meteorológica

Com a obtenção de informações meteorológicas, foi possível averiguar a estimativa de umidade de material combustível conforme proposto por Simard (1968) e utilizado por diferentes estudos como Batista *et al.* (2014) e Oliveira *et al.* (2004), que consiste na seguinte equação quando a umidade é superior a 50:

$$E = 21,06 - 0,4944 \times H + 0,005565 \times H^2 - 0,00063 \times H \times T \quad (H > 50)$$

Onde:

E = Umidade do material combustível, em porcentagem

H = Umidade relativa do ar, em porcentagem

T = Temperatura do ar, em °C

Com isso, tanto para a umidade relativa do ar quanto para a temperatura do ar, foram utilizados os valores do centro de cada uma das 10 classes obtidas pelo método descrito no item 3.2.4.

3.2.6 Fatores socioeconômicos

As informações relacionadas às características sociais foram obtidas por meio do resultado do universo do censo de 2000 (IBGE, 2002), censo de 2010 (IBGE, 2011), censo de 2022 (IBGE, 2024) e do Índice IPARDES de Desempenho Municipal (IPDM - IPARDES, 2024).

As variáveis socioeconômicas utilizadas na pesquisa para os anos do período analisado foram:

- Índice Ipardes de Desempenho Municipal dimensão renda (IPDM-Renda): índice que contempla informações de remuneração média; emprego formal; e produção agropecuária.
- Índice Ipardes de Desempenho Municipal dimensão educação (IPDM-Educação): índice que contempla informações relacionadas a indicadores do ensino infantil, fundamental e médio.
- Índice Ipardes de Desempenho Municipal dimensão saúde (IPDM-Saúde): índice que contempla informações relacionadas a indicadores relacionados ao percentual de mais de seis consultas pré-natais por nascido vivo; percentual de óbitos por

causas mal definidas; e percentual de óbitos de menores de cinco anos por causas evitáveis por nascidos vivos.

- Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado (LC%): Esse percentual reflete a cobertura do serviço de coleta de resíduos sólidos em relação ao total de domicílios, e é um indicador importante para avaliar a eficiência e a abrangência da gestão de resíduos urbanos.
- Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade (LQ%): Esse percentual indica a proporção de residências (domicílios particulares permanentes) em uma área onde os moradores queimam seus resíduos sólidos dentro da propriedade devido à ausência ou deficiência de serviços formais de coleta de lixo, e é um indicador importante sobre práticas potencialmente prejudiciais ao meio ambiente, que pode resultar em poluição do ar, danos à saúde pública e dar início a incêndios florestais.

Devido a diferença de delimitação de setores censitários, somente os dados do censo de 2010 puderam também ser adotados para cada setor censitário delimitados na área de estudo. Os demais dados utilizados se basearam na limitação territorial do município em que o setor censitário está inserido.

Esta abordagem amparou-se nos resultados obtidos por Chou, Minnich e Chase (1993), que constataram que as características da vizinhança apresentam influência na propagação dos incêndios, qual denominaram “efeitos da vizinhança”.

A Tabela 6 apresenta os dados utilizados para cada ano analisado.

TABELA 6 - VARIÁVEIS OBTIDAS PARA AVALIAÇÃO DOS FATORES SOCIOECONÔMICOS

ANO	LC% - Municipal	LQ% - Municipal	LC% - Setor	LQ% - Setor	IPDM- Renda	IPDM- Educação	IPDM- Saúde
2000	IBGE 2000	IBGE 2000	-	-	-	-	-
2001	IBGE 2000	IBGE 2000	-	-	-	-	-
2002	IBGE 2000	IBGE 2000	-	-	IPDM (2002)	IPDM (2002)	IPDM (2002)
2003	IBGE 2000	IBGE 2000	-	-	-	-	-
2004	IBGE 2000	IBGE 2000	-	-	-	-	-
2005	IBGE 2000	IBGE 2000	-	-	IPDM (2005)	IPDM (2005)	IPDM (2005)
2006	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	-	-	-
2007	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2007)	IPDM (2007)	IPDM (2007)
2008	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2008)	IPDM (2008)	IPDM (2008)
2009	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2009)	IPDM (2009)	IPDM (2009)
2010	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2010)	IPDM (2010)	IPDM (2010)
2011	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2011)	IPDM (2011)	IPDM (2011)
2012	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2012)	IPDM (2012)	IPDM (2012)
2013	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2013)	IPDM (2013)	IPDM (2013)
2014	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2014)	IPDM (2014)	IPDM (2014)
2015	IBGE 2010	IBGE 2010	IBGE 2010*	IBGE 2010*	IPDM (2015)	IPDM (2015)	IPDM (2015)
2016	IBGE 2022	IBGE 2022	-	-	IPDM (2016)	IPDM (2016)	IPDM (2016)
2017	IBGE 2022	IBGE 2022	-	-	IPDM (2017)	IPDM (2017)	IPDM (2017)
2018	IBGE 2022	IBGE 2022	-	-	IPDM (2018)	IPDM (2018)	IPDM (2018)
2019	IBGE 2022	IBGE 2022	-	-	IPDM (2019)	IPDM (2019)	IPDM (2019)
2020	IBGE 2022	IBGE 2022	-	-	IPDM (2020)	IPDM (2020)	IPDM (2020)

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: * Dados obtidos para o município e especificamente para o setor censitário; LC% - Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade; IPDM - Índice IPARDES de Desenvolvimento Municipal.

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICA

3.3.1 Variáveis ambientais e de incêndios florestais

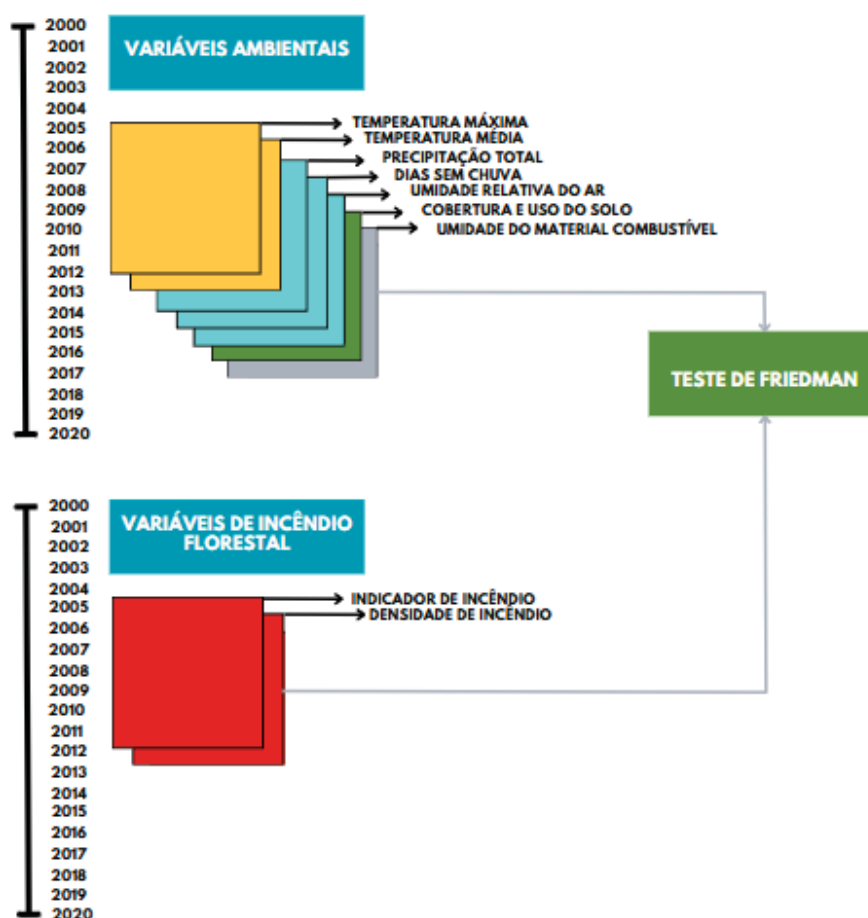
Inicialmente, a normalidade das variáveis numéricas foi avaliada utilizando o teste de Kolmogorov-Smirnov, devido a extensão do conjunto de dados. Este teste é uma medida estatística que verifica se uma amostra de dados provém de uma distribuição normal, orientando a escolha dos testes estatísticos empregados no estudo: se os dados forem normais, aplicam-se testes paramétricos, que permitem inferências mais precisas; caso contrário, utilizam-se testes não paramétricos, robustos a distribuições assimétricas ou com outliers (Field, 2013).

Autores como Gravetter e Wallnau (2017) e Field (2013) mencionam que, para amostras com mais de 30 observações, os testes de normalidade podem ser dispensados. No entanto, ao analisar graficamente, observou-se uma diminuição abrupta nos valores de frequência, justificando a realização do teste.

Para averiguar se ao longo do período analisado (2000 a 2020) há diferença no comportamento das variáveis de umidade relativa do ar, temperatura média, temperatura máxima, precipitação total, dias sem chuva, uso e cobertura do solo, indicador e densidade de incêndios, aplicou-se o teste de Friedman (Figura 12), uma técnica não paramétrica utilizada para comparar medidas repetidas em múltiplos grupos (Field, 2013).

O objetivo desta análise foi verificar se as variáveis se alteraram ao longo do tempo. Quando há diferenças significativas, não se pode tratar todo o período como homogêneo, sendo necessário considerar cada ano do período analisado como independente nas análises.

FIGURA 12 - ANÁLISE ANUAL DE POSSÍVEIS DIFERENÇAS SIGNIFICATIVAS PARA OS RESULTADOS OBTIDOS POR CADA VARIÁVEL AMBIENTAL E DE INCÊNDIO FLORESTAL



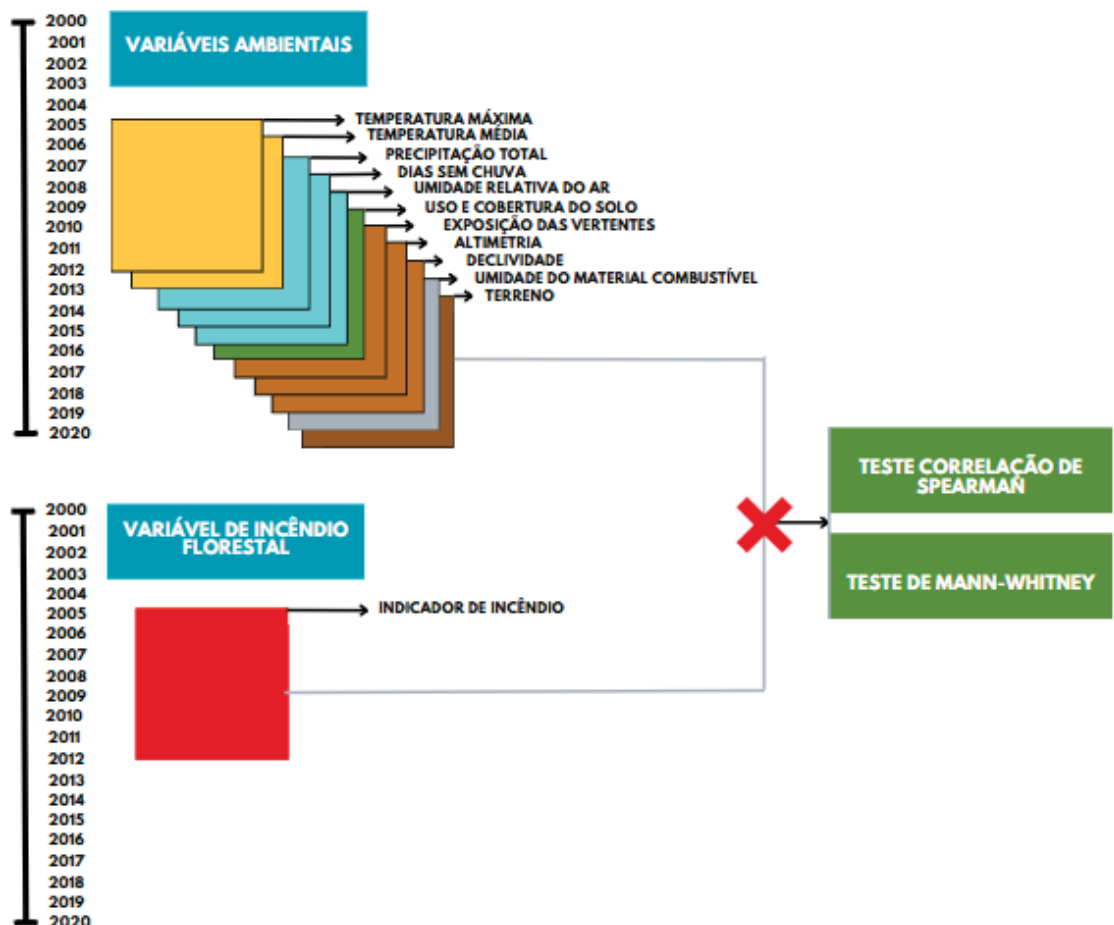
FONTE: O autor (2025).

Antes de proceder à análise de similaridade entre os setores censitários, as variáveis foram correlacionadas mediante o teste de Spearman com o indicador de incêndios em cada ano, bem como foi aplicado o teste de Mann-Whitney relacionando cada variável ambiental com a ocorrência ou não ocorrência de incêndio, anualmente (Figura 13). Esta etapa é necessária para identificar quais variáveis exercem maior influência na ocorrência dos incêndios florestais na área de estudo.

O teste de Spearman é uma medida de associação entre duas variáveis e mede a força e a direção da relação destas, com base na ordem dos valores (ranking), e não nos valores em si (Siegel; Castellan Jr., 2006; Rodríguez-Salazar; Hálvares-Hernández; Bravo-Nuñez, 2001).

O teste de Mann-Whitney é utilizado para testar se duas amostras independentes foram retiradas de populações com médias iguais em alternativa à execução do teste T devido a não exigência de hipótese sobre distribuições populacionais e suas variâncias (Martins, 2005).

FIGURA 13 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS RELAÇÕES DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS COM INDICADOR DE INCÊNDIOS FLORESTAIS



FONTE: O autor (2025).

3.3.2 Análise de agrupamento

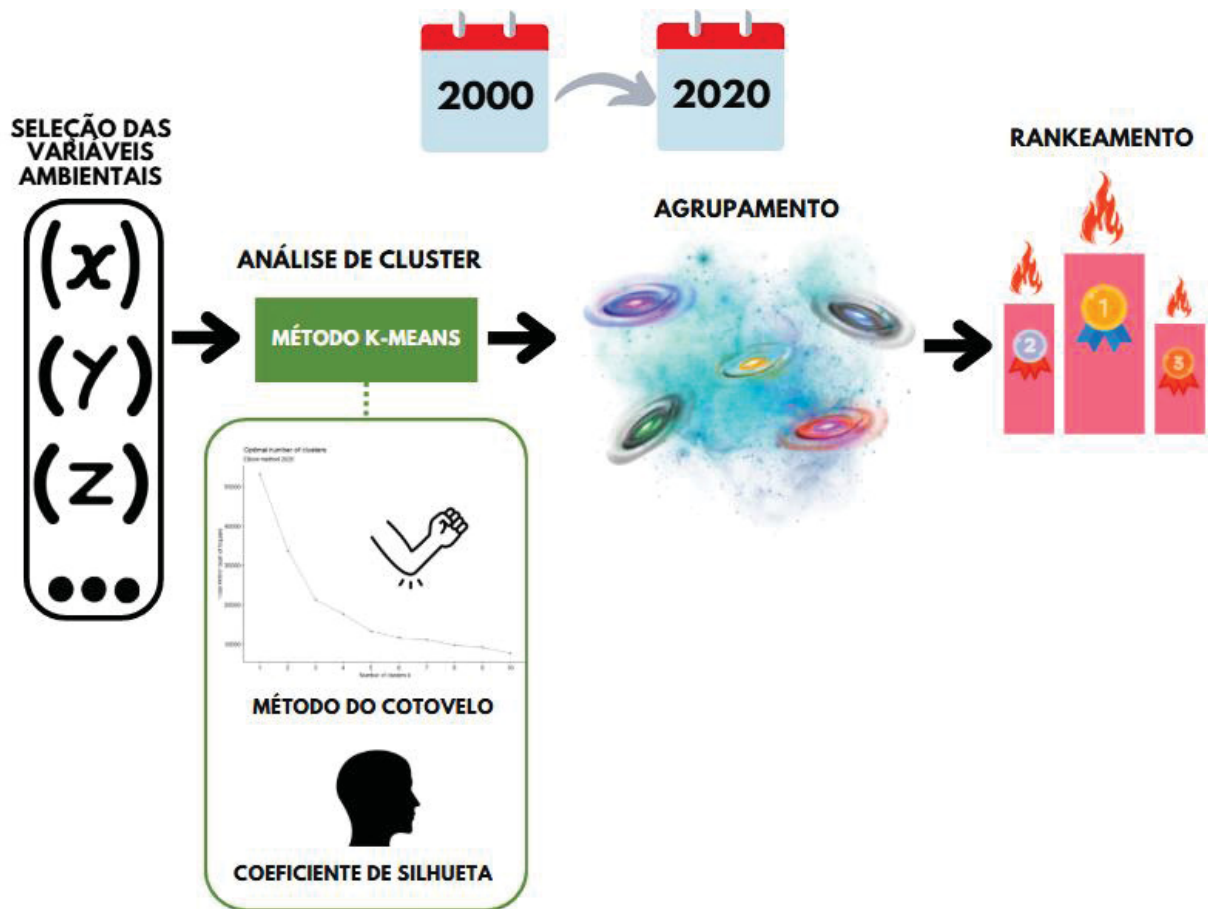
Após obtenção das variáveis ambientais que apresentam evidências de relação com a ocorrência de incêndios florestais, para cada ano do período analisado foi aplicado a análise de cluster mediante aplicação do método de K-means com as variáveis selecionadas. O teste de K-means se baseia na análise de agrupamento, onde o objetivo é particionar um conjunto de dados em k grupos distintos, minimizando a variabilidade dentro dos grupos e maximizando a variabilidade entre eles (Bussab; Miazaki; Andrade, 1990, Macqueen, 1967). Essa técnica é amplamente utilizada para identificar padrões e segmentar dados em diferentes categorias, facilitando a interpretação dos resultados e de acordo com Bussab, Miazaki e Andrade (1990) é a mais utilizada quando se tem muitos objetos.

Para a aplicação do teste de agrupamento, realizou-se previamente a padronização das variáveis e adotou-se a distância Euclidiana. A escolha do número de grupos baseou-se na aplicação “elbow method” ou método de cotovelo e pelo coeficiente de silhueta, conforme proposto por Rousseeuw (1987).

Com os setores agrupados, foram selecionados, em ordem decrescente, os grupos de cada ano que apresentaram maior frequência de indicador de incêndios para a realização de análise de relações com os fatores socioeconômicos.

Na Figura 14 está apresentado o resumo do fluxograma do procedimento adotado para a realização do agrupamento.

FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DO PROCEDIMENTO ADOTADO PARA A REALIZAÇÃO DO AGRUPAMENTO



FONTE: O autor (2025).

3.3.3 Relação dos incêndios e dos fatores socioeconômicos

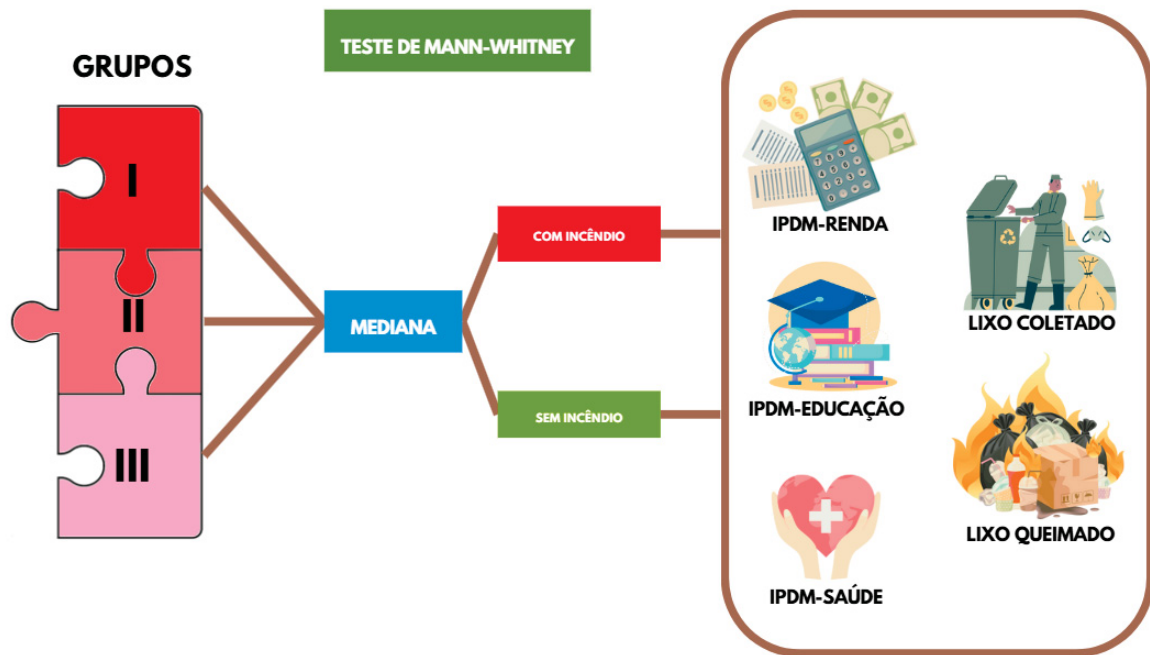
A análise de relação com os fatores socioeconômicos se deu mediante aplicação do teste de Mann-Whitney entre o indicador de incêndio e as variáveis de fatores socioeconômicos de cada ano descritas no item 3.2.6.

O objetivo foi averiguar diferenças significativas entre as medianas dessas variáveis, comparando dois subgrupos dentro de cada agrupamento: o subgrupo dos setores censitários que não apresentaram ocorrência de incêndio florestal no ano analisado e o subgrupo dos setores censitários que apresentaram a ocorrência de incêndio florestal, denominados no decorrer do trabalho como “sem incêndio” e “com incêndio”. As variáveis que não apresentaram diferenças significativas foram consideradas como não associadas à ocorrência de incêndios.

Adicionalmente, aplicou-se o teste especificamente para os setores censitários classificados como “rural” pelo IBGE, considerando que suas áreas

diferem dos setores classificados “urbanos” e com isso aumenta a possibilidade de presença de indicador de incêndios nestes setores. A Figura 15 ilustra os procedimentos adotados.

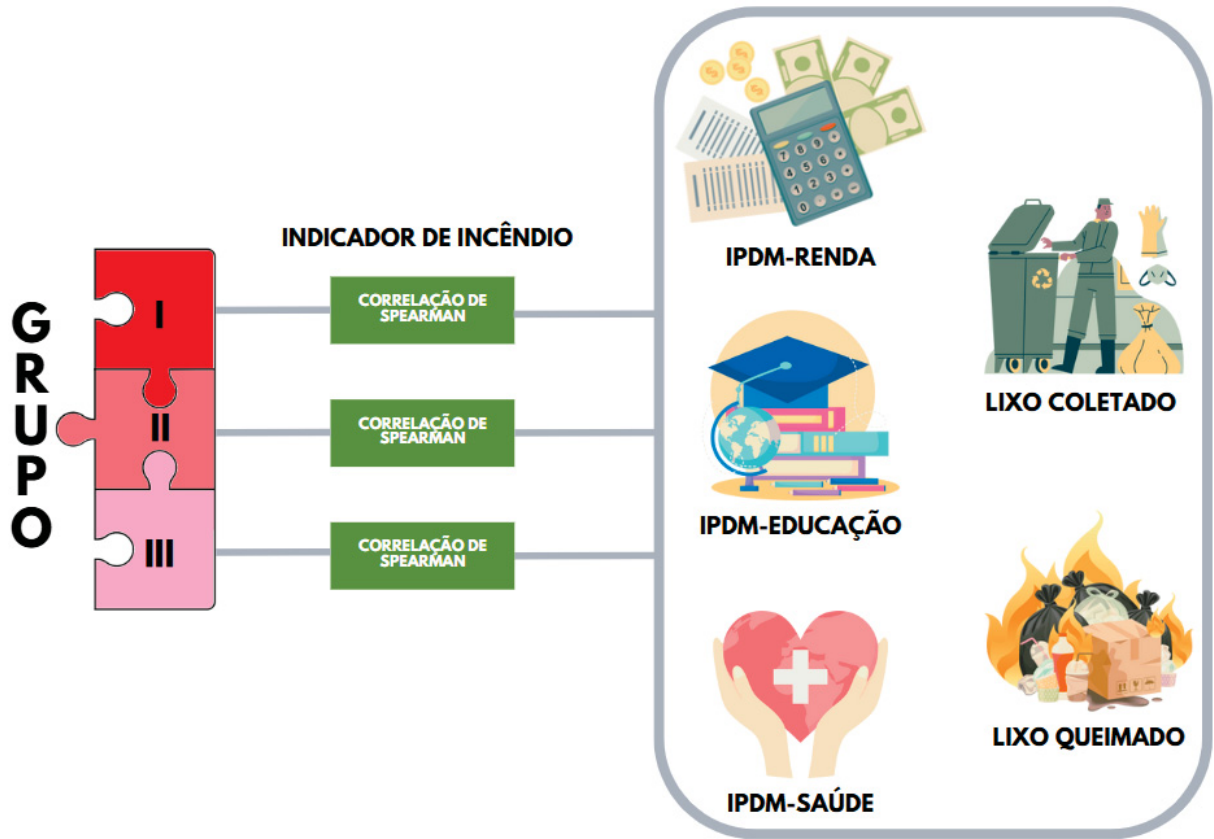
FIGURA 15 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS RELAÇÕES DOS INDICADORES DE INCÊNDIOS DOS AGRUPAMENTOS OBTIDOS COM OS FATORES SOCIOECONÔMICOS (TESTE DE MANN-WHITNEY)



FONTE: O autor (2025).

Posteriormente foi aplicado o teste de Spearman objetivando analisar em cada ano a existência de correlação entre os indicadores de incêndio e as variáveis relacionadas ao fator social. A Figura 16 ilustra os procedimentos adotados.

FIGURA 16 - ANÁLISE DE POSSÍVEIS RELAÇÕES DOS INDICADORES DE INCÊNDIOS DOS AGRUPAMENTOS OBTIDOS COM OS FATORES SOCIOECONÔMICOS (CORRELAÇÃO DE SPEARMAN)



FONTE: O autor (2025).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para melhor compreensão do leitor, os resultados foram organizados em seis seções distintas, seguindo uma estrutura lógica que permite a análise gradual dos dados obtidos.

No item 4.1, será apresentada uma análise temporal dos incêndios florestais na área de estudo, contemplando os indicadores de incêndios florestais, a área queimada e a densidade de incêndios.

O item 4.2 dedica-se à apresentação dos dados coletados referentes aos diversos fatores que potencialmente influenciam a ocorrência de incêndios. Serão expostos os resultados obtidos para fatores geomorfométricos, características de uso e cobertura do solo, e variáveis climáticas relevantes. Esta compilação de dados constitui a base para o posterior agrupamento estatístico.

No item 4.3, será desenvolvida uma análise estatística detalhada dos fatores anteriormente apresentados, examinando suas distribuições, correlações e significância para os incêndios florestais.

A análise de agrupamento propriamente dita será apresentada no item 4.4, qual demonstrará os setores censitários classificados em grupos homogêneos conforme a similaridade de seus atributos.

O item 4.5 focará nos resultados relacionados aos fatores socioeconômicos, apresentando dados sobre características econômicas, educacionais, saúde e destinação de resíduos na área de estudo.

Por fim, no item 4.6, será apresentada uma análise integrada, correlacionando os padrões de incêndios florestais identificados em cada agrupamento com os fatores socioeconômicos correspondentes.

4.1 CARACTERÍSTICA DOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

Ao longo do período analisado os incêndios florestais atingiram o valor acumulado de área queimada de 638.573,45 ha, e estiveram presentes em 397 (99,5%) dos municípios paranaenses e em 4.658 (26,3%) do total de setores censitários. Do total de setores censitários atingidos, 3.872 estavam localizados em zonas classificadas como rurais (83,4% do total dos setores censitários rurais),

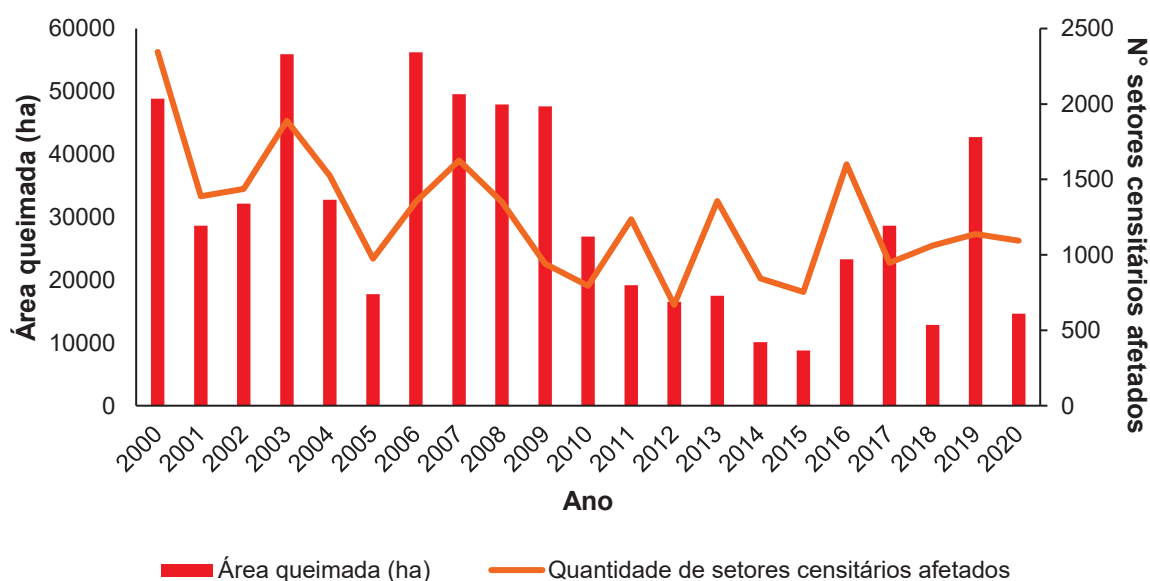
enquanto 786 classificados como urbanos (6,0% do total dos setores censitários urbanos).

A discrepância observada entre o percentual de setores censitários rurais em comparação aos urbanos apresenta como principais motivos o uso e cobertura do solo e a extensão. Nos setores censitários rurais o valor médio de todo o período analisado com relação ao índice de uso e cobertura do solo foi de 3,1 e área média de 4.169,14 ha, enquanto nos setores censitários urbanos os valores foram de 1,5 e 43,14 ha, respectivamente.

Apesar das metodologias adotadas em âmbito global para estabelecimento de áreas urbanas, rurais e de interface dificultarem comparações, verifica-se que há uma tendência de que os incêndios são mais frequentes em zonas contíguas. O estudo de Godoy *et al.* (2019) obteve na Província de Rio Negro, na Argentina, o total de 56% das ocorrências em zonas de intermix e 21% em zonas de interface. Já em Portugal (região de Ave), Vieira *et al.* (2009) verificaram que 48% das ocorrências de incêndios estavam localizadas em áreas de interface urbano-rural. Nos arredores da cidade de Esquel (Argentina), Godoy *et al.* (2022) constataram que, de 2000 a 2021, 65% dos pontos de ignição foram encontrados em áreas de interface urbano-rural.

O Gráfico 1 apresenta a distribuição da área queimada e dos setores censitários atingidos no período analisado de acordo com dados do MAPBIOMAS (2023b).

GRÁFICO 1 - DISTRIBUIÇÃO DA QUANTIDADE DE ÁREA QUEIMADA E DOS SETORES CENSITÁRIOS AFETADOS NO PERÍODO DE 2000 A 2020 NA ÁREA DE ESTUDO

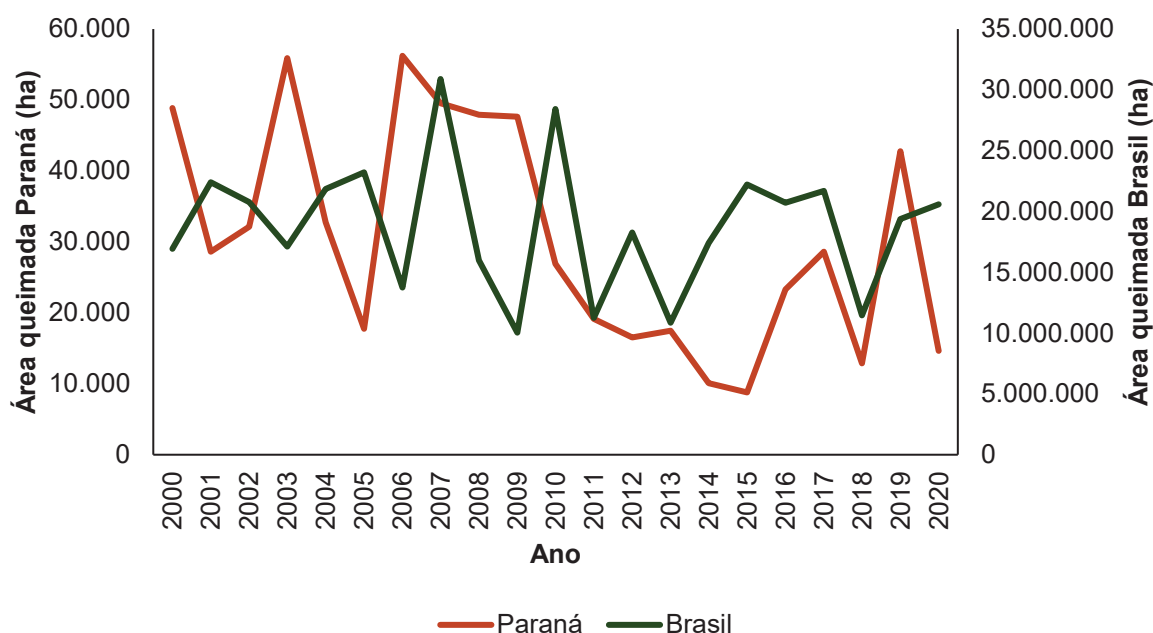


FONTE: O autor (2025).

Verifica-se que a área queimada apresentou valores elevados entre 2006 e 2009, com um abrupto decréscimo nos anos subsequentes. Com relação a quantidade de setores censitários afetados, observa-se que há uma oscilação que decresceu do ano de 2000 até 2012, voltando a se tornar crescente até 2016, motivado por ser um ano que apresentou menor quantidade de precipitação total e maior quantidade de dias sem chuva de acordo com os dados obtidos da NASA (2024).

Ao se comparar com a área queimada em todo território brasileiro não se observa o mesmo comportamento apresentado no estado do Paraná (Gráfico 2). A elevada extensão territorial brasileira apresenta diferentes classificações climáticas, fitofisionomias e aspectos culturais.

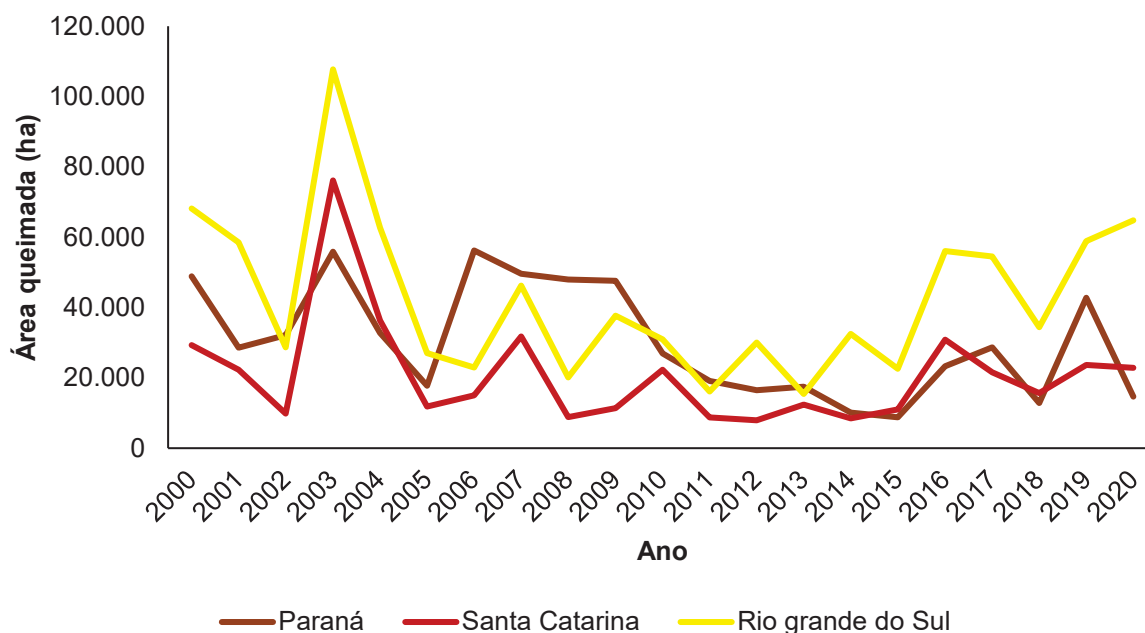
GRÁFICO 2 - COMPARAÇÃO DA ÁREA QUEIMADA DO PARANÁ E DO BRASIL



FONTE: O autor (2025).

Ao se comparar com a região Sul através de dados obtidos da mesma plataforma (MAPBIOMAS, 2025), obteve-se o Gráfico 3.

GRÁFICO 3 - COMPARAÇÃO DA ÁREA QUEIMADA NOS ESTADOS DA REGIÃO SUL DO BRASIL

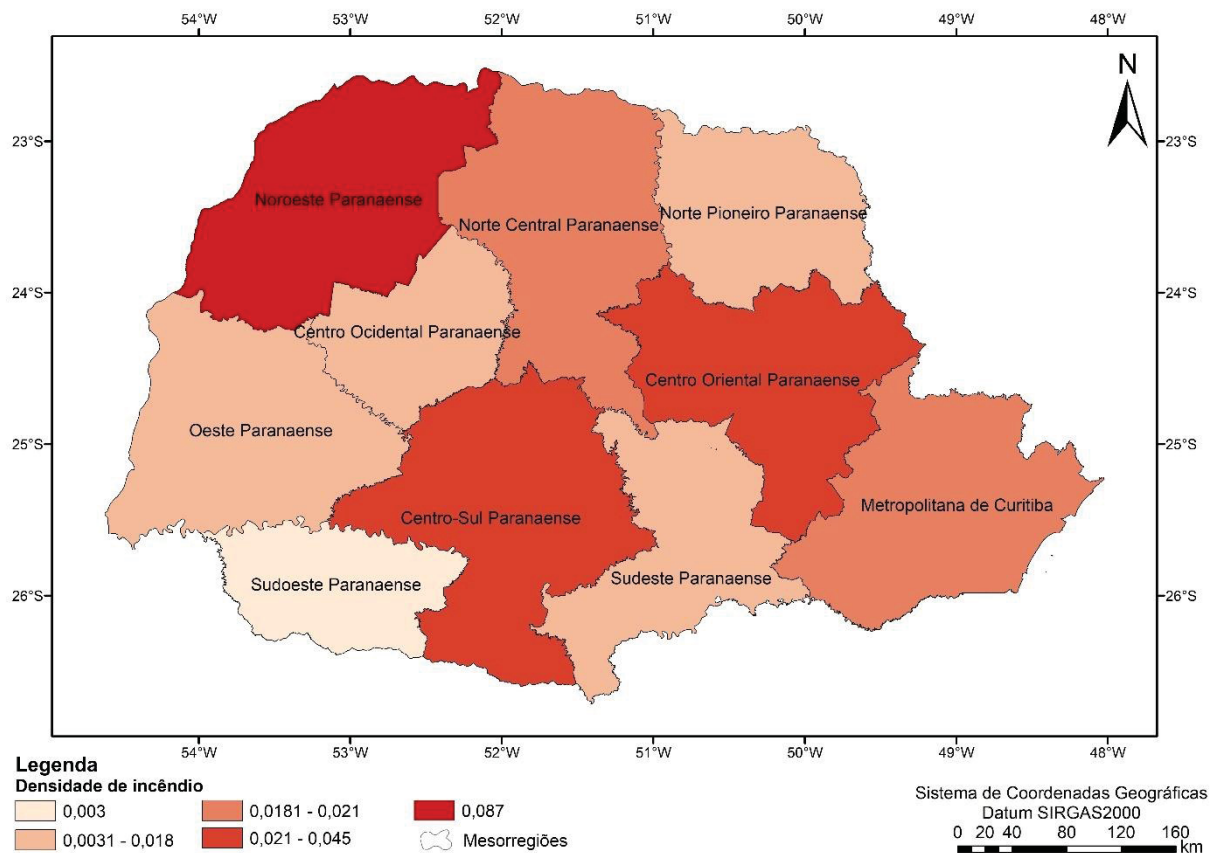


FONTE: O autor (2025).

Verifica-se que o período compreendido entre os anos de 2006 e 2009 evidencia atividade mais elevada de eventos de incêndios florestais no estado do Paraná se comparado aos demais estados da região Sul. O estudo de Tetto, Batista e Soares (2012) apontou que no período de 2005 a 2010 o estado do Paraná apresentou 54.793 registros de incêndios florestais, com maior incidência no ano de 2007 que apresentou 13.126 registros. O estudo ainda apresentou alta correlação entre o número de ocorrências e a precipitação, indicando ainda que os anos de 2006 e 2007 foram os anos que apresentaram menores dias com chuva.

A Figura 17 apresenta a distribuição da densidade de incêndios de acordo com cada mesorregião da área de estudo com base nos dados obtidos do MAPBIOMAS (2023b).

FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA DENSIDADE DE INCÊNDIOS (DI) NAS MESORREGIÕES DA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: O autor (2025).

Para todo o período analisado, verifica-se que a mesorregião Noroeste do Paraná foi a mais afetada, com uma DI de 0,869, seguida pela mesorregião Centro-Oriental Paranaense e Centro-Sul Paranaense com 0,456 e 0,418, respectivamente. A região menos afetada foi a Sudoeste Paranaense com uma DI 0,003.

O estudo de Tetto, Batista e Soares (2012) para o período de 2005 a 2010 corrobora com o exposto no presente estudo, que apresenta a região Noroeste como a mais afetada pela ocorrência de incêndios florestais.

Vosgerau *et al.* (2006) verificaram que no período de 1991 a 2000 a região norte do estado foi a mais afetada pelos incêndios florestais, compreendendo as mesorregiões Noroeste Paranaense, Norte Central Paranaense e Norte Pioneiro Paranaense.

Para os anos de 2018 e 2019, Zamproni, Ferreira e Batista (2021) verificaram que a mesorregião Norte Central Paranaense foi a mais afetada pelas ocorrências de

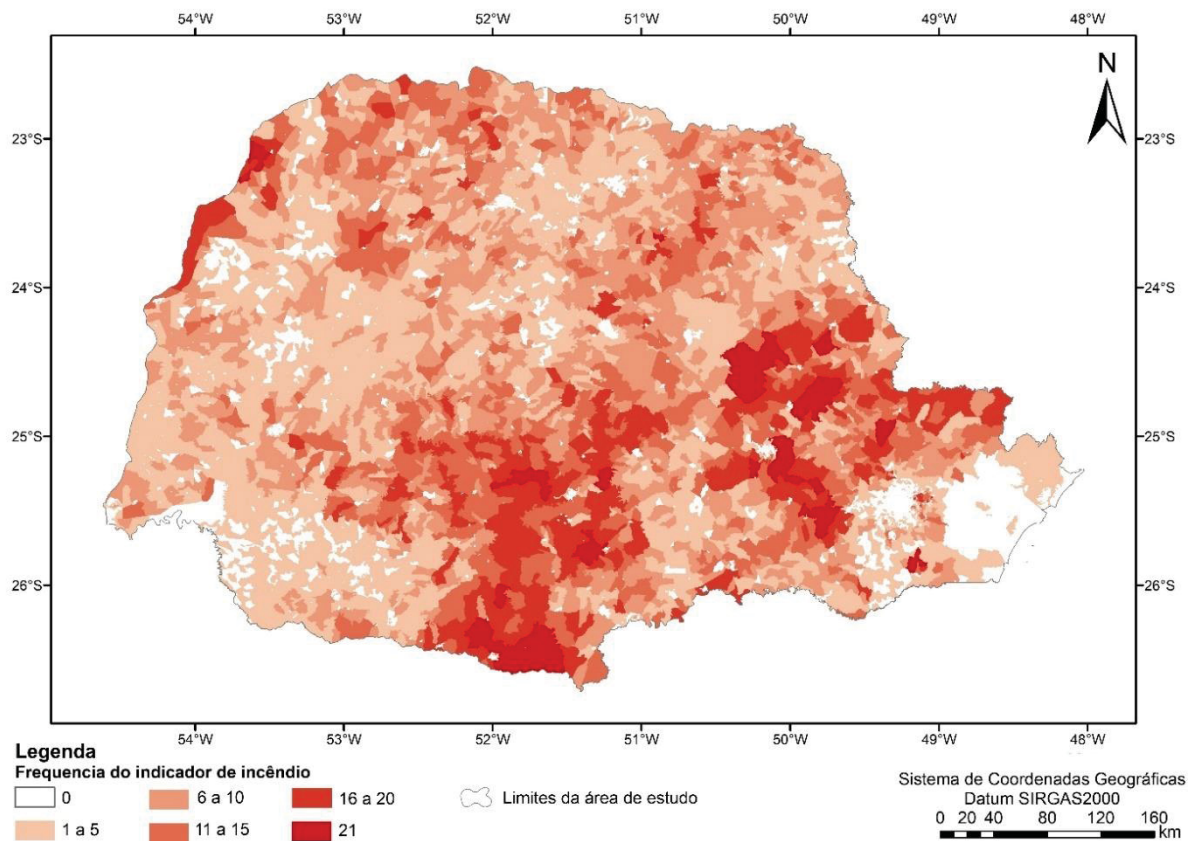
incêndios florestais, bem como foi a que apresentou maior densidade de incêndios no estado.

Na Figura 18 se observa-se que os setores censitários localizados na mesorregião Centro-Sul Paranaense em conjunto com a Centro-Oriental Paranaense apresentaram maior frequência anual de setores com incêndio no período analisado, corroborando com os altos valores de DI encontrados no estudo.

A mesorregião Noroeste Paranaense apesar de apresentar elevado valor de DI conforme verificado na Figura 17, demonstrou que não possui setores censitários com os maiores valores de indicador de incêndio no período analisado, indicando que na existência da ocorrência de incêndios florestais nesta mesorregião, há possibilidade de elevada propagação do fogo e consequentemente extensão de área queimada.

A região além de estar inserida em um clima e possuir características fitofisionômicas mais propícias para a ocorrência de incêndios florestais, também apresentou, durante o período analisado, variáveis meteorológicas que possivelmente potencializaram a ocorrência destes eventos.

FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO TOTAL DE INDICADOR DE INCÊNDIO DURANTE O PERÍODO ANALISADO



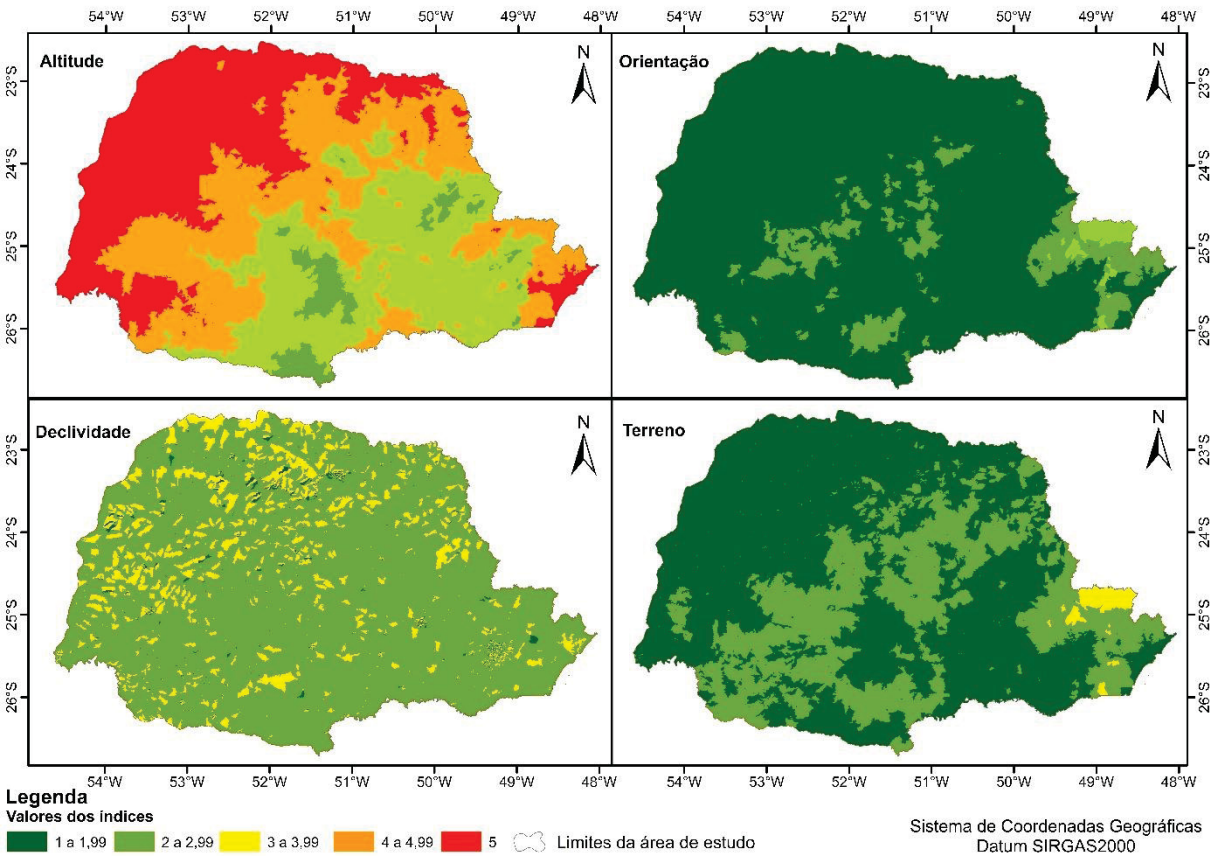
FONTE: O autor (2025).

4.2 FATORES AMBIENTAIS

4.2.1 Fatores geomorfométricos

A espacialização dos dados processados relacionados às variáveis geomorfométricas da área de estudo está apresentada na Figura 19.

FIGURA 19 - ESPACIALIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS GEOMORFOMÉTRICAS NA ÁREA DE ESTUDO



FONTE: O autor (2025).

Observa-se que, para a variável altitude, as regiões oeste e noroeste da área de estudo apresentam os maiores índices devido aos menores níveis de altitude em relação ao nível do mar. Contudo, após a aplicação do método AHP, o índice geomorfométrico, representado no mapa "Terreno", evidenciou alteração em decorrência do peso atribuído à altitude.

A região localizada a leste da área de estudo, correspondente ao norte da mesorregião Metropolitana de Curitiba, foi um dos poucos aglomerados de setores censitários que apresentaram índices geomorfométricos superiores a 2,99. Os estudos de Ferreira *et al.* (2024), voltados para o zoneamento de risco de incêndios

florestais na região metropolitana de Curitiba apresenta a região norte de sua área de estudo com maior risco de incêndio considerando exclusivamente os fatores geomorfométricos.

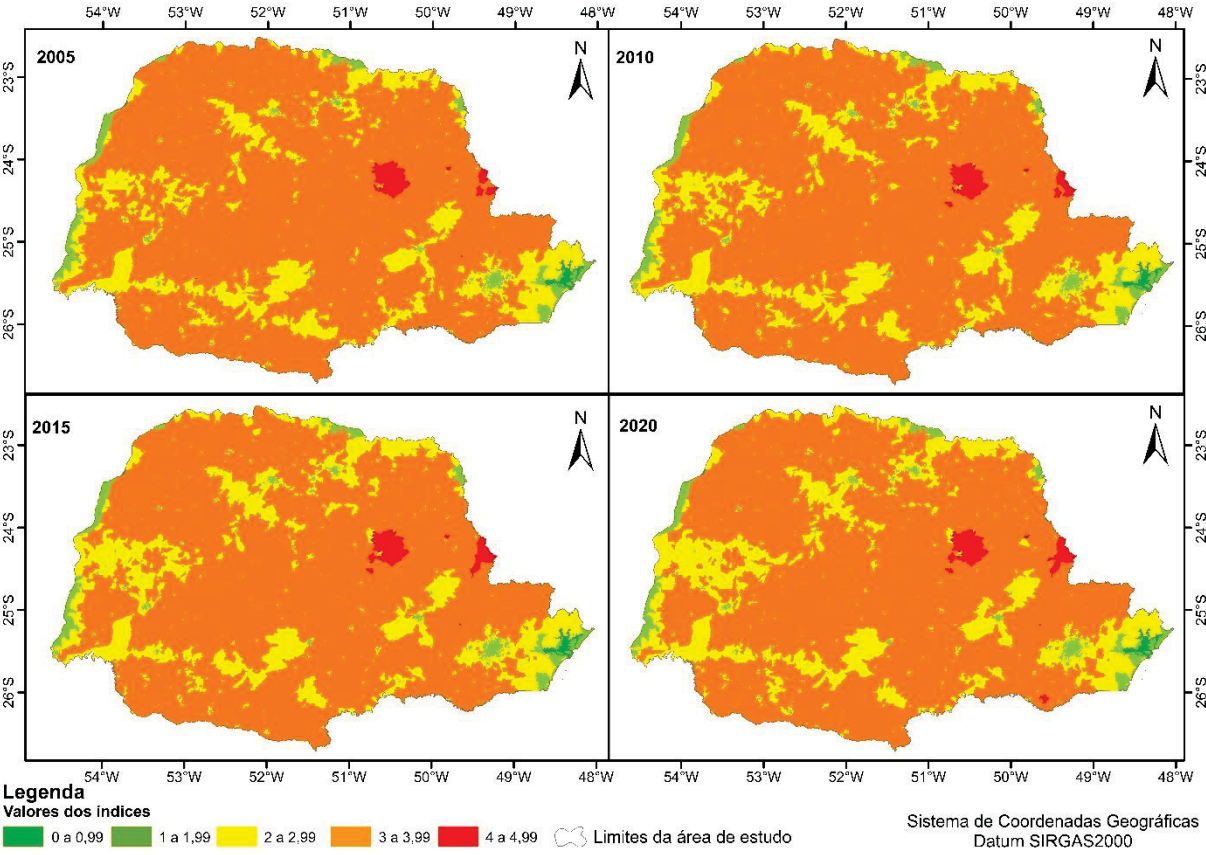
No estudo de Batista, Oliveira e Soares (2002), foram obtidos diferentes riscos distribuídos no estado do Paraná para as variáveis orientação de encostas e altitude, no entanto o risco baixo foi predominante em praticamente 100% da área do estado no quesito declividade.

No presente estudo a maior predominância se deu para os setores censitários com índices entre 1 e 1,99 (81,9%) e entre 2 e 2,99 (17,9%), abrangendo, respectivamente, 65,5% e 33,2% da área total.

4.2.2 Fator de uso e cobertura do solo

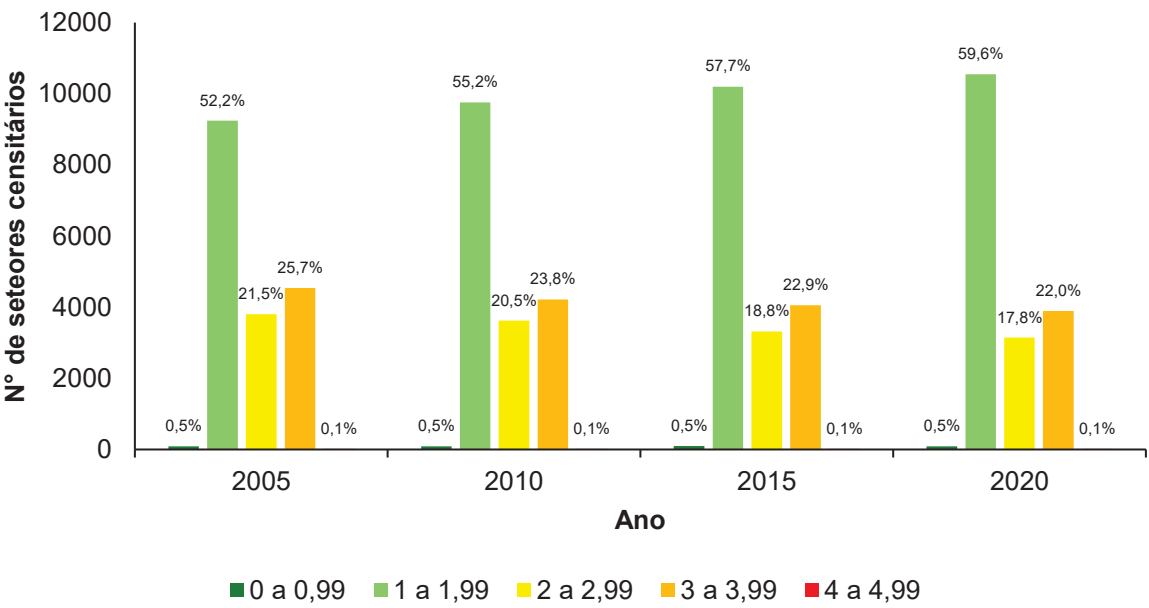
Na Figura 20 está apresentada a distribuição do índice de uso e cobertura do solo durante quatros anos do período analisado (2005, 2010, 2015 e 2020), acompanhada dos Gráficos 4 e 5 que estão demonstrados as alterações ao longo do tempo.

FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ÍNDICE DE USO E COBERTURA DO SOLO A CADA 5 ANOS DURANTE O PERÍODO ANALISADO



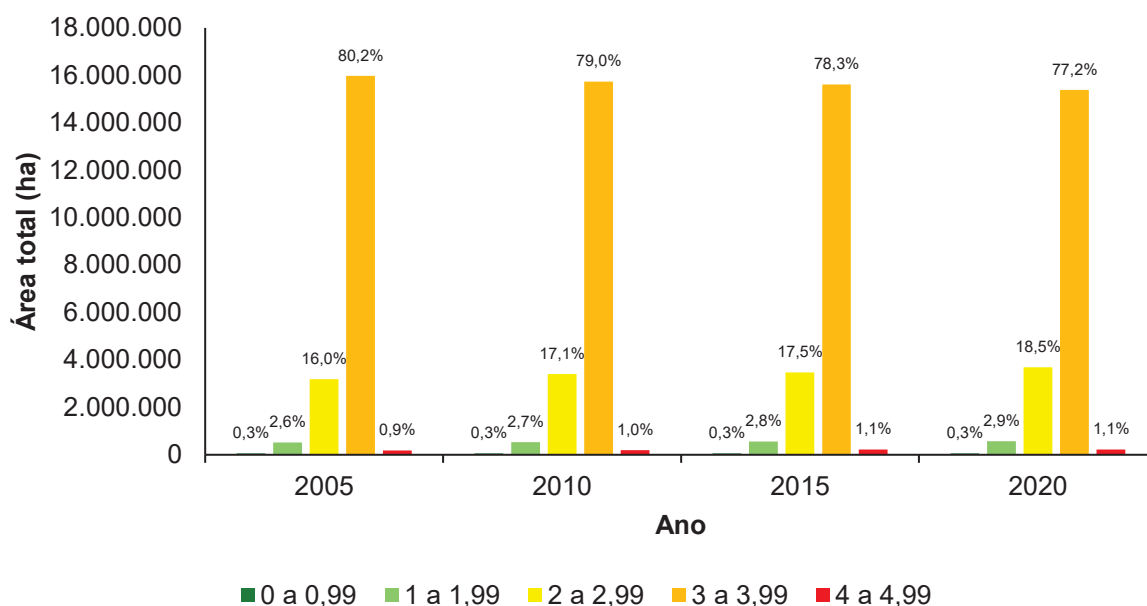
FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 4 - DISTRIBUIÇÃO DA FREQUÊNCIA DO N° DE SETORES DE ACORDO COM O ÍNDICE DE USO E COBERTURA DO SOLO



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 5 - DISTRIBUIÇÃO DO QUANTITATIVO DE ÁREA TOTAL DE ACORDO COM O ÍNDICE DE USO E COBERTURA DO SOLO



FONTE: O autor (2025).

Com base nos gráficos apresentados, verifica-se um aumento nas classes de índices de uso e cobertura do solo inferiores, acompanhado por uma redução nas classes de índices superiores. O Gráfico 4 evidencia o crescimento no número de setores censitários classificados com índices entre 1 e 1,99, em contraste com a diminuição dos setores nas classes de 2 a 2,99 e de 3 a 3,99. Além disso, o Gráfico 5 demonstra a redução na área ocupada pelos índices de 3 a 3,99, enquanto as classes inferiores registraram uma ampliação.

A alteração no índice de uso e cobertura do solo evidencia o avanço de diferentes tipos de ocupação e cobertura, como a urbanização e a expansão de determinadas culturas agrícolas, em detrimento das áreas destinadas ao pasto.

Franchini *et al.* (2016) apontam que no século XXI muitas áreas ocupadas com pastagens perenes foram convertidas em cultivos de soja e milho. O fator preponderante se deu devido à baixa rentabilidade da pecuária extensiva e dos bons fundamentos de mercado da soja.

No que se refere a urbanização, os resultados vão de encontro com o aumento da população urbana e a diminuição da população rural, visto que que no ano de 2000 a população urbana paranaense representava 81,4% e a rural 18,6% (IBGE, 2007) do total de habitantes. No ano de 2022, a população urbana passou a representar 89%

enquanto a rural decresceu para 11% (IBGE, 2025b), demonstrando assim a alta demanda por infraestrutura urbana.

4.2.3 Fatores meteorológicos

4.2.3.1 Precipitação

Na Tabela 7 está apresentada a reclassificação dos valores de precipitação obtidos para a área de estudo durante o período analisado.

TABELA 7 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO ANUAL

PRECIPITAÇÃO ANUAL (mm)	RECLASSIFICAÇÃO
950,69 ---- 1.105,09	10
1.105,09 ---- 1.259,48	9
1.259,48 ---- 1.413,87	8
1.413,87 ---- 1.568,27	7
1.568,27 ---- 1.722,66	6
1.722,66 ---- 1.877,06	5
1.877,06 ---- 2.031,45	4
2.031,45 ---- 2.185,84	3
2.185,84 ---- 2.340,24	2
2.340,24 ---- 2.494,63	1

FONTE: O autor (2025).

Verifica-se que a precipitação anual variou entre os setores censitários de 950,69 mm a 2.494,63 mm ao longo dos 21 anos analisados. No Gráfico 6 está apresentado a distribuição da média do índice de precipitação.

GRÁFICO 6 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO

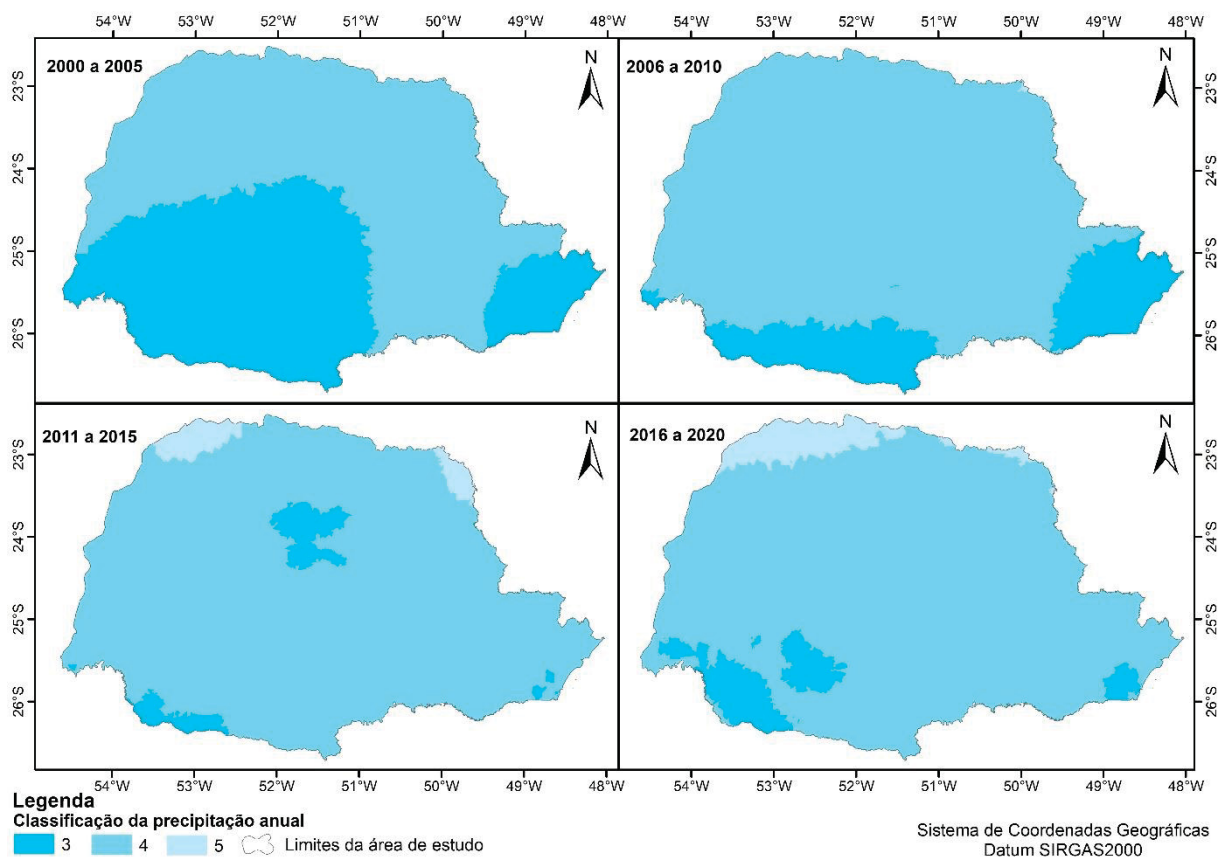


FONTE: O autor (2025).

Os anos de 2009, seguido por 2015 e 2017 foram os que apresentaram menores índices reclassificados de precipitação, ou seja, a maior quantidade de precipitação. O ano de 2020, entre todo o período analisado, foi o que apresentou a menor média de quantidade de precipitação.

A Figura 21 demonstra a distribuição espacial média do índice de precipitação ao longo de quatro intervalos no período analisado.

FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: 3: 1.722,66 a 1.877,05 mm; 4: 1.877,06 a 2.031,44 mm; e 5: 2.031,45 a 2.185,84 mm

Ao se agrupar em períodos menores, verifica-se que o leste da área de estudo e o sudoeste apresentaram maior quantidade de precipitação (2.031,45 a 2.185,84 mm), divergindo da região norte, principalmente entre 2011 a 2015 e de 2016 a 2020, que apresentou os menores quantitativos de precipitação (1.722,66 a 1.877,06 mm).

De acordo com o estudo de Sampaio *et al.* (2006), o estado do Paraná apresenta chuvas regularmente distribuída ao longo do ano, exceto na região norte e oeste. Fritzsons *et al.* (2011), verificaram em sua pesquisa que a regiões de maior pluviometria são as do sudoeste do estado e do litoral, corroborando com o presente estudo.

4.2.3.2 Dias sem chuva

A Tabela 8 demonstra a reclassificação dos valores de percentual de dias sem chuva obtidos para a área de estudo durante o período analisado.

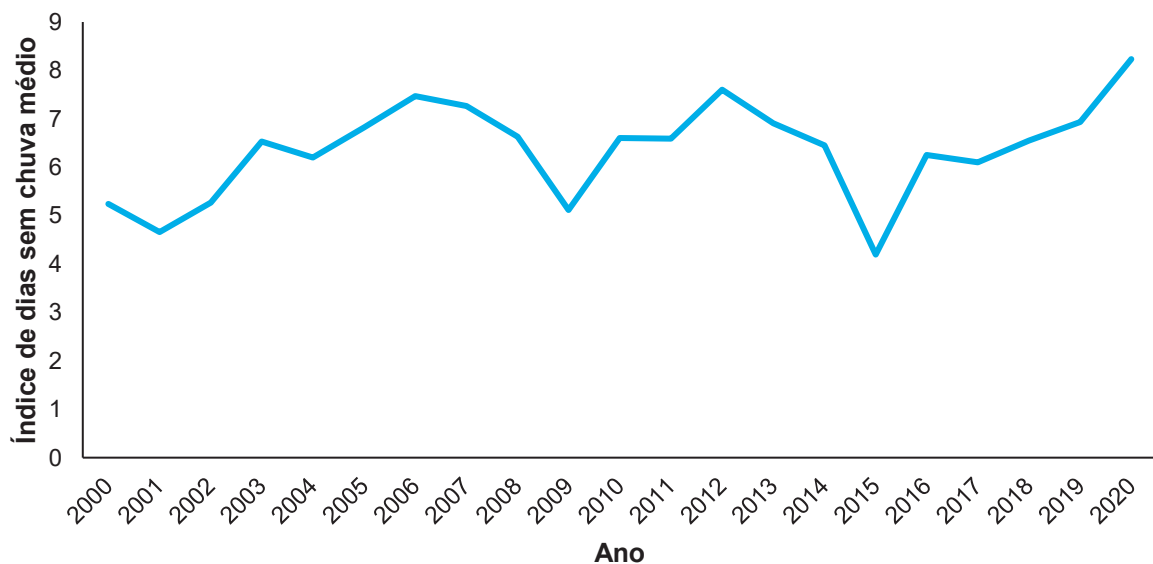
TABELA 8 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE DIAS SEM CHUVA

DIAS SEM CHUVA (%)	RECLASSIFICAÇÃO
30,68 ---- 34,80	1
34,80 ---- 38,92	2
38,92 ---- 43,04	3
43,04 ---- 47,15	4
47,15 ---- 51,27	5
51,27 ---- 55,39	6
55,39 ---- 59,50	7
59,50 ---- 63,62	8
63,62 ---- 67,74	9
67,74 ---- 71,86	10

FONTE: O autor (2025).

Na área de estudo, verificou-se uma variação de 112 a 262 dias sem chuva durante o período analisado. No Gráfico 7 está apresentado a distribuição do índice de dias sem chuva anualmente ao longo do período analisado.

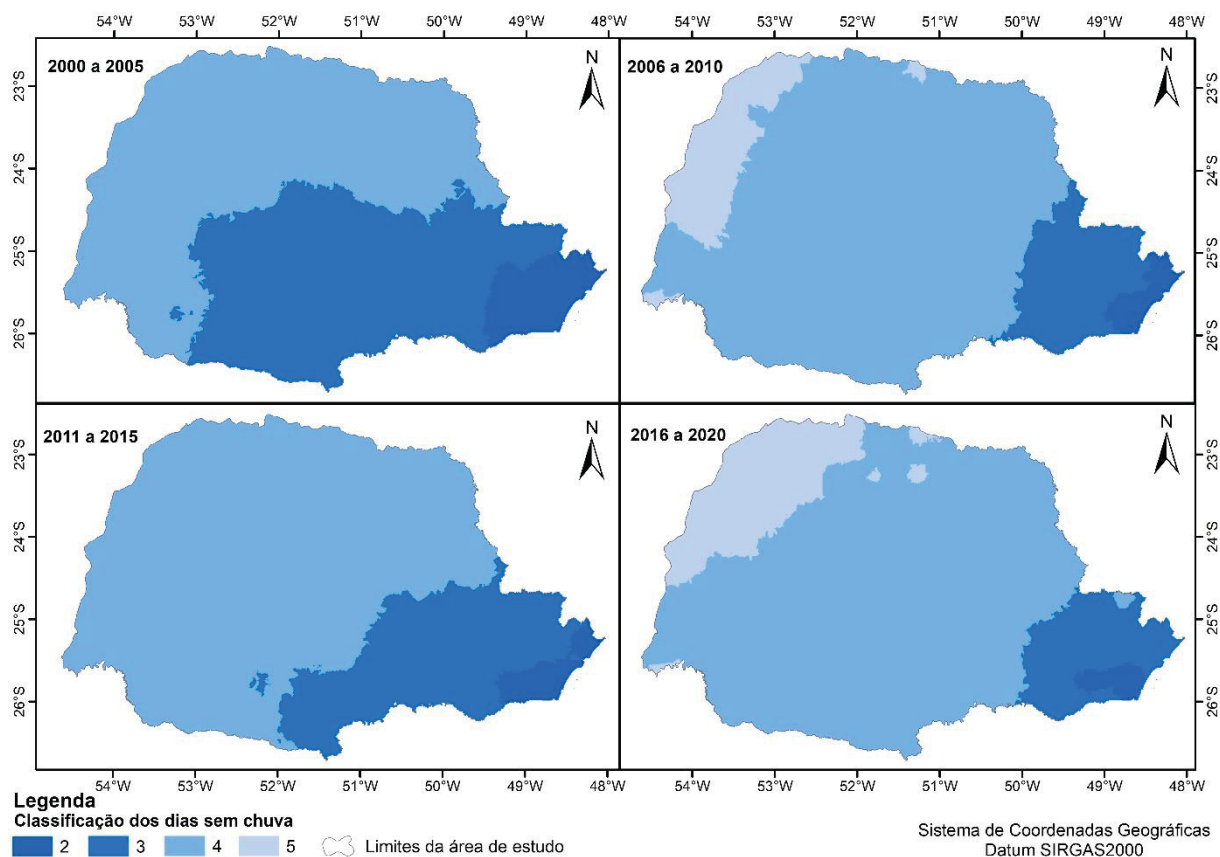
GRÁFICO 7 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE DIAS SEM CHUVA AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

Os anos de 2020, seguido por 2012 e 2006 foram os que apresentaram maiores valores de índice de dias sem chuva. A Figura 22 demonstra a distribuição espacial média do índice de dias sem chuva ao longo de quatro intervalos no período analisado.

FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE DIAS SEM CHUVA DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: 2: 34,80 a 38,91%; 3: 38,92 a 43,04%; 4: 43,04 a 47,14%; e 5: 47,15 a 51,27%

A região noroeste apresentou os maiores percentuais de dias sem chuva e a região leste os menores percentuais, indicando maior frequência de precipitação, corroborando assim com o estudo de Salton, Morais e Lohmann (2021) que afirma que a ocorrência de períodos secos é mais abundante na região norte e menor na região litorânea e sul do estado.

Ainda de acordo com os mesmos autores, as secas severas e moderadas ocorrem mais frequentemente na condição de La Niña, enquanto as mais fracas são registradas na condição de El Niño. De acordo com o INPE (2025), os anos de 2007-2008, 2010-2011 e 2017-2018, apresentaram a presença do fenômeno La Niña de forma moderada, podendo ter contribuído para o maior percentual de dias sem chuva nos intervalos de período junto a região noroeste.

4.2.3.3 Umidade relativa

Na Tabela 9 é apresentado a reclassificação dos valores de umidade relativa obtidos para a área de estudo durante o período analisado.

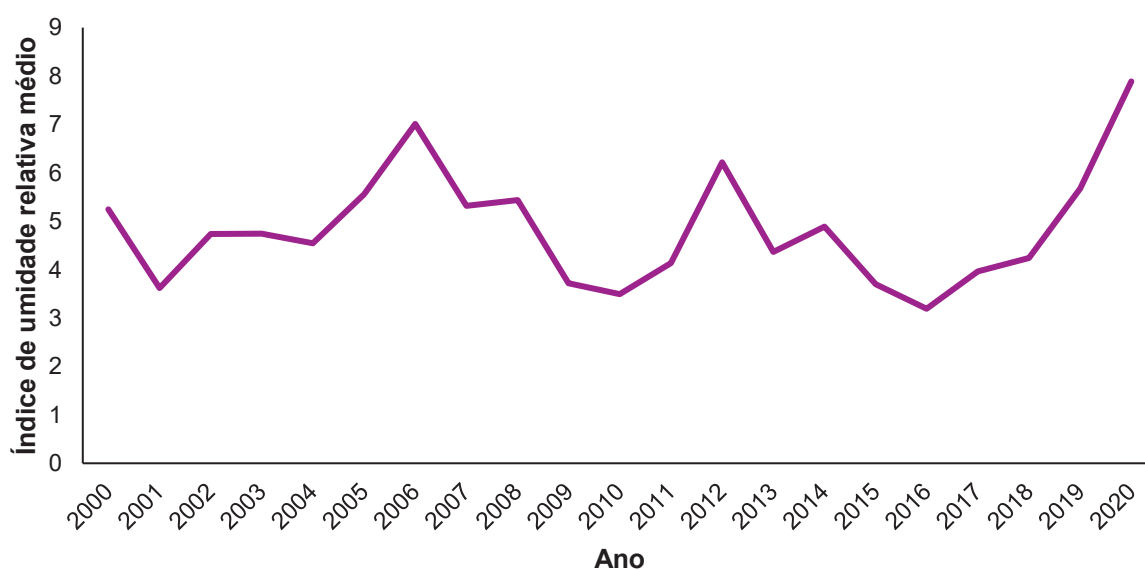
TABELA 9 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DA UMIDADE RELATIVA MÉDIA

UMIDADE RELATIVA MÉDIA (%)	RECLASSIFICAÇÃO	CENTRO DE CLASSE
65,84 ---- 68,17	10	67,01
68,17 ---- 70,51	9	69,34
70,51 ---- 72,84	8	71,67
72,84 ---- 75,17	7	74,01
75,17 ---- 77,50	6	76,34
77,50 ---- 79,84	5	78,67
79,84 ---- 82,17	4	81,00
82,17 ---- 84,50	3	83,34
84,50 ---- 86,84	2	85,67
86,84 ---- 89,17	1	88,00

FONTE: O autor (2025).

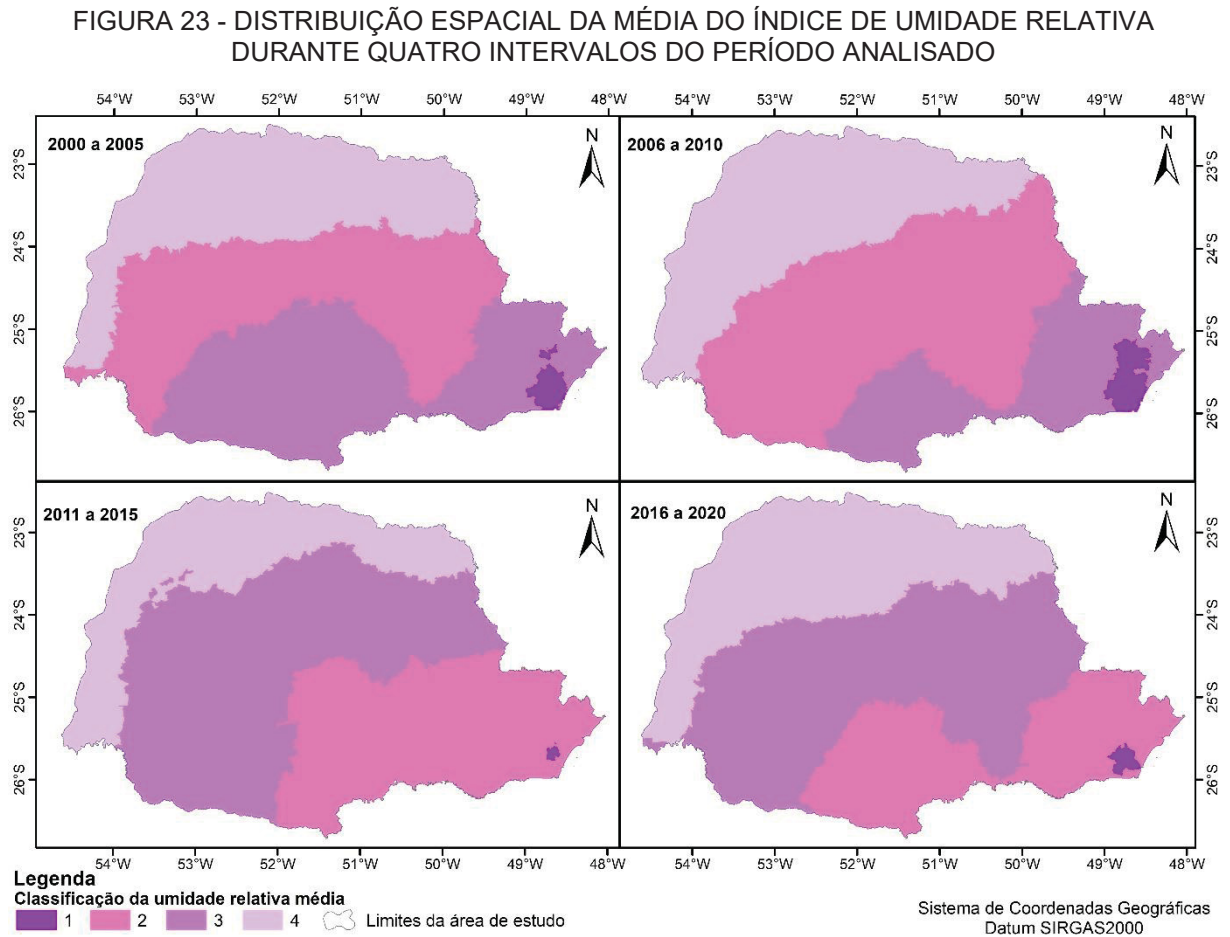
Ao longo do período analisado, foi verificado que a umidade relativa média variou de 65,84% a 89,17%. No Gráfico 8 é apresentada a distribuição do índice de umidade relativa anualmente ao longo do período analisado.

GRÁFICO 8 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE UMIDADE RELATIVA MÉDIO AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

Os anos de 2020, 2006 e 2012 apresentaram os maiores índices de umidade relativa, ou seja, os menores valores de umidade relativa. Na Figura 23 é apresentada a distribuição espacial média do índice de umidade relativa ao longo de quatro intervalos no período analisado.



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: 1: 86,84 a 89,17%; 2: 84,50 a 86,83%; 3: 82,17 a 84,49%; e 4: 79,84 a 82,16%

Observa-se que o extremo leste é a região da área de estudo que apresenta menor índice de umidade relativa, enquanto a região norte e oeste do estado os maiores índices, ou seja, os menores valores de umidade relativa. O presente resultado corrobora com a distribuição do índice de dias sem chuva, demonstrando o gradiente existente no estado do Paraná através do eixo litoral-noroeste.

De modo geral, a umidade relativa do ar acompanha a precipitação e consequentemente o índice de dias sem chuva, uma vez que a precipitação é o processo de alimentação das fontes naturais de vapor da água (Soares; Batista; Tetto, 2015).

4.2.3.4 Temperatura média

Na Tabela 10 está apresentada a reclassificação dos valores de temperatura média obtidos para a área de estudo durante o período analisado.

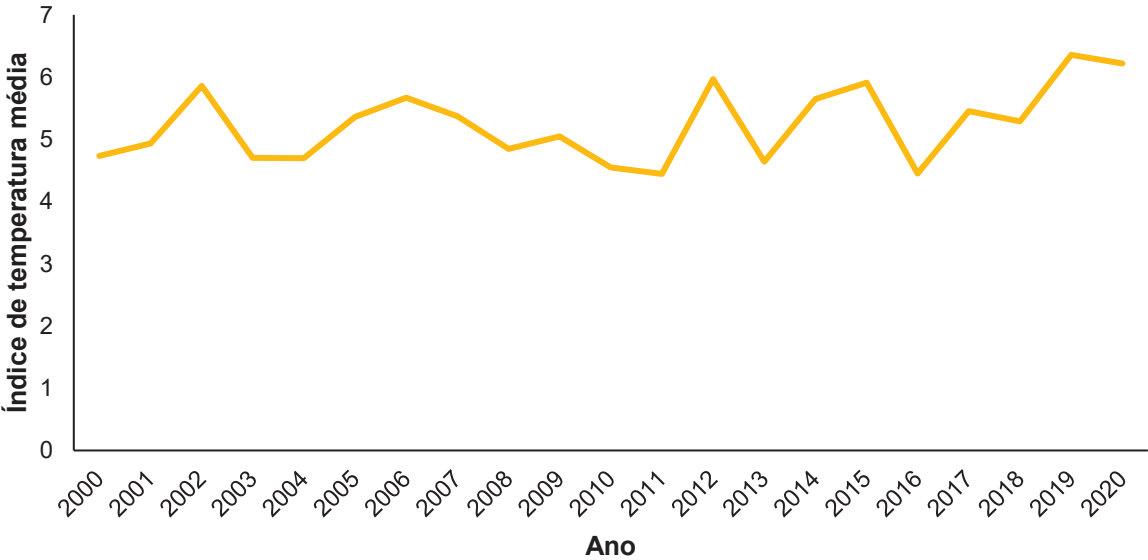
TABELA 10 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DA TEMPERATURA MÉDIA

TEMPERATURA MÉDIA (°C)	RECLASSIFICAÇÃO	CENTRO DE CLASSE
16,08 ---- 16,97	1	16,53
16,97 ---- 17,86	2	17,41
17,86 ---- 18,75	3	18,30
18,75 ---- 19,63	4	19,19
19,63 ---- 20,52	5	20,08
20,52 ---- 21,41	6	20,97
21,41 ---- 22,30	7	21,86
22,30 ---- 23,19	8	22,74
23,19 ---- 24,08	9	23,63
24,08 ---- 24,96	10	24,52

FONTE: O autor (2025).

Ao longo do período analisado, foi verificado que a temperatura média variou de 16,08 a 24,96 °C. No Gráfico 9 é apresentada a distribuição da média do índice de temperatura média anualmente ao longo do período analisado.

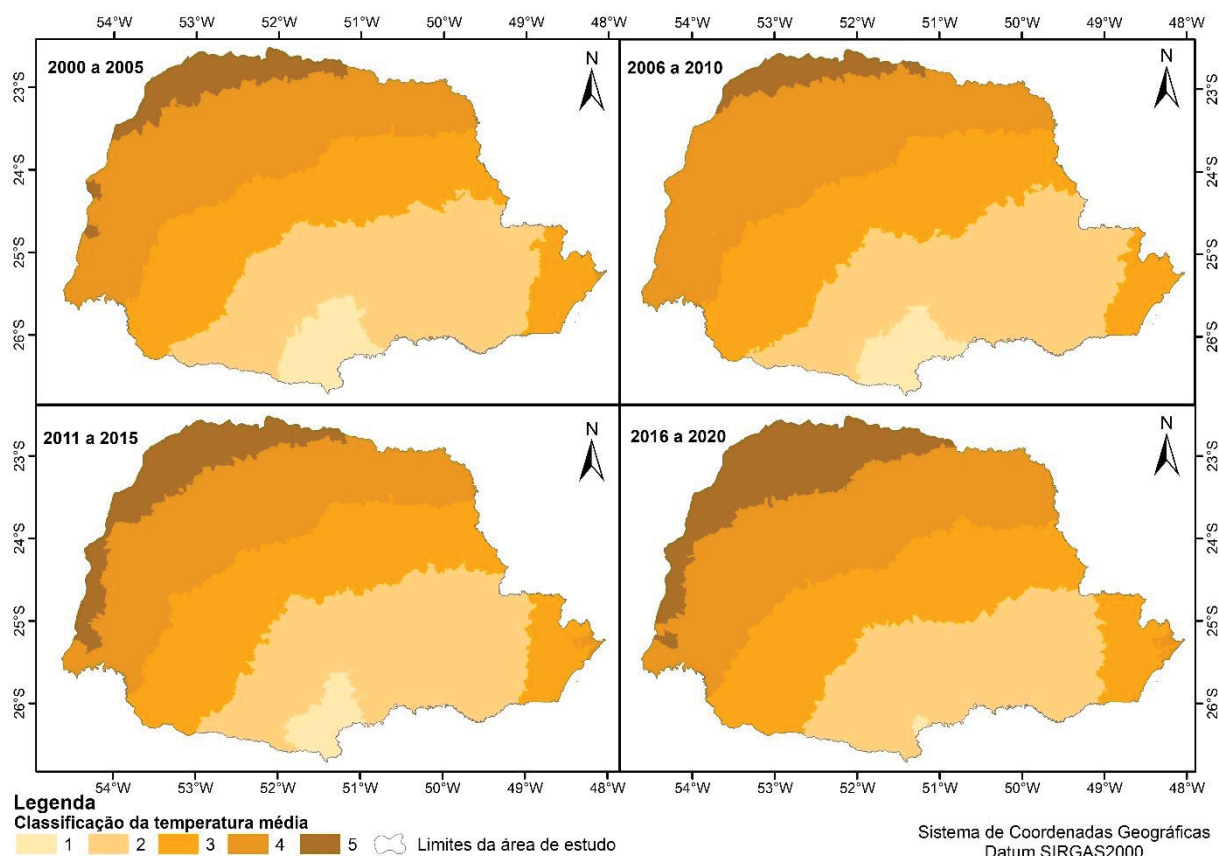
GRÁFICO 9 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA MÉDIA AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

O ano de 2019, seguido por 2020 apresentaram os maiores índices de temperatura média. Na Figura 24 está presente a distribuição espacial média do índice de temperatura média ao longo de quatro intervalos no período analisado.

FIGURA 24 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA MÉDIA DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: 1: 16,08 a 16,96°C; 2: 16,97 a 17,85°C; 3: 17,86 a 18,74°C; 4: 18,75 A 19,62°C; e 5: 19,63 a 20,51°C

Verifica-se que há um aumento gradativo partindo do sul em direção ao noroeste para todos os intervalos do período analisado, com destaque para região norte e oeste, locais onde são encontrados os maiores valores de índice de temperatura média. Os resultados vão ao encontro do estudo realizado por Alvares *et al.* (2013), que demonstra a predominância de temperaturas médias mais elevadas na região norte e noroeste.

4.2.3.5 Temperatura máxima

Na Tabela 11 é apresentada a reclassificação dos valores de temperatura máxima obtidos para a área de estudo durante o período analisado.

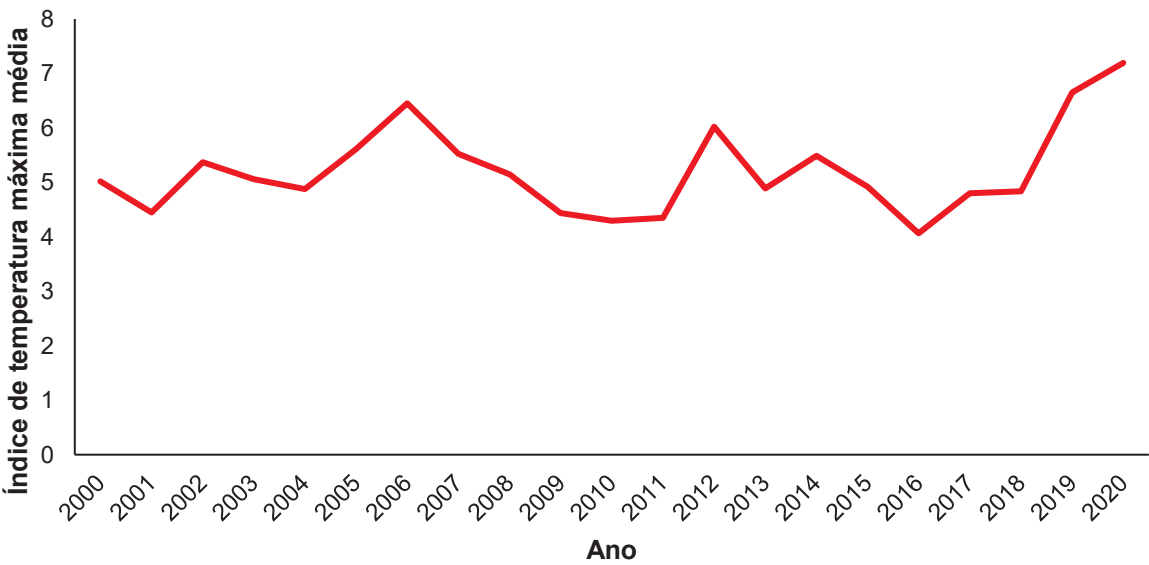
TABELA 11 - INTERVALOS DE CLASSE E RECLASSIFICAÇÃO DA TEMPERATURA MÁXIMA

TEMPERATURA MÁXIMA (°C)	RECLASSIFICAÇÃO
24,70 ---- 25,94	1
25,94 ---- 27,18	2
27,18 ---- 28,42	3
28,42 ---- 29,67	4
29,67 ---- 30,91	5
30,91 ---- 32,16	6
32,16 ---- 33,40	7
33,40 ---- 34,64	8
34,64 ---- 35,88	9
35,88 ---- 37,13	10

FONTE: O autor (2025).

Ao longo do período analisado, foi verificado que a temperatura máxima variou de 24,70 a 37,13 °C. No Gráfico 10 está presente a distribuição da média do índice de temperatura máxima anualmente ao longo do período analisado.

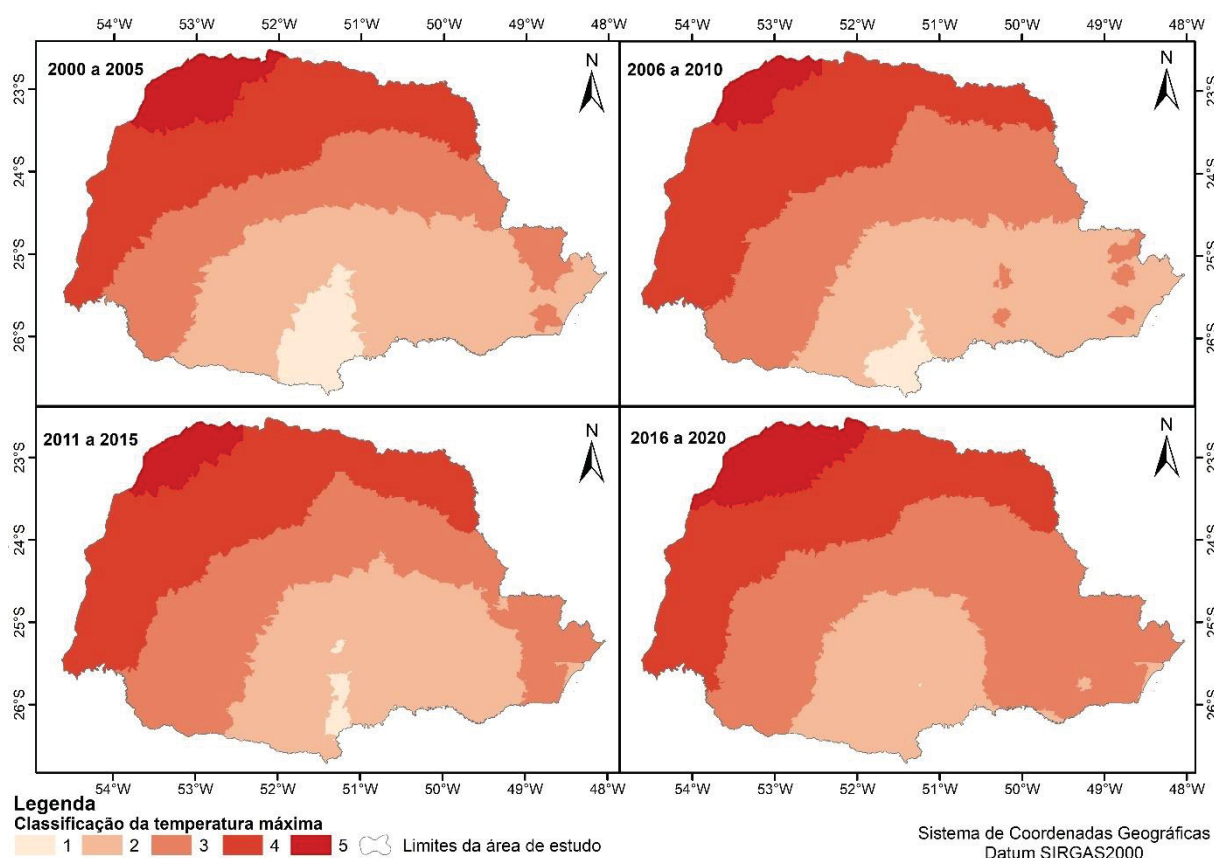
GRÁFICO 10 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA MÁXIMA AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

O ano de 2019, seguido por 2020 apresentaram os maiores índices de temperatura máxima, corroborando com o índice de temperatura média. Na Figura 25 é apresentada a distribuição espacial média do índice de temperatura máxima ao longo de quatro intervalos no período analisado.

FIGURA 25 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DO ÍNDICE DE TEMPERATURA MÁXIMA DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

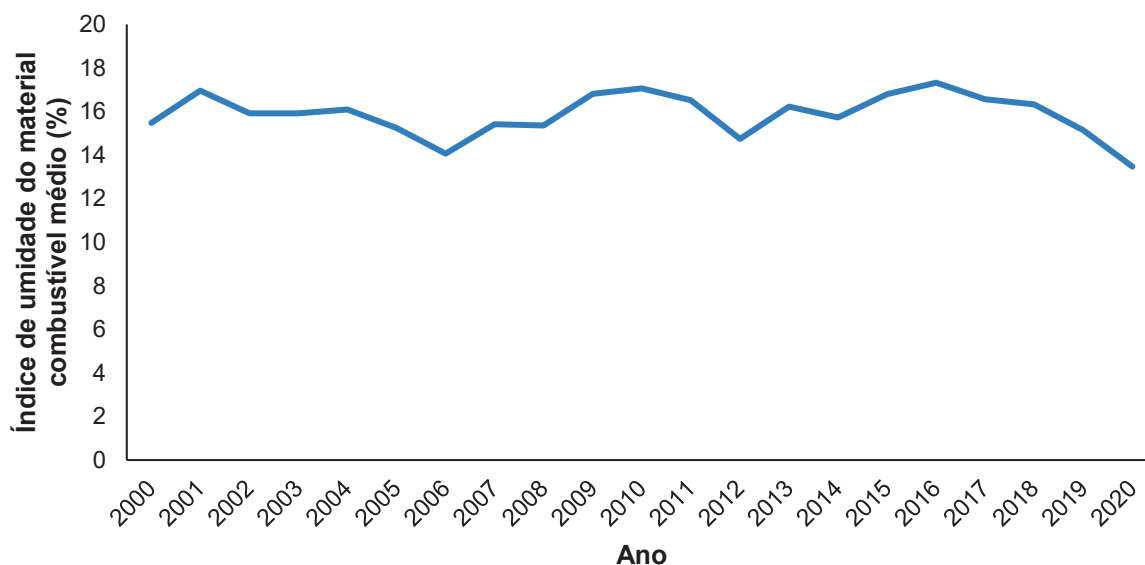
LEGENDA: 1: 24,70 a 25,93°C; 2: 25,94 a 27,17°C; 3: 27,18 a 28,41°C; 4: 28,42 a 29,66°C; e 5: 29,67 a 30,90°C

De forma análoga ao índice de temperatura média, verifica-se que há um aumento gradativo partindo do sul em direção ao noroeste para todos os intervalos do período analisado. No entanto, a região noroeste na divisa com o estado de São Paulo é a região que apresenta os maiores valores de índice de temperatura máxima.

4.2.3.6 Umidade do material combustível

A umidade do material combustível na área de estudo durante o período analisado variou de 11,88% a 19,73%. No Gráfico 11 é apresentada a distribuição da média anual da umidade do material combustível ao longo do período analisado.

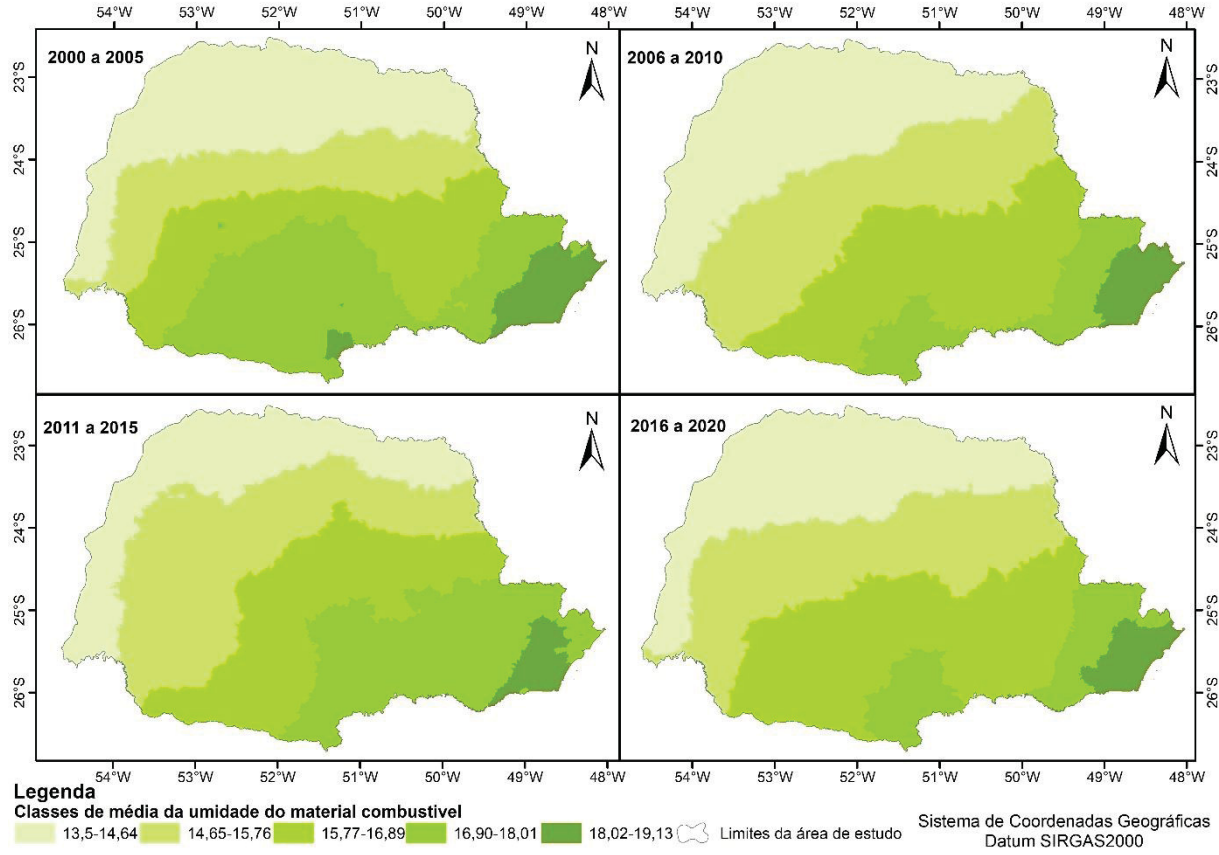
GRÁFICO 11 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DA UMIDADE DO MATERIAL COMBUSTÍVEL AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

O ano de 2020, seguido por 2006 apresentaram os menores valores de umidade do material combustível. Na Figura 26 é apresentada a distribuição espacial da umidade do material combustível ao longo de quatro intervalos no período analisado.

FIGURA 26 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA MÉDIA DA UMIDADE DO MATERIAL COMBUSTÍVEL DURANTE QUATRO INTERVALOS DO PERÍODO ANALISADO



FONTE: O autor (2025).

De acordo com a distribuição espacial, verifica-se que os materiais combustíveis localizados ao leste da área de estudo apresentam maiores valores e consequentemente, menor propensão para ignição, enquanto na região norte e oeste, há presença dos menores valores.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS FATORES

Ao analisar a normalidade das diferentes variáveis mediante aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov, verificou-se que todas as variáveis testadas não apresentaram distribuição normal ($p < 0,01$) mesmo após transformação dos dados. Com isso, procedeu-se o teste de Friedman a fim de testar a hipótese que os valores de cada variável diferem em cada ano do período analisado.

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados obtidos.

TABELA 12 - TESTE DE NORMALIDADE DAS VARIÁVEIS UTILIZADAS NO ESTUDO

VARIÁVEL	N	χ^2	GL	p
Temperatura média	17691	272426,9	20	<0,001
Temperatura máxima	17691	256352,6	20	<0,001
Umidade relativa do ar	17691	267647,0	20	<0,001
Percentual de dias sem chuva	17691	271916,2	20	<0,001
Precipitação total	17691	236803,4	20	<0,001
Umidade do material combustível	17691	263079,9	20	<0,001
Uso e cobertura do solo	17691	88272,5	20	<0,001
Indicador de incêndio	17691	4691,4	20	<0,001
Densidade de incêndio	17691	6324,1	20	<0,001

FONTE: O autor (2025).

Os resultados demonstraram que todas as variáveis testadas diferem no período analisado, indicando a necessidade da realização de análises anuais ao invés de uma única análise para o período.

Ao analisar a associação de cada variável com a frequência anual da presença de incêndio mediante o teste de Spearman, foram obtidos os valores apresentados na Tabela 13.

TABELA 13 - CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

	ANO	VARIÁVEIS AMBIENTAIS							
		TM	TMX	UMD	SCH	PREC	UCS	GEO	UMC
INDICADOR DE INCÊNDIO	2000	-0,123	-0,149	-0,059	0,025	-0,124	0,451	0,280	0,076
	2001	-0,124	-0,151	-0,083	-0,025	-0,051	0,357	0,229	0,086
	2002	-0,114	-0,120	-0,057	-0,008 ^{ns}	-0,020	0,353	0,207	0,068
	2003	-0,172	-0,208	-0,108	-0,044	-0,116	0,417	0,268	0,127
	2004	-0,156	-0,147	-0,072	-0,017	0,013 ^{ns}	0,359	0,206	0,089
	2005	-0,105	-0,127	-0,060	-0,030	-0,024	0,284	0,157	0,064
	2006	-0,125	-0,127	-0,067	0,015	0,112	0,342	0,185	0,081
	2007	-0,037	-0,048	0,008 ^{ns}	-0,017	0,033	0,376	0,188	-0,008 ^{ns}
	2008	-0,013 ^{ns}	-0,021	0,034	0,041	0,051	0,340	0,169	-0,039
	2009	0,015	0,009 ^{ns}	0,037	0,055	0,110	0,269	0,115	-0,040
	2010	-0,048	-0,054	-0,011 ^{ns}	-0,001 ^{ns}	0,068	0,268	0,122	0,030
	2011	0,023	0,024	0,048	0,048	0,070	0,325	0,155	-0,045
	2012	-0,049	-0,039	-0,006 ^{ns}	-0,012 ^{ns}	0,027	0,240	0,117	0,003 ^{ns}
	2013	0,026	0,016	0,069	0,059	-0,006 ^{ns}	0,344	0,145	-0,062
	2014	0,064	0,059	0,092	0,082	0,029	0,267	0,095	-0,085
	2015	-0,012 ^{ns}	-0,013 ^{ns}	0,029	0,031	0,091	0,257	0,094	-0,027
	2016	0,037	0,021	0,093	0,071	0,109	0,382	0,181	-0,075
	2017	-0,008 ^{ns}	-0,006 ^{ns}	0,037	0,064	0,089	0,290	0,117	-0,028
	2018	0,007 ^{ns}	-0,007 ^{ns}	0,037	0,055	0,089	0,308	0,120	-0,033
	2019	0,014 ^{ns}	-0,001 ^{ns}	0,049	0,050	0,020	0,326	0,165	-0,048
	2020	0,013 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,053	0,057	0,000 ^{ns}	0,311	0,131	-0,052

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); GEO – Índice Geomorfométrico; UCS – Índice de Uso e Cobertura do Solo; PREC – Precipitação Total Anual; SCH – Dias Sem Chuva; UMD – Média da Umidade Relativa Anual; TMX – Média da Temperatura Máxima Anual; TM – Temperatura Média Anual; UMC – Umidade do Material Combustível

Os resultados demonstram que ao longo do período analisado, as variáveis Uso e Cobertura do Solo e Índice Geomorfométrico, respectivamente, foram as que mais apresentaram correlação com o indicador de incêndios.

Ao separar os setores censitários em dois grupos: sem presença de incêndio no ano analisado (denominado Grupo I) e com presença no ano analisado (denominado Grupo II), obteve-se a mediana de cada variável ambiental analisada, conforme apresentado na Tabela 14.

TABELA 14 - MEDIANAS DAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS OBTIDAS PARA OS GRUPOS COM PRESENÇA E SEM PRESENÇA DE INCÊNDIOS EM CADA ANO DO PERÍODO ANALISADO

ANO	GEO		UCS		PREC		SCH		UMD		TMX		TM		UMC	
	GI	GII	GI	GII	GI	GII	GI	GII	GI	GII	GI	GII	GI	GII	GI	GII
2000	1,7	1,9	1,7	3,2	7,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,0	15,6	15,7
2001	1,7	2,0	1,8	3,2	5,0	5,0	5,0	4,0	3,0	2,9	4,0	3,0	5,0	4,0	17,5	17,6
2002	1,7	1,9	1,7	3,1	6,0	6,0	5,0 ^{ns}	5,0 ^{ns}	5,0	4,0	5,0	4,0	6,0	4,8	15,6	16,5
2003	1,7	2,0	1,6	3,2	7,0	6,0	7,0	7,0	5,0	4,0	5,0	4,0	5,0	3,1	15,7	16,5
2004	1,7	1,9	1,7	3,1	7,0 ^{ns}	7,0 ^{ns}	7,0	7,0	5,0	4,0	5,0	4,0	5,0	3,0	15,6	16,6
2005	1,8	1,9	1,7	3,1	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	5,0	6,0	4,0	6,0	4,0	14,7	15,7
2006	1,7	1,9	1,6	3,1	9,0	9,0	8,0	8,0	8,0	7,0	7,0	5,0	6,0	4,0	13,3	14,1
2007	1,7	1,9	1,6	3,1	7,0	7,0	8,0	7,9	6,0 ^{ns}	6,0 ^{ns}	6,0	5,0	6,0	5,0	14,7 ^{ns}	14,8 ^{ns}
2008	1,7	1,9	1,6	3,1	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0 ^{ns}	5,0 ^{ns}	14,8	14,8
2009	1,8	1,8	1,6	3,1	4,0	4,0	6,0	6,0	4,0	4,0	4,0 ^{ns}	4,0 ^{ns}	5,0	5,0	16,5	16,5
2010	1,8	1,8	1,6	3,1	6,0	6,0	7,0 ^{ns}	7,0 ^{ns}	3,0 ^{ns}	3,0 ^{ns}	4,0	3,0	5,0	3,0	17,5	17,5
2011	1,7	1,8	1,5	3,1	7,0	7,0	7,0	7,0	4,0	4,1	4,6	4,6	5,0	4,8	16,5	16,4
2012	1,8	1,8	1,6	3,1	8,0	8,0	8,0 ^{ns}	7,0 ^{ns}	7,0 ^{ns}	6,0 ^{ns}	7,0	5,0	6,0	4,7	13,9 ^{ns}	14,8 ^{ns}
2013	1,7	1,8	1,4	3,1	7,0	7,0	7,3	8,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	15,7	15,6
2014	1,8	1,8	1,5	3,1	7,0	7,0	7,0	7,0	4,0	5,0	5,0	6,0	6,0	7,0	16,5	15,5
2015	1,8	1,8	1,5	3,1	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	5,0 ^{ns}	4,0 ^{ns}	6,0 ^{ns}	5,0 ^{ns}	16,5	16,5
2016	1,7	1,8	1,4	3,1	6,0	6,0	6,5	7,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,5	5,0	17,5	17,5
2017	1,8	1,8	1,4	3,1	5,0	5,5	7,0	7,0	4,0	4,0	4,6 ^{ns}	4,0 ^{ns}	6,0 ^{ns}	5,0 ^{ns}	16,5	16,5
2018	1,8	1,8	1,4	3,1	7,0	7,0	7,0	7,0	4,0	4,0	4,0 ^{ns}	4,9 ^{ns}	5,0 ^{ns}	5,6 ^{ns}	16,5	16,5
2019	1,8	1,9	1,4	3,1	7,0	7,4	7,0	7,4	6,0	6,0	7,0 ^{ns}	6,5 ^{ns}	6,0 ^{ns}	6,4 ^{ns}	14,7	14,7
2020	1,8	1,8	1,4	3,1	9,0 ^{ns}	9,0 ^{ns}	9,0	9,0	9,0	9,0	7,0 ^{ns}	7,0 ^{ns}	6,0 ^{ns}	7,0 ^{ns}	12,6	12,6

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); GEO – Índice Geomorfométrico; UCS – Índice de Uso e Cobertura do Solo; PREC – Precipitação Total Anual; SCH – Dias Sem Chuva; UMD – Média da Umidade Relativa Anual; TMX – Média da Temperatura Máxima Anual; TM – Temperatura Média Anual; UMC – Umidade do Material Combustível

Em relação às medianas das variáveis ambientais em cada ano observa-se que o Grupo II apresentou valores das variáveis índice geomorfométrico e uso e cobertura do solo superiores em todo o período analisado.

A cobertura do solo está diretamente relacionada ao tipo de material combustível. Apesar da resolução espacial utilizada no presente estudo, os locais que apresentam classificação do Índice de Uso e Cobertura do Solo com valores baixos, não são propícios à ocorrência de incêndios florestais em grande parte devido à ausência de vegetação em áreas mais extensas. Adicionalmente, a resolução espacial utilizada para verificar a ocorrência de incêndios florestais não consegue apurar situações em que a área queimada foi inferior a 30 x 30 metros. Os incêndios que

ocorrem em áreas urbanas (classificadas como “infraestrutura urbana”) tendem a apresentar valores inferiores à detecção por satélite.

Estudo realizado por Dami, Ayuba e Bila (2012), tendo como área de estudo as margens do lago Chade no continente africano, apontam que apesar do aumento populacional no período de 2001 a 2009, houve decréscimo nas ocorrências de incêndios florestais no local, possivelmente motivado pela alteração do uso e cobertura do solo para o estabelecimento de novos assentamentos, ou seja, a diminuição de material combustível vegetal.

Para a variável precipitação, as medianas que apresentaram Grupo II superiores ao Grupo I com diferença significativa mediante aplicação do teste de Mann-Whitney, ocorreram em 10% dos anos. Para a variável dias sem chuva, em 14%; umidade relativa média, em 10%; temperatura máxima, em 10%; e temperatura média, em 10%.

Para a variável umidade do material combustível, por não ser realizada a reclassificação dos valores obtidos, quanto menor a umidade do material combustível, maior probabilidade de ignição e propagação do fogo (Brown; Davis, 1959; Clar; Chatten, 1975). Com isso, diferentemente das demais variáveis, verificou-se o percentual de anos em que o Grupo II foi inferior ao Grupo I com diferença significativa, sendo obtido o valor de 33% para mediana.

Levando em consideração as diferenças significativas, observou-se que dos anos de 2000 a 2006 a variável umidade de material combustível apresentou mediana do Grupo II superior em todos os anos, no entanto com variação no restante do período analisado. Já a variável dias sem chuva apresentou mediana do Grupo II superior ao Grupo I no período de 2008 a 2020, mas com variações no período de 2000 a 2006.

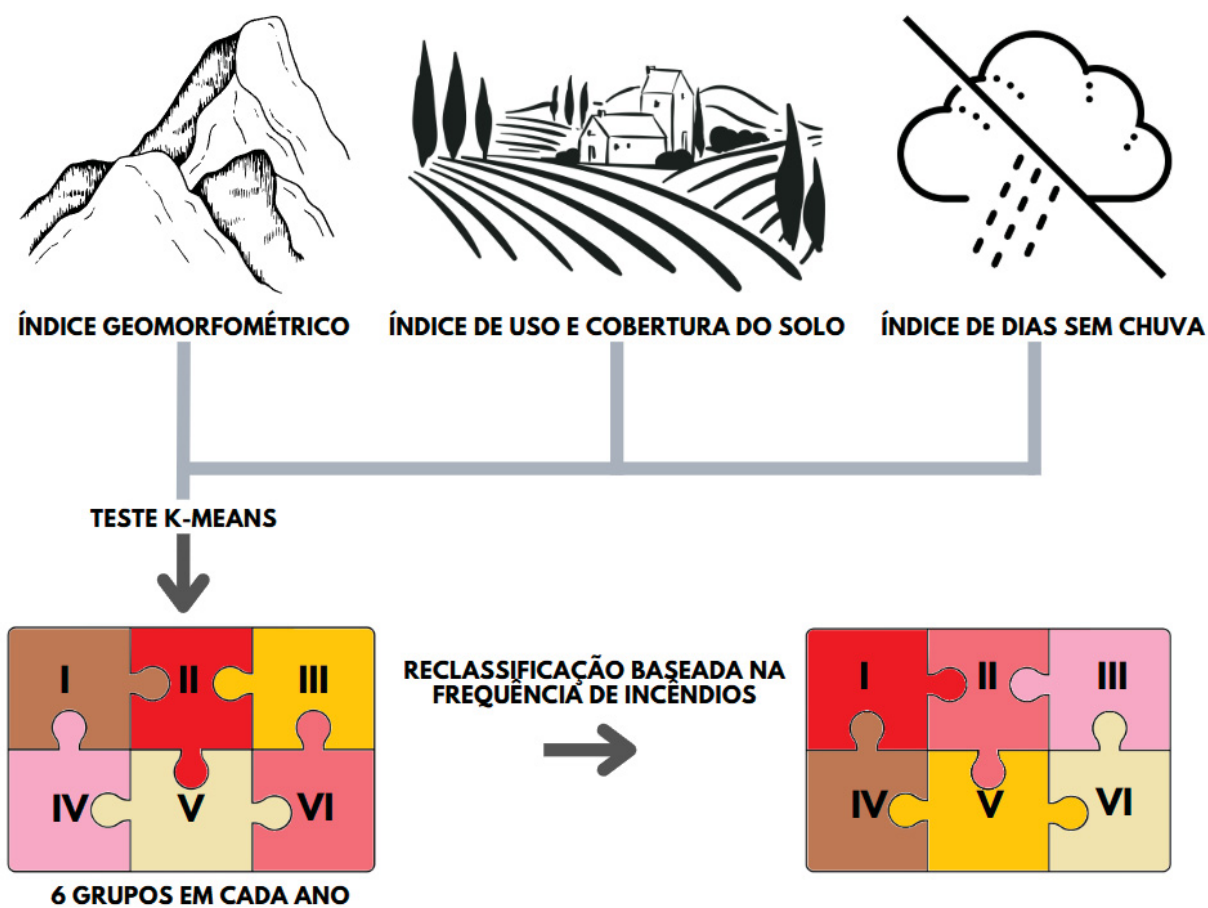
Com base nos resultados do teste de correlação de Spearman e do teste de Mann-Whitney, bem como análise da estatística descritiva, foi definida as variáveis índice geomorfológico, índice de uso e cobertura do solo e índice de dias sem chuva para a composição do agrupamento anual de setores censitários.

4.4 AGRUPAMENTO DOS SETORES CENSITÁRIOS

Na Figura 27 é ilustrado o processo realizado e a obtenção do número ideal de seis grupos para cada ano analisado, considerando a análise do gráfico gerado

pelo total de soma de quadrados obtido através do método do cotovelo. Na Tabela 15 é apresentado os resultados obtidos através do método da silhueta, que por sua vez variou de 0,364 a 0,438.

FIGURA 27 - FLUXOGRAMA DO RESULTADO DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS



FONTE: O autor (2025).

TABELA 15 - VALORES OBTIDOS PELA APLICAÇÃO DO MÉTODO DA SILHUETA PARA SEIS GRUPOS

ANO	VALOR
2000	0,377
2001	0,401
2002	0,369
2003	0,393
2004	0,409
2005	0,396
2006	0,434
2007	0,402
2008	0,405
2009	0,424
2010	0,401
2011	0,393
2012	0,396
2013	0,430
2014	0,412
2015	0,423
2016	0,394
2017	0,429
2018	0,418
2019	0,438
2020	0,416

FONTE: O autor (2025).

Na Tabela 16 é apresentada a quantidade de setores censitários por grupo em cada ano do período analisado, bem como a somatória do indicador de incêndio anual em cada grupo.

TABELA 16 - QUANTIDADE DE SETORES CENSITÁRIOS E PERCENTUAL DE FREQUENCIA DE DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O AGRUPAMENTO REALIZADO

ANO	GRUPO											
	I		II		III		IV		V		VI	
	N	FII%	N	FII%	N	FII%	N	FII%	N	FII%	N	FII%
2000	1536	51,8	3803	25,0	3224	18,4	4973	0,73	1946	0,39	2209	0,36
2001	1562	34,9	2479	15,1	4334	7,8	2507	0,16	2375	0,07	4434	0,03
2002	1645	30,4	2883	15,3	3672	11,8	4034	0,36	2748	0,21	2709	0,18
2003	1520	46,3	1517	21,2	4951	15,1	2970	0,28	3043	0,22	3690	0,16
2004	1521	35,1	1104	21,5	5323	10,1	3557	0,39	3013	0,19	3173	0,00
2005	1458	23,3	5309	15,2	1101	6,0	3158	0,29	3105	0,25	3560	0,12
2006	1410	32,4	1172	19,8	5160	11,8	3139	0,30	3208	0,26	3602	0,21
2007	1398	34,4	4681	18,3	1618	16,2	3138	0,29	3070	0,26	3786	0,18
2008	1426	26,5	4776	16,6	1439	11,1	3182	0,28	3682	0,16	3186	0,09
2009	1415	16,0	5030	11,4	1143	10,1	3139	0,45	3294	0,15	3670	0,14
2010	1512	15,8	1877	11,7	4100	8,0	2896	0,21	4502	0,07	2804	0,04
2011	1599	22,4	3716	15,3	2085	13,5	2957	0,41	2697	0,30	4637	0,17
2012	1378	15,5	2056	10,6	3844	5,9	2949	0,20	4644	0,06	2820	0,04
2013	1339	22,8	4665	19,1	1163	10,8	3400	0,50	3294	0,33	3830	0,16
2014	4066	13,8	1332	11,2	1700	7,0	4477	0,16	3160	0,13	2956	0,10
2015	1415	11,7	4643	11,1	1016	6,1	3415	0,15	3483	0,11	3719	0,08
2016	1507	29,2	3126	24,7	2257	15,7	3385	0,50	3383	0,24	4033	0,20
2017	1368	15,7	4656	14,1	933	5,4	3488	0,34	3559	0,22	3687	0,19
2018	4529	16,4	1405	15,7	949	7,9	3497	0,34	3748	0,21	3563	0,11
2019	1381	23,7	4492	16,3	951	5,9	3479	0,32	3600	0,22	3788	0,18
2020	1320	18,2	4540	16,6	936	7,6	3525	0,31	3582	0,31	3788	0,18

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: N – Número de setores censitários; FII% – Frequência de Indicador de Incêndio

Observa-se que, ao realizar o agrupamento, há uma distinção anual no percentual de indicador de incêndios. Os anos de 2000 a 2008 apresentaram as maiores diferenças entre o grupo mais atingido por incêndios e o segundo mais afetado. A partir desse período, observa-se uma oscilação na diferença de indicador de incêndios.

Na Tabela 17 é apresentado os valores de mediana da variável índice geomorfométrico de acordo com o agrupamento realizado.

TABELA 17 - VALORES DA MEDIANA DA VARIÁVEL ÍNDICE GEOMORFOMÉTRICO DE ACORDO COM O AGRUPAMENTO REALIZADO

ANO	GRUPO (VARIÁVEL ÍNDICE GEOMORFOMÉTRICO)					
	I	II	III	IV	V	VI
2000	2,26	1,76	1,81	1,61	1,56	1,96
2001	2,26	1,73	1,81	1,95	1,55	1,62
2002	2,25	1,75	1,81	1,62	1,94	1,54
2003	2,27	1,71	1,81	1,93	1,55	1,62
2004	2,26	1,69	1,80	1,61	1,93	1,55
2005	2,28	1,80	1,69	1,55	1,93	1,61
2006	2,29	1,69	1,81	1,93	1,55	1,62
2007	2,29	1,82	1,68	1,55	1,93	1,62
2008	2,28	1,82	1,69	1,93	1,62	1,55
2009	2,28	1,81	1,71	1,93	1,55	1,61
2010	2,27	1,72	1,81	1,95	1,62	1,56
2011	2,25	1,81	1,73	1,94	1,55	1,62
2012	2,29	1,73	1,82	1,95	1,62	1,56
2013	2,30	1,81	1,70	1,55	1,93	1,62
2014	1,82	2,30	1,72	1,62	1,94	1,56
2015	2,28	1,81	1,70	1,93	1,56	1,61
2016	2,26	1,81	1,76	1,93	1,56	1,62
2017	2,29	1,81	1,69	1,93	1,56	1,62
2018	1,81	2,28	1,68	1,93	1,62	1,56
2019	2,29	1,81	1,69	1,93	1,56	1,62
2020	2,30	1,81	1,70	1,93	1,56	1,62

FONTE: O autor (2025).

Verifica-se que há distinção entre os grupos nos valores medianos de acordo com o fator geomorfométrico, sendo que na grande maioria (90,5% dos anos), o grupo que apresentou maior índice geomorfométrico, também apresentou maior percentual de indicador de incêndios.

Na Tabela 18 é apresentado os valores de mediana da variável uso e cobertura do solo de acordo com o agrupamento realizado.

TABELA 18 - VALORES DA MEDIANA DA VARIÁVEL USO E COBERTURA DO SOLO DE ACORDO COM O AGRUPAMENTO REALIZADO

ANO	GRUPO (VARIÁVEL USO E COBERTURA DO SOLO)					
	I	II	III	IV	V	VI
2000	3,17	2,98	3,03	1,00	1,16	1,14
2001	3,17	2,93	3,03	1,16	1,17	1,00
2002	3,16	2,95	3,02	1,00	1,16	1,12
2003	3,18	2,86	3,02	1,14	1,14	1,00
2004	3,18	2,63	3,02	1,00	1,15	1,13
2005	3,17	3,02	2,64	1,12	1,15	1,00
2006	3,16	2,74	3,02	1,13	1,12	1,00
2007	3,16	3,02	2,74	1,10	1,12	1,00
2008	3,16	3,02	2,73	1,11	1,00	1,09
2009	3,17	3,01	2,66	1,11	1,09	1,00
2010	3,17	2,88	3,01	1,10	1,00	1,09
2011	3,18	3,01	2,89	1,09	1,08	1,00
2012	3,20	2,93	3,01	1,09	1,00	1,08
2013	3,21	3,01	2,74	1,06	1,08	1,00
2014	3,01	3,22	2,90	1,00	1,08	1,08
2015	3,23	3,01	2,62	1,08	1,06	1,00
2016	3,23	3,01	3,00	1,07	1,04	1,00
2017	3,23	3,02	2,55	1,07	1,05	1,00
2018	3,02	3,23	2,56	1,06	1,00	1,05
2019	3,24	3,01	2,63	1,06	1,04	1,00
2020	3,24	3,02	2,62	1,06	1,04	1,00

FONTE: O autor (2025).

De forma análoga ao índice geomorfométrico, ao analisar os agrupamentos em cada ano de acordo com o índice de uso e cobertura do solo, verifica-se em 90,5% dos anos os grupos que apresentaram maior percentual de indicador de incêndio também apresentaram maior valor de mediana para o referido índice.

Na Tabela 19 é apresentado os valores de mediana dos percentuais dos dias sem chuva de acordo com o agrupamento realizado.

TABELA 19 - VALORES DA MEDIANA DA VARIÁVEL DE DIAS SEM CHUVA DE ACORDO COM O AGRUPAMENTO REALIZADO

ANO	GRUPO (VARIÁVEL DIAS SEM CHUVA)					
	I	II	III	IV	V	VI
2000	5,00	5,00	6,00	4,00	7,00	6,00
2001	4,48	4,00	6,00	6,00	6,00	3,00
2002	5,00	5,00	7,00	3,00	7,00	7,00
2003	7,00	5,00	7,08	7,00	7,00	4,00
2004	7,00	4,00	7,00	4,00	7,00	7,00
2005	7,00	7,00	5,00	7,00	8,00	5,00
2006	8,00	6,00	8,00	8,00	8,00	6,00
2007	8,00	8,00	5,00	8,00	9,00	5,00
2008	7,00	8,00	4,00	8,00	4,00	8,00
2009	6,00	6,00	3,00	6,00	6,00	3,00
2010	7,00	5,00	7,00	8,00	5,00	8,00
2011	7,00	8,00	6,00	8,00	8,00	5,00
2012	8,00	7,00	8,57	8,00	6,00	9,00
2013	7,00	8,00	5,00	8,00	8,00	5,00
2014	7,00	7,00	6,00	5,00	7,00	7,00
2015	5,00	5,00	2,00	5,00	5,00	2,00
2016	6,00	7,78	6,00	8,00	7,00	4,00
2017	7,00	7,00	4,00	7,00	7,00	4,00
2018	7,00	7,00	5,00	7,00	4,00	7,00
2019	7,00	8,00	5,00	8,00	8,00	5,00
2020	9,00	9,00	6,00	9,00	9,00	6,00

FONTE: O autor (2025).

Diferente dos resultados obtidos para as duas outras variáveis, os valores de mediana do índice de dias sem chuva não apresentou predominância em nenhum dos anos no grupo que apresentou a maior percentual de indicador de incêndios.

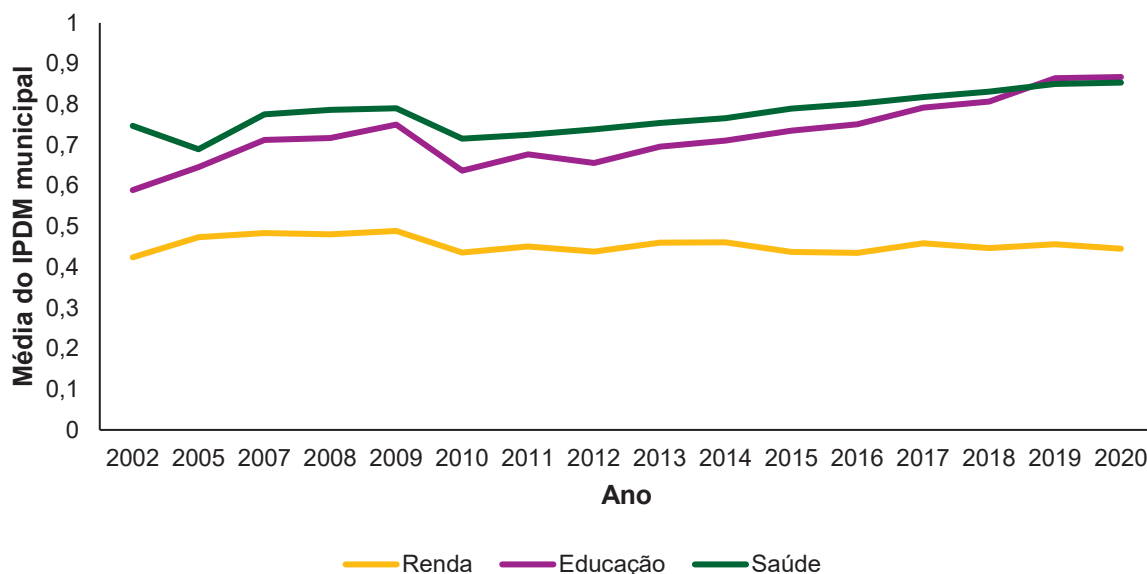
No Apêndice I estão disponíveis a distribuição espacial dos agrupamentos obtidos na área de estudo para cada ano do período analisado.

4.5 FATORES SOCIOECONÔMICOS

4.5.1 IPDM

No Gráfico 12 é apresentado a variação da média do IPDM (IPARDES, 2024) relacionado as dimensões de renda, educação e saúde ao longo do período analisado.

GRÁFICO 12 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL AO LONGO DO PERÍODO ANALISADO



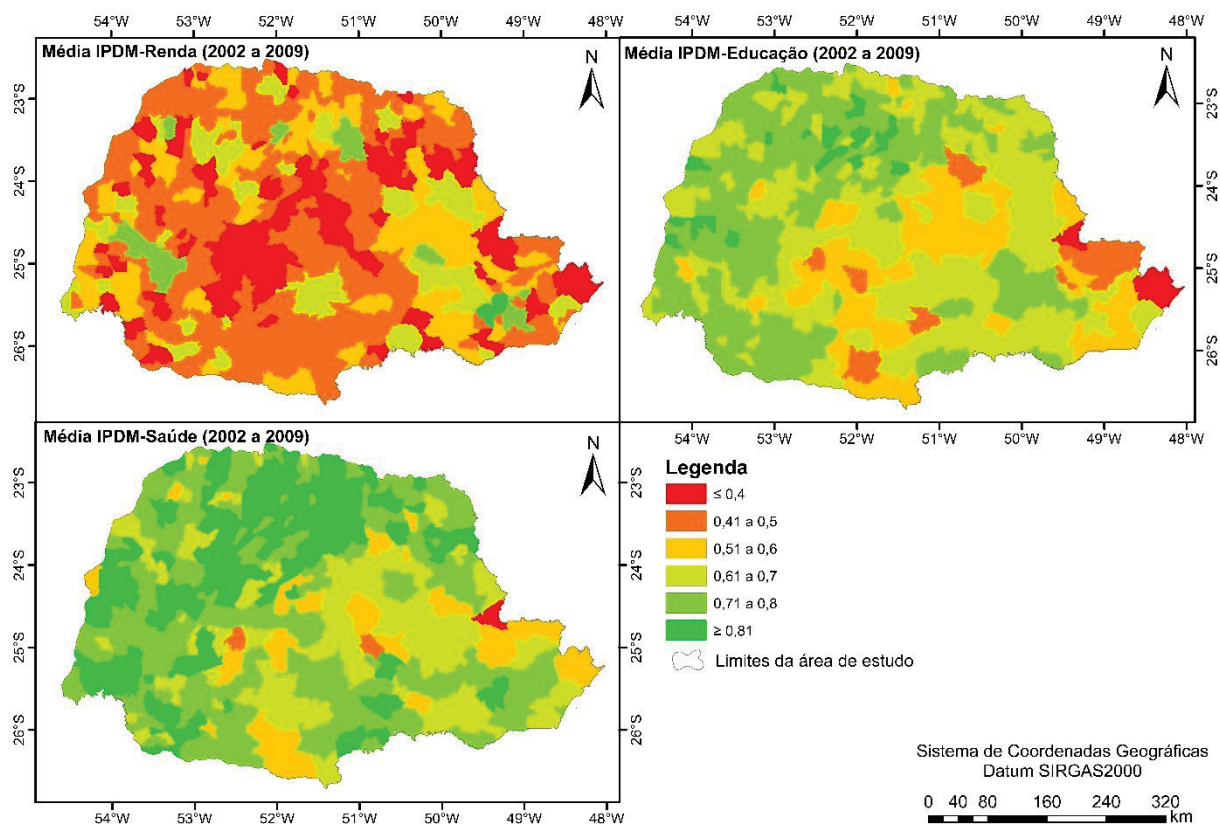
FONTE: O autor (2025).

Observa-se uma variação entre os dois intervalos de período de acordo com a metodologia aplicada pelo IPARDES. O ano de 2010 apresentou um decréscimo para todos os índices se comparado aos anos anteriores, podendo estar motivado por esta alteração metodológica. No entanto, apesar da metodologia adotada, a média do IPDM-Renda foi inferior ao referente a educação e a saúde em todos os anos analisados.

Ao analisar o período de 2010 a 2020, verifica-se que os índices de educação e de saúde apresentaram melhoria crescente ao longo dos anos, no entanto o índice de renda apresentou oscilação, demonstrando assim que não houve avanços para esta variável.

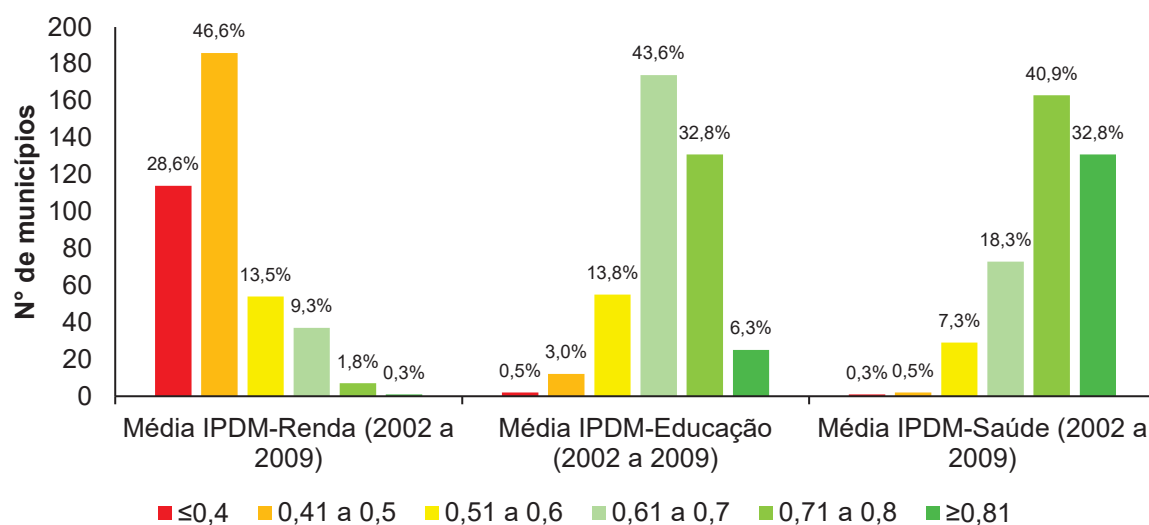
Na Figura 28 é apresentada a distribuição espacial das médias do IPDM-Renda, educação e saúde no período de 2002 a 2009 e nos Gráficos 13 e 14 estão presentes, respectivamente, a quantificação de acordo com o número de municípios e da área ocupada por estes.

FIGURA 28 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS MÉDIAS DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL PARA OS ANOS DE 2002 A 2009



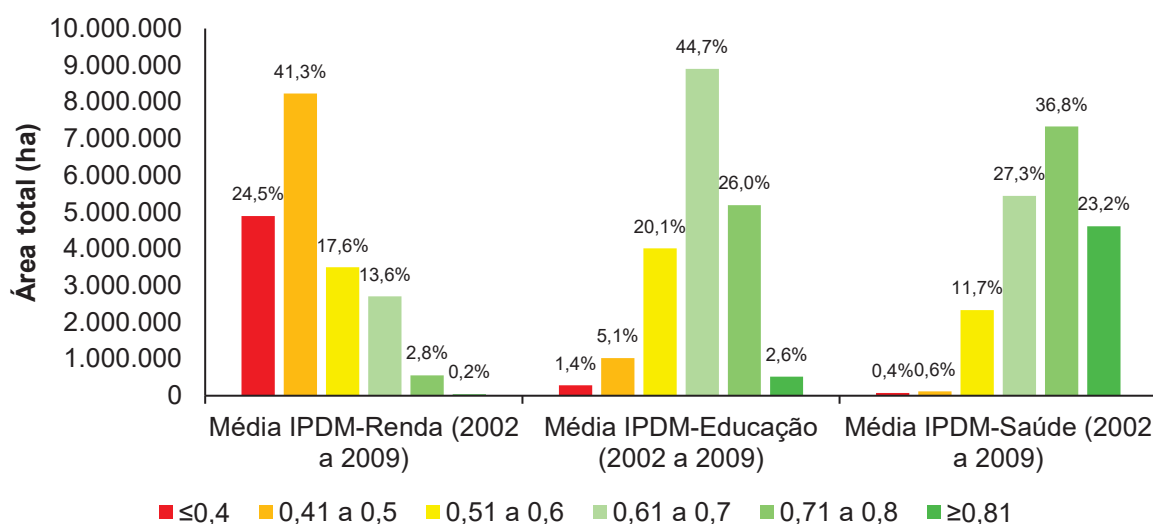
FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 13 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL EM CLASSES DE ACORDO COM O NÚMERO DE MUNICÍPIOS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2009



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 14 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL EM CLASSES DE ACORDO COM A ÁREA OCUPADA PELOS MUNICÍPIOS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2009



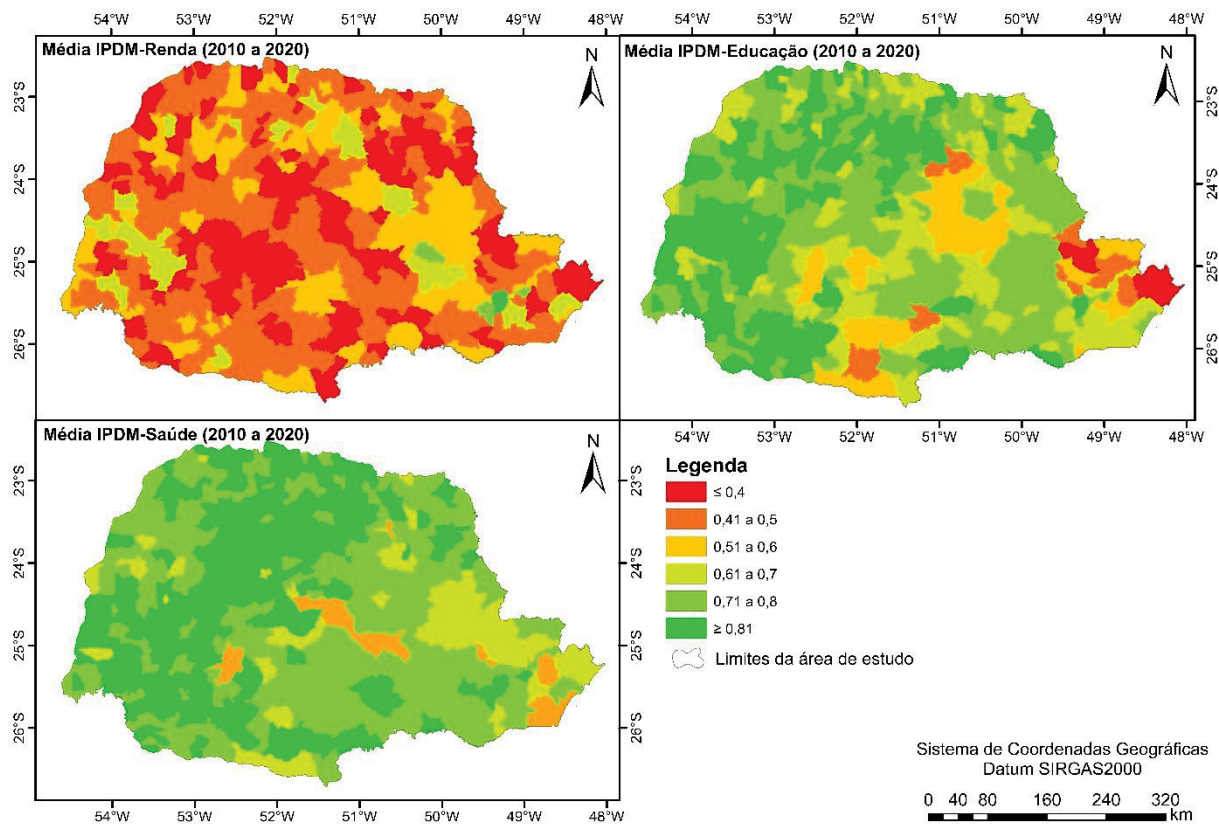
FONTE: O autor (2025).

No período de 2002 a 2009 verifica-se que os baixos valores da média do IPDM-Renda foram difusos na área de estudo, não se concentrando em uma região específica. Em 75,2% dos municípios e 65,8% da área total ocupada por estes o IPDM-Renda foi inferior a 0,51.

Ainda no referido período, verifica-se que o IPDM-Educação apresentou as menores médias na região leste e central do estado, no entanto em 82,7% dos municípios e 73,3% da área total ocupada por estes, a média foi igual ou superior a 0,61. Já para o IPDM-Saúde, houve as maiores médias se mostraram presente na região norte e oeste do estado. Um total de 73,7% dos municípios e 60% da área total ocupada por estes, apresentou IPDM-Saúde igual ou acima de 0,71.

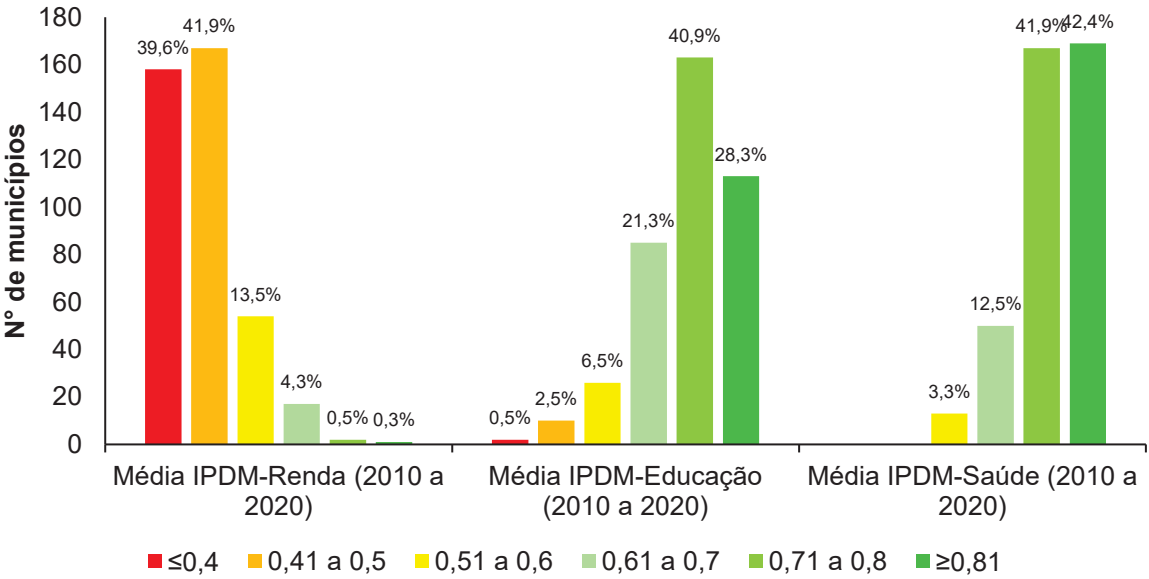
Na Figura 29 é apresentada a distribuição espacial das médias do IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde no período de 2010 a 2020 e nos Gráficos 15 e 16 são apresentados, respectivamente, a quantificação de acordo com o número de municípios e da área ocupada por estes.

FIGURA 29 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS MÉDIAS DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL PARA OS ANOS DE 2010 A 2020



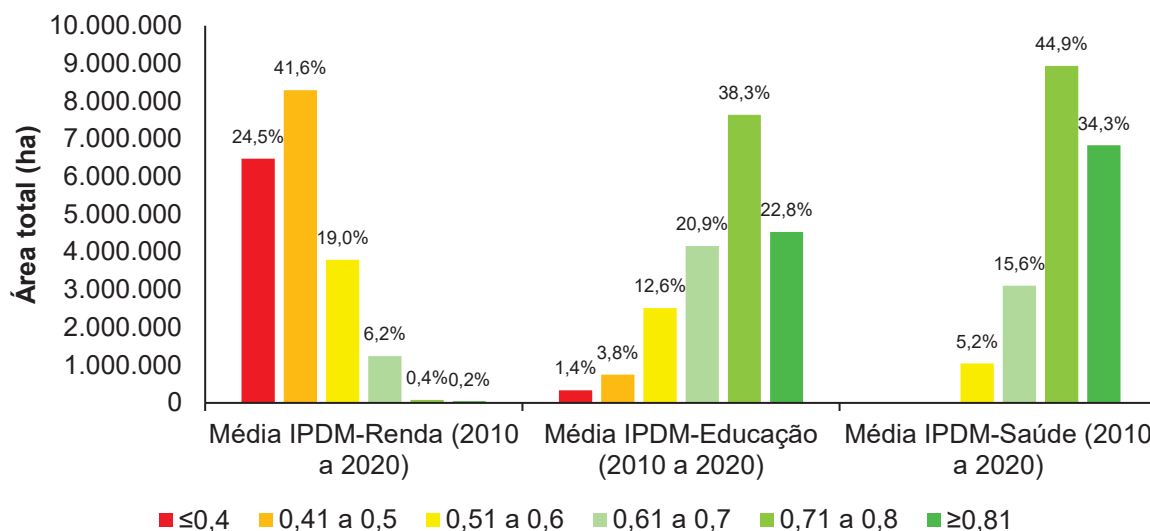
FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 15 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL EM CLASSES DE ACORDO COM O NÚMERO DE MUNICÍPIOS PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 16 - DISTRIBUIÇÃO DA MÉDIA DOS ÍNDICES IPARDES DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL EM CLASSES DE ACORDO COM A ÁREA OCUPADA PELOS MUNICÍPIOS PARA O PERÍODO DE 2010 A 2020



FONTE: O autor (2025).

Entre os anos de 2010 e 2020, observa-se que os menores valores médios do IPDM-Renda também estavam distribuídos de forma dispersa na área de estudo, sem uma concentração específica em determinada região. Nesse período, 81,5% dos municípios e 66,1% da área total por eles ocupada apresentaram um IPDM-Renda inferior a 0,51.

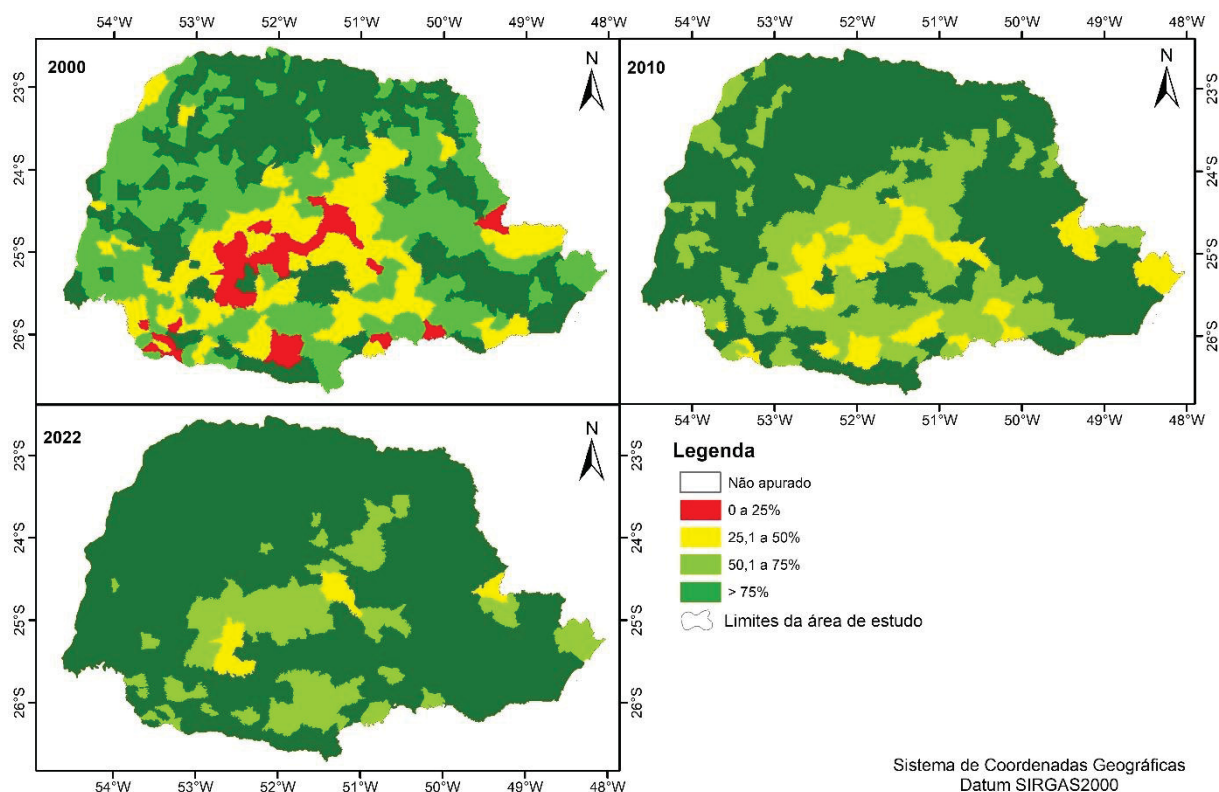
No mesmo intervalo, o IPDM-Educação também registrou as menores médias nas regiões leste do estado, com uma ligeira melhor na região central se comparado ao período anterior. Contudo, em 90,5% dos municípios e 82% da área total ocupada por eles, a média foi igual ou superior a 0,61.

Por sua vez, o IPDM-Saúde manteve suas maiores médias nas regiões norte e oeste do estado, expandido também para a região sudoeste. Nesse contexto, todos os municípios apresentaram índices superiores a 0,5, sendo que 84,3% dos municípios e 79,2% da área total por eles ocupada registraram valores iguais ou superiores a 0,71.

4.5.2 Coleta de lixo

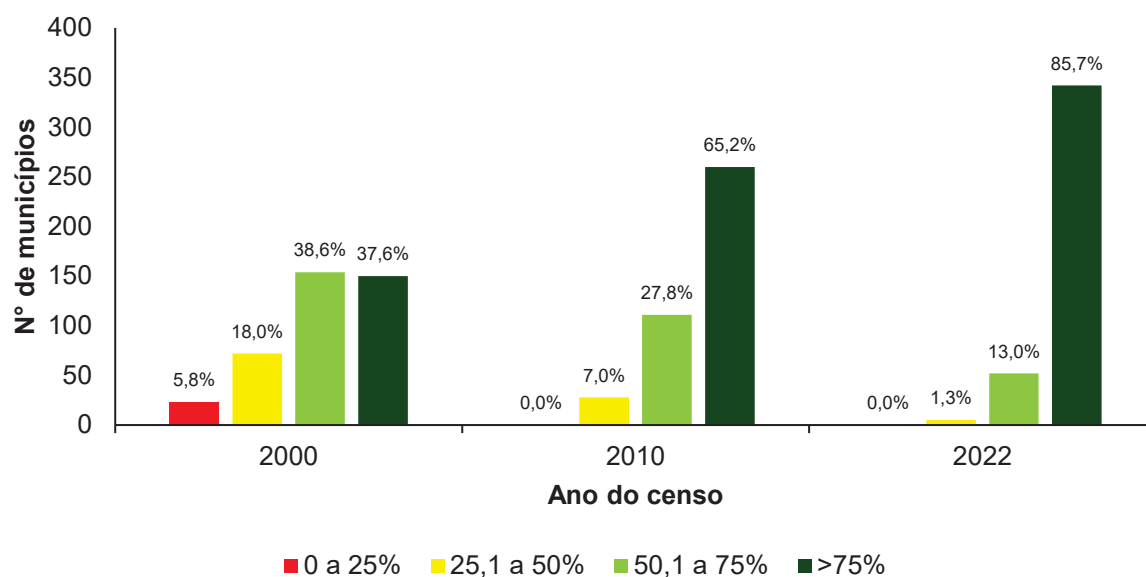
Na Figura 30 é apresentada a distribuição espacial do percentual de coleta de lixo de acordo com os censos de 2000 (IBGE, 2022), 2010 (IBGE, 2011) e 2022 (IBGE, 2024) e nos Gráficos 17 e 18 são apresentados, respectivamente, a quantificação de acordo com o número de municípios e da área ocupada por estes.

FIGURA 30 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO DE ACORDO COM OS CENSOS DE 2000, 2010 E 2022



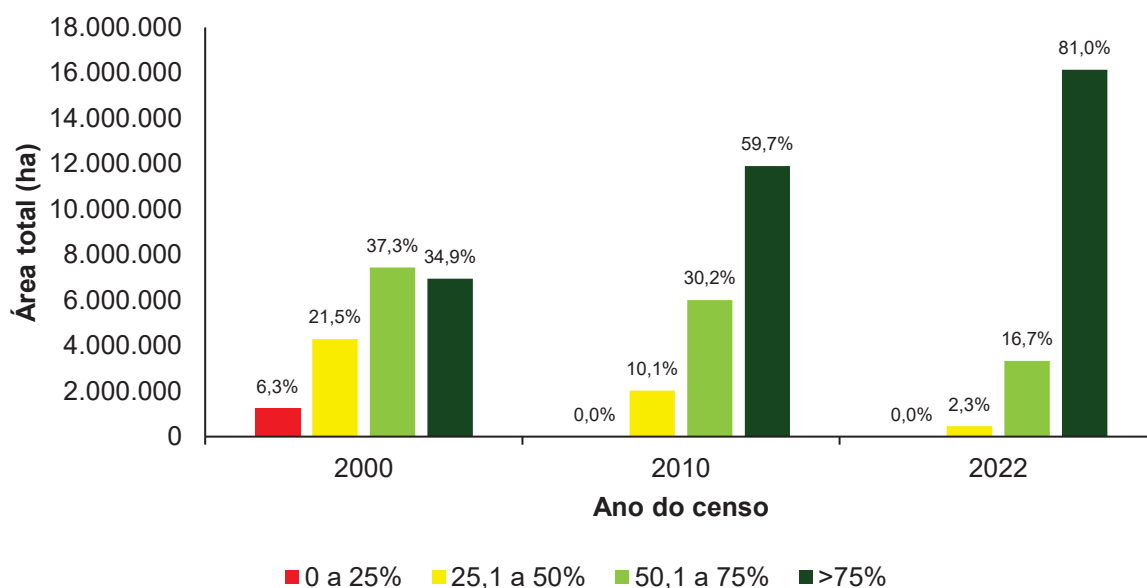
FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 17 - DISTRIBUIÇÃO DA COLETA DE LIXO EM CLASSES DE ACORDO COM O NÚMERO DE MUNICÍPIOS PARA OS ANOS DE 2000, 2010 E 2022



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 18 - DISTRIBUIÇÃO DA COLETA DE LIXO EM CLASSES DE ACORDO COM A ÁREA OCUPADA PELOS MUNICÍPIOS PARA OS ANOS DE 2000, 2010 E 2022



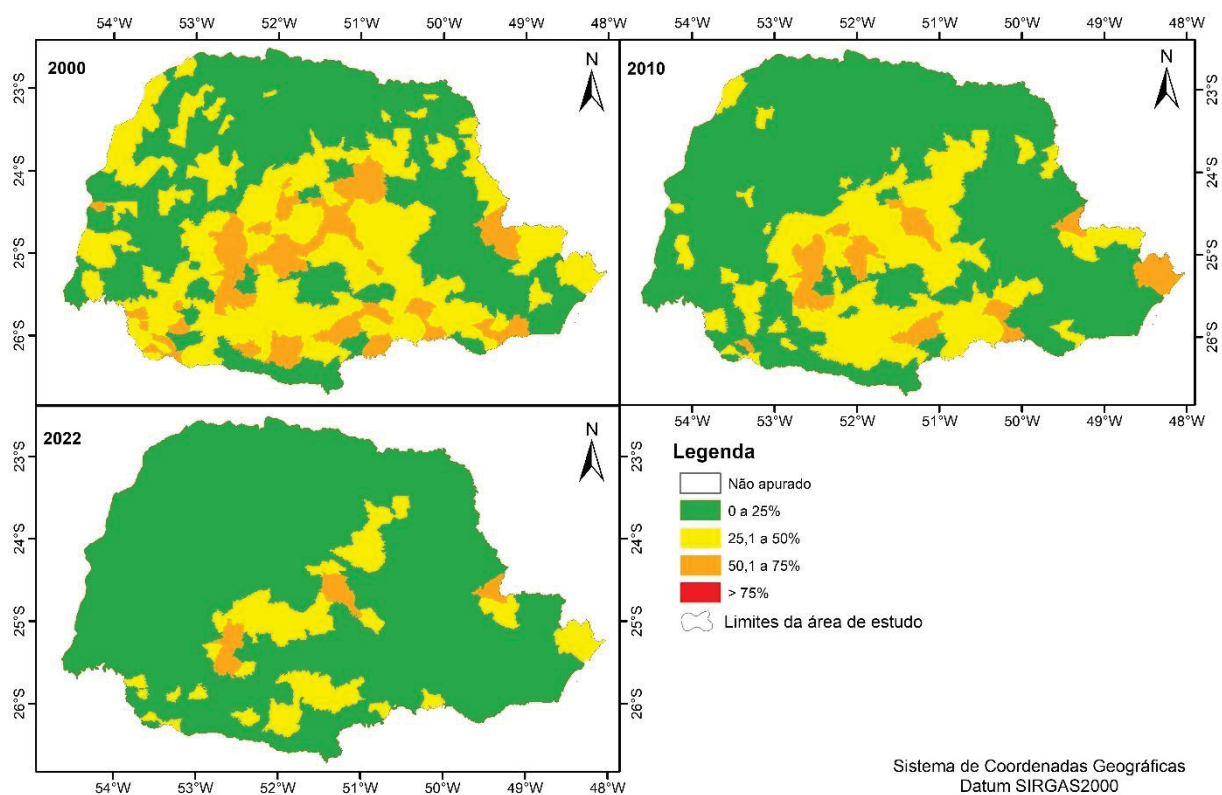
FONTE: O autor (2025).

Verifica-se que ao longo do período analisado, houve um aumento considerável no percentual de municípios que apresentam coleta de lixo, saindo de 37,6% que possuíam mais que 75% dos domicílios permanentes com coleta de lixo no ano de 2000, para 85,7% em 2022. No que diz respeito a área ocupada por estes, o percentual saltou de 34,9% a 81%. As regiões que ainda apresentam valores

variando de 25,1 a 75% de coleta são a central, centro-sul, ao norte e ao leste da região metropolitana de Curitiba.

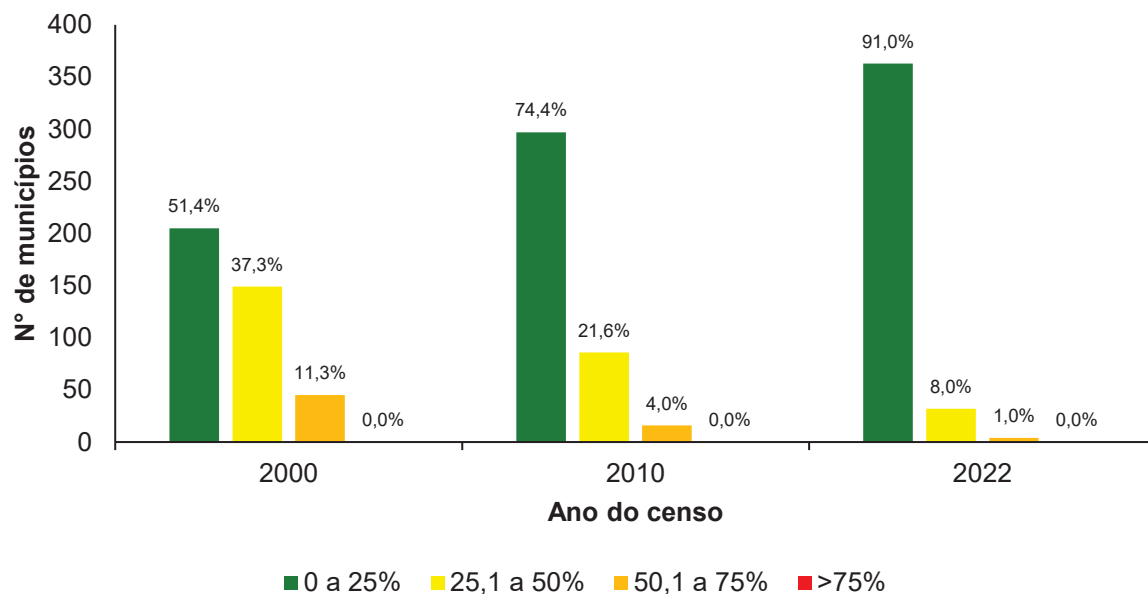
Na Figura 31 é apresentada a distribuição espacial do percentual de lixo queimado de acordo com os censos de 2000 (IBGE, 2022), 2010 (IBGE, 2011) e 2022 (IBGE, 2024) e nos Gráficos 19 e 20 são apresentados, respectivamente, a quantificação de acordo com o número de municípios e da área ocupada por estes.

FIGURA 31 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO DE ACORDO COM OS CENSOS DE 2000, 2010 E 2022



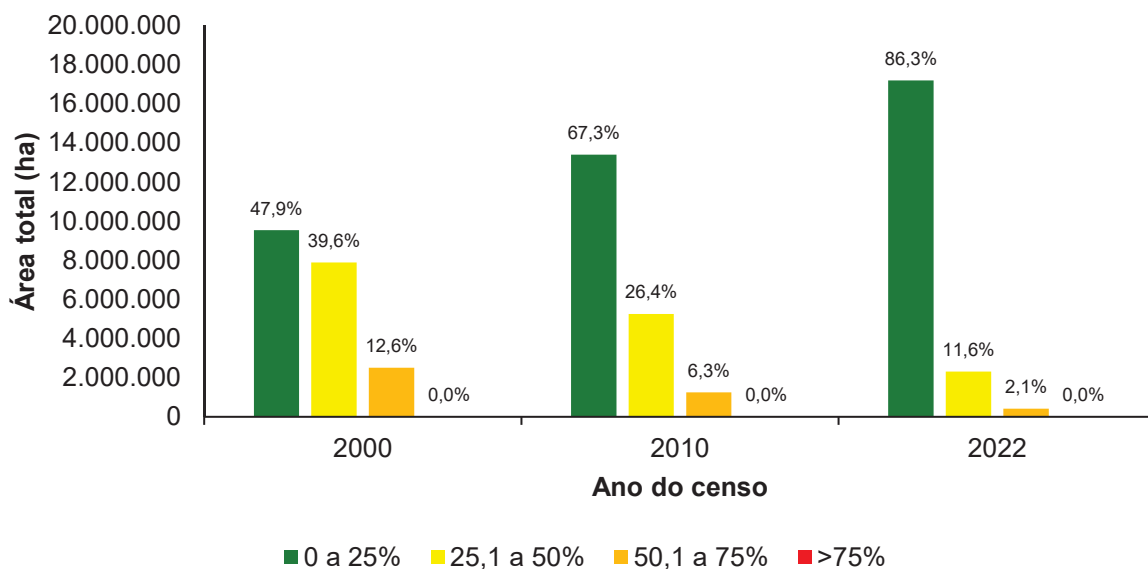
FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 19 - DISTRIBUIÇÃO DE LIXO QUEIMADO EM CLASSES DE ACORDO COM O NÚMERO DE MUNICÍPIOS PARA OS ANOS DE 2000, 2010 E 2022



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 20 - DISTRIBUIÇÃO DE LIXO QUEIMADO EM CLASSES DE ACORDO COM A ÁREA OCUPADA PELOS MUNICÍPIOS PARA OS ANOS DE 2000, 2010 E 2022



FONTE: O autor (2025).

Tal como o verificado com a coleta de lixo, houve significativos avanços ao longo do período de 2000 a 2022 para menores taxas de lixo queimado. No ano de 2000 o percentual de municípios que apresentavam de 50,1 a 75% de lixo queimado era de 11,3%, ocupando uma área de 12,6%. No ano de 2022 o valor encontrado foi

de 1% dos municípios, ocupando uma área de 2,1% do estado. Ainda, de forma análoga a coleta de lixo mais deficitária, as regiões que ainda apresentam valores variando de 25,1 a 75% de queima de lixo são a central, centro-sul, ao norte e ao leste da região metropolitana de Curitiba.

4.6 RELAÇÃO DOS INCÊNDIOS COM FATORES SOCIOECONÔMICOS

4.6.1 Relação dos incêndios com fatores socioeconômicos de acordo com cada grupo – setores censitários rurais e urbanos

4.6.1.1 Grupo I

Na Tabela 20 e nos Gráficos 21, 22 e 23 estão presentes os valores medianos dos valores de IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde dos setores censitários que apresentaram e que não apresentaram indicador de incêndio ao longo do período analisado.

TABELA 20 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO I

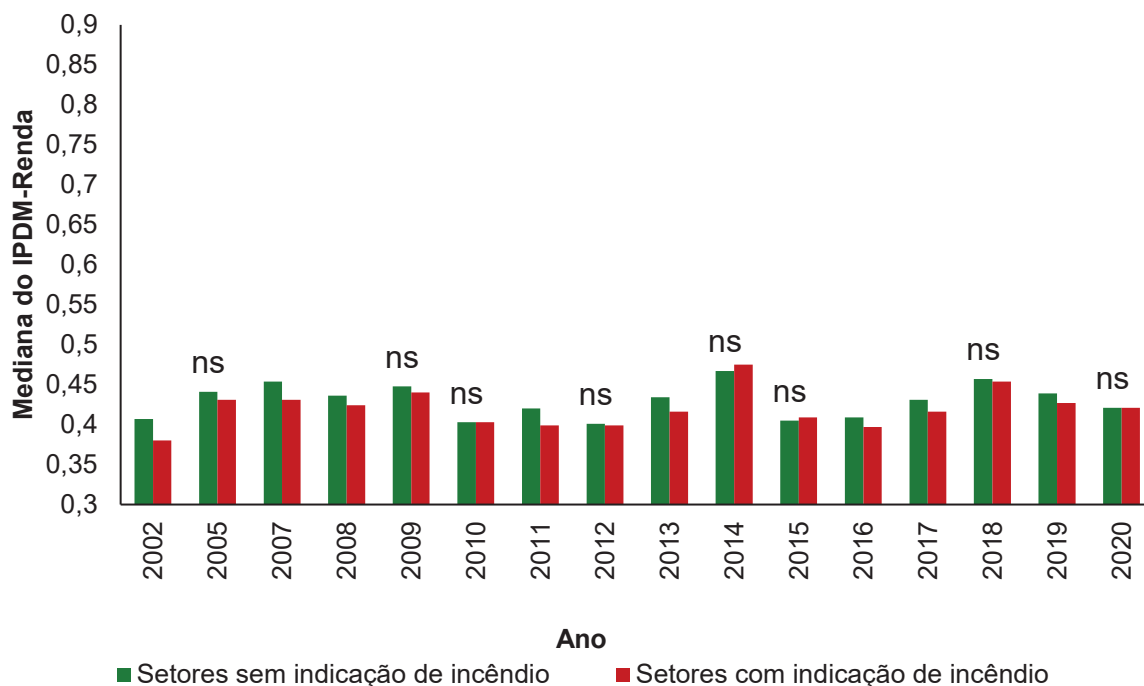
ANO	GRUPO I					
	IPDM-RENDIA		IPDM-EDUCAÇÃO		IPDM-SAÚDE	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-
2002	0,407	0,38	0,584	0,489	0,72	0,635
2003	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-
2005	0,441 ^{ns}	0,431 ^{ns}	0,621	0,529	0,641	0,572
2006	-	-	-	-	-	-
2007	0,454	0,431	0,696	0,633	0,747	0,697
2008	0,436	0,424	0,695	0,625	0,774	0,716
2009	0,448 ^{ns}	0,440 ^{ns}	0,739	0,675	0,77	0,693
2010	0,403 ^{ns}	0,403 ^{ns}	0,615	0,517	0,688	0,615
2011	0,42	0,399	0,678	0,59	0,703	0,637
2012	0,401 ^{ns}	0,399 ^{ns}	0,63	0,506	0,71	0,639
2013	0,434	0,416	0,671	0,632	0,746	0,717
2014	0,467 ^{ns}	0,475 ^{ns}	0,766	0,742	0,797 ^{ns}	0,800 ^{ns}
2015	0,405 ^{ns}	0,409 ^{ns}	0,724	0,662	0,793	0,78
2016	0,409	0,397	0,741	0,699	0,816	0,806
2017	0,431	0,416	0,797	0,712	0,832	0,827
2018	0,457 ^{ns}	0,454 ^{ns}	0,849	0,82	0,851	0,845
2019	0,439	0,427	0,871	0,827	0,852	0,846
2020	0,421 ^{ns}	0,421 ^{ns}	0,878	0,817	0,853	0,848

FONTE: O autor (2025).

NOTA: Os anos de 2000, 2001, 2003, 2004 e 2006 não apresentaram valores disponíveis de IPDM.

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

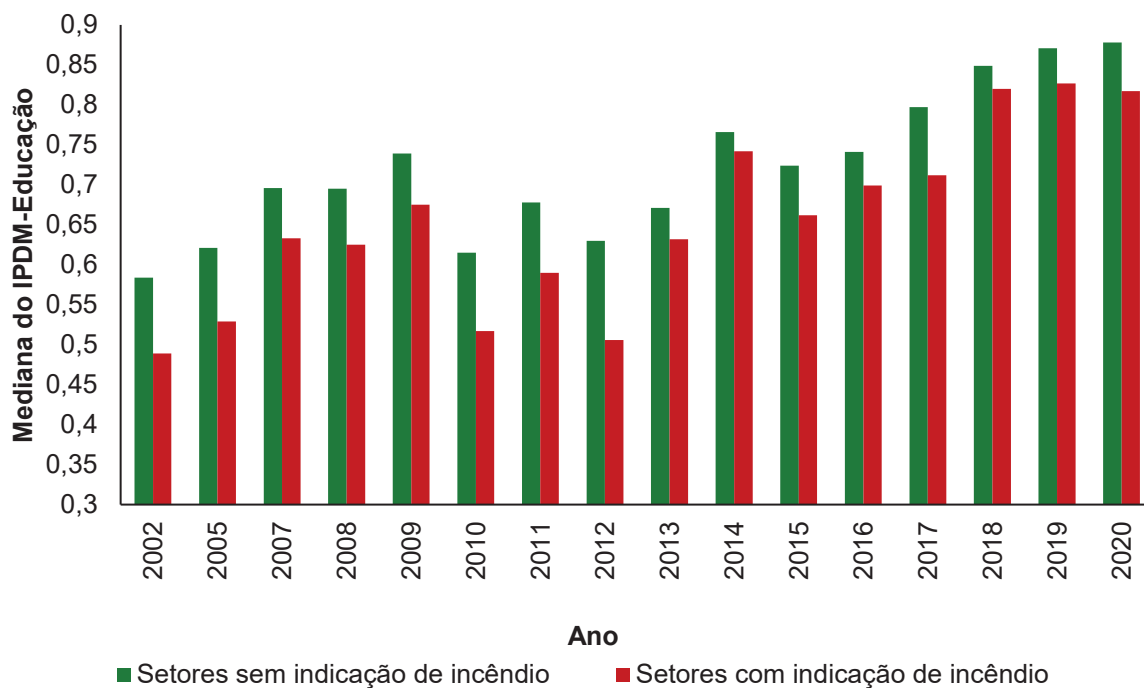
GRÁFICO 21 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I



FONTE: O autor (2025).

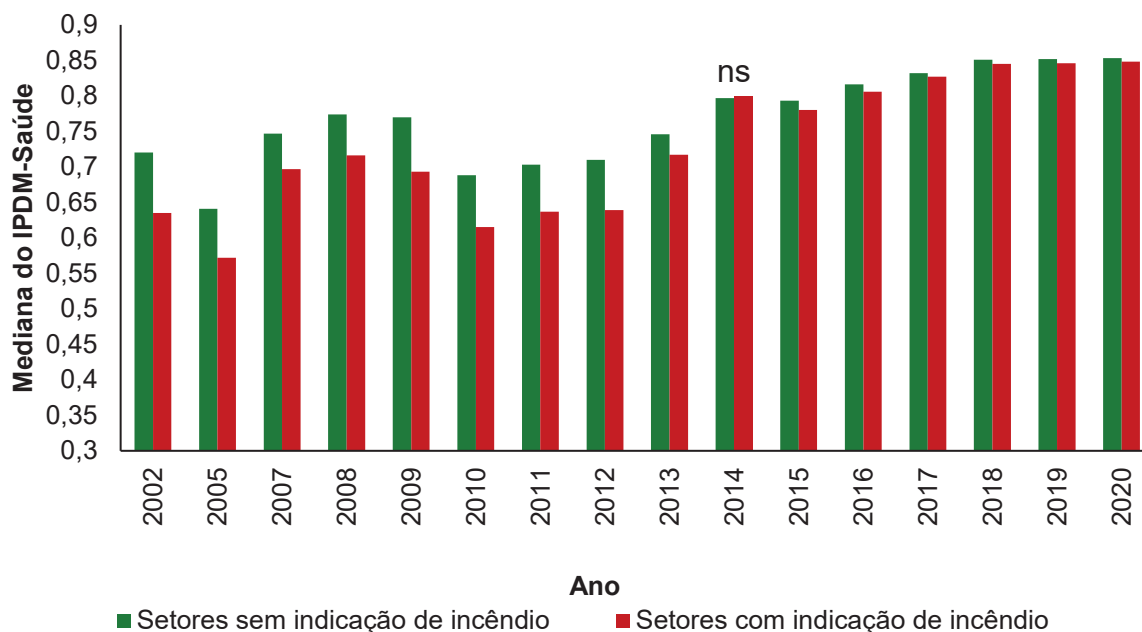
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 22 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 23 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I



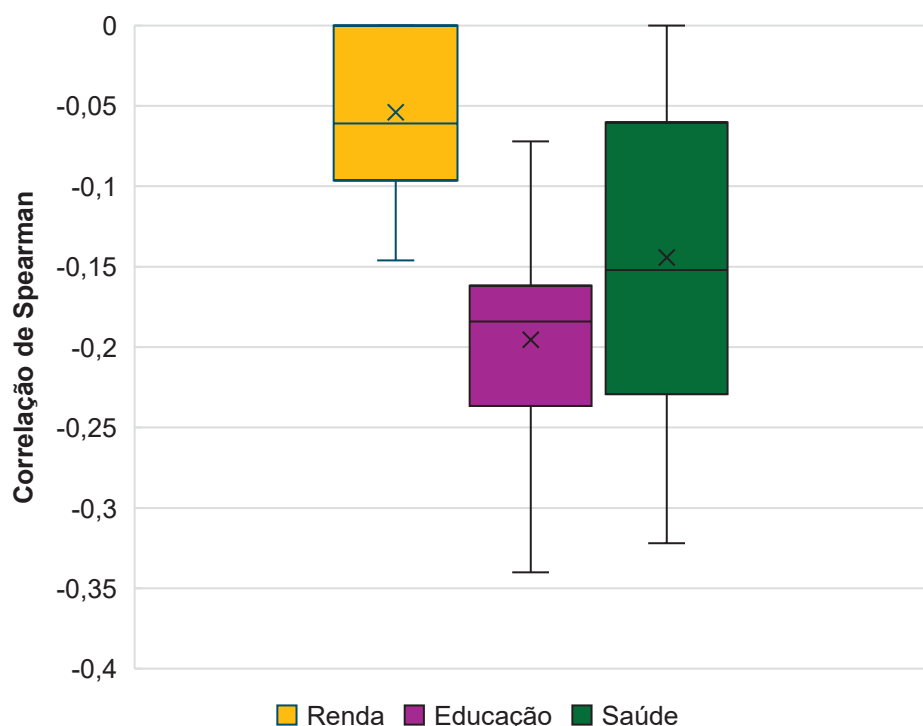
FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Ao verificar a variável IPDM-Renda, observou-se que para o Grupo I, 50% dos anos analisados apresentaram diferença significativa ao aplicar o Teste de Mann-Whitney, entre os setores censitários com ocorrência de incêndio e sem ocorrência de incêndio, sendo que em todos os casos significantes, os setores sem indicação de incêndios apresentaram valores predominantes. Para a variável IPDM-Educação o valor de significância foi de 100%, com predominância dos setores censitários sem indicação de incêndio em todos os anos analisados. Com relação a variável IPDM-Saúde, 93,8% dos anos analisados apresentaram significância e, corroborando com as demais dimensões do IPDM, também houve predominância dos setores censitários sem indicação de incêndio.

No Gráfico 24 é apresentada a distribuição da correlação de Spearman do IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde de acordo com o indicador de incêndio.

GRÁFICO 24 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS CLASSIFICADOS NO GRUPO I DE ACÓRDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO



FONTE: O autor (2025).

Corroborando com a aplicação do Teste de Mann-Whitney, na correlação de Spearman também foi verificado que houve maior correlação entre o indicador de incêndio com o IPDM-Educação (média de -0,19 e 100% dos anos significativos) seguido pela IPDM-Saúde (média de -0,14 e 81,25% dos anos significativos) e o IPDM-Renda (média de -0,05 e 56,25% dos anos significativos). Embora os coeficientes não indiquem correlações fortes, eles sinalizam diferenças nos índices de desenvolvimento, considerando que em todos os anos em que houve relação significativa, a relação foi negativa.

Na Tabela 21 e nos Gráficos 25 e 26 estão presentes os valores medianos do percentual municipal de lixo coletado e percentual municipal de lixo queimado de acordo com os setores censitários com e sem indicação de incêndios ao longo do período analisado.

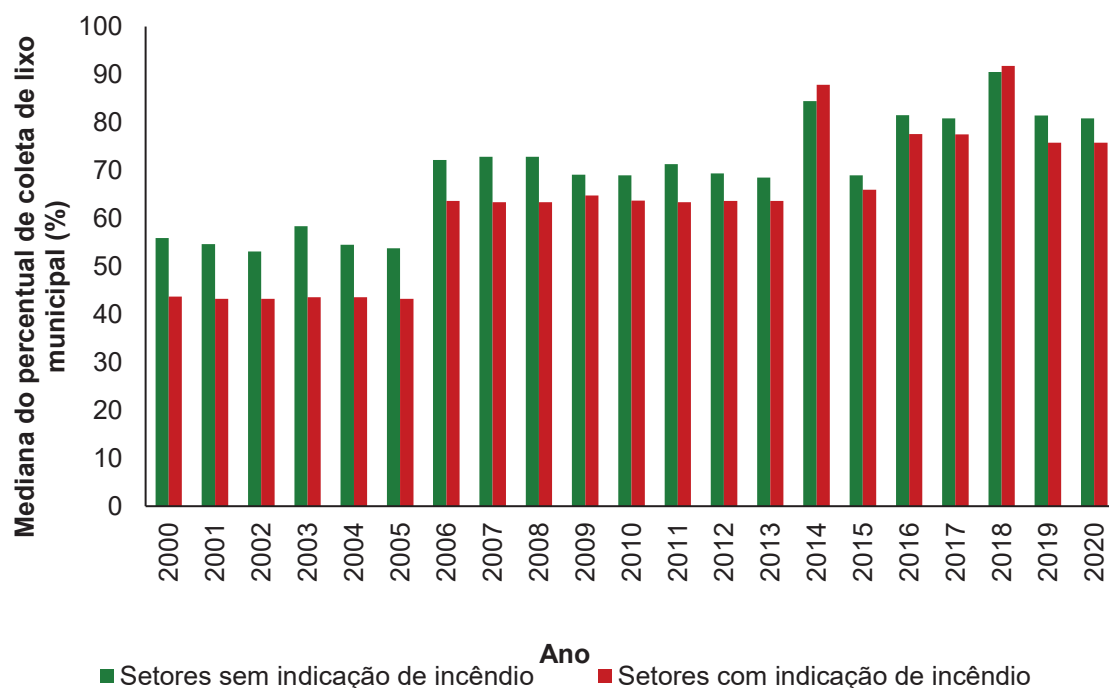
TABELA 21 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO I

ANO	GRUPO I			
	LC% - MUNICIPAL		LQ% - MUNICIPAL	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	55,92	43,69	33,06	42,55
2001	54,64	43,26	33,65	45,05
2002	53,10	43,26	34,68	45,03
2003	58,39	43,53	30,73	44,45
2004	54,48	43,53	33,80	44,45
2005	53,79	43,26	34,64	45,03
2006	72,15	63,64	23,14	31,44
2007	72,83	63,39	23,05	32,25
2008	72,82	63,39	23,05	32,76
2009	69,13	64,75	26,08	29,54
2010	68,99	63,68	25,93	30,02
2011	71,32	63,39	23,14	32,73
2012	69,38	63,64	25,93	32,73
2013	68,51	63,64	26,20	30,02
2014	84,44	87,83	11,87	9,73
2015	68,99	65,94	26,20	28,48
2016	81,49	77,57	15,04	20,22
2017	80,86	77,51	16,12	20,36
2018	90,50	91,81	7,84 ^{ns}	6,95 ^{ns}
2019	81,48	75,79	15,04	22,49
2020	80,86	75,79	16,12	22,58

FONTE: O autor (2025).

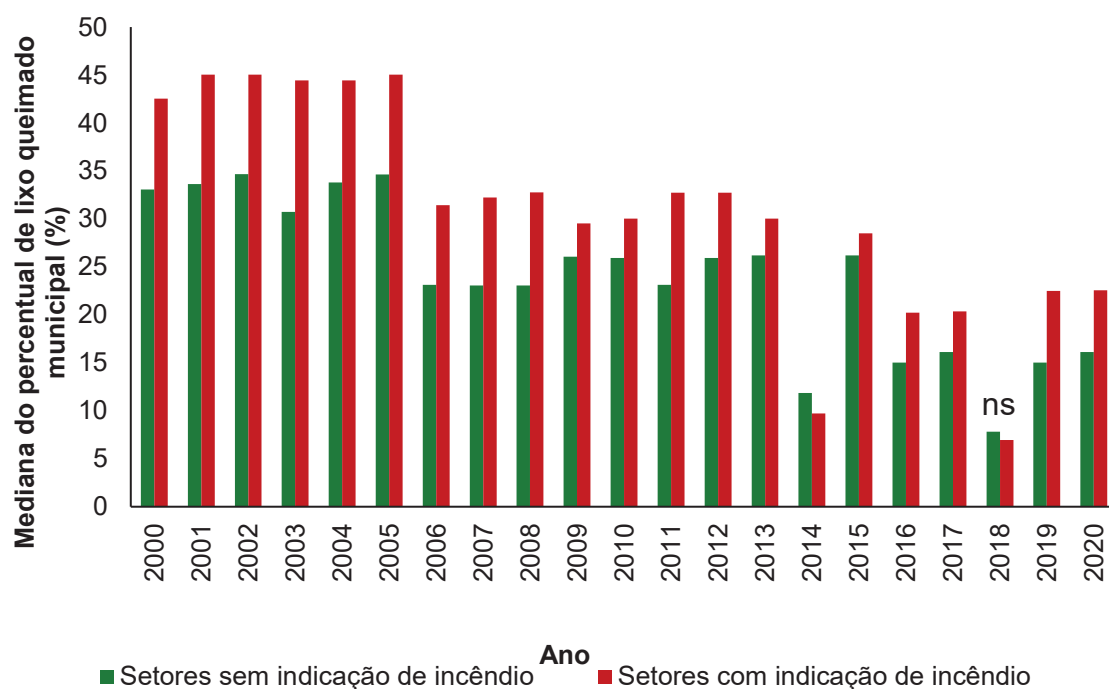
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

GRÁFICO 25 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 26 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I



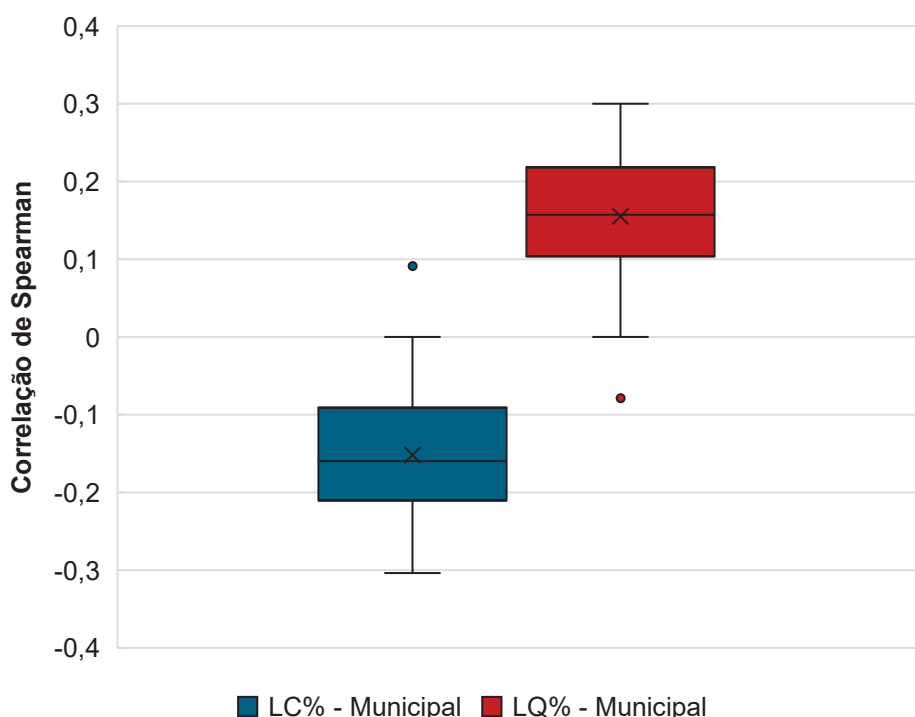
FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Verifica-se que para o LC% - Municipal, 100% dos anos apresentaram diferenças significativas ao aplicar o teste de Mann-Whitney e para a variável LQ% - Municipal, o valor de significância obtido foi de 95,2%. Para o LC% - Municipal, em 90,5% dos anos do período analisado os setores censitários sem indicação de incêndio apresentaram valores superiores se comparados aos setores com indicação de incêndio, ou seja, os locais com a ausência de indicador de incêndio florestal apresentaram maiores medianas do percentual de coleta de lixo municipal.

Quanto ao LQ% - Municipal, os setores censitários com indicação de incêndio apresentaram valores superiores aos setores sem indicação de incêndio em 90,5% dos anos analisados, demonstrando que os locais com a presença de indicador de incêndios florestais, apresentaram maior percentual municipal mediano de lixo queimado.

No Gráfico 27 é apresentado a distribuição da correlação de Spearman da LC% - Municipal e da LQ% - Municipal de acordo com o indicador de incêndio.

GRÁFICO 27 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO I



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

Os resultados das correlações de Spearman apresentaram 95,2% dos anos com valores significativos para ambas as variáveis. Apesar de apresentarem correlações fracas, média de -0,152 para LC% - Municipal e de 0,155 para LQ% - Municipal, apontam concentração de valores de forma semelhante as medianas obtidas com os testes de Mann-Whitney, que apontam que no grupo I, os locais com indicação de incêndio florestal apresentam menor percentual municipal de coleta de lixo e maiores percentuais municipais de lixo queimado.

Na Tabela 22 e nos Gráficos 28 e 29 verifica-se os valores medianos dos valores de percentual de lixo coletado (LC% - Setor) e percentual de lixo queimado (LQ% - Setor) por setor censitário de acordo com os que apresentaram presença ou ausência de incêndios florestais no período de 2006 a 2015.

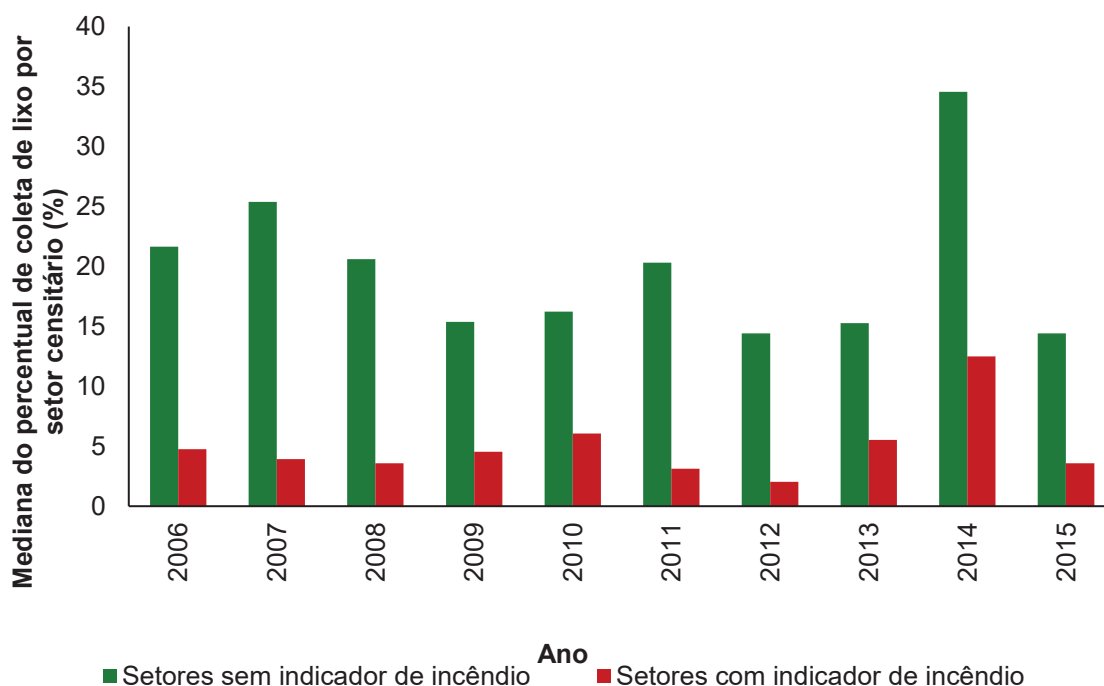
TABELA 22 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR SETOR CENSITÁRIO PARA O GRUPO I NO PERÍODO DE 2006 A 2015

ANO	APROVEITAMENTO	GRUPO I			
		LC% - SETOR		LQ% - SETOR	
		Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2006	94,8%	21,65	4,76	54,55	80,56
2007	95,1%	25,39	3,92	50,00	80,95
2008	95,2%	20,61	3,57	55,49	81,48
2009	94,9%	15,38	4,55	62,82	78,91
2010	95,2%	16,22	6,06	62,28	78,79
2011	94,9%	20,30	3,13	56,52	81,71
2012	95,0%	14,41	2,03	64,10	84,26
2013	94,8%	15,27	5,52	62,77	77,84
2014	91,4%	34,57	12,50	29,82	65,54
2015	95,1%	14,41	3,57	64,29	78,96

FONTE: O autor (2025).

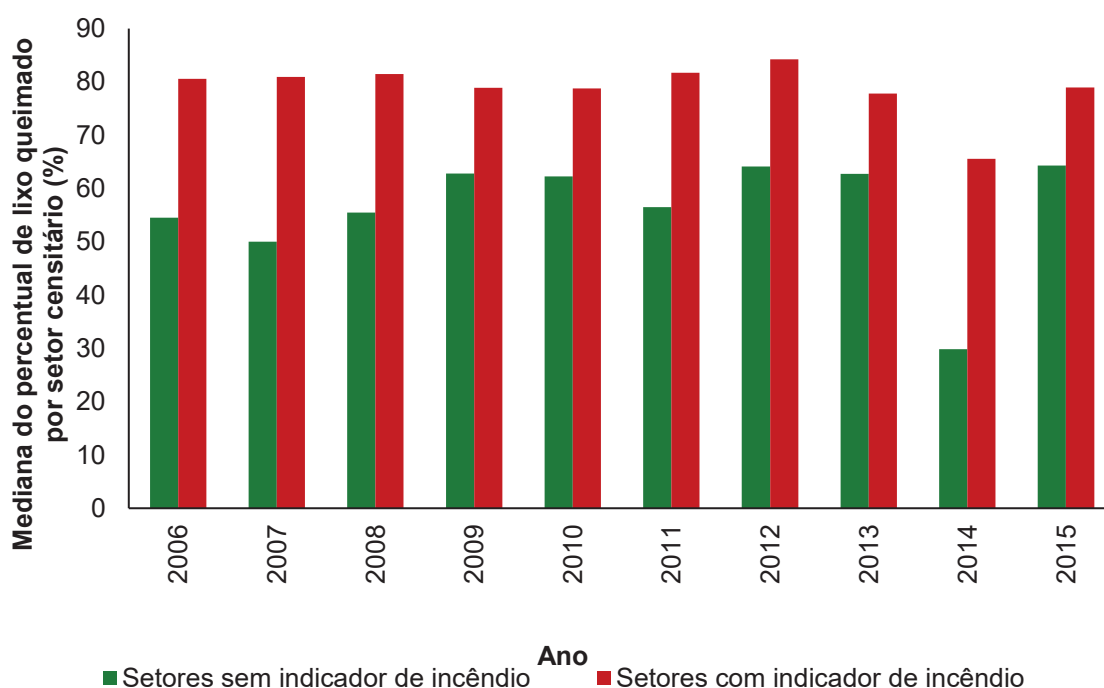
LEGENDA: LC% - SETOR: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - SETOR: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

GRÁFICO 28 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 29 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I



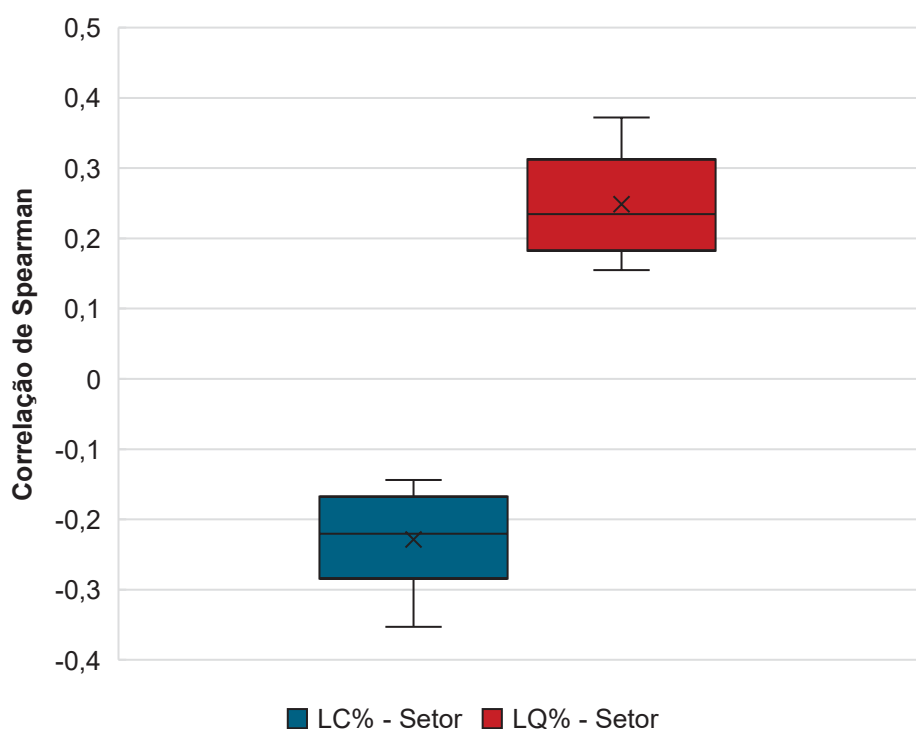
FONTE: O autor (2025).

No período de 2006 a 2015, verifica-se que para ambas as variáveis houve diferenças significativas em todos os valores medianos de acordo com o teste de Mann-Whitney. Os resultados reforçam as informações obtidas com as variáveis LC% e LQ% - Municipais quanto as maiores presença de incêndios florestais em locais com menor coleta de lixo e maior atividade de queima de lixo.

Analisando os valores obtidos nos setores censitários, sem comparação com os resultados municipais, observa-se elevada diferença entre as medianas dos setores censitários que apresentaram indicador de incêndio se comparado aos que não apresentaram, demonstrando que quanto mais detalhada a espacialização da informação, há possibilidade de haver maior relação.

A distribuição da correlação de Spearman da LC% - Setor e da LQ% - Setor de acordo com o indicador de incêndio está apresentada no Gráfico 30.

GRÁFICO 30 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO I



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

As correlações de Spearman apresentaram 100% dos anos com valores significativos para ambas as variáveis com uma média de -0,228 para o LC% - Setor

e 0,248 para LQ% - Setor. A distribuição das concentrações corrobora com os valores obtidos na aplicação dos testes de Mann-Whitney.

4.6.1.2 Grupo II

Na Tabela 23 e nos Gráficos 31, 32 e 33 estão apresentados os valores medianos dos valores de IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde dos setores censitários que apresentaram e que não apresentaram a indicador de incêndios ao longo do período analisado.

TABELA 23 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO II

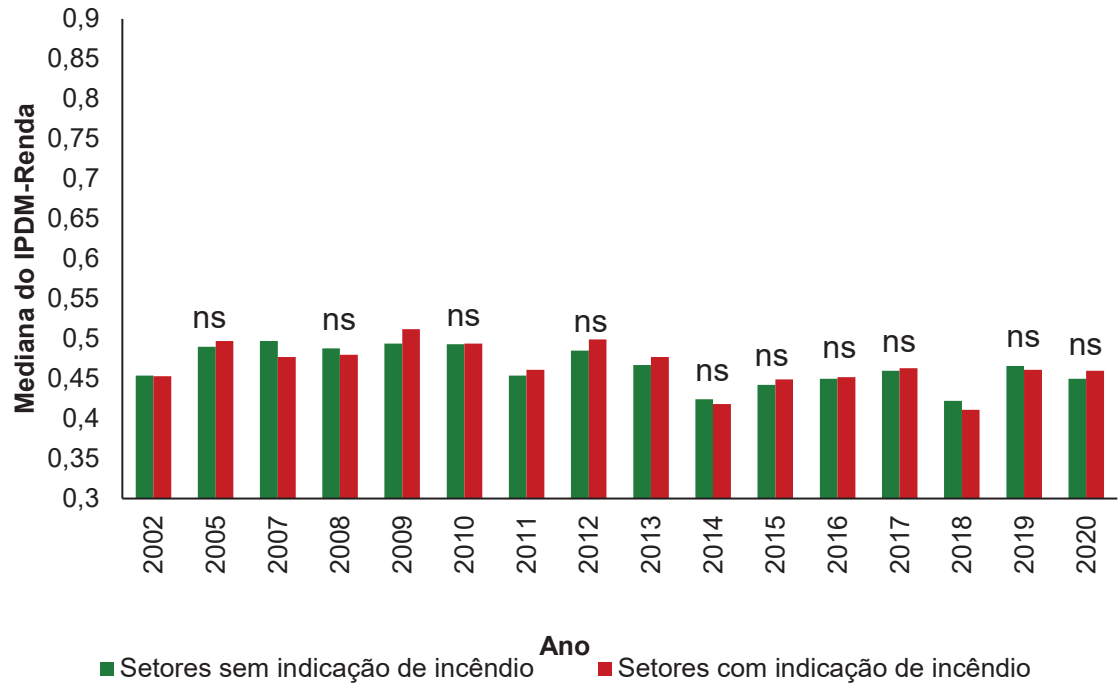
ANO	GRUPO II					
	IPDM-RENDIA		IPDM-EDUCAÇÃO		IPDM-SAÚDE	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-
2002	0,454	0,453	0,594	0,559	0,723	0,687
2003	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-
2005	0,490 ^{ns}	0,497 ^{ns}	0,679	0,631	0,717	0,639
2006	-	-	-	-	-	-
2007	0,497	0,477	0,741	0,717	0,798	0,789
2008	0,488 ^{ns}	0,480 ^{ns}	0,747	0,734	0,803 ^{ns}	0,809 ^{ns}
2009	0,494	0,512	0,777	0,767	0,805	0,795
2010	0,493 ^{ns}	0,494 ^{ns}	0,595 ^{ns}	0,595 ^{ns}	0,627	0,613
2011	0,454	0,461	0,739	0,692	0,781	0,773
2012	0,485 ^{ns}	0,499 ^{ns}	0,606 ^{ns}	0,619 ^{ns}	0,683 ^{ns}	0,678 ^{ns}
2013	0,467	0,477	0,744	0,715	0,786 ^{ns}	0,784 ^{ns}
2014	0,424 ^{ns}	0,418 ^{ns}	0,690	0,624	0,764	0,736
2015	0,442 ^{ns}	0,449 ^{ns}	0,780	0,754	0,806	0,789
2016	0,450 ^{ns}	0,452 ^{ns}	0,810	0,790	0,833	0,848
2017	0,460 ^{ns}	0,463 ^{ns}	0,830	0,804	0,838	0,821
2018	0,422	0,411	0,809	0,775	0,830 ^{ns}	0,823 ^{ns}
2019	0,466 ^{ns}	0,461 ^{ns}	0,897	0,873	0,868	0,857
2020	0,450 ^{ns}	0,460 ^{ns}	0,900	0,879	0,867	0,857

FONTE: O autor (2025).

NOTA: Os anos de 2000, 2001, 2003, 2004 e 2006 não apresentaram valores disponíveis de IPDM.

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

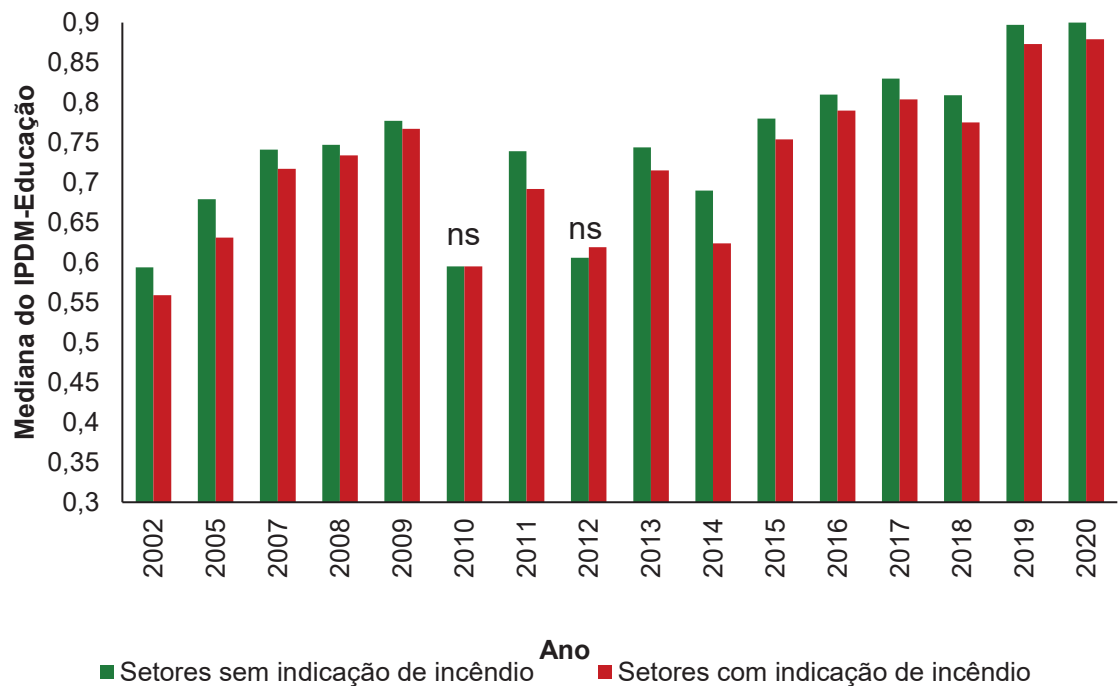
GRÁFICO 31 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

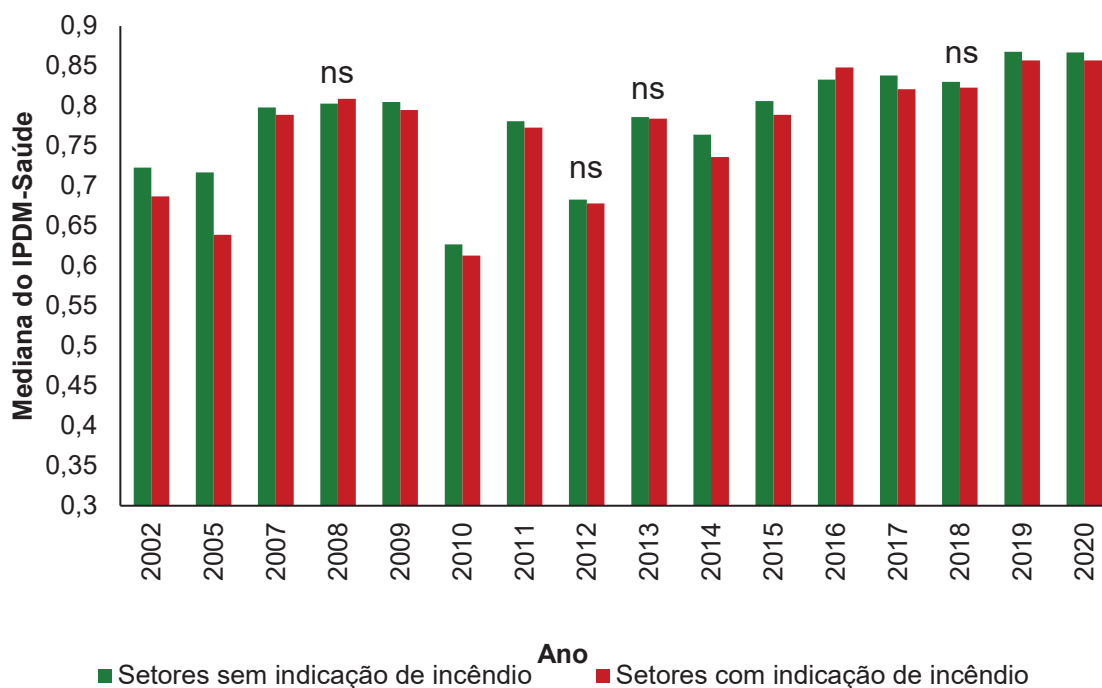
GRÁFICO 32 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 33 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II



FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Ao analisar a variável IPDM-Renda para o grupo II, verificou-se que 37,5% dos anos analisados apresentaram diferença significativa no teste de Mann-Whitney, considerando a comparação entre setores censitários com e sem indicador de incêndio. Para a variável IPDM-Educação, o teste indicou significância em 87,5% dos anos analisados. Já em relação à variável IPDM-Saúde, a significância foi de 75%.

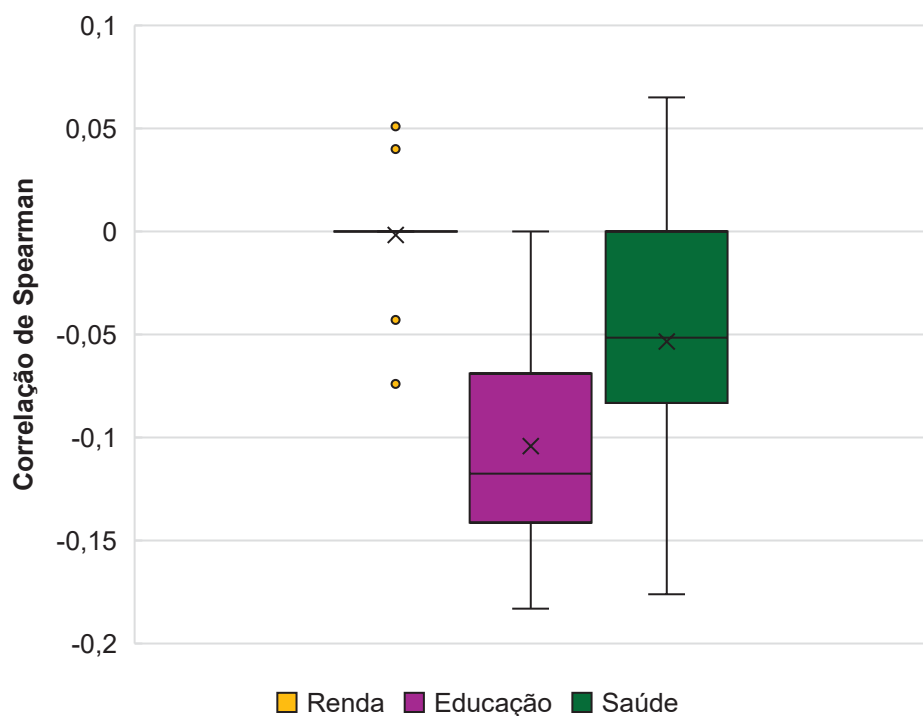
Observa-se que para a variável IPDM-Renda tanto os setores sem indicação de incêndios quanto os setores com indicação de incêndio apresentaram 18,8% dos anos com predominância.

Para a variável IPDM-Educação, os setores onde não ocorreram incêndios mostraram valores medianos superiores em 87,5% dos anos analisados, enquanto nos 12,5% restantes não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas. Quanto à variável IPDM-Saúde, os setores sem indicador de incêndios apresentaram valores medianos superiores em 68,8% dos anos analisados.

Observa-se que a variável mais significativa para o grupo II é IPDM-Educação, seguido pelo IPDM-Saúde e pelo IPDM-Renda.

A distribuição da correlação de Spearman do IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde de acordo com o indicador de incêndio está presente no Gráfico 34.

GRÁFICO 34 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS CLASSIFICADOS NO GRUPO II DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO



FONTE: O autor (2025).

Os resultados da correlação de Spearman, em consonância com o teste de Mann-Whitney indicam que a presença de incêndios nos setores censitários apresenta menores valores do IPDM-Educação (média de -0,10, com 87,5% dos anos significativos, sendo que em todos os casos significativos a relação foi negativa), seguida pelo IPDM-Saúde (média de -0,05 e 75% de anos significativos, sendo que em apenas um ano significativo a relação foi positiva) e pelo IPDM-Renda (média de -0,001 e 37,5% de anos significativos).

Na Tabela 24 e nos Gráficos 35 e 36 estão apresentados os valores medianos do percentual municipal de lixo coletado (LC% - Municipal) e percentual municipal de lixo queimado (LQ% - Municipal) de acordo com os setores censitários com e sem indicador de incêndios florestais ao longo do período analisado.

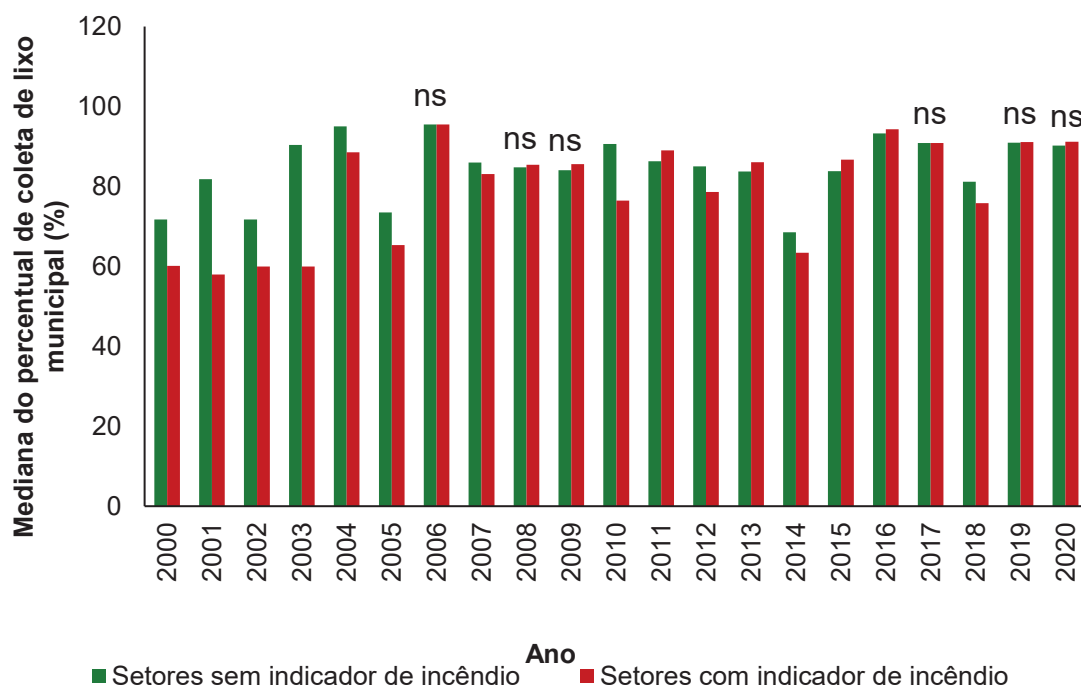
TABELA 24 - TESTE DE MANN-WHITNEY E TESTE T DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO II

ANO	GRUPO II			
	LC% - MUNICIPAL		LQ% - MUNICIPAL	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	71,72	60,14	19,43	27,73
2001	81,81	57,96	12,63	30,76
2002	71,72	59,98	19,43	30,30
2003	90,38	59,98	7,08	30,30
2004	95,01	88,55	3,88	8,62
2005	73,53	65,35	19,41	26,30
2006	95,52 ^{ns}	95,52 ^{ns}	3,71 ^{ns}	3,71 ^{ns}
2007	85,97	83,06	11,01	13,21
2008	84,77 ^{ns}	85,40 ^{ns}	11,70 ^{ns}	11,56 ^{ns}
2009	84,08 ^{ns}	85,56 ^{ns}	11,94 ^{ns}	11,54 ^{ns}
2010	90,63	76,42	6,31	17,09
2011	86,28	89,04	11,01	8,92
2012	84,98	78,62	12,23	16,23
2013	83,71	86,04	12,40	10,69
2014	68,51	63,39	26,20	32,79
2015	83,80	86,67	12,40 ^{ns}	10,67 ^{ns}
2016	93,26	94,28	5,58	4,65
2017	90,89 ^{ns}	90,89 ^{ns}	7,84 ^{ns}	7,84 ^{ns}
2018	81,19	75,79	15,65	22,16
2019	90,93 ^{ns}	91,09 ^{ns}	7,82 ^{ns}	7,30 ^{ns}
2020	90,25 ^{ns}	91,21 ^{ns}	7,84 ^{ns}	7,29 ^{ns}

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

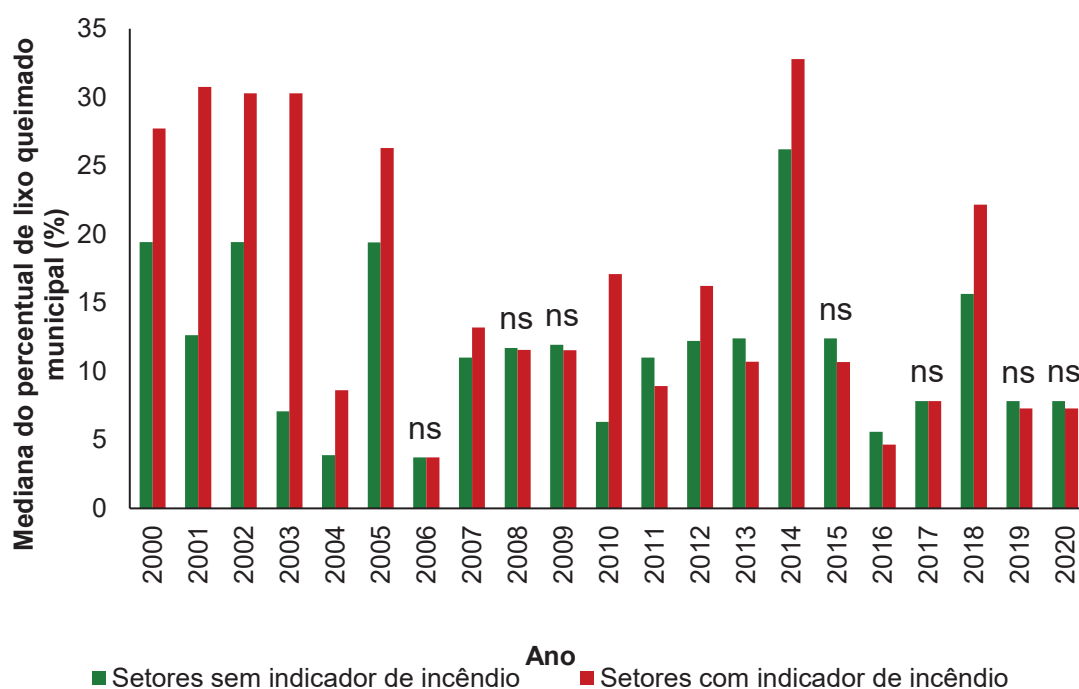
GRÁFICO 35 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 36 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II



FONTE: O autor (2025).

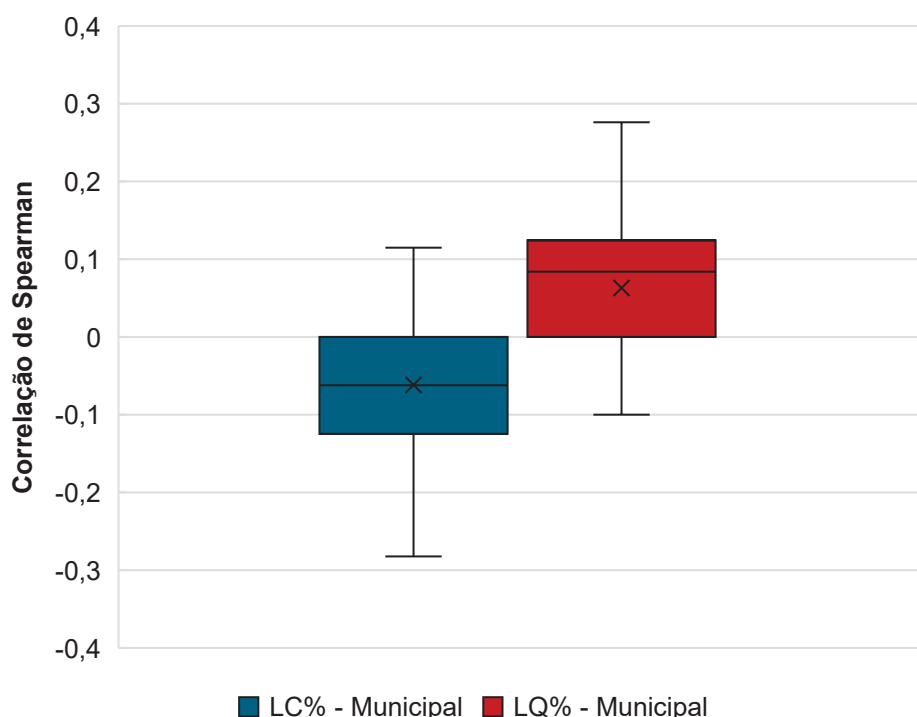
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Verifica-se que para o LC% - Municipal, em 52,4% dos anos apresentaram valores superiores dos setores sem indicador de incêndio se comparado aos setores com indicador de incêndio, em 28,6% dos anos não houve diferenças significativas e em 19% dos anos houve predominância nos setores com indicação de incêndio que os locais com menor percentual de coleta de lixo municipal registraram uma maior presença de incêndios florestais.

Para a variável LQ% - Municipal, o teste apresentou 66,7% de anos com diferenças significativas e os setores com indicador de incêndio apresentaram valores superiores em 52,4% dos anos analisados, sugerindo que os locais com maior percentual de lixo queimado municipal também apresentaram uma maior presença de incêndios florestais.

No Gráfico 37 está presente a distribuição da correlação de Spearman da LC% - Municipal e da LQ% - Municipal de acordo com o indicador de incêndio.

GRÁFICO 37 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO II



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

Os resultados das correlações de Spearman apresentaram valores significativos em 80,9% dos anos para LC% - Municipal e em 66,7% dos anos para LQ% - Municipal. Em 61,9% dos anos analisados, a relação entre LC% - Municipal e indicador de incêndios foi negativa e, para o LQ% - Municipal, a relação foi positiva em 52,4% dos anos. No entanto, ambas as variáveis apresentaram predominância valores médios próximo de zero, sendo respectivamente -0,062 e 0,063.

Na Tabela 25 e nos Gráficos 38 e 39 estão presentes os valores medianos dos percentuais de lixo coletado por setor censitário e percentual de lixo queimado por setor censitário de acordo com os setores que apresentaram presença ou ausência de incêndios florestais no período de 2006 a 2015.

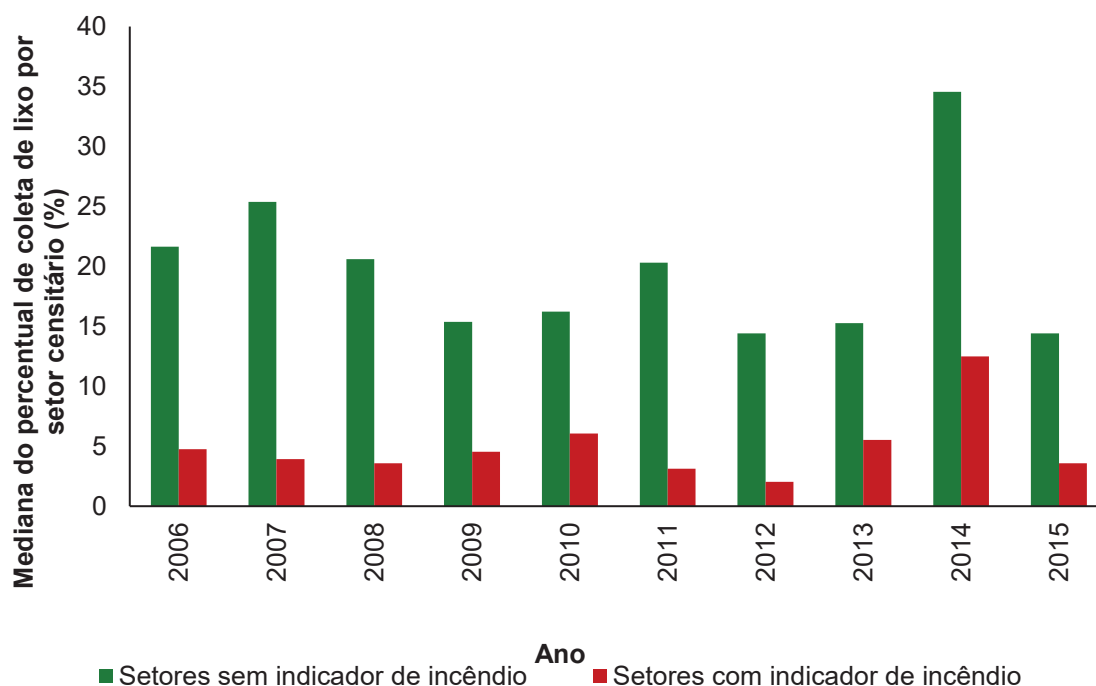
TABELA 25 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR SETOR CENSITÁRIO PARA O GRUPO II NO PERÍODO DE 2006 A 2015

ANO	APROVEITAMENTO	GRUPO II			
		LC% - SETOR		LQ% - SETOR	
		Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2006	96,5%	98,46	82,43	0,71	10,52
2007	91,4%	47,27	12,50	14,29	63,64
2008	91,3%	45,15	13,77	15,50	62,99
2009	91,7%	43,33	12,90	20,10	62,50
2010	96,7%	96,60	26,82	1,57	43,75
2011	91,8%	40,00	12,78	22,83	63,90
2012	96,4%	94,11	29,71	2,50	41,99
2013	91,9%	41,07	13,42	22,92	62,29
2014	95,1%	13,51	2,68	64,71	82,31
2015	92,0%	35,29	15,27	31,98	62,32

FONTE: O autor (2025).

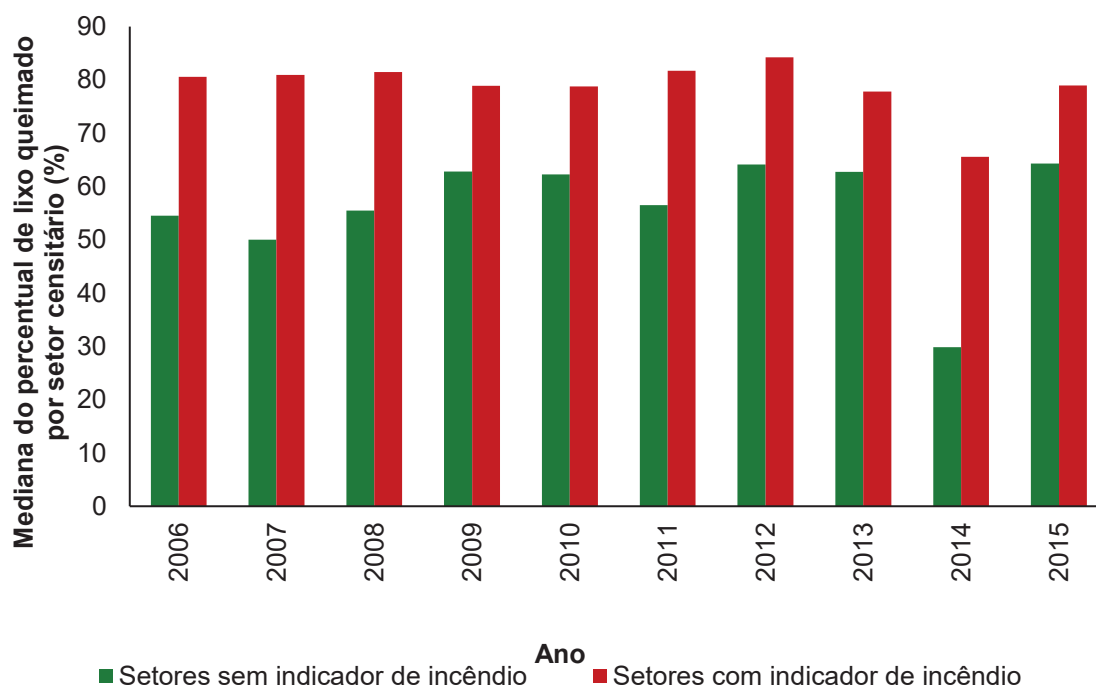
LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

GRÁFICO 38 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 39 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II

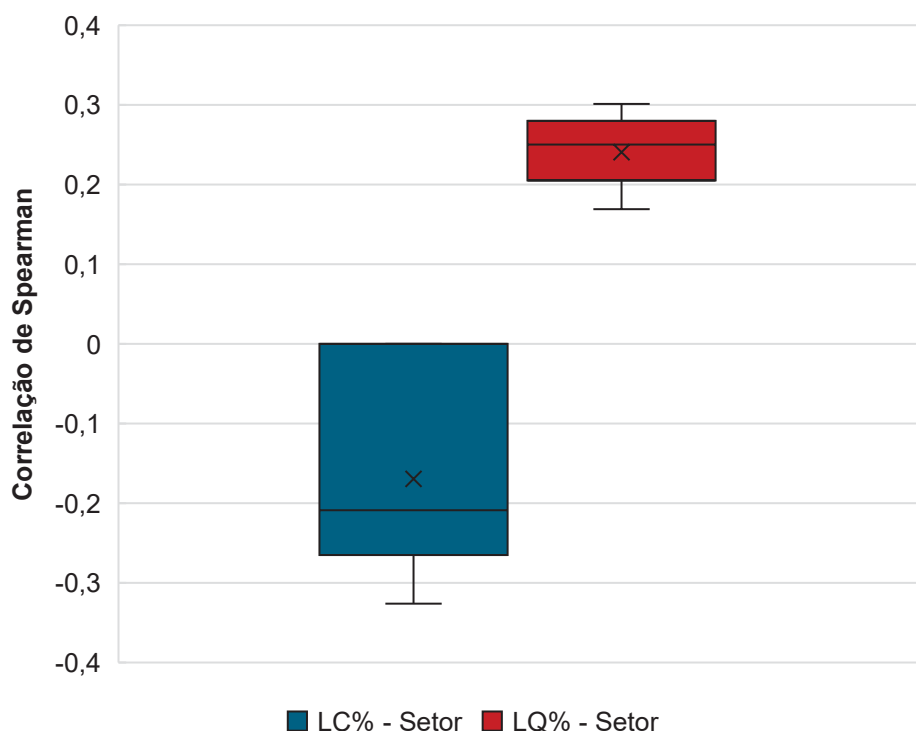


FONTE: O autor (2025).

No período de 2006 a 2015, verifica-se que para ambas as variáveis houve diferenças significativas em todos os valores medianos de acordo com o teste de Mann-Whitney, sendo que para a variável LC% - Setor, houve predominância dos setores sem indicador de incêndio em todos os anos enquanto para a variável LQ% - Setor, houve a predominância dos setores com indicador de incêndio, corroborando com as informações obtidas mediante análise das variáveis LC% e LQ% - Municipais, evidenciando a maior presença de incêndios florestais em áreas com menor coleta de lixo e maior atividade de queima de resíduos.

No Gráfico 40 é apresentado a distribuição da correlação de Spearman da LC% - Setor e da LQ% - Setor de acordo com o indicador de incêndio.

GRÁFICO 40 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO II



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

As correlações de Spearman apresentaram 70% dos anos com valores significativos para a variável LC% - Setor e 100% dos anos para a variável LQ% - Setor, no período de 2006 a 2015. As médias obtidas foram respectivamente, -0,170

e 0,241. A distribuição das concentrações está em concordância com os valores obtidos no teste de Mann-Whitney.

4.6.1.3 Grupo III

Na Tabela 26 e nos Gráficos 41, 42 e 43 estão apresentados os valores medianos dos valores de IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde dos setores censitários que apresentaram e que não apresentaram indicador de incêndio ao longo do período analisado.

TABELA 26 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO III

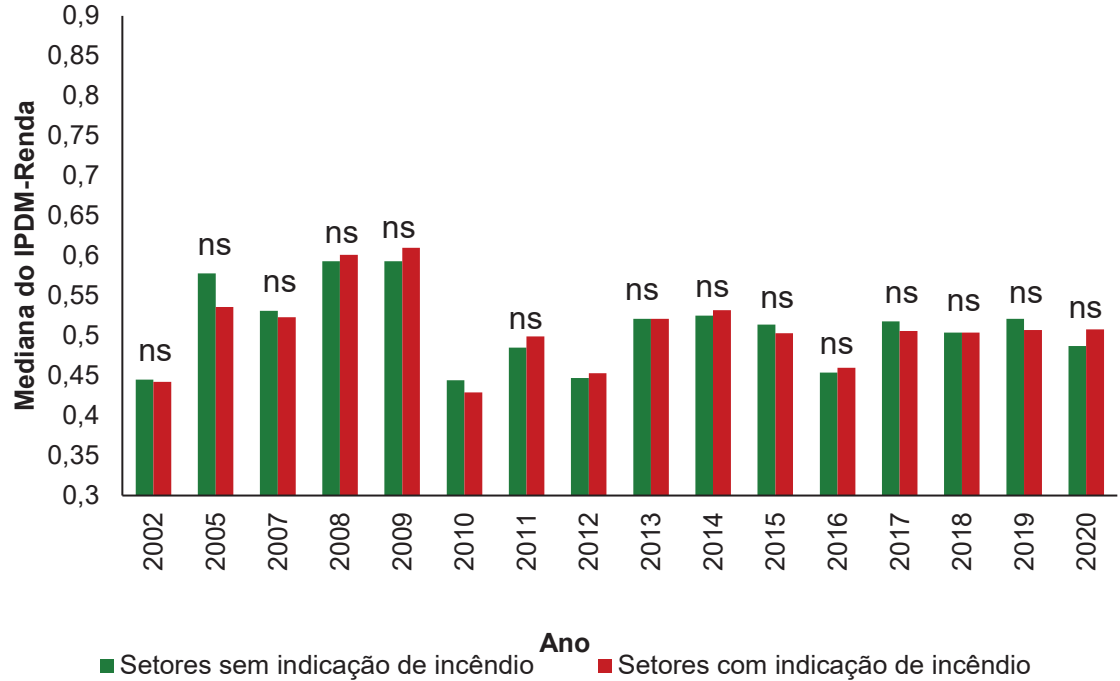
ANO	GRUPO III					
	IPDM-RENDIA		IPDM-EDUCAÇÃO		IPDM-SAÚDE	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-
2002	0,445 ^{ns}	0,442 ^{ns}	0,628	0,606	0,800	0,761
2003	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-
2005	0,578 ^{ns}	0,536 ^{ns}	0,616 ^{ns}	0,633 ^{ns}	0,712 ^{ns}	0,718 ^{ns}
2006	-	-	-	-	-	-
2007	0,531 ^{ns}	0,523 ^{ns}	0,682 ^{ns}	0,682 ^{ns}	0,764	0,73
2008	0,593 ^{ns}	0,601 ^{ns}	0,681	0,698	0,772	0,743
2009	0,593 ^{ns}	0,610 ^{ns}	0,702 ^{ns}	0,712 ^{ns}	0,741	0,74
2010	0,444	0,429	0,697	0,641	0,756	0,741
2011	0,485 ^{ns}	0,499 ^{ns}	0,638 ^{ns}	0,638 ^{ns}	0,655	0,622
2012	0,447	0,453	0,729	0,691	0,784 ^{ns}	0,785 ^{ns}
2013	0,521 ^{ns}	0,521 ^{ns}	0,656 ^{ns}	0,681 ^{ns}	0,699 ^{ns}	0,690 ^{ns}
2014	0,525 ^{ns}	0,532 ^{ns}	0,672 ^{ns}	0,709 ^{ns}	0,765	0,755
2015	0,514 ^{ns}	0,503 ^{ns}	0,691 ^{ns}	0,697 ^{ns}	0,846	0,82
2016	0,454 ^{ns}	0,460 ^{ns}	0,745	0,729	0,814	0,788
2017	0,518 ^{ns}	0,506 ^{ns}	0,755 ^{ns}	0,755 ^{ns}	0,853 ^{ns}	0,863 ^{ns}
2018	0,504 ^{ns}	0,504 ^{ns}	0,759 ^{ns}	0,759 ^{ns}	0,841	0,842
2019	0,521 ^{ns}	0,507 ^{ns}	0,865 ^{ns}	0,810 ^{ns}	0,834	0,822
2020	0,487 ^{ns}	0,508 ^{ns}	0,822 ^{ns}	0,822 ^{ns}	0,822 ^{ns}	0,814 ^{ns}

FONTE: O autor (2025).

NOTA: Os anos de 2000, 2001, 2003, 2004 e 2006 não apresentaram valores disponíveis de IPDM.

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

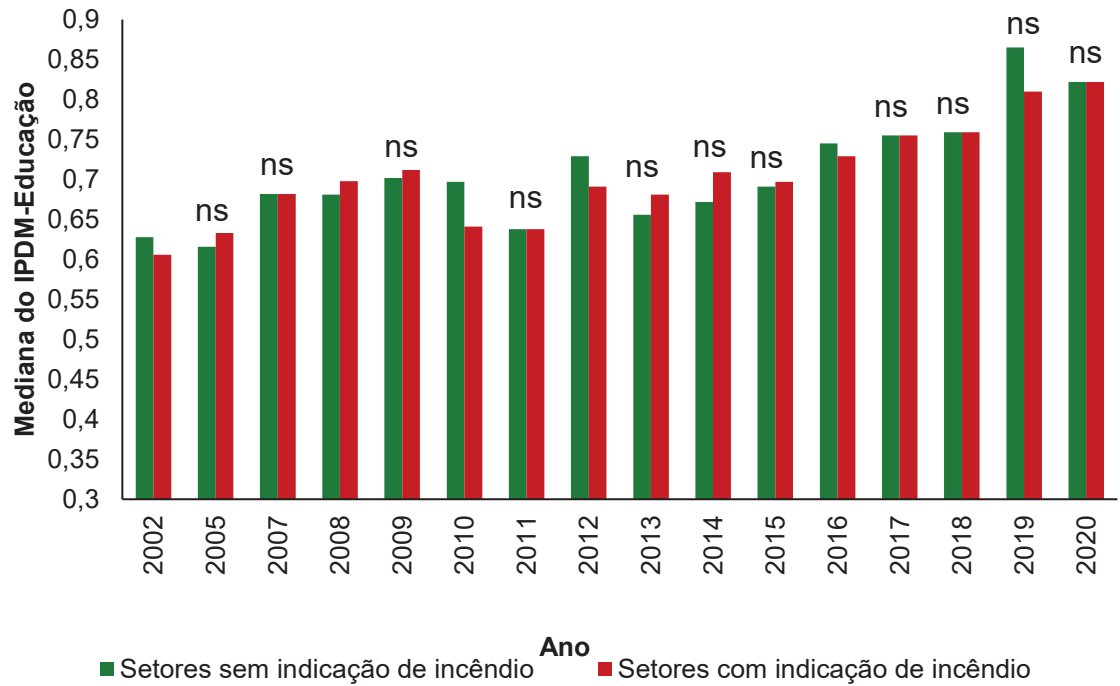
GRÁFICO 41 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

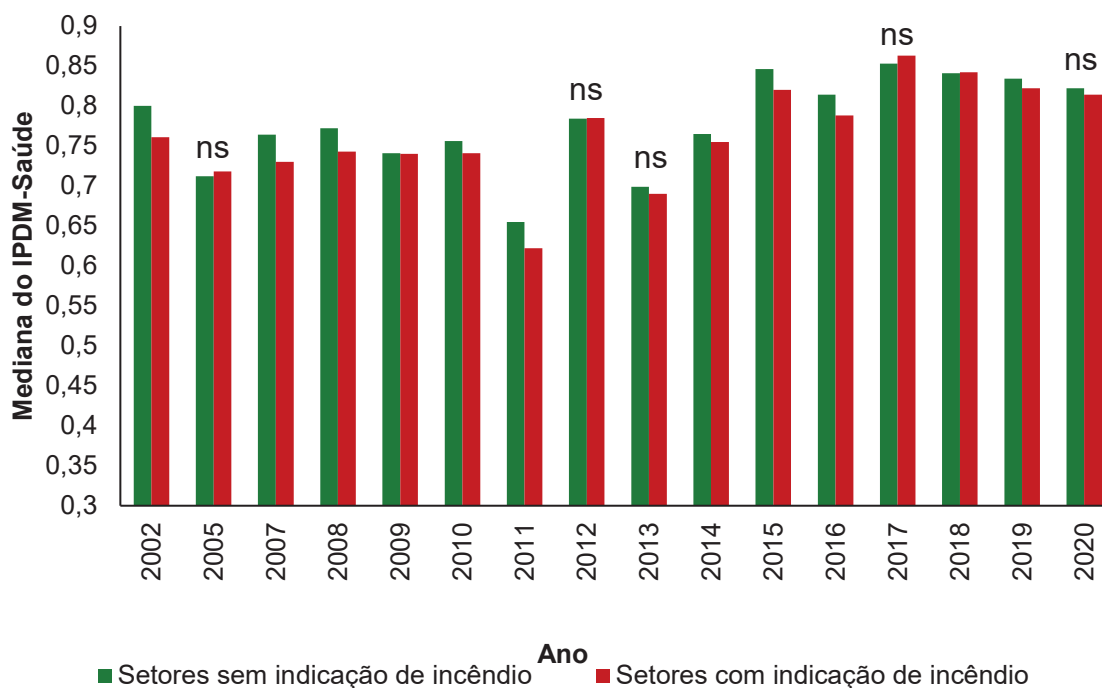
GRÁFICO 42 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 43 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III



FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Ao analisar a variável IPDM-Renda, constatou-se que 12,5% dos anos analisados apresentaram diferença significativa no teste de Mann-Whitney, considerando a comparação entre setores censitários com e sem indicador de incêndio. Para a variável IPDM-Educação, o percentual de significância foi de 31,25% e para a variável IPDM-Saúde, os anos analisados apresentaram 68,75% de significância, sendo que em 62,5% houve predominância dos setores sem indicação de incêndio

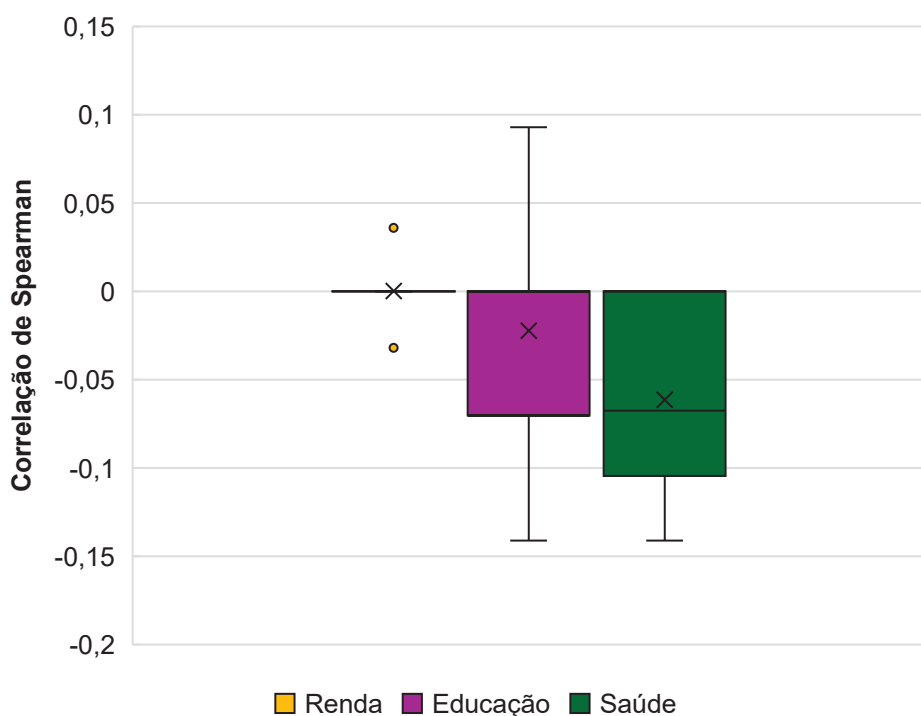
Ao analisar a variável IPDM-Renda, constatou-se que 87,5% dos anos analisados não apresentaram diferença significativa na aplicação do teste de Mann-Whitney, considerando a comparação entre setores censitários com e sem indicador de incêndio. Para a variável IPDM-Educação, 31,3% dos anos analisados apresentaram predominância nos setores sem indicação de incêndio, 6,2% predominância nos setores com indicação de incêndio e em 62,5% dos anos não houve diferença significativa.

Para a variável IPDM-Saúde, em 62,5% analisados houve predominância de valores nos setores sem indicação de incêndio, 6,2% com predominância nos setores

com indicação de incêndio e em 31,3% dos anos analisados não apresentaram diferença significativa.

Os resultados da correlação de Spearman estão presentes no Gráfico 44.

GRÁFICO 44 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS CLASSIFICADOS NO GRUPO III DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO



FONTE: O autor (2025).

Observa-se que apesar da sutil diferença, quanto maior foi a ocorrência de incêndios, menor foi os valores do IPDM-Saúde (média de -0,061, com 68,75% dos anos significativos) seguida pelo IPDM-Educação (média de -0,02 e 37,5% de anos significativos). O IDPM-Renda apresentou apenas 12,5% dos anos significativos.

Na Tabela 27 e nos Gráficos 45 e 46 estão presentes os valores medianos do percentual municipal de lixo coletado (LC% - Municipal) e percentual municipal de lixo queimado (LQ% - Municipal) de acordo com os setores censitários com e sem indicador de incêndios florestais ao longo do período analisado.

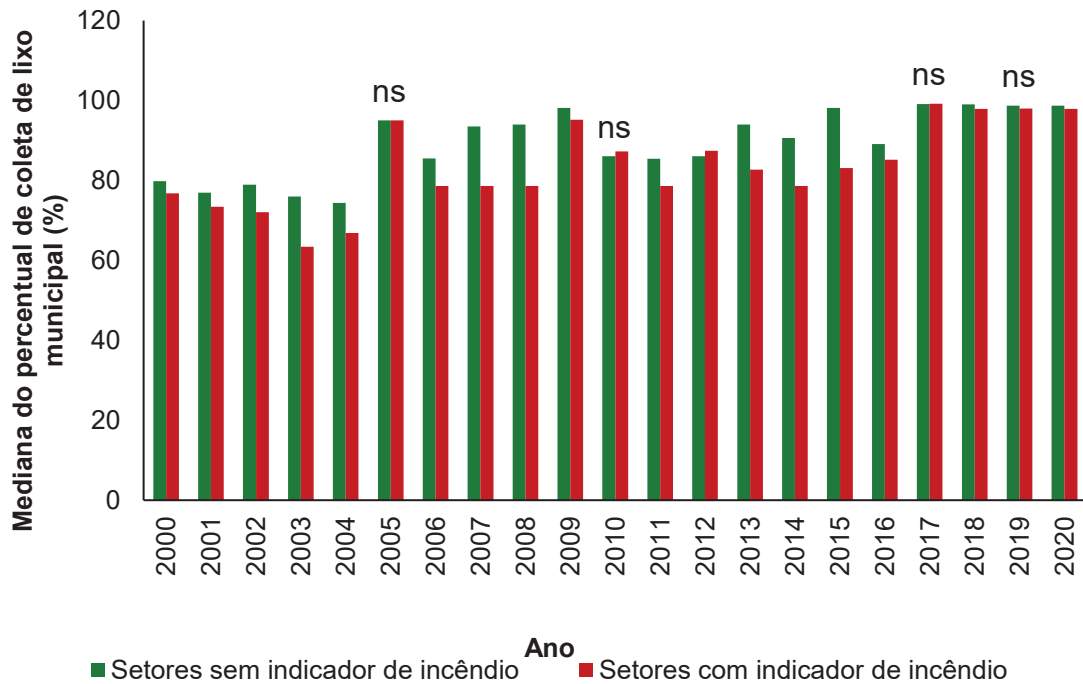
TABELA 27 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO III

ANO	GRUPO III			
	LC% - MUNICIPAL		LQ% - MUNICIPAL	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	79,80	76,79	15,27	17,21
2001	76,94	73,42	17,21	19,34
2002	78,92	72,04	15,87	19,58
2003	75,96	63,43	17,49	26,50
2004	74,35	66,81	19,34	24,44
2005	95,01	95,01	3,88 ^{ns}	3,88 ^{ns}
2006	85,49	78,62	10,97	17,09
2007	93,51	78,62	5,45	16,38
2008	93,97	78,62	4,44	16,23
2009	98,14	95,18	1,16	3,61
2010	86,04 ^{ns}	87,24 ^{ns}	10,92 ^{ns}	10,35 ^{ns}
2011	85,40	78,62	10,67	16,23
2012	86,04	87,42	11,01	9,19
2013	93,97	82,69	4,44	14,85
2014	90,63	78,62	6,31	16,23
2015	98,14	83,09	1,16	13,76
2016	89,06	85,15	9,70	12,96
2017	99,11 ^{ns}	99,22 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,53 ^{ns}
2018	98,99	97,91	0,61	1,59
2019	98,67 ^{ns}	98,00 ^{ns}	0,86 ^{ns}	1,59 ^{ns}
2020	98,67	97,91	0,86	1,59

FONTE: O autor (2025).

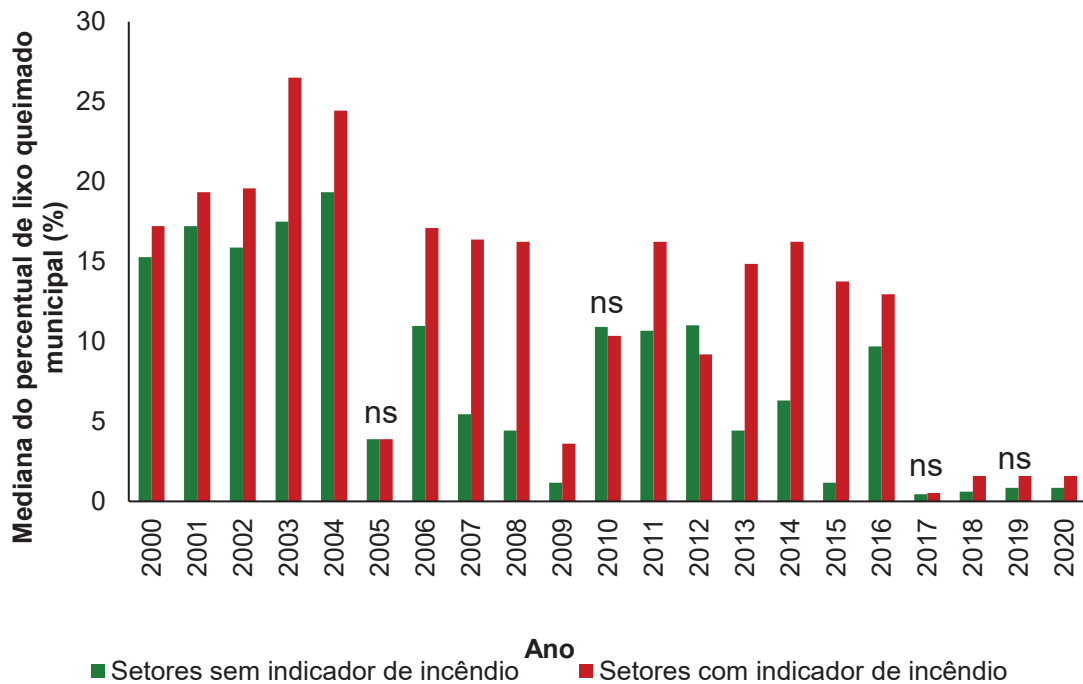
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

GRÁFICO 45 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III



FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 46 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III



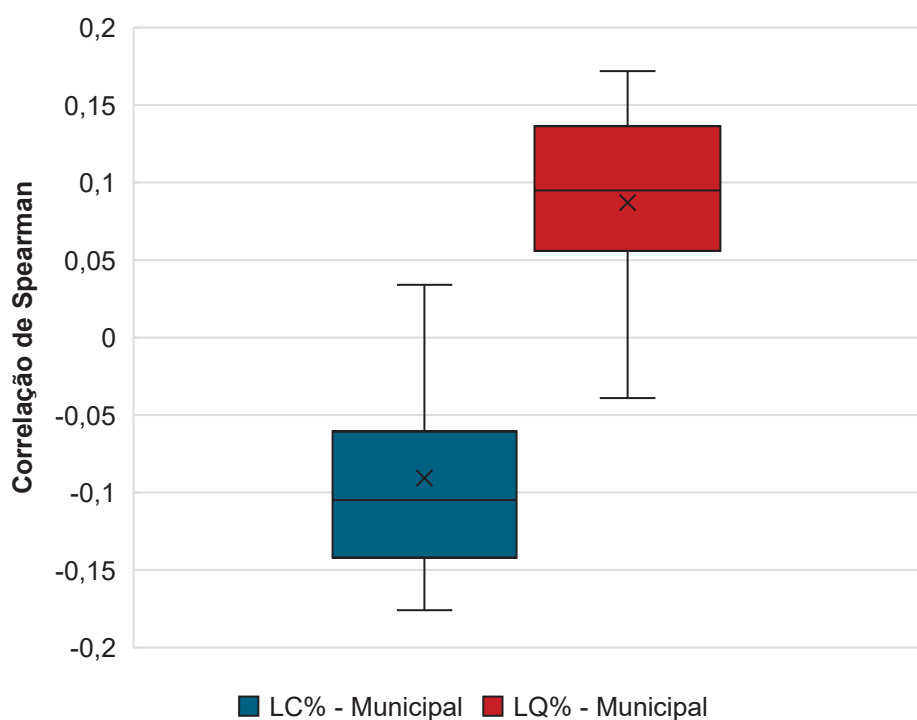
FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Verifica-se que para o LC% - Municipal, em 76,2% dos anos analisados houve presença de valores superiores nos setores sem indicador de incêndio se comparado aos setores com indicador de incêndio, em 19,0% não houve diferenças significativas e em 4,8% houve predominância nos setores com indicador de incêndio. Para a variável LQ% - Municipal, foram verificados os mesmos valores, mas ao inverso, com predominância nos setores com indicador de incêndio em 76,2% dos anos e no setor sem indicador de incêndio em 4,8% dos anos.

Os resultados indicam que áreas com menor percentual de coleta de lixo municipal, bem como maior percentual de lixo queimado, sugerem presença mais elevada de incêndios florestais.

No Gráfico 47 está presente a distribuição da correlação de Spearman da LC% - Municipal e da LQ% - Municipal de acordo com ao indicador de incêndio.

GRÁFICO 47 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO III



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

Os resultados das correlações de Spearman apresentaram valores significativos em 85,7% dos anos tanto para para LC% - Municipal quanto para LQ% - Municipal. Ambas as variáveis apresentaram valores médios próximo de zero, sendo

respectivamente -0,090 e 0,087. Em apenas um ano (4,8% do período analisado) houve relação negativa no LC% - Municipal e relação positiva no LQ% - Municipal.

Na Tabela 28 e nos Gráficos 48 e 49 estão presentes os valores medianos do percentual de lixo coletado e percentual de lixo queimado por setor censitário de acordo com os que apresentaram presença ou ausência de incêndios florestais no período de 2006 a 2015.

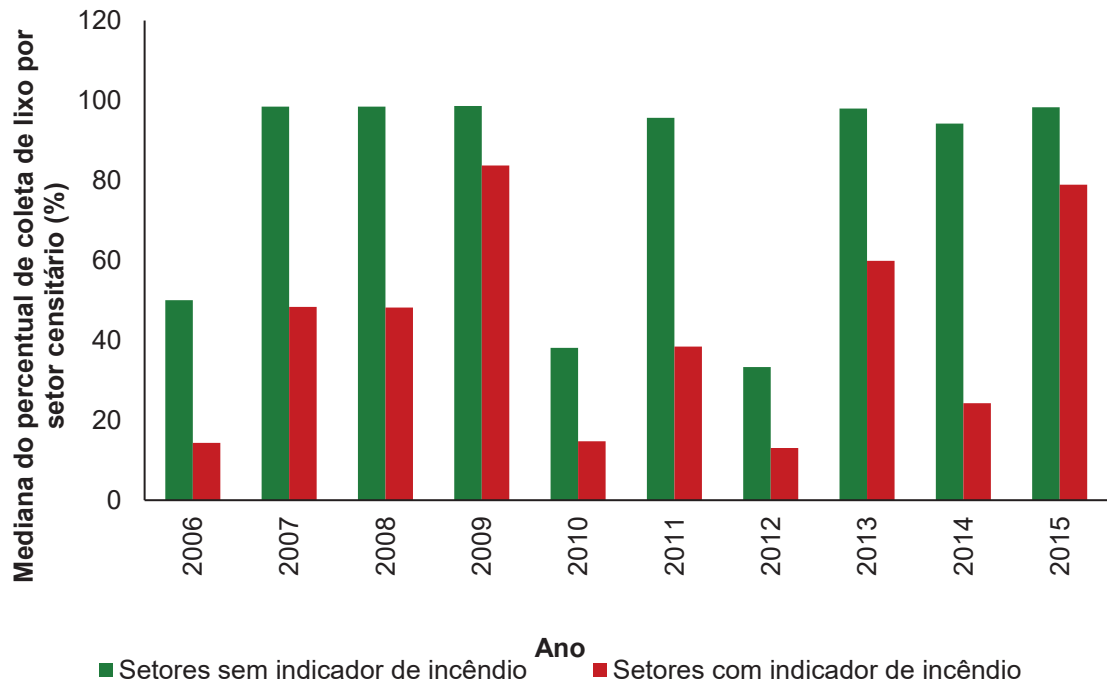
TABELA 28 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR SETOR CENSITÁRIO PARA O GRUPO III NO PERÍODO DE 2006 A 2015

ANO	APROVEITAMENTO	GRUPO III			
		LC% - SETOR		LQ% - SETOR	
		Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2006	91,9%	50,00	14,35	13,51	64,17
2007	96,5%	98,43	48,38	0,74	33,99
2008	96,9%	98,50	48,17	0,74	31,43
2009	97,1%	98,60	83,72	0,66	10,97
2010	90,9%	38,10	14,71	23,31	66,67
2011	94,5%	95,69	38,39	1,57	39,24
2012	90,9%	33,33	13,10	31,52	68,42
2013	97,2%	97,97	59,91	1,02	26,61
2014	96,6%	94,20	24,24	2,63	45,00
2015	97,3%	98,28	78,94	0,84	14,92

FONTE: O autor (2025).

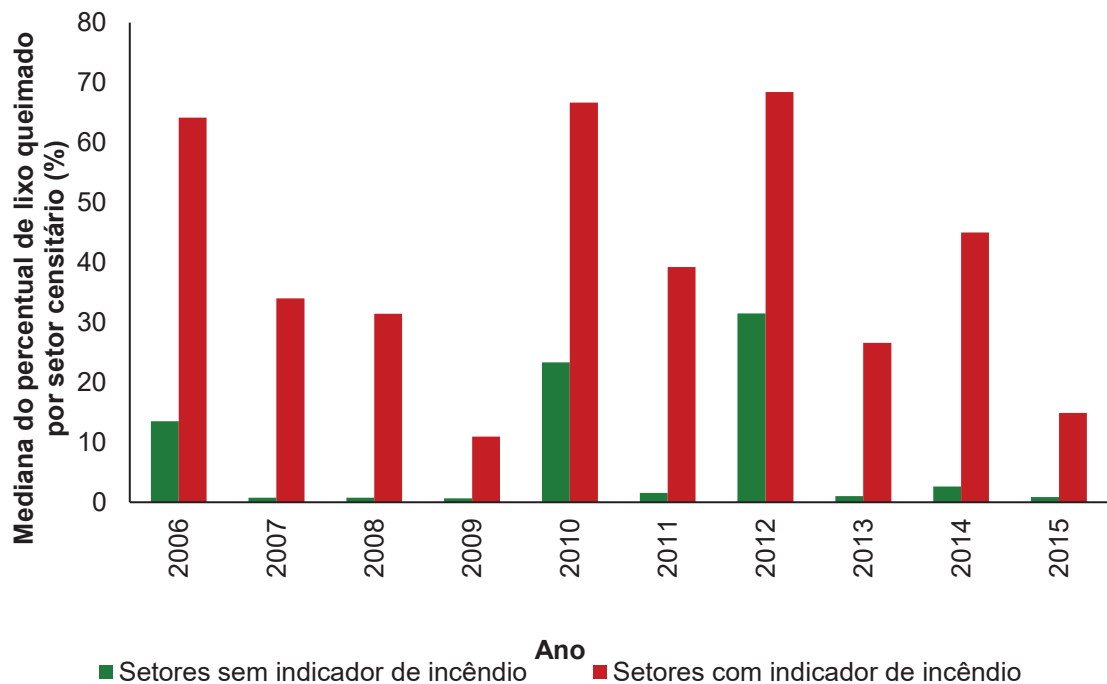
LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

GRÁFICO 48 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 49 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III



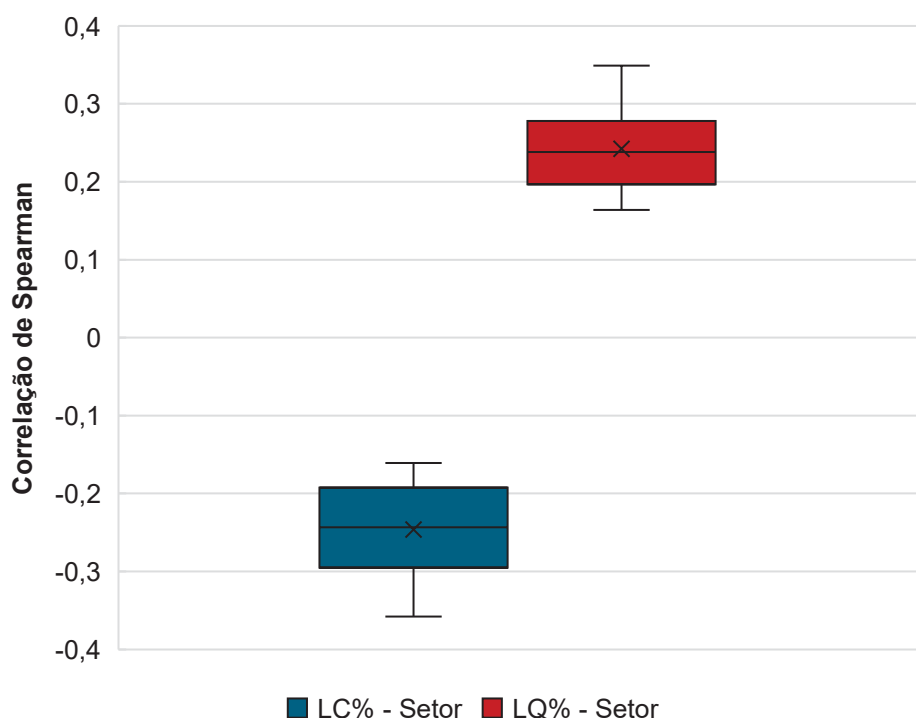
FONTE: O autor (2025).

Para o período de 2006 a 2015, verifica-se que houve diferenças significativas em todos os valores medianos de acordo com o teste de Mann-Whitney, sendo que em 100% dos anos houve predominância dos valores de LC% - Setor nos setores sem indicador de incêndio e dos valores de LQ% - Setor nos setores com indicador de incêndio.

Os resultados apresentados nos Gráficos 48 e 49 corroboram com as informações obtidas pelas variáveis LC% e LQ% - Municipais, demonstrando que a presença de incêndios florestais é mais frequente em áreas com menor coleta de lixo e maior incidência de queima de resíduos.

A distribuição da correlação de Spearman da LC% - Setor e da LQ% - Setor de acordo com o indicador de incêndio está presente no Gráfico 50.

GRÁFICO 50 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO III



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

As correlações de Spearman apresentaram valores significativos em todos os anos do período de 2006 a 2015 para ambas as variáveis. As médias obtidas foram -

0,246 para LC% - Setor e 0,242 para LQ% - Setor. A distribuição das concentrações corrobora com os valores obtidos no teste de Mann-Whitney.

4.6.2 Relação dos incêndios com fatores socioeconômicos de acordo com cada grupo – setores censitários rurais

4.6.2.1 Grupo I

Na Tabela 29 e nos Gráficos 51, 52 e 53 estão apresentados os valores medianos de IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde dos setores censitários rurais que apresentaram e que não apresentaram indicador de incêndio ao longo do período analisado.

TABELA 29 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

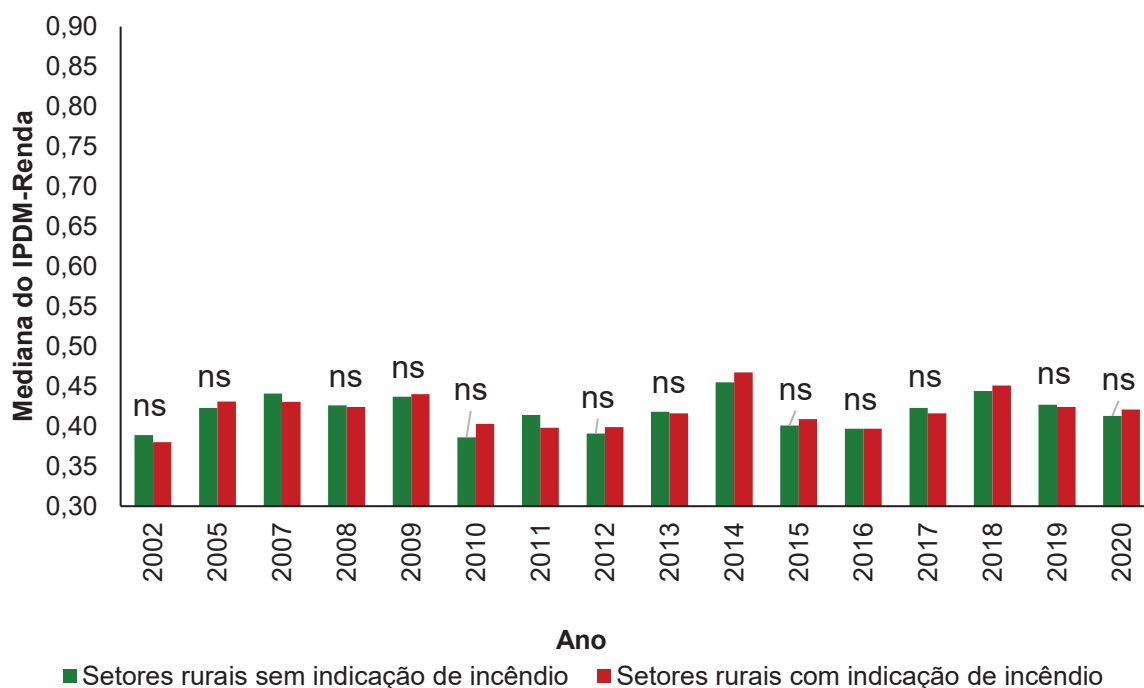
ANO	GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS					
	IPDM-RENDIA		IPDM-EDUCAÇÃO		IPDM-SAÚDE	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-
2002	0,389 ^{ns}	0,380 ^{ns}	0,570	0,489	0,720	0,635
2003	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-
2005	0,423 ^{ns}	0,431 ^{ns}	0,613	0,529	0,635	0,572
2006	-	-	-	-	-	-
2007	0,441	0,431	0,686	0,630	0,747	0,697
2008	0,426 ^{ns}	0,424 ^{ns}	0,672	0,625	0,762	0,715
2009	0,437 ^{ns}	0,440 ^{ns}	0,728	0,674	0,763	0,693
2010	0,386 ^{ns}	0,403 ^{ns}	0,607	0,515	0,681	0,615
2011	0,414	0,398	0,670	0,587	0,705	0,629
2012	0,391 ^{ns}	0,399 ^{ns}	0,624	0,506	0,706	0,639
2013	0,418 ^{ns}	0,416 ^{ns}	0,661	0,632	0,736	0,715
2014	0,455	0,467	0,762	0,740	0,786 ^{ns}	0,800 ^{ns}
2015	0,401 ^{ns}	0,409 ^{ns}	0,722	0,655	0,790 ^{ns}	0,780 ^{ns}
2016	0,397	0,397	0,741	0,699	0,823	0,806
2017	0,423 ^{ns}	0,416 ^{ns}	0,795	0,710	0,835	0,827
2018	0,444	0,451	0,839	0,819	0,850 ^{ns}	0,846 ^{ns}
2019	0,427 ^{ns}	0,424 ^{ns}	0,871	0,827	0,852 ^{ns}	0,846 ^{ns}
2020	0,413 ^{ns}	0,421 ^{ns}	0,878	0,817	0,851	0,848

FONTE: O autor (2025).

NOTA: Os anos de 2000, 2001, 2003, 2004 e 2006 não apresentaram valores disponíveis de IPDM.

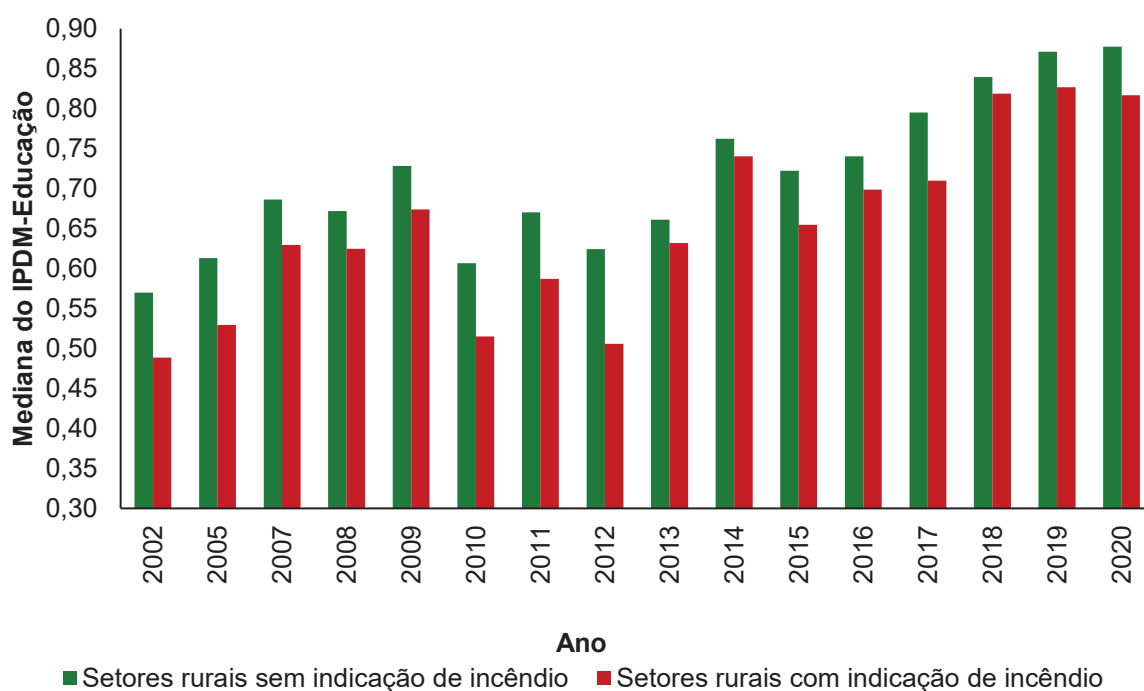
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 51 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



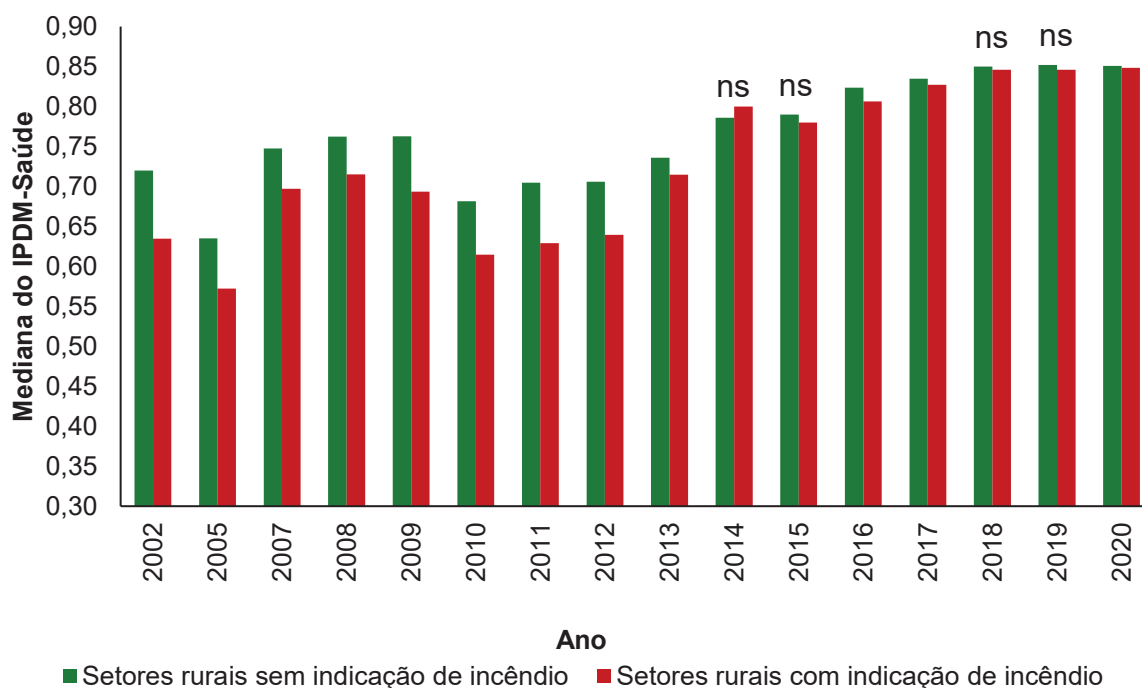
FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 52 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 53 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



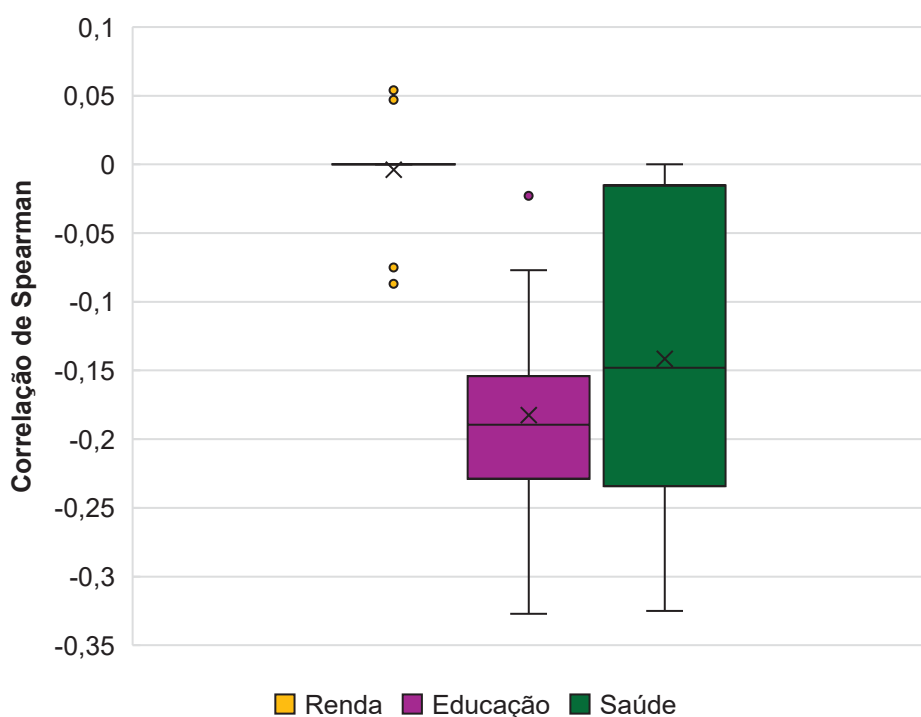
FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Ao verificar a variável IPDM-Renda, observou-se que para o Grupo I, 68,7% dos anos analisados não apresentaram diferença significativa para o teste de Mann-Whitney, entre os setores censitários com e sem indicador de incêndio, enquanto para a variável IPDM-Educação o valor foi de 100% para ambos os testes, tendo em todos os anos valores predominantes nos setores sem indicação de incêndio. Com relação a variável IPDM-Saúde, os anos analisados mediante Teste de Mann-Whitney apresentaram 75% de significância e, destes, todos os anos apresentaram valores predominantes nos setores sem indicação de incêndio.

No Gráfico 54 está apresentado a distribuição da correlação de Spearman do IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde de acordo com o indicador de incêndio.

GRÁFICO 54 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS CLASSIFICADOS NO GRUPO I DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO



FONTE: O autor (2025).

Corroborando com a aplicação do teste de Mann-Whitney, na correlação de Spearman também foi verificado que houve maior correlação entre o indicador de incêndio com o IPDM-Educação (média de -0,182 e 100% dos anos significativos) seguido pela IPDM-Saúde (média de -0,142 e 75% dos anos significativos) e o IPDM-Renda (média de -0,004 e 25% dos anos significativos).

Na Tabela 50 e nos Gráficos 55 e 56 estão presentes os valores medianos do percentual municipal de lixo coletado (LC% - Municipal) e percentual municipal de lixo queimado (LQ% - Municipal) de acordo com os setores censitários rurais com e sem indicador de incêndios florestais ao longo do período analisado.

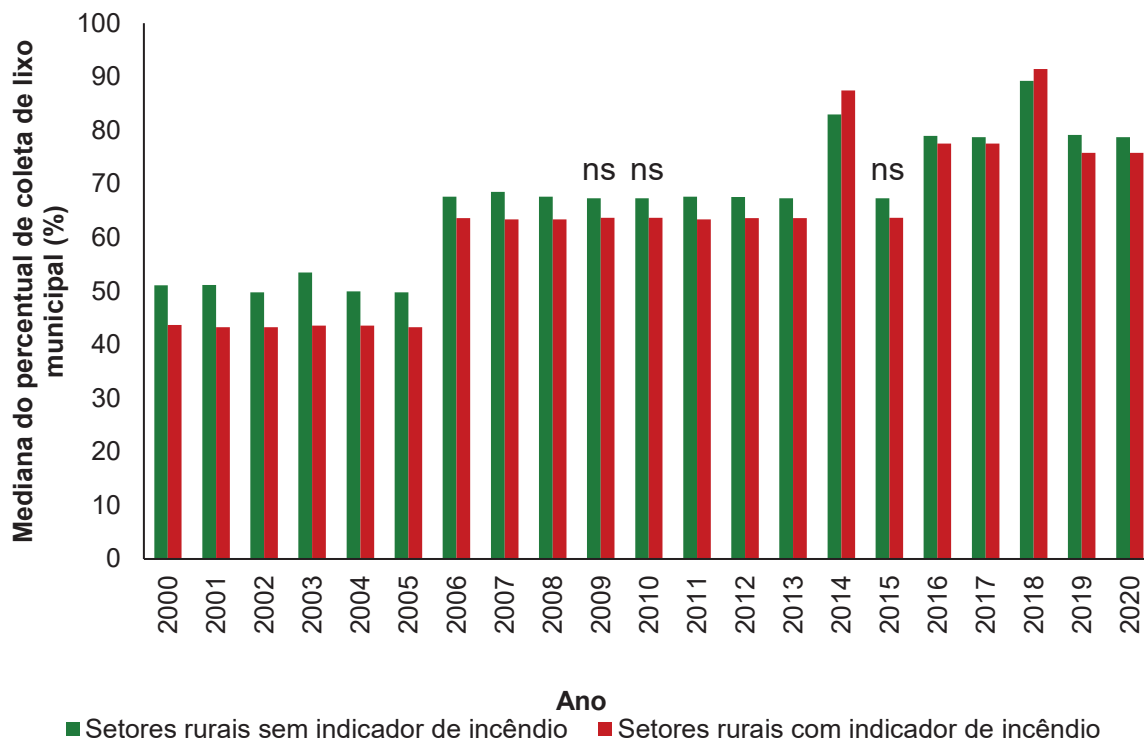
TABELA 30 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO I - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

ANO	GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS			
	LC% - MUNICIPAL		LQ% - MUNICIPAL	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	51,09	43,69	37,42	43,03
2001	51,12	43,26	37,93	45,06
2002	49,77	43,26	39,92	45,03
2003	53,45	43,53	34,64	44,45
2004	49,94	43,53	39,10	44,45
2005	49,77	43,26	39,73	45,06
2006	67,63	63,64	26,61	31,85
2007	68,51	63,39	26,20	32,73
2008	67,63	63,39	26,42	32,79
2009	67,29 ^{ns}	63,68 ^{ns}	27,88 ^{ns}	29,54 ^{ns}
2010	67,29 ^{ns}	63,68 ^{ns}	27,18 ^{ns}	30,02 ^{ns}
2011	67,63	63,39	26,28	32,73
2012	67,53	63,64	27,18	32,73
2013	67,29	63,64	28,14	31,24
2014	82,96	87,42	13,63	9,84
2015	67,32 ^{ns}	63,68 ^{ns}	27,88 ^{ns}	29,78 ^{ns}
2016	78,97	77,51	18,42	20,26
2017	78,72	77,51	19,06	20,48
2018	89,25	91,45	9,08	6,96
2019	79,17	75,79	18,42	22,67
2020	78,72	75,79	18,96	22,58

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

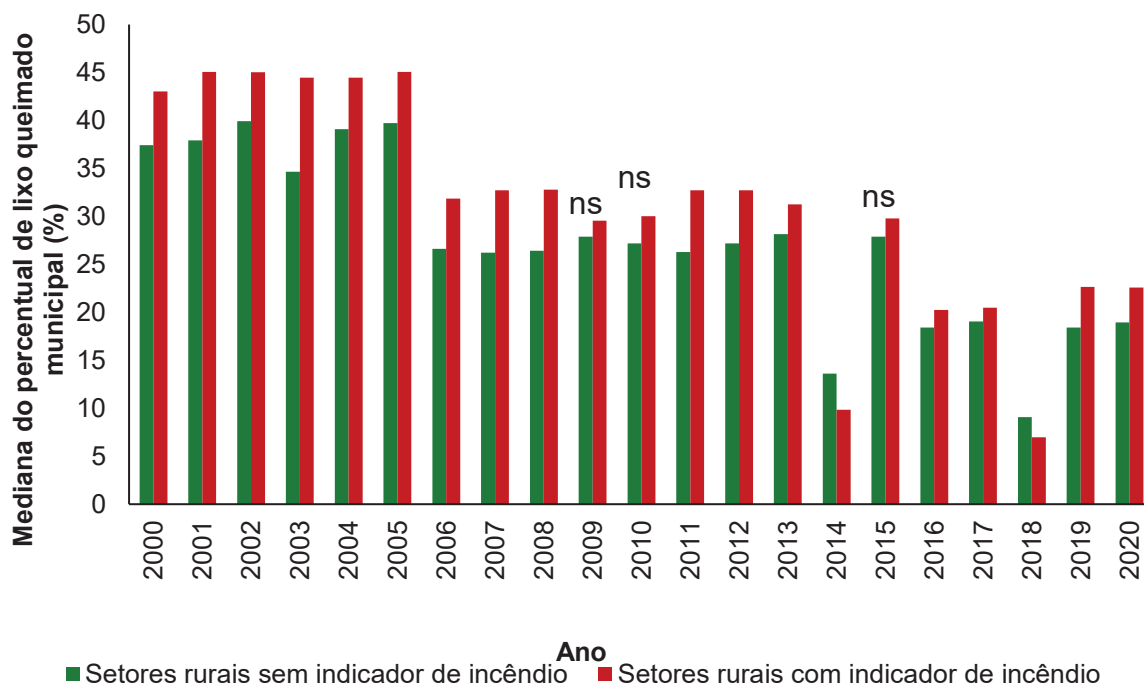
GRÁFICO 55 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 56 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

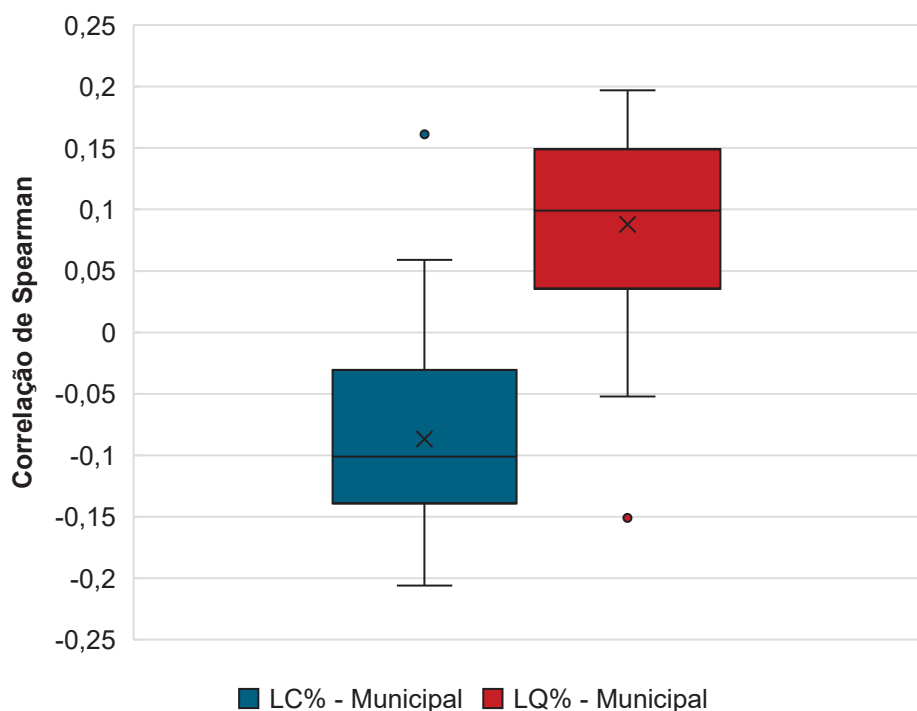


FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Para o LC% - Municipal, em 76,2% dos anos analisados houve presença de valores superiores nos setores rurais sem indicador de incêndio se comparado aos setores rurais com indicador de incêndio, em 14,3% não houve diferenças significativas e em 9,5% houve predominância nos setores rurais com indicador de incêndio. Para a variável LQ% - Municipal, foram verificados os mesmos valores, mas ao inverso, com predominância nos setores rurais com indicador de incêndio em 76,2% dos anos e no setor rurais sem indicador de incêndio em 9,5% dos anos.

No Gráfico 57 está presente a distribuição da correlação de Spearman da LC% - Municipal e da LQ% - Municipal de acordo com ao indicador de incêndio para os setores censitários rurais.

GRÁFICO 57 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

Os resultados das correlações de Spearman apresentaram valores significativos em 85,7% dos anos tanto para LC% - Municipal quanto para LQ% - Municipal. Ambas as variáveis apresentaram valores médios próximo de zero, sendo respectivamente -0,087 e 0,087. Em dois anos (9,5% do período analisado) houve relação positiva no LC% - Municipal e relação negativa no LQ% - Municipal.

Na Tabela 31 e nos Gráficos 58 e 59 estão presentes os valores medianos do percentual de lixo coletado e percentual de lixo queimado por setor censitário rural de acordo com os que apresentaram presença ou ausência de incêndios florestais no período de 2006 a 2015.

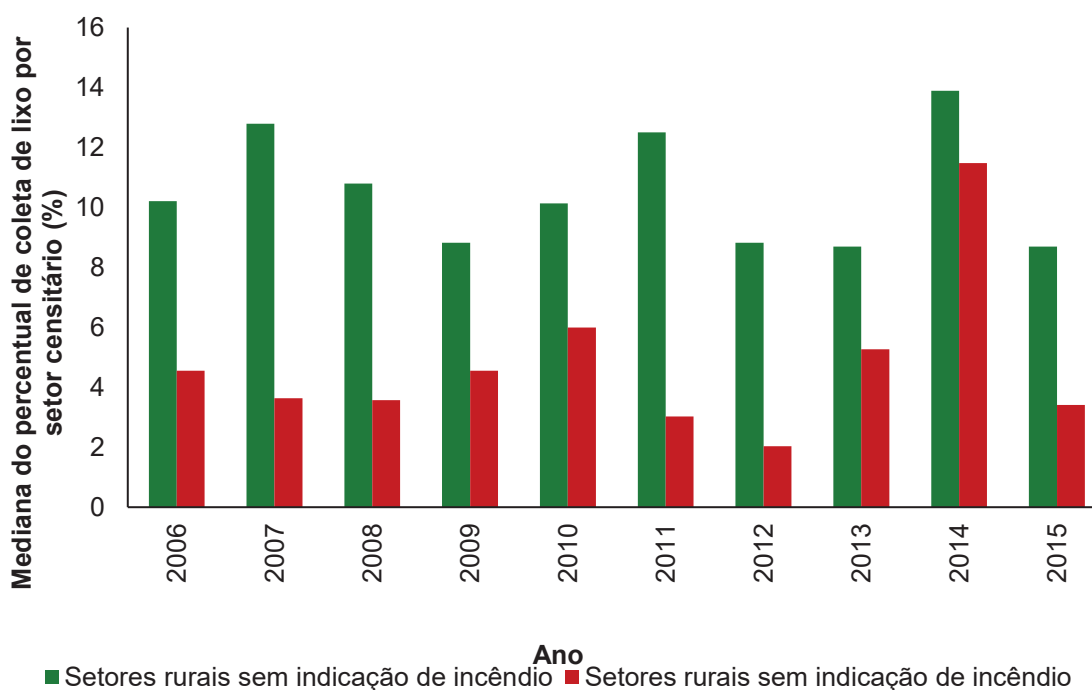
TABELA 31 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR CENSITÁRIO RURAL PARA O GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS, NO PERÍODO DE 2006 A 2015

ANO	APROVEITAMENTO	GRUPO I - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS			
		LC% - SETOR		LQ% - SETOR	
		Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2006	96,8%	10,20	4,55	69,23	80,92
2007	96,8%	12,79	3,64	66,67	80,95
2008	96,9%	10,80	3,57	70,00	81,52
2009	96,9%	8,82	4,55	72,60	78,91
2010	96,9%	10,14	5,99	71,43	79,05
2011	95,6%	12,50	3,03	67,88	81,73
2012	96,7%	8,82	2,03	72,73	84,26
2013	96,7%	8,70	5,26	72,80	77,92
2014	95,7%	13,89	11,48	61,80	66,67
2015	96,8%	8,70	3,41	72,73	79,36

FONTE: O autor (2025).

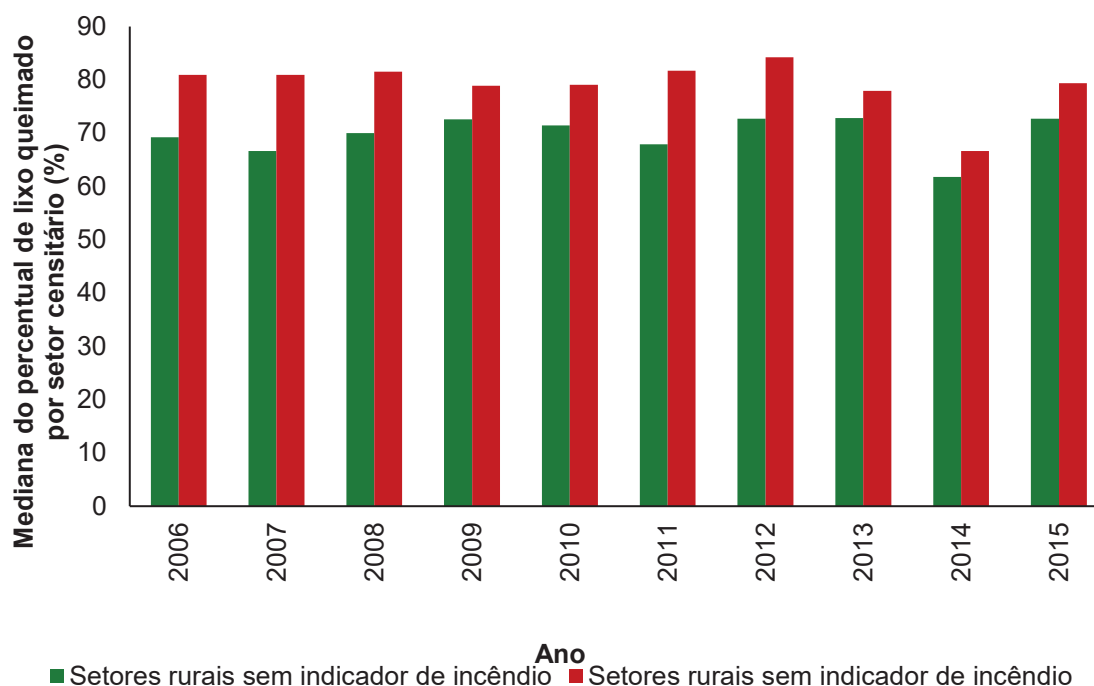
LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

GRÁFICO 58 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

GRÁFICO 59 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

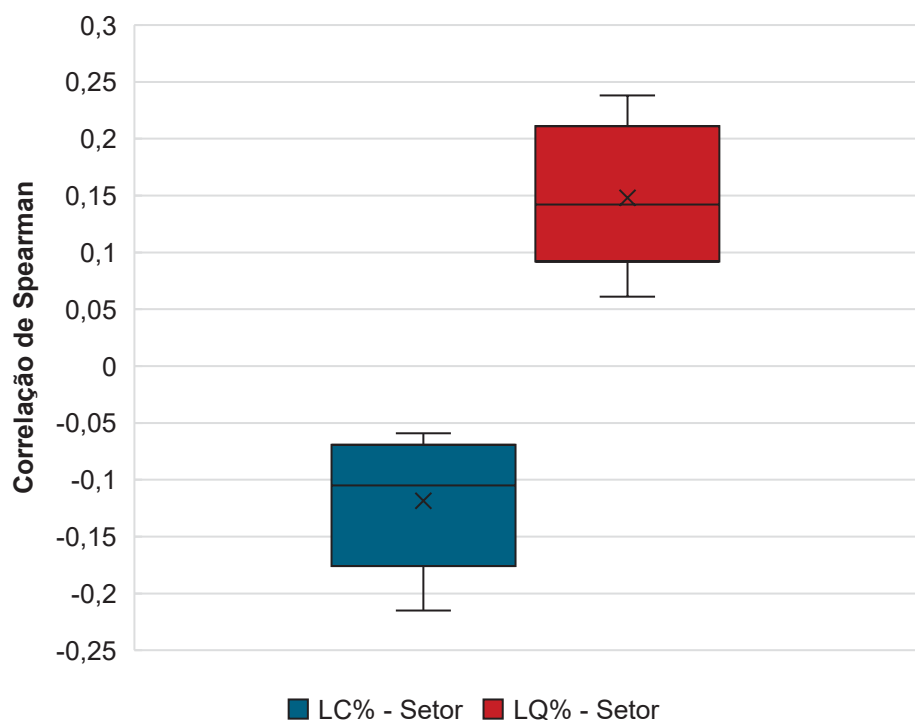


FONTE: O autor (2025).

Para o período de 2006 a 2015, verifica-se que houve diferenças significativas em todos os valores medianos de acordo com o teste de Mann-Whitney, sendo que em 100% dos anos houve predominância dos valores de LC% - Setor nos setores rurais sem indicador de incêndio e dos valores de LQ% - Setor nos setores rurais com indicador de incêndio.

A distribuição da correlação de Spearman da LC% - Setor e da LQ% - Setor de acordo com o indicador de incêndio está presente no Gráfico 60.

GRÁFICO 60 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO I – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

As correlações de Spearman apresentaram valores significativos em todos os anos do período de 2006 a 2015 para ambas as variáveis. As médias obtidas foram - 0,119 para LC% - Setor e 0,148 para LQ% - Setor. A distribuição das concentrações corrobora com os valores obtidos no teste de Mann-Whitney.

4.6.2.2 Grupo II

Na Tabela 32 e nos Gráficos 61, 62 e 63 estão apresentados os valores medianos de IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde dos setores censitários rurais que apresentaram e que não apresentaram indicador de incêndio ao longo do período analisado.

TABELA 32 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

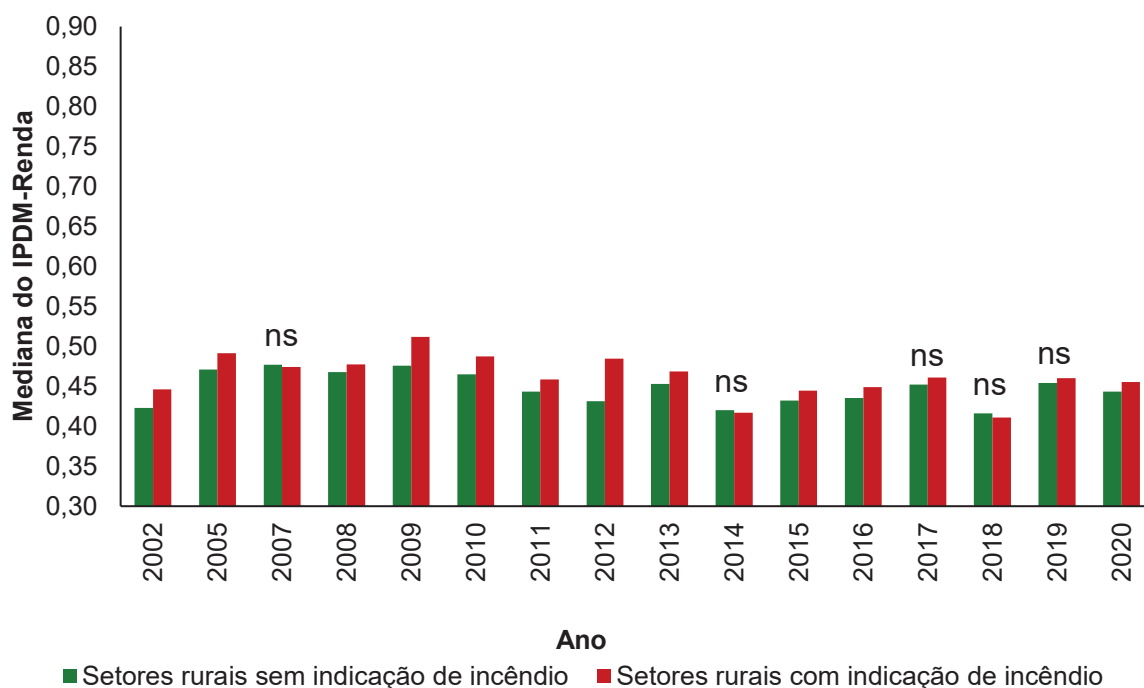
ANO	GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS					
	IPDM-RENDIA		IPDM-EDUCAÇÃO		IPDM-SAÚDE	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-
2002	0,423	0,446	0,585	0,558	0,722	0,685
2003	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-
2005	0,471	0,492	0,676	0,628	0,727	0,632
2006	-	-	-	-	-	-
2007	0,477 ^{ns}	0,474 ^{ns}	0,738	0,717	0,798	0,790
2008	0,468	0,478	0,744	0,732	0,803 ^{ns}	0,809 ^{ns}
2009	0,476	0,512	0,775	0,767	0,805	0,795
2010	0,465	0,487	0,587 ^{ns}	0,595 ^{ns}	0,613 ^{ns}	0,602 ^{ns}
2011	0,443	0,458	0,735	0,692	0,775	0,770
2012	0,431	0,485	0,599 ^{ns}	0,619 ^{ns}	0,678 ^{ns}	0,678 ^{ns}
2013	0,453	0,469	0,735	0,715	0,778 ^{ns}	0,783 ^{ns}
2014	0,420 ^{ns}	0,417 ^{ns}	0,684	0,623	0,755	0,736
2015	0,432	0,445	0,774	0,751	0,799	0,789
2016	0,435	0,449	0,802	0,789	0,821	0,844
2017	0,452 ^{ns}	0,461 ^{ns}	0,830	0,801	0,837	0,821
2018	0,416 ^{ns}	0,411 ^{ns}	0,801	0,775	0,830 ^{ns}	0,825 ^{ns}
2019	0,454 ^{ns}	0,460 ^{ns}	0,895	0,872	0,868	0,856
2020	0,443	0,455	0,898	0,880	0,868	0,857

FONTE: O autor (2025).

NOTA: Os anos de 2000, 2001, 2003, 2004 e 2006 não apresentaram valores disponíveis de IPDM.

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

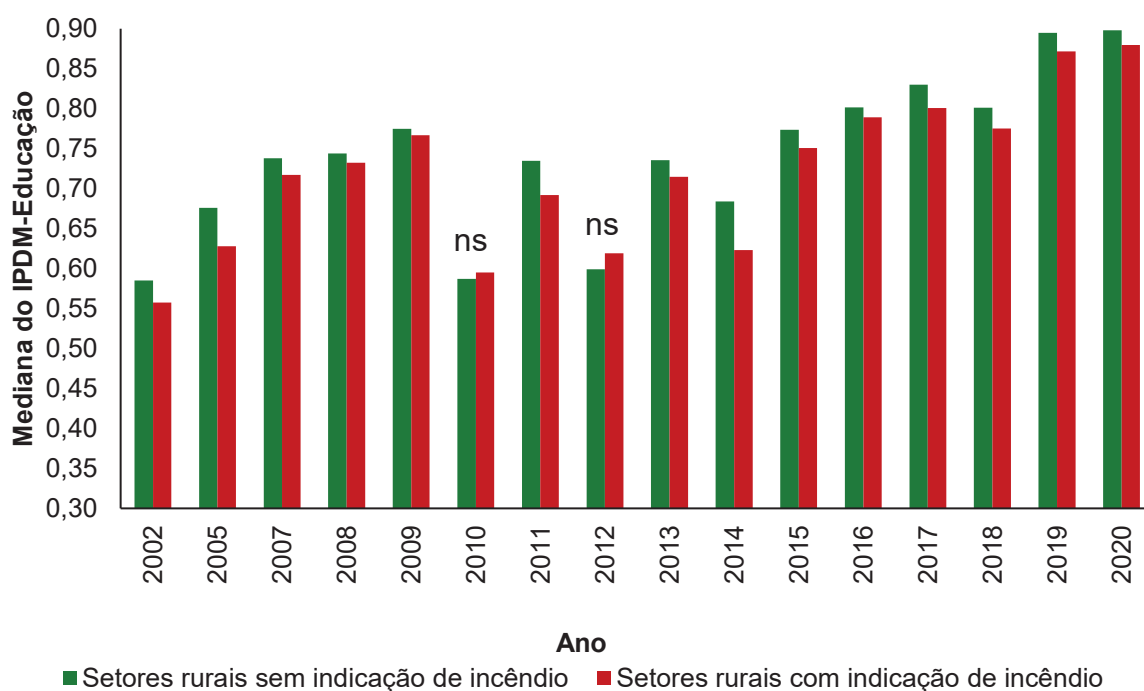
GRÁFICO 61 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 62 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

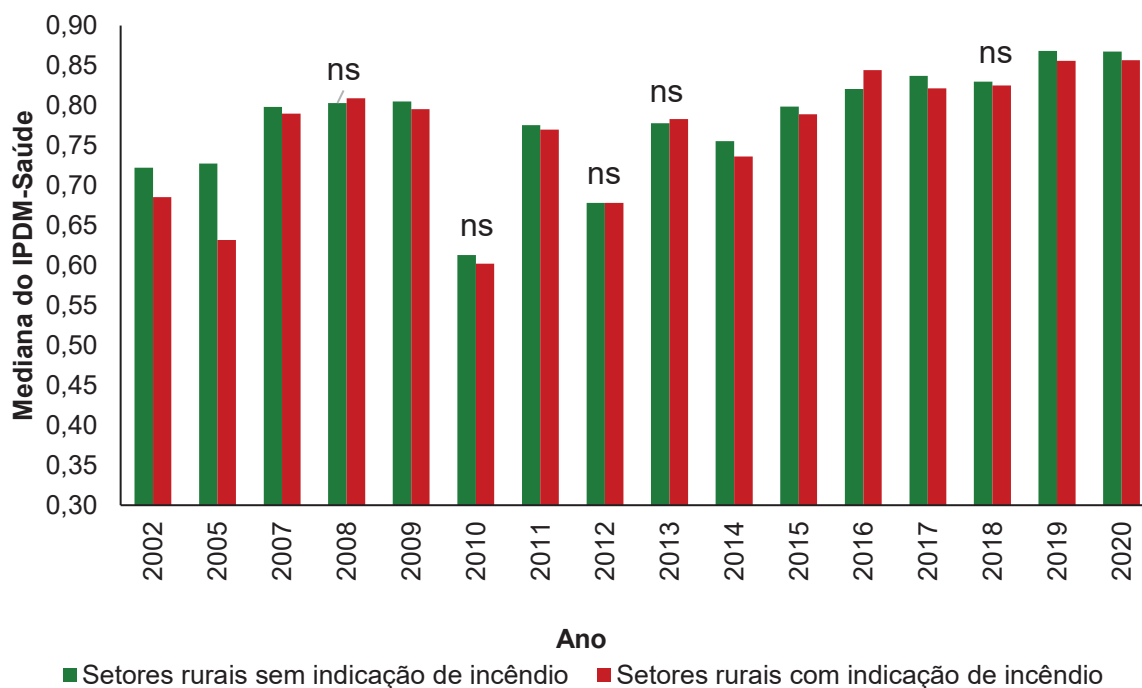


FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Observa-se que a variável mais significativa para o Grupo II é IPDM-Educação, seguido pelo IPDM-Renda e pelo IPDM-Saúde.

GRÁFICO 63 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

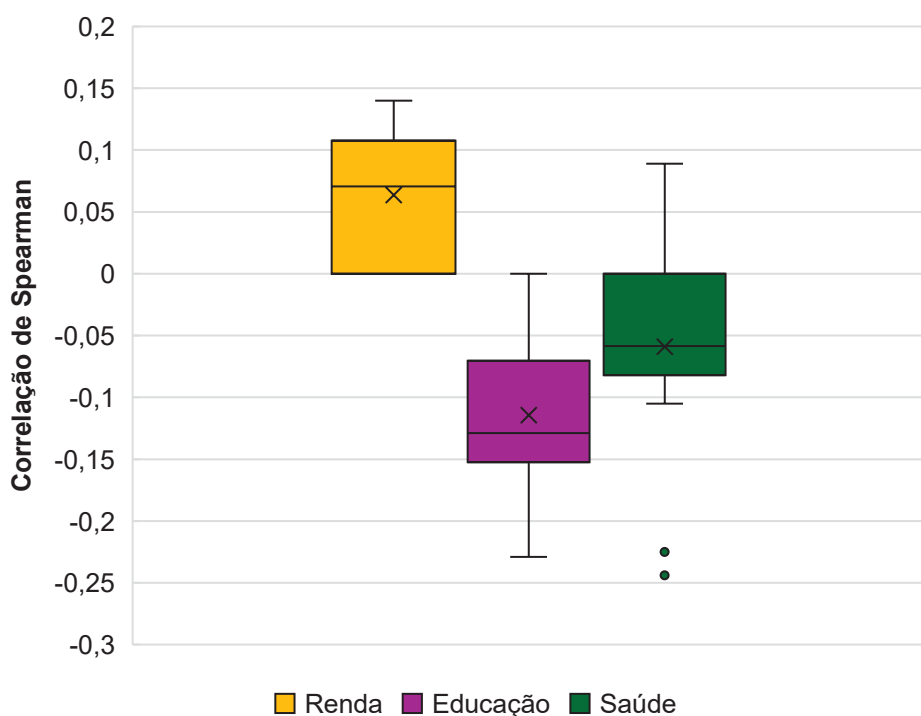
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Observa-se que para a variável IPDM-Renda os setores com indicação de incêndio apresentaram mediana superior nos 68,7% dos anos do período analisado, sendo que nos 32,3% restantes, não foram verificadas diferenças significativas.

Para a variável IPDM-Educação, os setores onde não ocorreram incêndios mostraram valores medianos mais elevados em 87,5% dos anos analisados, predominando em sua totalidade nos setores sem indicador de incêndio, enquanto nos 12,5% restantes não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas. Quanto à variável IPDM-Saúde, os setores sem indicador de incêndio apresentaram valores medianos predominantes em 62,5% dos anos em comparação aos 6,3% predominantes nos setores com indicação de incêndio. Em 31,2% do período não houve diferenças significativas.

A distribuição da correlação de Spearman do IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde de acordo com o indicador de incêndio ao longo do período analisado está disponível no Gráfico 64.

GRÁFICO 64 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS CLASSIFICADOS NO GRUPO II DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO



FONTE: O autor (2025).

Os resultados da correlação de Spearman, em consonância com o teste de Mann-Whitney, indicam que quanto maior a frequência de incêndios menor foi os valores do IPDM-Educação (média de -0,114, com 87,5% dos anos significativos), seguida pelo IPDM-Renda (média de 0,063 e 68,7% de anos significativos) e pelo IPDM-Saúde (média de -0,058 e 68,7% de anos significativos).

Na Tabela 33 e nos Gráficos 65 e 66 estão presentes os valores medianos do percentual municipal de lixo coletado e percentual municipal de lixo queimado de acordo com os setores censitários rurais com e sem indicação de incêndios ao longo do período analisado.

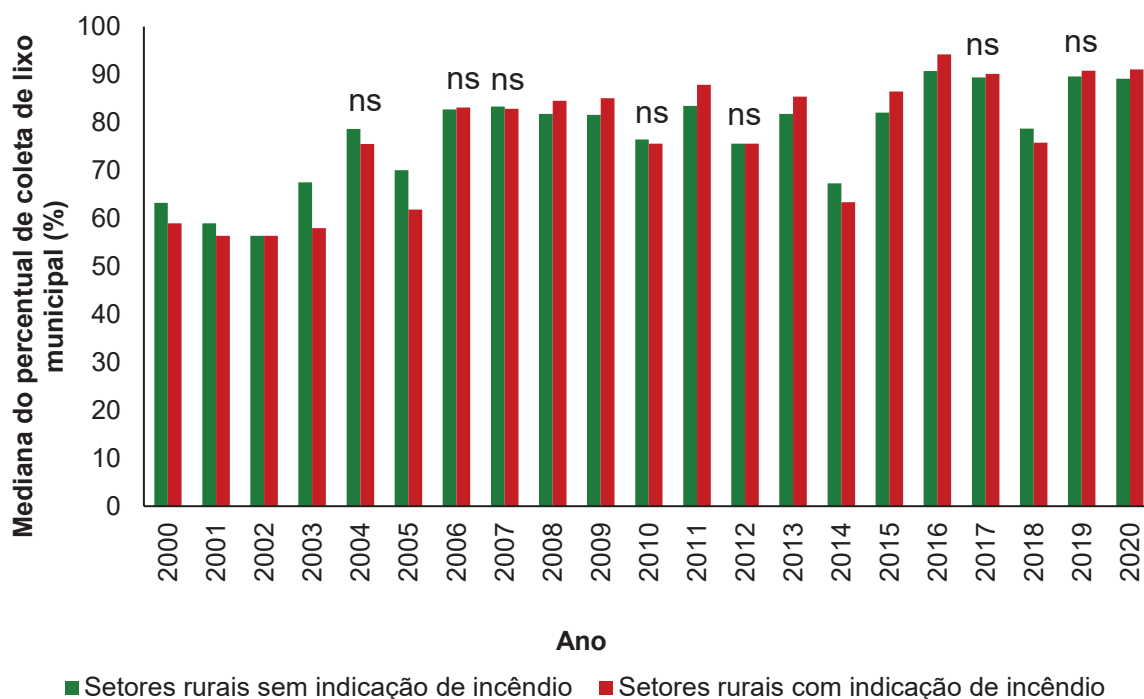
TABELA 33 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

ANO	GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS			
	LC% - MUNICIPAL		LQ% - MUNICIPAL	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	63,24	58,97	27,49	30,30
2001	58,97	56,39	30,30	32,95
2002	56,39 ^{ns}	56,39 ^{ns}	32,95 ^{ns}	30,73 ^{ns}
2003	67,51	57,96	25,28	30,76
2004	78,66 ^{ns}	75,52 ^{ns}	14,43 ^{ns}	15,90 ^{ns}
2005	70,07	61,84	22,64	26,50
2006	82,69 ^{ns}	83,09 ^{ns}	14,29 ^{ns}	13,76 ^{ns}
2007	83,29 ^{ns}	82,85 ^{ns}	13,37 ^{ns}	13,33 ^{ns}
2008	81,78	84,52	14,33	11,76
2009	81,55	85,03	14,56	11,66
2010	76,42 ^{ns}	75,60 ^{ns}	16,52 ^{ns}	17,09 ^{ns}
2011	83,48	87,87	13,04	9,45
2012	75,57 ^{ns}	75,60 ^{ns}	19,33 ^{ns}	17,09 ^{ns}
2013	81,78	85,40	14,38	11,60
2014	67,29	63,39	27,88	32,79
2015	82,07	86,45	14,29	10,67
2016	90,75	94,17	7,83	4,86
2017	89,41 ^{ns}	90,11 ^{ns}	9,02 ^{ns}	7,92 ^{ns}
2018	78,72	75,79	18,96	22,33
2019	89,57 ^{ns}	90,81 ^{ns}	8,80 ^{ns}	7,84 ^{ns}
2020	89,13	91,06	9,08	7,83

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

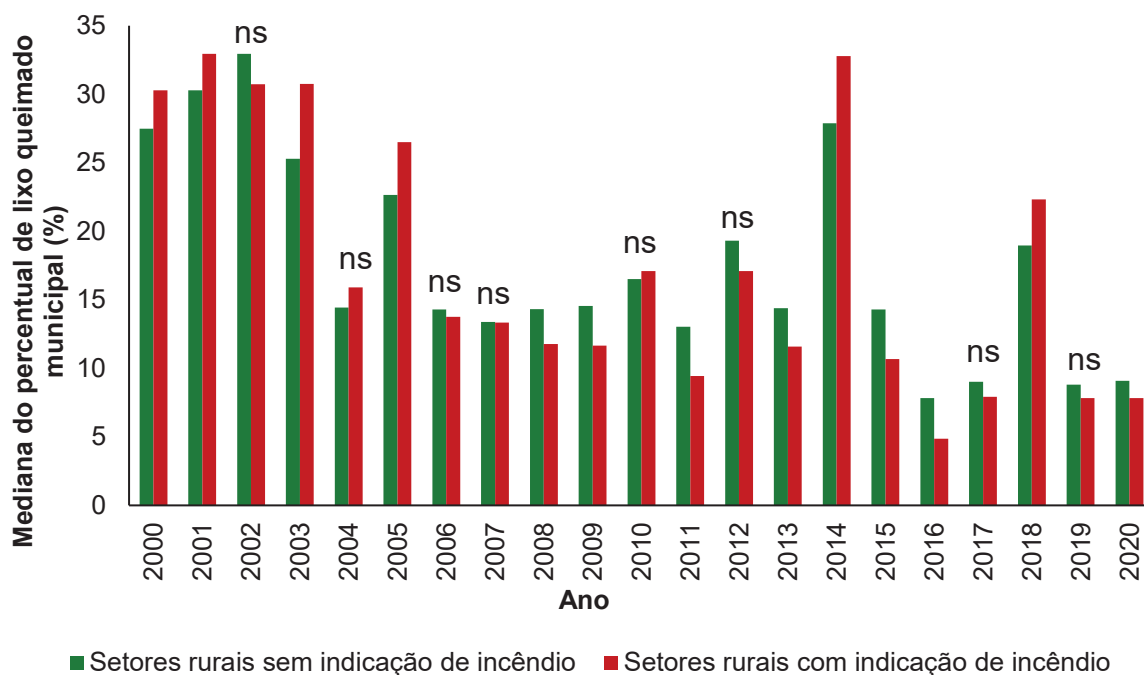
GRÁFICO 65 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 66 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

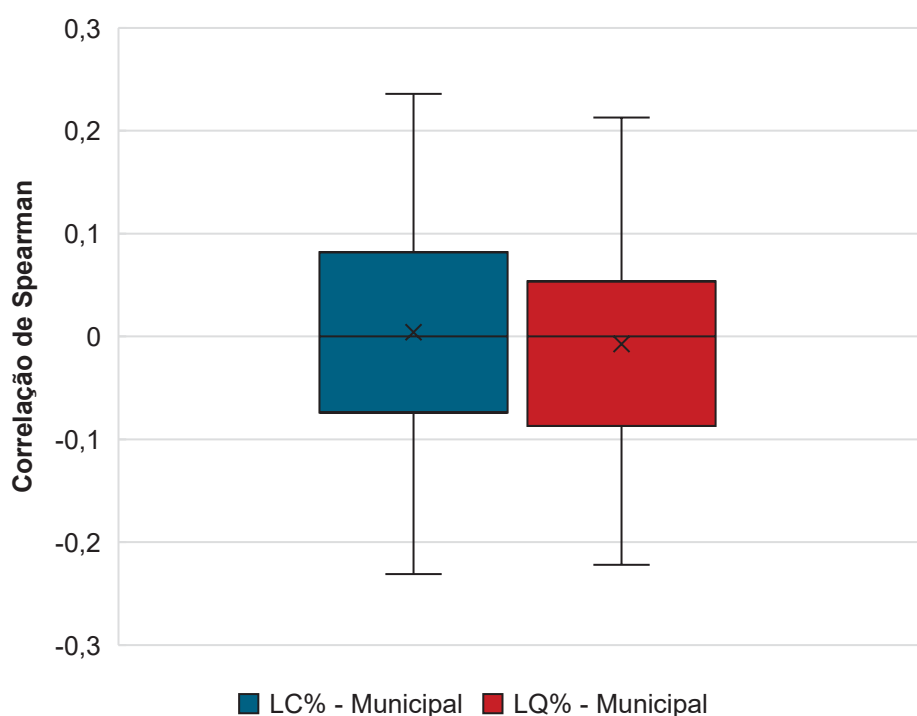
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Para o LC% - Municipal, em 38,1% não houve diferenças significativas, em 33,3% dos anos os setores censitários rurais com indicação de incêndio apresentaram valores superiores se comparados aos setores rurais sem indicação de incêndio e em 28,6% houve predominância dos setores rurais sem indicação de incêndio, divergindo dos resultados obtidos para o Grupo I.

Para a variável LQ% - Municipal, foram verificados os mesmos valores, mas ao inverso, com predominância nos setores rurais sem indicador de incêndio em 33,3% dos anos e no setor rurais com indicador de incêndio em 28,6% dos anos.

No Gráfico 67 é apresentado a distribuição da correlação de Spearman da LC% - Municipal e da LQ% - Municipal de acordo com o indicador de incêndio.

GRÁFICO 67 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

Os resultados das correlações de Spearman apresentaram valores significativos em 61,9% dos anos tanto para para LC% - Municipal quanto para LQ% - Municipal. Ambas as variáveis apresentaram valores médios próximo de zero, sendo

respectivamente 0,004 e -0,007. Em sete anos (33,3% do período analisado) houve relação positiva no LC% - Municipal e relação negativa no LQ% - Municipal.

Na Tabela 34 e nos Gráficos 68 e 69 estão presentes os valores medianos do percentual de lixo coletado e percentual de lixo queimado por setor censitário rural de acordo com os que apresentaram presença ou ausência de incêndios florestais no período de 2006 a 2015

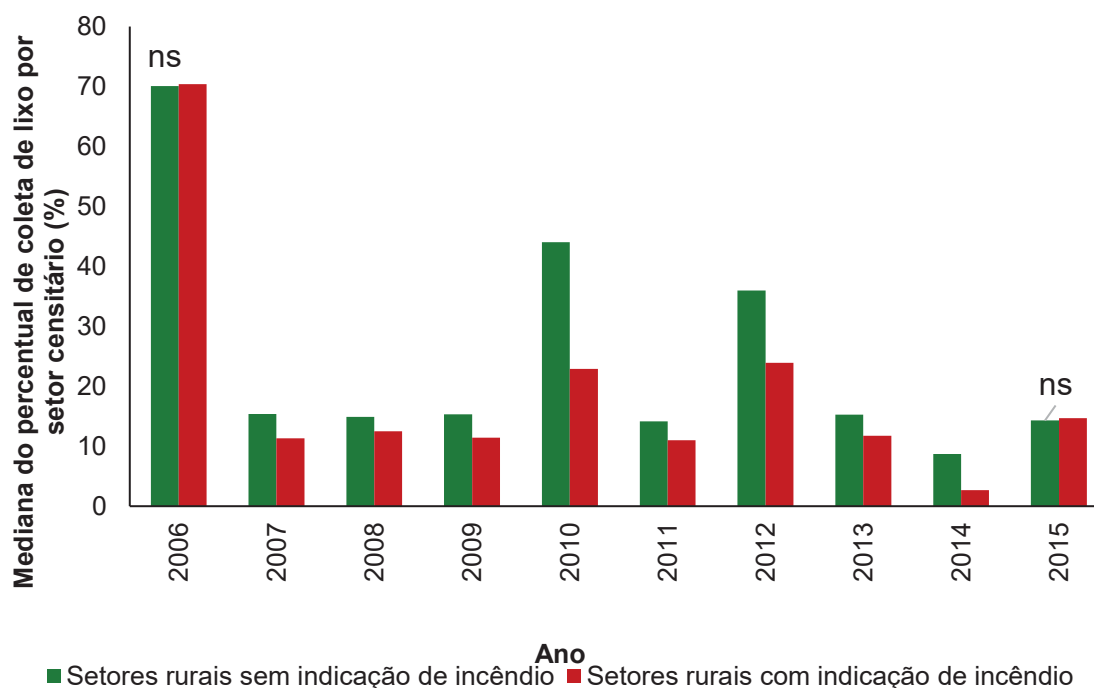
TABELA 34 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL PARA O GRUPO II NO PERÍODO DE 2006 A 2015

ANO	APROVEITAMENTO	GRUPO II - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS			
		LC% - SETOR		LQ% - SETOR	
		Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2006	97,5%	70,07 ^{ns}	70,37 ^{ns}	20,00 ^{ns}	23,06 ^{ns}
2007	95,7%	15,38	11,33	60,87	65,06
2008	95,6%	14,92	12,50	61,28 ^{ns}	63,79 ^{ns}
2009	95,6%	15,31	11,43	61,00 ^{ns}	63,66 ^{ns}
2010	97,2%	44,02	22,92	39,14	50,38
2011	96,0%	14,14	11,01	62,35	66,18
2012	97,1%	35,97	23,90	45,26	50,31
2013	95,7%	15,27	11,73	61,11 ^{ns}	63,81 ^{ns}
2014	96,8%	8,70	2,68	73,04	82,35
2015	95,7%	14,29 ^{ns}	14,71 ^{ns}	61,54 ^{ns}	62,94 ^{ns}

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); LC% - SETOR: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - SETOR: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

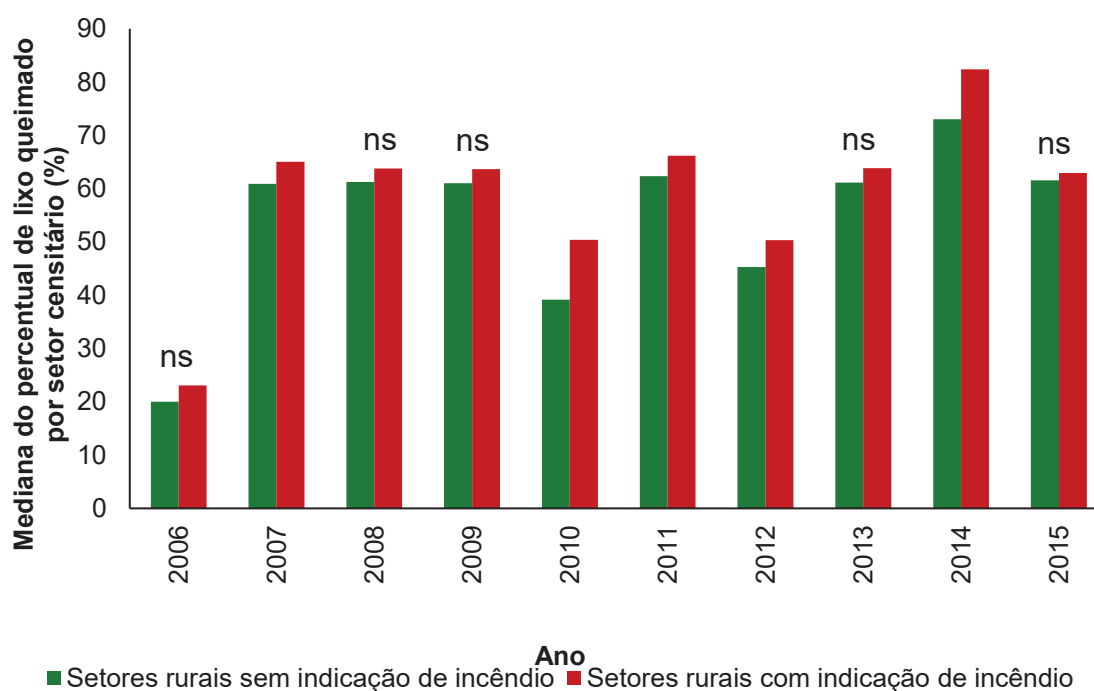
GRÁFICO 68 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 69 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

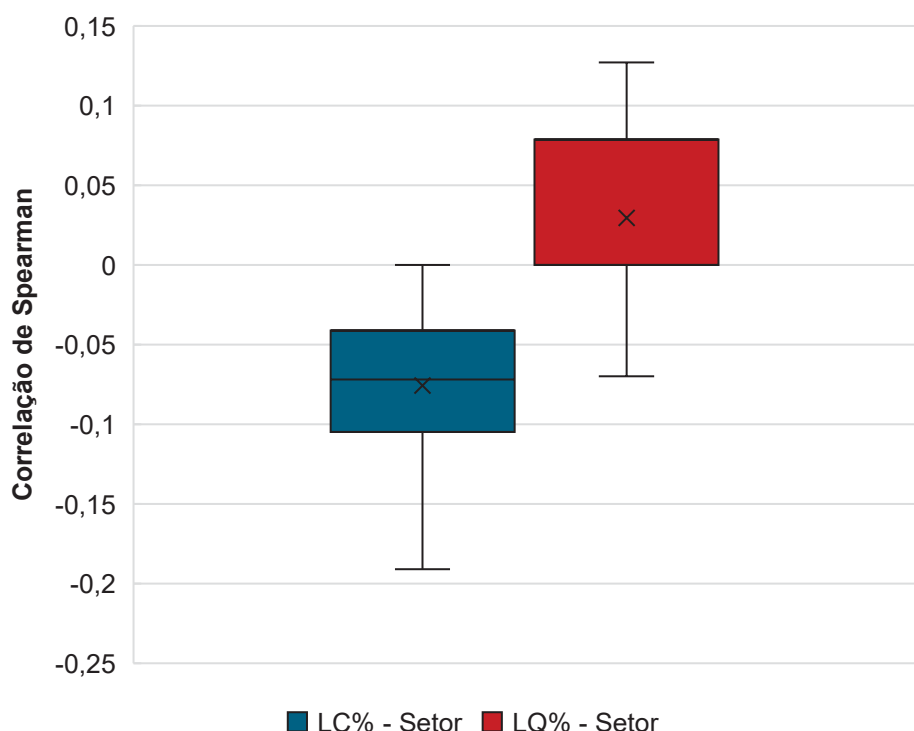
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

No período de 2006 a 2015, verifica-se que para o percentual de coleta de lixo por setor censitário, houve diferenças significativas em 80% dos anos analisados, sendo que em todos estes casos os setores rurais sem indicação de incêndio apresentaram medianas superiores aos setores rurais com indicação de incêndio.

Para o percentual de lixo queimado por setor censitário, houve diferenças significativas em 50% dos anos de acordo com o teste de Mann-Whitney, com predominância do percentual de lixo queimado para os setores rurais com indicação de incêndio em todos estes casos.

A distribuição da correlação de Spearman da LC% - Setor e da LQ% - Setor de acordo com o indicador de incêndio está apresentada no Gráfico 70.

GRÁFICO 70 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO II – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

As correlações de Spearman apresentaram 80% dos anos com valores significativos para LC% - Setor (média de -0,076) e 50% para LQ% - Setor (média de 0,03).

4.6.2.3 Grupo III

Na Tabela 35 e nos Gráficos 71, 72 e 73 são apresentados os valores medianos do IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde referentes aos setores censitários rurais que apresentaram e que não apresentaram indicador de incêndios ao longo do período analisado.

TABELA 35 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM OS DIFERENTES IPDM PARA O GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

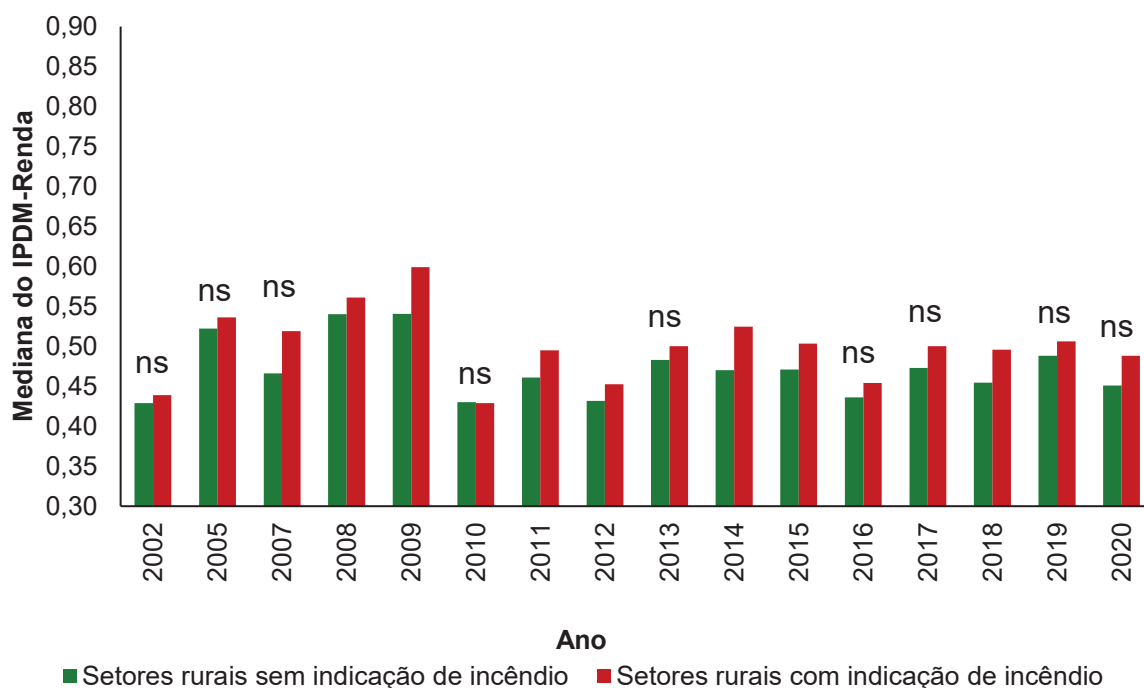
ANO	GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS					
	IPDM-RENDIA		IPDM-EDUCAÇÃO		IPDM-SAÚDE	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-
2002	0,429 ^{ns}	0,439 ^{ns}	0,622	0,603	0,793	0,754
2003	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-
2005	0,522 ^{ns}	0,536 ^{ns}	0,598 ^{ns}	0,633 ^{ns}	0,677 ^{ns}	0,698 ^{ns}
2006	-	-	-	-	-	-
2007	0,466 ^{ns}	0,519 ^{ns}	0,679 ^{ns}	0,679 ^{ns}	0,764	0,719
2008	0,540	0,561	0,661	0,700	0,759	0,726
2009	0,541	0,599	0,672	0,707	0,736 ^{ns}	0,735 ^{ns}
2010	0,430 ^{ns}	0,429 ^{ns}	0,693	0,638	0,757	0,741
2011	0,461	0,495	0,631 ^{ns}	0,642 ^{ns}	0,638 ^{ns}	0,633 ^{ns}
2012	0,432	0,453	0,720	0,691	0,779 ^{ns}	0,782 ^{ns}
2013	0,483 ^{ns}	0,500 ^{ns}	0,636 ^{ns}	0,675 ^{ns}	0,681 ^{ns}	0,689 ^{ns}
2014	0,470	0,525	0,672	0,709	0,763	0,755
2015	0,471	0,503	0,682	0,716	0,845	0,831
2016	0,436 ^{ns}	0,454 ^{ns}	0,729 ^{ns}	0,729 ^{ns}	0,809	0,787
2017	0,473 ^{ns}	0,500 ^{ns}	0,740 ^{ns}	0,755 ^{ns}	0,850	0,879
2018	0,455	0,496	0,722	0,805	0,823 ^{ns}	0,841 ^{ns}
2019	0,488 ^{ns}	0,506 ^{ns}	0,825 ^{ns}	0,810 ^{ns}	0,828 ^{ns}	0,806 ^{ns}
2020	0,451 ^{ns}	0,488 ^{ns}	0,807	0,822	0,792 ^{ns}	0,797 ^{ns}

FONTE: O autor (2025).

NOTA: Os anos de 2000, 2001, 2003, 2004 e 2006 não apresentaram valores disponíveis de IPDM.

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

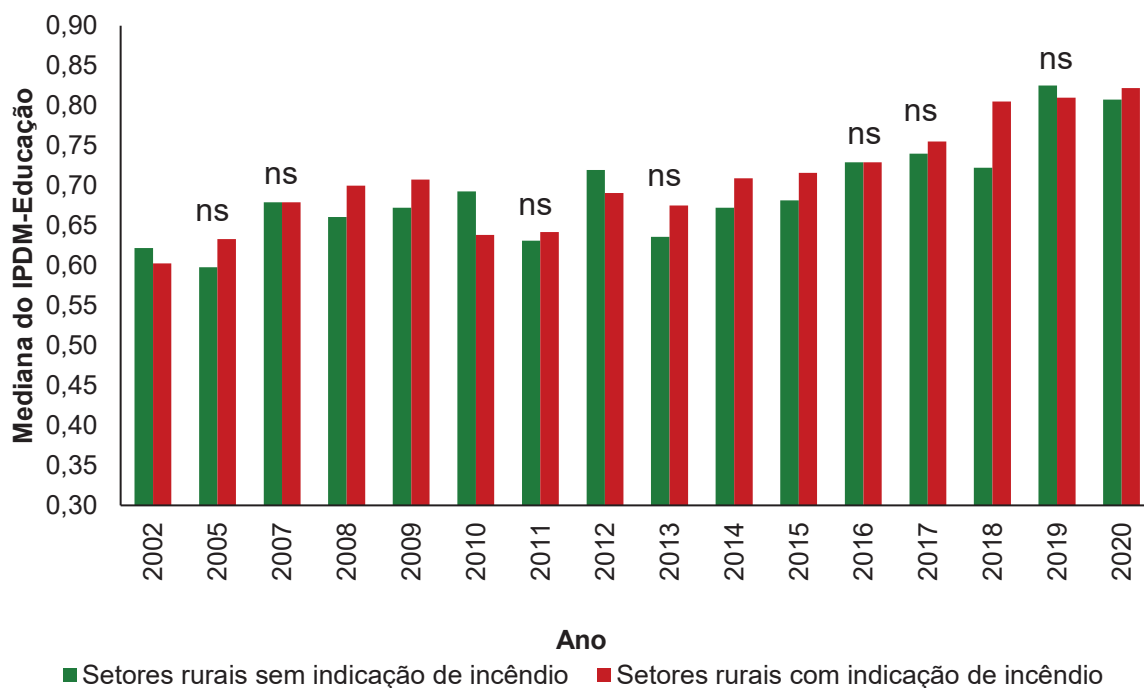
GRÁFICO 71 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-RENDAS DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

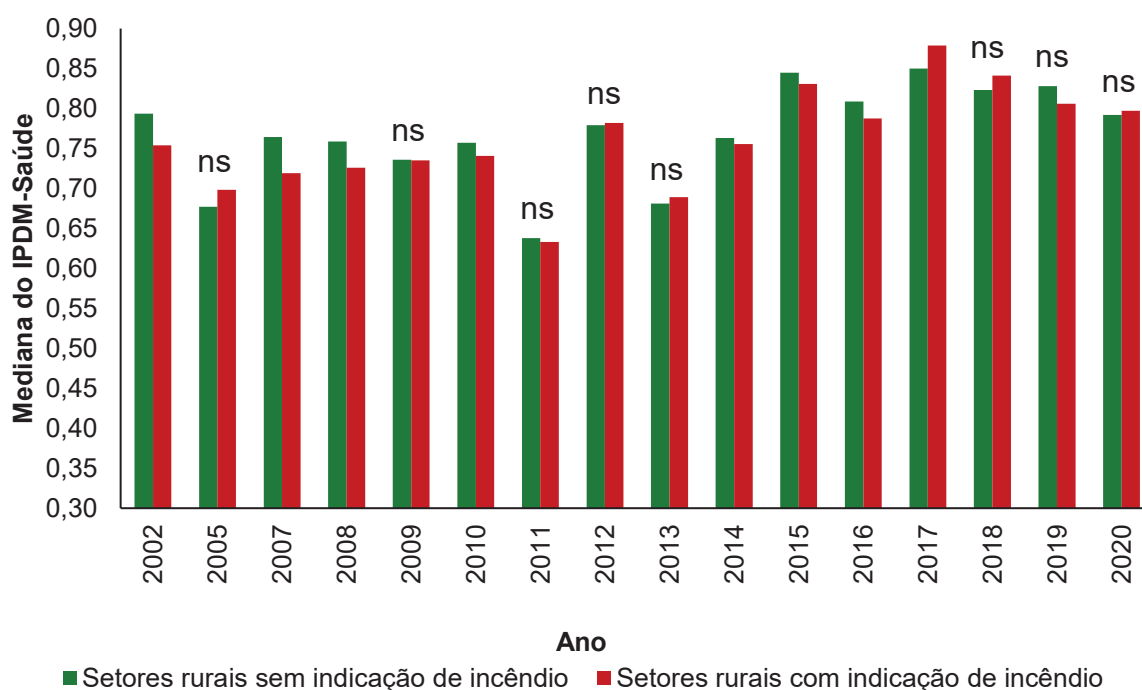
GRÁFICO 72 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-EDUCAÇÃO DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 73 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO IPDM-SAÚDE DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



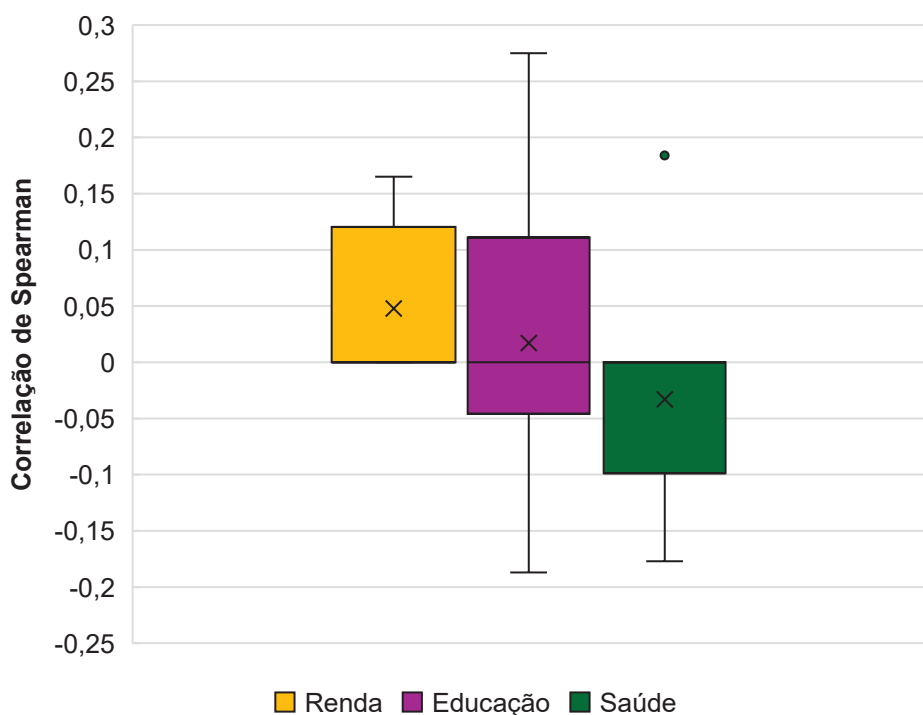
FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Ao analisar a variável IPDM-Renda, considerando somente os setores censitários rurais, constatou-se que 43,8% dos anos analisados apresentaram diferença significativa no teste de Mann-Whitney, sendo todos estes com predominância nos setores com indicação de incêndio. Para a variável IPDM-Educação, em 37,5% do período analisado os valores foram predominantes nos setores com indicação de incêndio, 18,7% nos setores sem indicação de incêndio e 43,8% dos anos analisados não apresentaram diferenças significativas. Em relação à variável IPDM-Saúde, 43,8% do período analisado apresentou predominância nos setores sem indicação de incêndio, 6,2% nos setores com indicação de incêndio e em 50% do período não houve diferença estatística significativa.

A distribuição da correlação de Spearman do IPDM-Renda, IPDM-Educação e IPDM-Saúde de acordo com o indicador de incêndio ao longo do período analisado está disponível no Gráfico 74.

GRÁFICO 74 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN NO PERÍODO ANALISADO RELACIONADO AO IPDM RENDA, EDUCAÇÃO E SAÚDE DOS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS CLASSIFICADOS NO GRUPO III DE ACORDO COM O INDICADOR DE INCÊNDIO



FONTE: O autor (2025).

Os valores de correlações encontrados foram para o IPDM-Renda, média de 0,051, com 37,5% dos anos significativos; IPDM-Saúde, média de -0,035, com 43,8% dos anos significativos; e IPDM-Educação, média de 0,01, com 56,2% dos anos significativos.

Na Tabela 36 e nos Gráficos 75 e 76 estão presentes os valores medianos do percentual municipal de lixo coletado (LC% - Municipal) e percentual municipal de lixo queimado (LQ% - Municipal) de acordo com os setores censitários rurais com e sem indicador de incêndios florestais ao longo do período analisado.

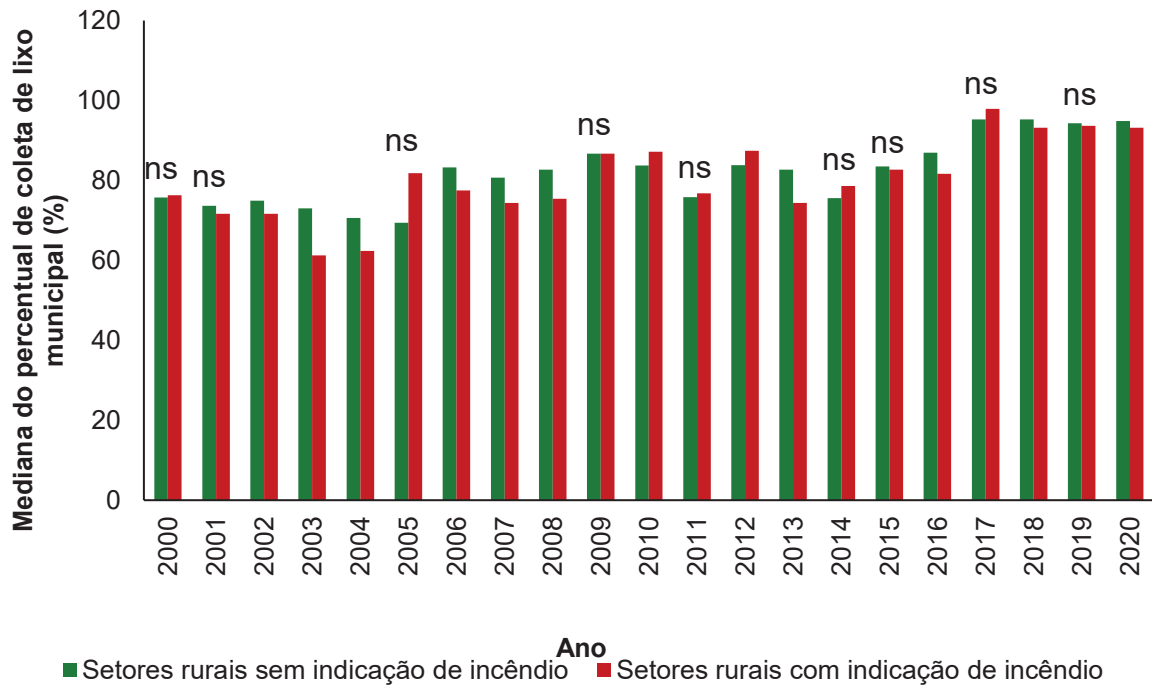
TABELA 36 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM PERCENTUAL DE LIXO COLETADO MUNICIPAL E O PERCENTUAL DE LIXO QUEIMADO MUNICIPAL PARA O GRUPO III - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

ANO	GRUPO III - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS			
	LC% - MUNICIPAL		LQ% - MUNICIPAL	
	Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2000	75,70 ^{ns}	76,32 ^{ns}	17,75 ^{ns}	17,75 ^{ns}
2001	73,68 ^{ns}	71,67 ^{ns}	19,54 ^{ns}	20,44 ^{ns}
2002	74,94	71,62	18,45	20,46
2003	72,99	61,27	20,46	26,84
2004	70,63	62,35	22,64	26,50
2005	69,37 ^{ns}	81,81 ^{ns}	20,21 ^{ns}	12,97 ^{ns}
2006	83,29	77,48	13,31	17,09
2007	80,72	74,34	16,14	20,35
2008	82,69	75,43	14,85	20,35
2009	86,70 ^{ns}	86,70 ^{ns}	10,67 ^{ns}	10,67 ^{ns}
2010	83,71	87,16	12,86	10,43
2011	75,81 ^{ns}	76,77 ^{ns}	17,21 ^{ns}	17,09 ^{ns}
2012	83,80	87,42	12,40	9,59
2013	82,69	74,34	14,85	20,35
2014	75,57 ^{ns}	78,62 ^{ns}	19,48 ^{ns}	16,23 ^{ns}
2015	83,48 ^{ns}	82,69 ^{ns}	12,66 ^{ns}	14,85 ^{ns}
2016	86,90	81,64	11,41	15,52
2017	95,23 ^{ns}	97,91 ^{ns}	3,44 ^{ns}	1,59 ^{ns}
2018	95,23	93,17	3,44	5,59
2019	94,28 ^{ns}	93,66 ^{ns}	4,18 ^{ns}	5,16 ^{ns}
2020	94,89	93,17	3,44	5,59

FONTE: O autor (2025).

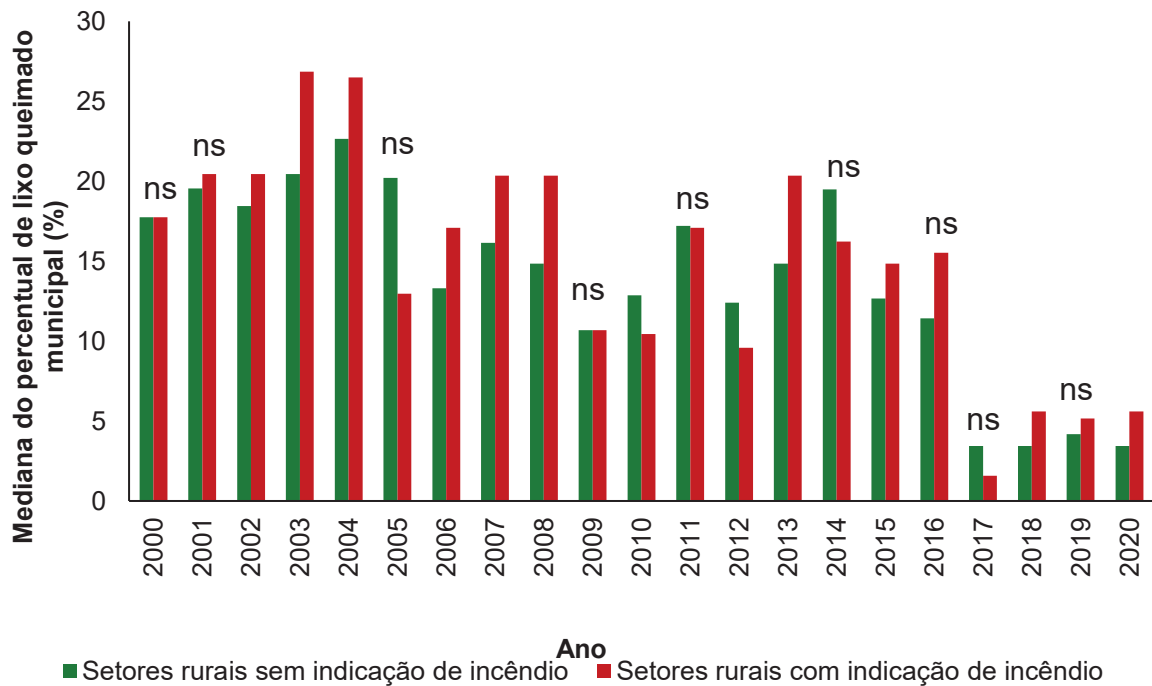
LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

GRÁFICO 75 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 76 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL DE ACORDO COM OS SETORES CENSITÁRIOS RURAIS COM E SEM INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS

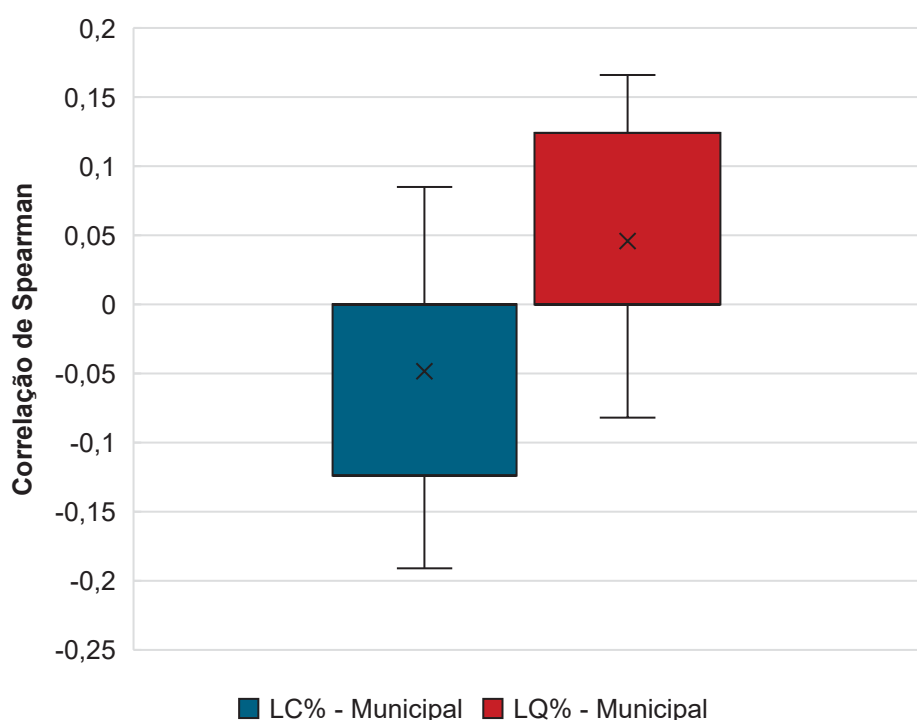


FONTE: O autor (2025).
 LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

Para o LC% - Municipal, em 47,6% dos anos analisados houve presença de valores superiores nos setores rurais sem indicador de incêndio se comparado aos setores rurais com indicador de incêndio, em 42,9% não houve diferenças significativas e em 9,5% houve predominância nos setores rurais com indicador de incêndio. Para a variável LQ% - Municipal, foram verificados os mesmos valores, mas ao inverso, com predominância nos setores rurais com indicador de incêndio em 47,6% dos anos e no setor rurais sem indicador de incêndio em 9,5% dos anos.

No Gráfico 77 está presente a distribuição da correlação de Spearman da LC% - Municipal e da LQ% - Municipal de acordo com ao indicador de incêndio para os setores censitários rurais.

GRÁFICO 77 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - MUNICIPAL E LQ% - MUNICIPAL PARA O GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo coletado; LQ% - Municipal: Percentual municipal de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade.

Os resultados das correlações de Spearman apresentaram valores significativos em 52,4% dos anos tanto para para LC% - Municipal quanto para LQ% - Municipal. Ambas as variáveis apresentaram valores médios próximo de zero, sendo

respectivamente -0,048 e 0,046. Em dois anos (9,5% do período analisado) houve relação positiva no LC% - Municipal e relação negativa no LQ% - Municipal.

Na Tabela 37 e nos Gráficos 78 e 79 estão presentes os valores medianos do percentual de lixo coletado e percentual de lixo queimado por setor censitário rural de acordo com os que apresentaram presença ou ausência de incêndios florestais no período de 2006 a 2015.

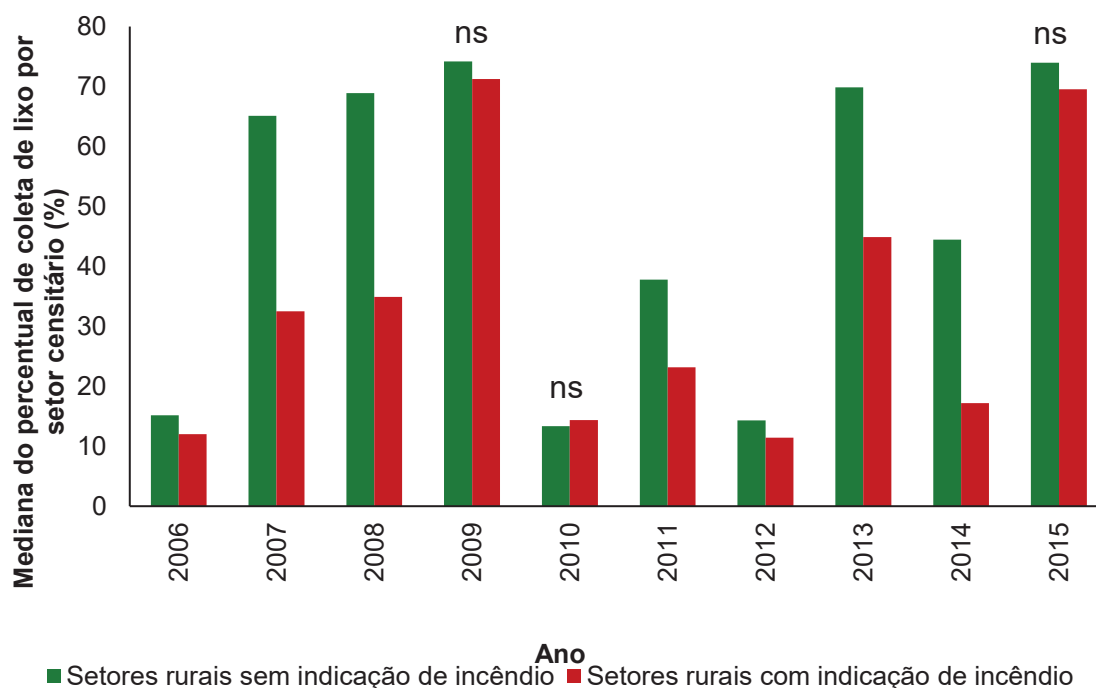
TABELA 37 - TESTE DE MANN-WHITNEY DO INDICADOR DE INCÊNDIO DE ACORDO COM O PERCENTUAL DE LIXO COLETADO E QUEIMADO POR CENSITÁRIO RURAL PARA O GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS, NO PERÍODO DE 2006 A 2015

ANO	APROVEITAMENTO	GRUPO III - SETORES CENSITÁRIOS RURAIS			
		LC% - SETOR		LQ% - SETOR	
		Sem incêndio	Com incêndio	Sem incêndio	Com incêndio
2006	95,8%	15,18	12,00	60,42	65,67
2007	97,2%	65,12	32,50	23,67	45,19
2008	97,8%	68,88	34,91	21,57	42,73
2009	98,1%	74,16 ^{ns}	71,24 ^{ns}	17,90 ^{ns}	20,87 ^{ns}
2010	95,5%	13,33 ^{ns}	14,35 ^{ns}	61,90 ^{ns}	66,67 ^{ns}
2011	96,0%	37,81	23,17	39,61	48,66
2012	95,6%	14,29	11,45	61,81	69,81
2013	98,3%	69,85	44,86	21,98	39,86
2014	97,1%	44,45	17,20	39,03	50,00
2015	98,5%	73,94 ^{ns}	69,52 ^{ns}	18,81 ^{ns}	18,84 ^{ns}

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$); LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

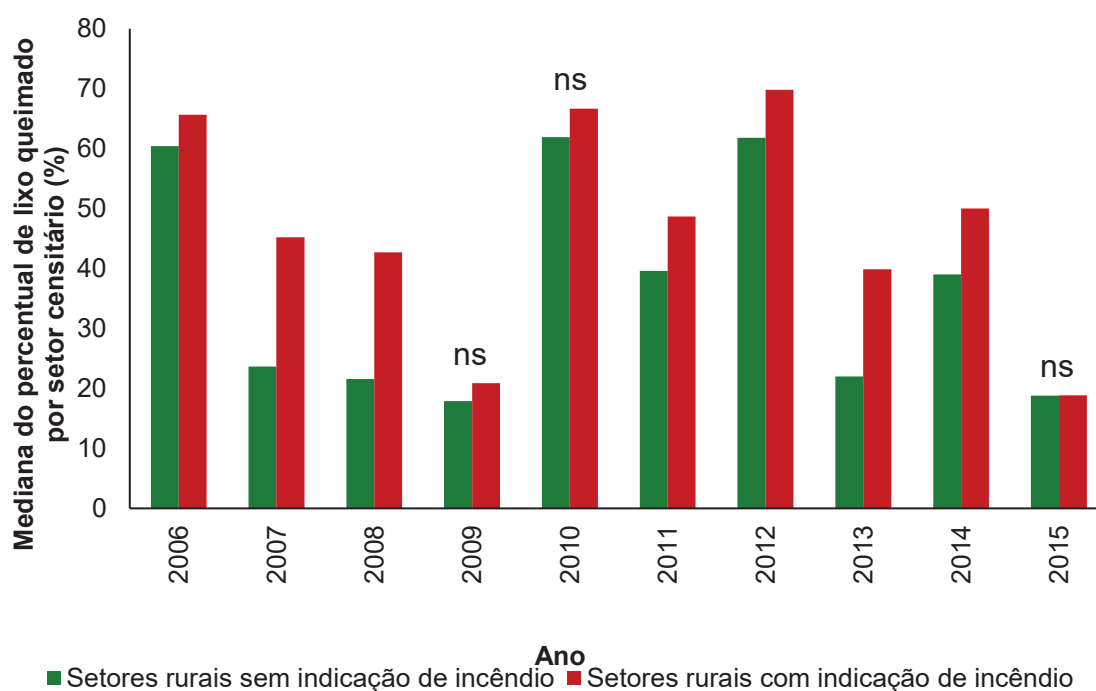
GRÁFICO 78 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

GRÁFICO 79 - DISTRIBUIÇÃO DA MEDIANA DO PERCENTUAL DE COLETA DE LIXO POR SETOR CENSITÁRIO RURAL DE ACORDO COM A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE INDICAÇÃO DE INCÊNDIO, CLASSIFICADOS NO GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



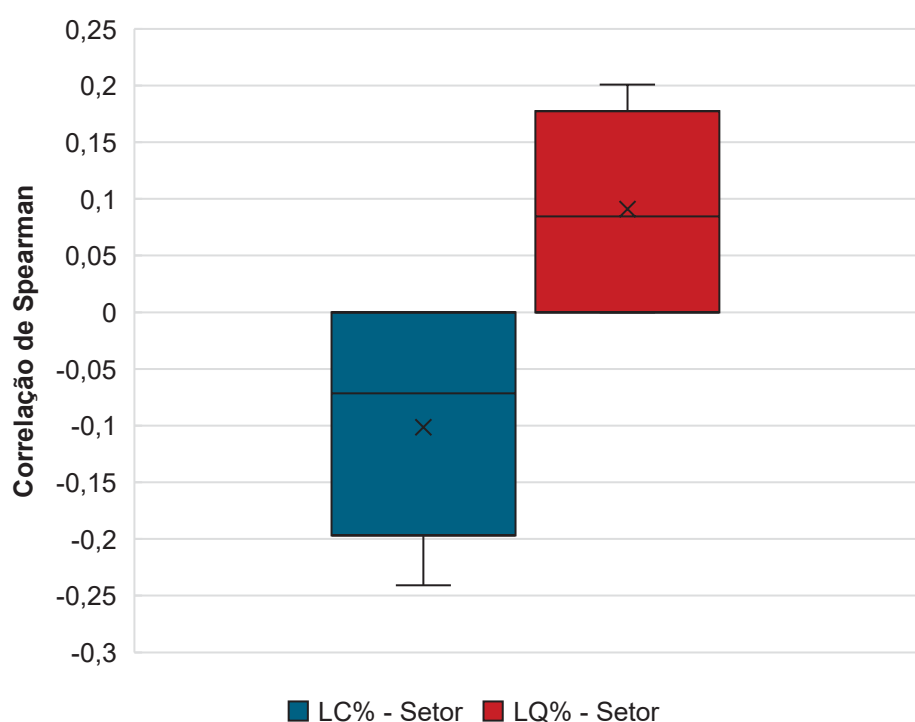
FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa ($p > 0,05$).

No período de 2006 a 2015, verifica-se que para o percentual de coleta de lixo e percentual de lixo queimado por setor censitário, houve diferenças significativas em 70% dos anos analisados para ambas variáveis, sendo que em todos os casos do LC% - Setor os setores rurais sem indicação de incêndio apresentaram medianas superiores aos setores rurais com indicação de incêndio, e para o LQ% - Setor os setores rurais com indicação de incêndio apresentaram medianas superiores aos setores rurais sem indicação de incêndio.

A distribuição da correlação de Spearman da LC% - Setor e da LQ% - Setor de acordo com o indicador de incêndio está presente no Gráfico 80.

GRÁFICO 80 - DISTRIBUIÇÃO DA CORRELAÇÃO DE SPEARMAN ENTRE O INDICADOR DE INCÊNDIO E O LC% - SETOR E LQ% - SETOR, NO PERÍODO DE 2006 A 2015, PARA O GRUPO III – SETORES CENSITÁRIOS RURAIS



FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: LC% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo coletado em cada setor censitário; LQ% - Setor: Percentual de domicílios particulares permanentes com lixo queimado na propriedade em cada setor censitário.

As correlações de Spearman apresentaram 70% dos anos com valores significativos para LC% - Setor (média de -0,101) e para LQ% - Setor (média de 0,091).

4.6.3 Relações socioeconômicas e os incêndios florestais

Na Tabela 38 está presente o resumo dos resultados obtidos para a predominância das dimensões ao longo do período analisado e na Tabela 39 o resumo dos resultados obtidos referentes a correlação de Spearman.

TABELA 38 - RESUMO DA PREDOMINÂNCIA DAS DIMENSÕES DO IPDM REFERENTES A MEDIANA

GRUPO - SETOR	MEDIANA DO IPDM		
	PREDOMINÂNCIA		
	1°	2°	3°
I - Urbano/Rural	Educação (sem indicador)	Saúde (sem indicador)	ns
I - Rural	Educação (sem indicador)	Saúde (sem indicador)	ns
II - Urbano/Rural	Educação (sem indicador)	Saúde (sem indicador)	ns
II - Rural	Educação (sem indicador)	Renda (com indicador)	Saúde (sem indicador)
III - Urbano/Rural	Saúde (sem indicador)	ns	ns
III - Rural	ns	ns	ns

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa.

TABELA 39 - RESUMO DA PREDOMINÂNCIA DAS CORRELAÇÕES DE SPEARMAN REFERENTES AO IPDM E AO INDICADOR DE INCÊNDIO

GRUPO - SETOR	CORRELAÇÃO DE SPEARMAN IPDM X INDICADOR DE INCÊNDIO (16 ANOS)		
	PREDOMINÂNCIA		
	1°	2°	3°
I - Urbano/Rural	Educação (relação negativa)	Saúde (relação negativa)	Renda (relação negativa)
I - Rural	Educação (relação negativa)	Saúde (relação negativa)	ns
II - Urbano/Rural	Educação (relação negativa)	Saúde (relação negativa)	ns
II - Rural	Educação (relação negativa)	Renda (relação positiva)	Saúde (relação negativa)
III - Urbano/Rural	Saúde (relação negativa)	ns	ns
III - Rural	ns	ns	ns

FONTE: O autor (2025).

LEGENDA: ns = Diferença não significativa.

A análise comparativa das três dimensões do IPDM entre os grupos estudados revelou padrões distintos de distribuição. Em termos gerais, quando considerados conjuntamente os setores censitários urbanos e rurais, observou-se que os setores sem ocorrência de incêndio apresentaram consistentemente valores mais

elevados nos índices em comparação àqueles onde ocorreram incêndios. Contudo, o IPDM-Renda não mostrou relações distintas entre os setores com ou sem indicador incêndio, demonstrando que esse índice não possui associações. Ainda, em determinados períodos anuais, as diferenças observadas não alcançaram significância estatística.

Ao restringir a análise exclusivamente aos setores censitários rurais, identificou-se um padrão similar ao observado na análise global, com a exceção e que a variável IPDM-Renda no grupo II, correspondente aos setores com indicador de incêndio, demonstrou valores predominantemente superiores, contrariando a tendência geral observada nas demais dimensões.

Esta constatação sugere uma dinâmica particular na relação entre a ocorrência de incêndios e o desenvolvimento econômico especificamente em áreas rurais, possivelmente indicando que fatores relacionados à renda nessas localidades podem apresentar comportamento distinto das demais variáveis socioeconômicas analisadas.

Edwards *et al.* (2020) ao analisar as causas dos incêndios florestais na Indonésia durante a temporada de 2015 apontaram que o crescimento econômico regional apresentou relação com o uso do fogo em distritos rurais, não ficando claro se os incêndios levam a maiores retornos econômicos locais e consequentemente o crescimento econômico, ou se o crescimento econômico local cria incentivos para limpeza da terras através do uso do fogo a fim de empresas locais se mudarem, adquirem terras e realizar mais queimas.

No estado do Paraná, a relação verificada entre setores com incêndios e valores mais elevados do IPDM-Renda em ambientes rurais, pode ser explicada pela composição metodológica deste índice, que incorpora indicadores de produção agropecuária. Esta associação pode sugerir uma relação causal entre as práticas agrícolas e a ocorrência de incêndios em ambientes rurais.

As áreas com maior desenvolvimento econômico no setor agropecuário podem vir a empregar o manejo do fogo como ferramenta, seja para limpeza de terrenos, renovação de pastagens ou preparação de áreas para cultivo, práticas estas abordadas e salientadas por Pyne (1997) no âmbito brasileiro. A maior incidência de incêndios nestas localidades, portanto, pode refletir não apenas eventos acidentais, mas também o uso deliberado do fogo como instrumento de manejo agrícola.

Tedim *et al.* (2022) em seu estudo avaliaram as respostas de questionário respondido por 271 especialistas da temática de incêndios florestais do sul e sudeste europeu. Os resultados apontam que os especialistas perceberam diferentes causas dos incêndios florestais. As queimadas agrícolas foi a causa que recebeu maior importância, seguido por incêndios voltados para obtenção de lucro e por manejo de vegetação. Destaca-se que a maioria dos incêndios ocorreu por negligência.

Em um resultado diverso do obtido no presente estudo, Edwards *et al.* (2020) apontam que há estreita ligação entre pobreza e fogo, visto que nesta condição de vulnerabilidade social relacionado a renda, se faz o uso do fogo para o desenvolvimento agrícola.

Quanto à análise de correlação de Spearman (Tabela 39), foi identificado uma associação negativa, embora fraca, entre a presença de incêndios e o IPDM-Educação, seguida pelo IPDM-Saúde no grupo I, em ambas as análises dos setores. No grupo II, o IPDM-Educação também se sobressaiu em comparação aos demais índices. Para o grupo III, constatou-se predominância de valores estatisticamente não significativos. Esta tendência, associada com as predominâncias das dimensões (Tabela 38), sugere que regiões caracterizadas por índices de desenvolvimento menos favoráveis apresentam maior propensão à presença de incêndios florestais.

A associação entre menor desenvolvimento educacional e maior incidência de incêndios florestais, além de validar a hipótese formulada no presente estudo, constitui um indicador relevante para a formulação de políticas preventivas fundamentadas em educação prevencionista. Esta medida é eficiente para a minimização dos impactos causados pelo fogo conforme documentado por Show e Clarke (1953), Brown e Davis (1959), Gaylor (1974), Cianciulli (1981), Goldammer (1982), Chandler *et al.* (1983), Pyne (1984), Macedo e Sardinha (1987), Teie (1994), Pan (2000), Vélez (2000), Rodríguez (2010), Soares, Batista e Tetto (2017) e Lorenzon *et al.* (2018), que, em suas obras apresentam metodologias relacionadas a educação prevencionista para a mitigação de incêndios florestais.

Complementarmente, os estudos de Melo (2009), Ojeda *et al.* (2015), Torres (2000), Calviño-Cancela *et al.* (2017), Prestemon *et al.* (2010), Butry, Prestemon e Abt (2010), Thomas, Butry e Prestemon (2013), Brenkert-Smith, Champ e Flores (2012) e Dickinson *et al.* (2015), demonstram a eficácia de programas educacionais na prevenção de incêndios florestais.

Apesar da existência das atuais políticas estaduais voltadas para a prevenção e combate aos incêndios, os resultados obtidos possibilitam uma otimização do emprego de recursos humanos e financeiros, muitas vezes escassos, ao subsidiar a gestão pública com informações comprovadas cientificamente, podendo servir para a melhoria de planos preventivistas na área de estudo, tendo como base as recomendações consolidadas presentes na literatura supracitada.

Macedo e Sardinha (1987) apontam que os motivos que norteiam certos indivíduos a atuar como incendiário são muito heterogêneos e englobam: interesse econômico pessoal; interesse econômico indireto; objetivo ou satisfação pessoal; e perturbações mentais e imaturidade. Se faz necessário compreender as motivações psicológicas para poder se atuar na sociologia e na educação, pois é o ponto de partida para o direcionamento de campanhas. Nesse sentido, Vélez (2009) alerta quanto ao perigo da veiculação de campanhas quando mal direcionadas, visto que podem recordar aos incendiários os danos que podem estar causando ao iniciar um incêndio.

Cabe destacar que, embora os aspectos psicológicos individuais sejam importantes para compreender as motivações incendiárias, a escala de análise adotada neste estudo e a natureza das variáveis disponíveis não permitem uma discussão aprofundada dessas questões motivacionais.

Os índices reduzidos do IPDM-Saúde em localidades com maior presença de incêndios florestais em conjunto com o IPDM-Educação revelam uma dimensão significativa de vulnerabilidade social. Esta correlação sugere que populações com menor acesso a serviços de saúde encontram-se mais suscetíveis à convivência com incêndios, seja na condição de agentes causadores ou como residentes em ambientes onde estes eventos ocorrem com maior frequência, o que amplifica os riscos à saúde pública nessas comunidades.

De acordo com Souza *et al.* (2024), ao revisar 12 estudos dentre 209 analisados referentes aos problemas respiratórios relacionados aos incêndios florestais, concluíram que a exposição à queima de biomassa proveniente destes eventos tem efeitos significativamente prejudiciais à saúde humana. Os autores verificaram ainda que grupos vulneráveis, como pessoas em situação socioeconômica desfavoráveis, idosos e indivíduos com comorbidades, são os mais afetados, evidenciando a necessidade de políticas públicas de saúde mais equitativas.

Para a *United Nations Office for Disaster Risk Reduction* (UNDRR, 2017) entende-se vulnerabilidade como: “As condições determinadas por fatores ou processos físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, uma comunidade, ativos ou sistemas aos impactos de perigos”.

Del Bianco *et al.* (2022) em seu estudo abordam a vulnerabilidade social atrelada aos incêndios florestais, defendendo uma perspectiva relativa de análise por comparação com outras comunidades devido à ausência de parâmetros e limiares de avaliação padronizados para a “vulnerabilidade” social.

Guldåker e Hallin (2014) utilizando o termo “estresse econômico”, afirmam que o alto desemprego ou uma difícil situação financeira e social podem aumentar o risco de incêndios florestais, não apenas em cidades ou vilas, mas também em suas imediações. Kolanek, Szymanowski e Raczyk (2021) em seu estudo na Polônia validaram a sua hipótese ao verificar que há influência significativa no aumento do número de incêndios por fatores antropogênicos (por exemplo, sociais e demográficos), no entanto estes são secundários às variáveis relacionadas à infraestrutura e às edificações.

Segundo Roos *et al.* (2016), é essencial que a sociedade aprenda a conviver com o fogo, considerando lições de comunidades adaptadas a ele, especialmente fora dos modelos ocidentais industrializados. No entanto, tais aprendizados devem ser aplicados com cautela, dada a complexidade das interações sociais, econômicas e políticas envolvidas.

De acordo com Heckman (2000), o investimento em educação é um importante meio para reduzir desigualdades e promover melhorias sociais. Os retornos do capital humano extrapolam os ganhos individuais, refletindo-se na redução da criminalidade, na melhoria da saúde e no fortalecimento da participação comunitária. Além disso, a educação possui efeito cumulativo: quanto mais cedo e consistente o acesso, maiores e mais duradouros são os benefícios para toda a sociedade. Por isso, o investimento em crianças pequenas em situação de vulnerabilidade representa uma política pública que pode conciliar equidade e justiça social com benefícios econômicos e sociais (HECKMAN, 2006).

Na Tabela 40 está presente o resumo dos resultados obtidos para a predominância dos setores censitários ao longo do período analisado relacionados a coleta e queima de lixo municipais (2000 a 2020) e na Tabela 41 para a coleta e queima de lixo com dados referentes aos setores censitários (2005 a 2015).

TABELA 40 - RESUMO DA PREDOMINÂNCIA DOS SETORES DE ACORDO COM A COLETA E QUEIMA DE LIXO MUNICIPAL

GRUPO - SETOR	PREDOMINÂNCIA (% DE ANOS DE 2000 A 2020)	
	COLETA DE LIXO - MUNICIPAL	QUEIMA DE LIXO - MUNICIPAL
I - Urbano/Rural	Setores sem incêndio (90,5%)	Setores com incêndio (90,5%)
I - Rural	Setores sem incêndio (76,2%)	Setores com incêndio (76,2%)
II - Urbano/Rural	Setores sem incêndio (52,4%)	Setores com incêndio (52,4%)
II - Rural	Sem diferença significativa (38,1%)	Sem diferença significativa (38,1%)
III - Urbano/Rural	Setores sem incêndio (76,2%)	Setores com incêndio (76,2%)
III - Rural	Setores sem incêndio (47,6%)	Setores com incêndio (47,6%)

FONTE: O autor (2025).

TABELA 41 - RESUMO DA PREDOMINÂNCIA DOS SETORES DE ACORDO COM A COLETA E QUEIMA DE LIXO DOS SETORES CENSITÁRIOS

GRUPO - SETOR	PREDOMINÂNCIA (% DE ANOS DE 2006 A 2015)	
	COLETA DE LIXO - SETOR	QUEIMA DE LIXO - SETOR
I - Urbano/Rural	Setores sem incêndio (100%)	Setores com incêndio (100%)
I - Rural	Setores sem incêndio (100%)	Setores com incêndio (100%)
II - Urbano/Rural	Setores sem incêndio (100%)	Setores com incêndio (100%)
II - Rural	Setores sem incêndio (80%)	Setores com incêndio (50%)
III - Urbano/Rural	Setores sem incêndio (100%)	Setores com incêndio (100%)
III - Rural	Setores sem incêndio (70%)	Setores com incêndio (70%)

FONTE: O autor (2025).

Os resultados do estudo apontaram que mediante dados municipais ou provenientes dos setores censitários, majoritariamente os setores censitários com indicação de incêndio apresentam menores taxas de coleta e maiores taxas de queima de lixo ao longo do período analisado, demonstrando como políticas públicas para destinação de resíduos constituem mecanismos importantes para mitigação dos incêndios florestais. Esses achados são corroborados por estudos internacionais que também identificaram a gestão inadequada de resíduos como fator relevante para a ocorrência de incêndios florestais.

Na Argélia, Meddour-Sahar *et al.* (2013) em seu estudo mediante aplicação do método Delphi, demonstraram que o uso tradicional do fogo na agricultura e silvicultura, com a mudança da cobertura e uso do solo, relacionado a conflitos interpessoais, é a principal causa dos incêndios voluntários, sendo que, 88% dos especialistas entrevistados mencionaram o despejo e a queima ilegal de lixo como principais causas.

Dimitrakopoulos (1995) verificou na Grécia que no período de 1967 a 1990 6,1% dos incêndios foram provenientes da queima da lixos. Lovreglio *et al.* (2010)

verificaram em seu estudo na Itália que a queima de restos vegetacionais foi apontado como o principal motivo para início dos incêndios.

A interação antrópica com áreas rurais/florestais mediante o encurtamento da interface urbano-rural poderá propiciar maior deposição de resíduos no ambiente, que, em conjunto com matérias combustíveis vegetais, potencializará a probabilidade de ignição motivada pela eliminação dos resíduos da maneira mais rápida e econômica na visão do agente causador, mediante a utilização do fogo.

Como estratégia para mitigar essa problemática, verifica-se a possibilidade de que o poder público fortaleça a atuação na coleta de resíduos nas áreas prioritárias, modificando rotas, frequência, inclusão de programas municipais para coleta de resíduos ou disponibilização de locais apropriados para o correto descarte, conforme já existente nos municípios de Curitiba (Prefeitura Municipal de Curitiba, 2025), Londrina (Prefeitura Municipal de Londrina, 2025), Cascavel (Prefeitura Municipal de Cascavel, 2025), entre outros do estado do Paraná.

Para a operacionalização desta estratégia, mostra-se viável que a gestão pública, num primeiro momento, realize a verificação dos locais com a maior incidência de incêndios florestais e, dentro destes, a localização das regiões que apresentam os menores índices educacionais, menores taxas de coleta e maiores taxas de queima de lixo. A partir deste mapeamento, se faz necessário identificar as principais motivações para o uso do fogo e assim direcionar a atuação junto a estas áreas prioritárias através da utilização de ferramentas educacionais com linguagem apropriada que envolvam informação, divulgação, sensibilização e formação (Pan, 2000), aplicadas mediante contato pessoal ou em grupos (Gaylor, 1974; Cianciulli, 1981).

5 CONCLUSÕES

A hipótese formulada neste estudo foi validada ao constatar-se que, mesmo diante da similaridade entre locais com características geomorfométricas, uso e cobertura do solo e quantidade de dias sem chuva equivalentes, a ocorrência de incêndios florestais apresenta variações influenciadas por fatores socioeconômicos.

As informações relacionadas à ocorrência de incêndios florestais ao longo de 2000 a 2020 demonstraram que praticamente todos os municípios paranaenses foram afetados durante o período analisado, com predominância significativa nos setores censitários rurais em comparação aos urbanos, devido principalmente pelas diferenças de uso e cobertura do solo e extensão territorial. Espacialmente, a mesorregião Noroeste Paranaense foi a mais impactada, enquanto as mesorregiões Centro-Oriental e Centro-Sul apresentaram maior frequência anual de setores afetados, demonstrando um direcionamento de possíveis ações preventivas para as referidas mesorregiões.

As variáveis ambientais utilizadas para agrupar os diferentes setores censitários se mostraram adequadas, sendo que o índice geomorfométrico e o índice de uso e cobertura do solo apresentam maior influência sobre a ocorrência de incêndios florestais do que as variáveis meteorológicas na área de estudo, podendo ser explicado pela utilização de médias e somatórias anuais de dados meteorológicos.

A delimitação de agrupamentos geográficos baseados em características ambientais associadas aos incêndios florestais demonstrou viabilidade para análise e aplicação. Contudo, recomenda-se a aplicação da metodologia proposta em áreas com menor resolução espacial, visando obter maior acurácia nos resultados. Futuros estudos que eventualmente utilizarem a metodologia proposta, ao apresentarem menor período intervalar, poderão utilizar informações mais detalhadas quanto às variáveis meteorológicas, influenciando e otimizando os agrupamentos formados.

A análise da relação entre os indicadores de incêndios nos setores censitários e os fatores socioeconômicos apresentou limitações devido à incompatibilidade das delimitações geográficas dos dados disponíveis. A indisponibilidade dos dados universais do censo previsto para 2020, cujo atraso decorreu do contexto pandêmico da COVID-19, limitou a espacialização dos fatores socioeconômicos, influenciando na medição da força das relações. No entanto, a utilização de índices municipais anuais mostrou-se uma alternativa viável para suprir essa limitação.

Os resultados evidenciaram que áreas com menores índices de educação, seguidas por menores índices de saúde, apresentaram maior presença de incêndios florestais, evidenciando a vulnerabilidade social atrelada e ressaltando a relevância da educação como ferramenta essencial para a mitigação desse evento. Complementarmente, as regiões com maior percentual de coleta de lixo apresentaram menor presença de incêndios florestais, enquanto aquelas com maior percentual de queima de resíduos registraram uma incidência mais elevada da presença desse evento, demonstrando a importância da destinação adequada dos resíduos como estratégia eficaz para a prevenção de incêndios florestais.

Dessa forma, além de validar a influência dos fatores socioeconômicos na ocorrência de incêndios florestais, os resultados fornecem subsídios científicos para direcionamento e otimização das políticas públicas. A implantação de programas preventivos voltados para áreas que apresentam maior vulnerabilidade social, ao mitigar os efeitos do fogo nestas comunidades, pode contribuir para a melhoria dos indicadores de qualidade de vida local.

REFERÊNCIAS

ABATZOGLOU, J. T.; WILLIAMS, A. P. Impact of anthropogenic climate change on wildfire across western US forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 113, n. 42, p. 11770-11775, 2016. DOI: 10.1073/pnas.1607171113

ADÁMEK, M.; JANKOVSKÁ, Z.; HADINCOVÁ, V.; KULA, E.; WILD, J. Drivers of forest fire occurrence in the cultural landscape of Central Europe. **Landscape Ecology**, [S. l.], v. 33, n. 12, p. 2031-2045, 2018. DOI: 10.1007/s10980-018-0712-2

AGÊNCIA ESTADUAL DE NOTÍCIAS (AEN). **Paraná tem a melhor educação do Brasil no ranking geral do IDEB**. 2024a. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Parana-tem-melhor-educacao-do-Brasil-no-ranking-geral-do-Ideb>. Acesso em: 14 abr. 2025.

_____. **Expectativa de vida do Paraná ultrapassa 79 anos, aponta projeção do IBGE**. 2024b. Disponível em: <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Expectativa-de-vida-do-Parana-ultrapassa-79-anos-aponta-projecao-do-IBGE>. Acesso em: 14 abr. 2025.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0485

ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL (APRE). **Unidos na Prevenção aos Incêndios Florestais**. 2025. Disponível em: <https://www.paranacontraincendioflorestal.com/in%C3%ADcio>. Acesso em: 20 jun. 2025.

BALSA BARREIRO, J.; HERMOSILLA, T. Socio-geographic analysis of the causes of the 2006's wildfires in Galicia (Spain). **Forest Systems**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 497-509, 2013. DOI: 10.5424/fs/2013223-04165

BATISTA, A. C. **Incêndios florestais**. Recife, Pernambuco: Imprensa Universitária UFRPE, 1990. 115 p.

BATISTA, A. C.; BIONDI, D.; TETTO, A. F.; ASSUNÇÃO, R. de; TRES, A.; TRAVENISK, R. C. C.; KOVALSYKI, B. Evaluación de la inflamabilidad de árboles y arbustos utilizados en la implementación de barreras verdes en el sur del Brasil. In: GONZÁLEZ-CABÁN, A. (Coord.). **Proceedings of the Fourth International Symposium on Fire Economics, Planning, and Policy: Climate Change and Wildfires**. Albany, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Research Station, 2012. p. 256-264.

BATISTA, A. C.; OLIVEIRA, D. S. de; SOARES, R. V. **Zoneamento de risco de incêndio florestal para o Estado do Paraná**. Curitiba, Paraná: FUPEF, 2002. 86 p.

BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; DEPPE, F.; GRODZKI, L.; GRASSI, J. T. Análise dos impactos das mudanças climáticas sobre o risco de incêndios florestais no estado do Paraná. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 104, p. 491-501, 2014.

BAUER, R. A. **Social indicators**. Cambridge: MIT Press, 1966. 357 p.

BEUTLING, A. **Modelagem do comportamento do fogo com base em experimentos laboratoriais e de campo**. 144 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

BLUE RIBBON PANEL. **The Blue Ribbon Panel Report on Wildland Urban Interface Fire**, 2008. Disponível em:

<<https://inawf.memberclicks.net/assets/blueribbonreport-low.pdf>>. Acesso em: 02 maio 2025.

BOWMAN, D. M. J. S.; BALCH, J.; ARTAXO, P.; BOND, W. J.; COCHRANE, M. A.; D'ANTONIO, C. M.; DEFRIES, R.; JOHNSTON, F. H.; KEELEY, J. E.; KRAWCHUK, M. A.; KULL, C. A.; MACK, M.; MORITZ, M. A.; PYNE, S.; ROOS, C. I.; SCOTT, A. C.; SODHI, N. S.; SWETNAM, T. W. The human dimension of fire regimes on Earth. **Journal of Biogeography**, Oxford, v. 38, p. 2223-2236, 2011. DOI: 10.1111/j.1365-2699.2011.02595.x

BOWMAN, D. M. J. S.; WILLIAMSON, G. J.; ABATZOGLOU, J. T.; KOLDEN, C. A.; COCHRANE, M. A.; SMITH, A. M. S. Human exposure and sensitivity to globally extreme wildfire events. **Nature Ecology & Evolution**, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 0058, 2017. DOI: 10.1038/s41559-016-0058

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 e suas alterações**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, 2025. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 28 maio 2025.

BRENNERT-SMITH, H.; CHAMP, P. A.; FLORES, N. Trying not to get burned: understanding homeowners' wildfire risk-mitigation behaviors. **Environmental Management**, [S. l.], v. 50, p. 1139-1151, 2012. DOI: 10.1007/s00267-012-9949-8

BROWN, A. A.; DAVIS, K. P. **Forest Fire: Control and Use**. 2 ed. Estados Unidos da América: McGRAW-HILL. 1959. 686 p.

BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. **Introdução à análise de agrupamentos**. São Paulo, São Paulo: USP, 1990. 105 p.

BUTRY, D. T.; PRESTEMON, J. P.; ABT, K. L. Optimal timing of wildfire prevention education. **Ecology and the Environment**, [S. l.], v. 137, p. 197-206, 2010. DOI: 10.2495/FIVA100181

CALVIÑO-CANCELA, M.; CHAS-AMIL, M. L.; GARCÍA-MARTÍNEZ, E. D.; TOUZA, J. Interacting effects of topography, vegetation, human activities and wildland-urban interfaces on wildfire ignition risk. **Forest Ecology and Management**, v. 397, n. 1, p. 10–17, 2017. DOI: 10.1016/j.foreco.2017.04.033

CARVALHO, T. C.; WITTMANN, F.; PIEDADE, M. T. F.; RESENDE, A. F.; SILVA, T. S. F.; SCHÖNGART, J. Fires in Amazonian Blackwater Floodplain Forests: causes, human dimension, and implications for conservation. **Frontiers in Forests and Global Change**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 755441, 2021. DOI: 10.3389/ffgc.2021.755441

CHANDLER, C.; CHENEY, P.; THOMAS, P.; TRABAUD, L.; WILLIAMS, D. **Fire in forestry**: forest fire behavior and effects. vol. 1. Estados Unidos da América: John Wiley and Sons, 1983. 450 p.

CHOU, Y. H.; MINNICH, R. A.; CHASE, R. A. Mapping probability of fire occurrence in San Jacinto Mountains, California, USA. **Environmental Management**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 129-140, 1993. DOI: 10.1007/bf02393801

CHUVIECO, E.; YEBRA, M.; MARTINO, S.; THONICKE, K.; GÓMEZ-GIMÉNEZ, M.; SAN-MIGUEL, J.; OOM, D.; VELEA, R.; MOUILLOT, F.; MOLINA, J. R.; RODRIGUES, M.; XANTHOPOULOS, G.; VERAVERBEKE, S.; COSTAFREDA-ARIAS, L.; KOUTSIAS, N.; HERNANDO, C.; RIAÑO, D.; HIGUERA, P. E.; KASISCHKE, E.; MOREIRA, F.; KONTOS, K.; STAVROS, E. N.; PADILLA, M.; CURRAN, L. M.; PEZZATTI, G. B.; PERERA, A. H.; WU, J.; MONTIEL, C.; PÉREZ, B.; PEREIRA, J. M. C.; SILVA, J. M. N.; VIEGAS, D. X.; CARDIL, A.; BASSO, S.; AMATULLI, G.; TURCO, M.; PROVENZANO, M. E.; ALCAÑIZ, M.; KONTOS, K.; STAVROS, E. N.; PADILLA, M.; CURRAN, L. M.; PEZZATTI, G. B.; PERERA, A. H.; WU, J.; MONTIEL, C.; PÉREZ, B.; PEREIRA, J. M. C.; SILVA, J. M. N.; VIEGAS, D. X.; CARDIL, A.; BASSO, S.; AMATULLI, G.; TURCO, M.; PROVENZANO, M. E.; ALCAÑIZ, M. Towards an integrated approach to wildfire risk assessment: when, where, what and how may the landscapes burn. **Fire**, Basel, v. 6, n. 5, p. 215, 2023. DOI: 10.3390/fire6050215

CIANCIULLI, P. L. **Incêndios florestais**: prevenção e combate. São Paulo: Nobel, 1981. 169 p.

CINTRA, L. da S.; OLIVEIRA, G. I. S. de; SILVA, F. de C. S. da; SOUZA, I. V.; GIONGO, M.; BATISTA, A. C. Inflamabilidade de espécies florestais do Cerrado sensu stricto e seu potencial para implantação de cortina de segurança. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 290-296, 2020. DOI: 10.20873/jbb.uft.cemaf.v8n4.cintra

CLAR, C. R.; CHATTEN, L. R. **Principles of forest fire management**. Sacramento, Califórnia: The Resources Agency, Division of Forestry, 1975. 274 p.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO PARANÁ. **Corpo de Bombeiros capacita nova equipe da Força-Tarefa de Respostas a Desastres**. 2024. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/Noticia/Corpo-de-Bombeiros-capacita-nova-equipe-da-Forca-Tarefa-de-Respostas-Desastres>. Acesso em: 29 maio 2025.

_____. **Estrutura organizacional**. 2025. Disponível em: <https://www.bombeiros.pr.gov.br/Pagina/Estrutura-Organizacional>. Acesso em: 28 maio 2025.

DAMI, A.; AYUBA, H. K.; BILA, M. Analysis of the relationship between wildfire occurrences and population trend within the shores of Lake Chad basin using geoinformation. **Journal of Geography and Geology**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. 49–55, 2012. DOI: 10.5539/jgg.v4n1p49

DEFESA CIVIL DO PARANÁ. **Força-tarefa de combate a incêndios inicia treinamento de 600 brigadistas florestais**. 2024. Disponível em: <https://www.defesacivil.pr.gov.br/Noticia/Forca-tarefa-de-combate-incendios-inicia-treinamento-de-600-brigadistas-florestais>. Acesso em: 28 maio 2025.

_____. Resposta rápida: **Estado entrega equipamentos a 100 municípios para combate a incêndios**. 2025. Disponível em: <https://www.defesacivil.pr.gov.br/Noticia/Resposta-rapida-Estado-entrega-equipamentos-100-municipios-para-combate-incendios>. Acesso em: 28 maio 2025.

DEL BIANCO, D.; VELEA, R.; LATERZA, R.; FERRARI, O. Assessing social vulnerability to wildfires of communities from a relative value approach: a working hypothesis. In: VIEGAS, D. X. (ed.). **Advances in Forest Fire Research 2022**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2022. p. 984-990.

DELGADO, F. G.; RIBAU, C. M.; TERRÉN, D. M.; LÓPEZ, E. M.; FABABÚ, D. D. **Análisis del incendio forestal**: planificación de la extinción. Gran Canaria: Ediciones AIFEMA, 2008. 138 p.

DIAS, G. F. **Fogo na vida**: elementos para a percepção dos cenários socioambientais gerados pelas queimadas e incêndios florestais e suas contribuições à mudança climática global: subsídios para a educação ambiental. Brasília: IBAMA, 2010. 80 p.

DICKINSON, K.; BRENKERT-SMITH, H.; CHAMP, P.; FLORES, N. Catching fire? Social interactions, beliefs, and wildfire risk mitigation behaviors. **Society & Natural Resources**, [S. l.], v. 28, n. 8, p. 807-824, 2015. DOI: 10.1080/08941920.2015.1037034

DIMITRAKOPOULOS, A. Analyse des causes des feux de forêt en Crèce. In: CHEVROU, R., DELABRAZE, P., MALAGNOUX, M., VELEZ, R. **Les incendies de forêt en région méditerranéenne**: constitution et utilisation des bases de données. Montpellier: CIHEAM, 1995. p. 33-40.

EDWARDS, R. B.; NAYLOR, R. L.; HIGGINS, M. M.; FALCON, W. P. Causes of Indonesia's forest fires. **World Development**, [S. l.], v. 127, p. 104717, 2020. DOI:10.1016/j.worlddev.2019.104717

EUGENIO, F. C., DOS SANTOS, A. R., FIEDLER, N. C., RIBEIRO, G. A., DA SILVA, A. G., DOS SANTOS, Á. B., PANETO, G. G.; SCHETTINO, V. R. Applying GIS to develop a model for forest fire risk: A case study in Espírito Santo, Brazil. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 173, p. 65-71, 2016. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.02.021

FIELD, A. **Discovering statistics using IBM SPSS statistics**: and sex and drugs and rock 'n' roll. 4. ed. Los Angeles: SAGE Publications, 2013. 952 p.

FIMIA, J. C. M. Factores Ambientales. In: VÉLEZ, R. (coord.). **La defensa contra incendios forestales**: fundamentos y experiencias. Madrid: McGRAW-HILL, 2000. p. 8.1-8.48.

FERREIRA, H. R. **Análise das ocorrências de incêndios em vegetação na região metropolitana de Curitiba-PR, no período de 2011 a 2016**. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

FERREIRA, H. R.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F.; BIONDI, D. Forest fire risk zoning for the metropolitan region of Curitiba, Paraná, Brazil. **DYNA**, [S. l.], v. 91, n. 232, p. 131-138, 2024. DOI: 10.15446/dyna.v91n232.111050

FRANCHINI, J. C.; FORMIGHIERI, A. C. P.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; TEIXEIRA, L. C. **Integração lavoura-pecuária no Noroeste do Paraná: um caso de sucesso**. Londrina: EMBRAPA Soja, 2016. Circular técnica 123. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1054130>. Acesso em: 16 mar. 2025.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no estado do Paraná. **Raega – O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 28, n. 2, p. 555-572, jul./dez. 2011. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/24921/16721>. Acesso em: 16 mar. 2025.

FULLER, M. **Forest fires**: an introduction to wildland fire behavior, management, firefighting, and prevention. Nova York: Wiley, 1991. 238 p.

GANTEAUME, A.; JAPPIOT, M. What causes large fires in Southern France. **Forest Ecology and Management**, [S. l.], v. 294, p. 76–85, 2013. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.06.055

GAYLOR, H. P. **Wildfires**: prevention and control. Maryland: Robert J. Brady, 1974. 319 p.

GELABERT, P. J.; JIMÉNEZ-RUANO, A.; OCHOA, C.; ALCASENA, F.; SJÖSTRÖM, J.; MARRS, C.; RIBEIRO, L. M.; PALAIOLGOU, P.; BENTUÉ MARTÍNEZ, C.; CHUVIECO, E.; VEGA-GARCIA, C.; RODRIGUES, M. Assessing human-caused wildfire ignition likelihood across Europe. **EGUsphere**, [S. l.], no prelo, 2025. DOI: 10.5194/egusphere-2025-143

GODOY, M. M.; MARTINUZZI, S.; KRAMER, H. A.; DEFOSSÉ, G. E.; ARGANARAZ, J.; RADELOFF, V. C. Rapid WUI growth in a natural amenity-rich region in central-western Patagonia, Argentina. **International Journal of Wildland Fire**, [S. l.], v. 28, p. 473-484, 2019. DOI: 10.1071/WF18097

GODOY, M. M.; MARTINUZZI, S.; MASERA, P.; DEFOSSÉ, G. E. Forty years of wildland urban interface growth and its relation with wildfires in Central-Western Chubut, Argentina. **Frontiers in Forests and Global Change**, [S. l.], v. 5, 2022. DOI: 10.3389/ffgc.2022.850543. ISSN 2624-893X

GOLDAMMER, J. G. **Incêndios florestais: prevenção, controle e uso do fogo**. Irati, Paraná, 1982. 93 p.

_____. Global fire issues. **Wald-info 26 - Management and conservation of natural resources section**, p. 5-10, 2000.

GRAVETTER, F. J.; WALLNAU, L. B. **Statistics for the Behavioral Sciences**. 10. ed. Boston: Cengage Learning, 2017. 768 p.

GULDÅKER, N.; HALLIN, P.-O. Spatio-temporal patterns of intentional fires, social stress and socio-economic determinants: a case study of Malmö, Sweden. **Fire Safety Journal**, [S. l.], v. 70, p. 71-80, 2014. DOI: 10.1016/j.firesaf.2014.08.015.

HANTSON, S.; PUEYO, S.; CHUVIECO, E. Global fire size distribution is driven by human impact and climate. **Global Ecology and Biogeography**, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 77-86, 2014. DOI: 10.1111/geb.12246

HARDESTY, J., MYERS, R., FULKS, W. Fire, ecosystems, and people: a preliminary assessment of fire as a global conservation issue. **The George Wright Forum**, [S. l.], v. 22, n. 4, p. 78-87, 2005.

HECKMAN, J. J. Policies to foster human capital. **Research in Economics**, [S. l.], v. 54, n. 1, p. 3-56, 2000. DOI: <https://doi.org/10.1006/reec.1999.0225>

_____. Skill formation and the economics of investing in disadvantaged children. **Science**, [S. l.], v. 312, n. 5782, p. 1900-1902, 2006. DOI: 10.1126/science.1128898

HEIKKILÄ, T. V.; GRÖNQVIST, R.; JURVÉLIUS, M. **Wildland fire management: handbook for trainers**. Helsinki: Kirjapaino Topnova Oy, 2007. 236 p.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Regiões Fitogeográficas do Estado do Paraná**. 2023. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2023-06/Mapa_Fitogeografico_Atualizado_2023.pdf. Acesso em: 28 maio 2025.

_____. **Portaria nº 360, de 18 de setembro de 2024**. Estabelece orientações aos proprietários ou possuidores de imóveis rurais atingidos por incêndios florestais durante a vigência do Decreto Estadual nº 7.258/2024. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba, 2024. Disponível em: https://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=6487. Acesso em: 28 maio 2025.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPARDES). **Índice IPARDES de Desempenho Municipal**: Nota metodológica. 2018. Disponível em:

https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/Metodologia%20IPDM%202016.pdf. Acesso em: 05 abr. 2025.

_____. **Índice IPARDES de Desempenho Municipal**. 2024. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Indice-Ipardes-de-Desempenho-Municipal>. Acesso em: 30 mar. 2024.

_____. **Paraná em números**. 2025. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Parana-em-Numeros>. Acesso em: 05 abr. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).

Censo demográfico 2000: agregados por setores censitários dos resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

_____. **Tendências demográficas**: uma análise da população com base nos resultados dos censos demográficos 1940 e 2000. Rio de Janeiro: IBGE, 2007. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv34956.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.

_____. **Censo demográfico 2010**: agregados por setores censitários dos resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

_____. **Censo demográfico 2022**: agregados por setores censitários preliminares dos resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

_____. **Cidades e estados**: Paraná. 2025a. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr.html>. Acesso em: 16 mar. 2025.

_____. **Censo 2022**: Agregados por Setores Censitários - Resultados do universo. 2025b. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Manual para formação de brigadista de prevenção e combate aos incêndios florestais**. Brasília, 2010. 87 p.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **TOPODATA - Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. 2023. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>. Acesso em: 8 abr. 2023.

_____. **El Niño Oscilação Sul – ENOS**. 2025. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

ISAACS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. **An Introduction to Applied Geostatistics**. New York: Oxford University Press, 1989.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil**: conceitos, fontes de dados e aplicações. 3. ed. Campinas: Editora Alínea, 2006. 141 p.

JOKAR ARSANJANI, J., VÁZQUEZ, R. L. Exploring the potential socio-economic and physical factors causing historical wildfires in the Western USA. In: VAZ, E. (ed.) **Regional Intelligence**. Copenhagen: Springer, 2020, p. 95-120.

JULIO, G. A.; GIROZ, G. G. Notas sobre el comportamiento del fuego y su aplicación en el control de incendios forestales. **Bosque**, Valdivia, v. 1, n. 1, p. 18–27, 1975. DOI: 10.4206/bosque.1975.v1n1-04

KEELEY, J. E.; SYPHARD, A. D. Climate change and future fire regimes: examples from California. **Geosciences**, [S. l.], v. 6, n. 37, 2016. DOI: 10.3390/geosciences6030037

KOLANEK, A.; SZYMANOWSKI, M.; RACZYK, A. Human activity affects forest fires: the impact of anthropogenic factors on the density of forest fires in Poland. **Forests**, [S. l.], v. 12, n. 728, 2021. DOI: 10.3390/f12060728

KOPROSKI, L.; FERREIRA, M. P.; GOLDAMMER, J. G.; BATISTA, A. C. Modelo de zoneamento de risco de incêndios para unidades de conservação brasileiras: o caso do Parque Estadual do Cerrado, Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 551-560, 2011. DOI: 10.5380/rf.v41i3.24049

KOVALSYKI, B.; CASIMIRO JUNIOR, L. D.; ASSUNÇÃO, R.; TRAVENISK, R. C. C.; TETTO, A. F.; BATISTA, A. C. Avaliação de espécies arbóreas para composição de cortinas de segurança contra incêndios florestais. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 2, p. 197–203, 2019. DOI: 10.31413/nativa.v7i2.6270

KOVALSYKI, B.; TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOUSA, N. J.; BARROTT DO CARMO, M. R.; VIANA SOARES, R. Forest fire risk zoning for the Vila Velha State Park and its surroundings (Ponta Grossa, Paraná). **Floresta**, Curitiba, v. 50, n. 4, p. 1818-1826, 2020. DOI: 10.5380/rf.v50i4.65974

KOWARICK, L. **A espoliação urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979. 190 p.

LEONE, V.; KOUTSIAS, N.; MARTÍNEZ, J.; VEGA-GARCÍA, C.; ALLGÖWER, B.; LOVREGLIO, R. The Human Factor in Fire Danger Assessment. In: CHUVIECO, E. (ed.). **Wildland Fire Danger Estimation and Mapping**. Singapore: World Scientific Publishing, 2003. p. 143-196. DOI: 10.1142/9789812791177_0006

LORENZON, A. S.; BRIANEZI, D.; VALDETARO, E. B.; MARTINS, M. C. (eds.). **Incêndio florestal**: princípios, manejo e impactos. Viçosa, Minas Geras: Ed. UFV, 2018. 342 p.

LOVREGLIO, R.; LEONE, V.; GIAQUINTO, P.; NOTARNICOLA, A. Wildfire cause analysis: four case-studies in southern Italy. **iForest - Biogeosciences and Forestry**, [S. l.], v. 3, p. 8-15, 2010. DOI: 10.3832/ifer0521-003

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. 4. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2017. 526 p.

MACEDO, F. W. de; SARDINHA, A. M. **Fogos florestais**. Lisboa: Publicações Ciência e Vida, v. 2, 1987, 342 p.

MACQUEEN, J. Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In: Proceedings of the fifth berkeley symposium on mathematical statistics and probability, 1., 1967, Berkeley. **Proceedings [...]**. Berkeley: University of California Press, 1967. v. 1, p. 281-297.

MARTÍNEZ, J.; VEGA-GARCIA, C.; CHUVIECO, E. Human-caused wildfire risk rating for prevention planning in Spain. **Journal of Environmental Management**, [S. l.], v. 90, n. 2, p. 1241-1252, 2009. DOI: 10.1016/j.jenvman.2008.07

MARTINS, G. A. **Estatística geral e aplicada**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2005. 421 p.

MEDDOUR-SAHAR, O.; DERRIDJ A. Le risque d'incendie de forêt: évaluation et cartographie. **Science et changements planétaires / Sécheresse**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 187-195, 2010. DOI: 10.1684/sec.2010.0249

MEDDOUR-SAHAR, O.; MEDDOUR, R.; LEONE, V.; LOVREGGIO, R.; DERRIDJ, A. Analysis of forest fires causes and their motivations in northern Algeria: the Delphi method. **iForest - Biogeosciences and Forestry**, [S. l.], n. 6, v. 4, p. 247-254, 2013. DOI: 10.3832/for0098-006

MEDITERRANEAN FOREST FIRE FIGHTING TRAINING STANDARDIZATION (MEFISTO). **Forest fire multilingual glossary**: english general reference. 2018a. 141 p.

_____. **Forest fire multilingual glossary**: portuguese version. 2018b. 266 p.

MESQUITA, L. P.; GODOY, J. de. Redes, renda e metrópole: análise da distribuição do capital médio em Curitiba/PR e Florianópolis/SC. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR, 22., 2023, Belém. **Anais [...]**. Belém: ANPUR, 2023. Disponível em: <https://www.anpur.org.br/xenanpur>. Acesso em: 29 maio 2025.

MELO, L. A. M. N. Educação ambiental como instrumento de racionalização do uso do fogo. In: SOARES, R. V.; BATISTA, A. C; NUNES, J. R. S. **Incêndios florestais no Brasil**: o estado da arte. Curitiba, 2009. p. 233-246.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; BARBOSA, E. da M.; MELO JÚNIOR, J. C. F. de. Climatologia do comportamento do período chuvoso da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 22, n. 3, p. 338-344, 2007. DOI: 10.1590/S0102-77862007000300007

MYERS, R. L. **Living with fire**: Sustaining ecosystems & livelihoods through integrated fire management. Tallahassee: The Nature Conservancy, 2006. 28 p.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION (NASA). **Prediction of Worldwide Energy Resources – POWER**. 2023. Disponível em: <https://power.larc.nasa.gov/>. Acesso em: 22 jan. 2023.

OJEDA, A. A.; DUARTE, H. H.; VILLIRILLO, T. K.; ALMARZA, A. R. **¿Como preparo mi casa y entorno frente a los incendios forestales?**: Manual de prevención de incendios forestales. Chile: Corporación Nacional Forestal, 2015. 123 p.

OLIVEIRA, D. dos S. de; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; GRODZKI, L.; VOSGERAU, J. Zoneamento de risco de incêndios florestais para o estado do Paraná. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 2, p. 217-221, 2004. DOI: 10.5380/rf.v34i2.2399

OLIVEIRA, S.; OEHLER, F.; SAN-MIGUEL-AYANZ, J.; CAMIA, A.; PEREIRA, J. M. C. Modeling spatial patterns of fire occurrence in Mediterranean Europe using Multiple Regression and Random Forest. **Forest Ecology and Management**, [S. l.], v. 275, n. 1, p. 117-129, 2012. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.03.003

PAN, J. R. G. Actuación sobre las causas de origen humano: educación ambiental para la prevención. In: VÉLEZ, R. M. (Coord.). **La defensa contra incendios forestales**: fundamentos y experiencias. Madrid: McGRAW-HILL, 2000. p. 13.28-13.40.

PARANÁ. **Decreto 4.224 de 14 de abril de 1998**. Considera incêndio florestal, todo fogo sem controle sobre qualquer forma de vegetação, provocado pelo homem intencionalmente ou por negligência, ou ainda por fonte natural. Diário oficial, Curitiba, 1998. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=48580&indice=1&totalRegistros=1&dt=22.2.2020.18.49.2.922>. Acesso em: 06 abr. 2025.

_____. **Decreto nº 10.859, de 24 de agosto de 2018**. Institui o Programa de Prevenção de Incêndios na Natureza – PREVINA. Diário Oficial do Estado do Paraná, Curitiba. 2018. Disponível em: <https://www.defesacivil.pr.gov.br/Pagina/Legislacao-PREVINA>. Acesso em: 28 maio 2025.

_____. **Decreto nº 7.258, de 4 de setembro de 2024**. Diário oficial, Curitiba, 2024. Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2024-09/7258_1_0.pdf. Acesso em: 28 maio 2025

_____. **Constituição do Estado do Paraná e suas alterações**. Diário oficial, Curitiba, 2025a. Disponível em: <https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/exibirAto.do?action=iniciarProcesso&codAto=9779&codItemAto=97592>. Acesso em: 06 abr. 2025

_____. **Decreto nº 10.047, de 22 de maio de 2025.** Diário oficial, Curitiba, 2025b. Disponível em:

<https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/listarAtosAno.do?action=exibir&codAto=361048&indice=1&totalRegistros=252&anoSpan=2025&anoSelecionado=2025&mesSelecionado=5&isPaginado=true>. Acesso em: 28 maio 2025

PERRY, D. G. **Wildland firefighting**: fire behavior, tactics & command. 2. ed., Bellflower, CA: Fire Publications, 1990. 412 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CASCAVEL. **Prefeitura de Cascavel tem serviço gratuito de coleta de volumosos.** 2025. Disponível em:

<https://cascavel.atende.net/subportal/secretaria-municipal-de-meio-ambiente/noticia/prefeitura-de-cascavel-tem-servico-gratuito-de-coleta-de-volumosos>. Acesso em: 28 maio 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CURITIBA. **Coleta – Resíduos Vegetais.** 2025.

Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/servicos/coleta-residuos-vegetais/555#>. Acesso em: 28 maio 2025.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LONDRINA. **Destinação de resíduos.** 2025.

Disponível em: <https://portal.londrina.pr.gov.br/gestao-de-residuos-ambiente/destinacao-de-residuos>. Acesso em: 28 maio 2025.

PRESTEMON, J. P.; BUTRY, D. T.; ABT, K. L.; SUTPHEN, R. Net benefits of wildfire prevention education efforts. **Forest Science**, [S. l.], v. 56, n. 2, p. 181-192, 2010. DOI: 10.1093/forestscience/56.2.181

PROJETO DE MAPEAMENTO ANUAL DE COBERTURA E USO DE SOLO DO BRASIL (MAPBIOMAS). **Coleção 7.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil.** 2023a. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 12 fev. 2023.

_____. **Coleção 2 do MAPBIOMAS Fogo.** 2023b. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

_____. **Coleção 3 do MAPBIOMAS Fogo.** 2025. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

PYNE, S. J. **Fire in America**: a cultural history of wildland and rural fire. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1982. 654 p.

_____. **Introduction to Wildland Fire**: Fire Management in the United States. Nova York: John Wiley & Sons, 1984. 455 p.

_____. **World fire**: the culture of fire on Earth. Seattle, WA: University of Washington Press, 1997. 384 p.

_____. **Piroceno**: de como a humanidade criou uma Idade do Fogo e o que virá a seguir. Lisboa: Livros Zigurate, 2023. 200 p.

RAMALHO, A. H. C.; FIEDLER, N. C.; DIAS, H. M.; PELUZIO, T. M. O.; SANTOS, A. R. dos; LUCAS, F. M. F. Compreendendo a ação do fogo nos ecossistemas brasileiros. **Biodiversidade Brasileira**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 8-25, 2024. DOI: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v14i1.2180

RAMOS, P. C. M. Sistema nacional de prevenção e combate aos incêndios florestais. In: FÓRUM NACIONAL SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 1.; REUNIÃO CONJUNTA IPEF-FUPEF-SIF, 3., 1995. **Anais...** Piracicaba: IPEF, 1995, p. 29-38.

RIBEIRO, L. M. S. **Os incêndios na interface urbano-florestal em Portugal: uma análise de diagnóstico**. 139 f. Dissertação (Mestrado em dinâmicas sociais, riscos naturais e tecnológicos) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016.

RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, n. 24, p. 78-118, 2002.

RODRÍGUEZ, M. P. R. **Manejo del fuego**. La Habana: Editorial Félix Varela, 2010. 384 p.

RODRÍGUEZ-SALAZAR, M. E.; ÁLVAREZ-HERNÁNDEZ, S.; BRAVO-NÚÑEZ, E. **Coeficientes de asociación**. Ciudad de México, México: Casa Abierta al Tiempo: Plaza y Valdés, 2001. 168 p.

ROMERO-CALCERRADA, R.; NOVILLO, C. J.; MILLINGTON, J. D. A.; GOMEZ-JIMENEZ, I. GIS analysis of spatial patterns of human-caused wildfire ignition risk in the SW of Madrid (Central Spain). **Landscape Ecology**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 341-354, 2008. DOI: 10.1007/s10980-008-9190-2

ROOS, C. I.; SCOTT, A. C.; BELCHER, C. M.; CHALONER, W. G.; AYLEN, J.; DOERR, S. H.; HICKS, S.; PELLING, M.; SMITH, A.; BIRD, R. B. Living on a flammable planet: interdisciplinary, cross-scalar and varied cultural lessons, prospects and challenges: Table 1. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, [S. l.], v. 371, n. 1696, p. 20150469, 2016. DOI: 10.1098/rstb.2015.0469

ROTHERMEL, R. C. **How to predict the spread of wildfires**. Ogden: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1983. 161 p. (General Technical Report, INT-143).

ROUSSEUW, P. Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. **Journal of Computational and Applied Mathematics**, [S. l.], v. 20, p. 53-65, 1987. DOI: 10.1016/0377-0427(87)90125-7

SALTON, F. G.; MORAIS, H.; LOHMANN, M. Períodos secos no estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S. l.], v. 36, n. 2, 2021. DOI: 10.1590/0102-77863620163. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/kHjyZLqDXPyK6gHvWsQsD4C/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

SAMPAIO, S. C.; LONGO, A. J.; FERREIRA DE QUEIROZ, M. M.; GOMES, B. M.; VILAS BOAS, M. A.; SUSZEK, M. Estimativa e distribuição da precipitação mensal provável no Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 28, n. 2, p. 267-272, 2006. Disponível em <https://www.redalyc.org/pdf/3073/307324782007.pdf>. Acesso em: 16 mar. 2025.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, p. 93-100, 2006. DOI: 10.5380/rf.v36i1.5510

SEBASTIÁN-LÓPEZ, A.; SALVADOR-CIVIL, R.; GONZALO-JIMÉNEZ, J.; SANMIGUEL-AYANZ, J. Integration of socio-economic and environmental variables for modelling long-term fire danger in Southern Europe. **European Journal of Forest Research**, [S. l.], v. 127, n. 2, p. 149-163, 2007. DOI: 10.1007/s10342-007-0191-5

SHOW, S. B.; CLARKE, B. **La lucha de los incendios forestales**. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), 1953. 131 p.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N. J. **Estatística não-paramétrica para Ciências do Comportamento**. 2. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2006. 448 p.

SIMARD, A. J. **The moisture content of forest fuels** – I. Ottawa, Ontario: Forest Fire Research Institute, 1968. 47 p. (Inf. Report FF – X – 14).

SOARES, R. V. **Prevenção e controle de incêndios florestais**. Curitiba, 1982. 69 p.

_____. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1984 a 1987. **Floresta**, Curitiba, v. 18, n. 1/2, 1988. DOI: 10.5380/rf.v18i12.6387

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C.; TETTO, A. F. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba, 2015. 215 p.

_____. **Incêndios florestais: controle, efeitos e uso do fogo**. Curitiba: 2. ed. revisada, 2017. 255 p.

SOARES, R. V.; CORDEIRO, L. Análise das causas e épocas de ocorrência de incêndios florestais na região centro-paranaense. **Floresta**, Curitiba, v. 5, n. 1, 1974. DOI: 10.5380/rf.v5i1.5783

SOARES, R.; SANTOS, J. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Floresta**, Curitiba, v. 32, n. 2, 2002. DOI: 10.5380/rf.v32i2.2287

SOARES, R.; SANTOS, J. BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Floresta**, Curitiba, v. 31, n. 1, 2006. DOI: 10.5380/rf.v36i1.5510

SOARES, R. V.; TETTO, A. F.; WENDLING, W. T. **Histórico de 50 anos dos incêndios florestais na Fazenda Monte Alegre Klabin Paraná (1965-2014)**. Curitiba: Ed. do Autor, 2020. 90 p.

SOUZA, A. F. de; ALVES, V. dos S.; VARGAS, A. N. de M.; BITTENCOURT, W. S. O impacto da queima de biomassa por incêndios florestais nas internações hospitalares e mortalidade: revisão de escopo. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, [S. l.], v. 28, n. 5, p. 573-580, 2024. DOI: 10.17921/1415-6938.2024v28n5p573-580

STURTEVANT, B. R.; CLELAND, D. T. Human and biophysical factors influencing modern fire disturbance in northern Wisconsin. **International Journal of Wildland Fire**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. 398, 2007. DOI: 10.1071/WF06023

TEDIM, F.; LEONE, V.; LOVREGGIO, R.; XANTHOPOULOS, G.; CHAS-AMIL, M.-L.; GANTEAUME, A.; EFE, R.; ROYÉ, D.; FUERST-BJELIŠ, B.; NIKOLOV, N.; MUSA, S.; MILENKOVIC, M.; CORREIA, F.; CONEDERA, M.; PEZZATTI, G.B. Forest fire causes and motivations in the Southern and South-Eastern Europe through experts' perception and applications to current policies. **Forests**, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 562, 2022. DOI: 10.3390/f13040562

TEIE, W. C. **Firefighter's Handbook on Wildland Firefighting: Strategy, Tactics and Safety**. Fairfield, WA: Deer Valley Press, 1994. 314 p.

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; NUNES, J. R. S.; SOARES, R. V. Subsídios à prevenção e combate a incêndios florestais com base no comportamento da precipitação pluviométrica na Floresta Nacional de Irati, Paraná. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 33-43, 2010. DOI: 10.5902/198050981759

TETTO, A. F.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios florestais no estado do Paraná, no período de 2005 a 2010. **Floresta**, Curitiba, v. 42, n. 2, p. 391-398, 2012. DOI: 10.5380/rf.v42i2.22516

THOHA, A. S.; SAHARJO, B. H; BOER, R.; ARDIANSYAH, M. Spatiotemporal distribution of peatland fires in Kapuas District, Central Kalimantan Province, Indonesia. **Agriculture, Forestry and Fisheries**, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 163-170, 2014. DOI: 10.11648/j.aff.20140303.14

_____. Characteristics and causes of forest and land fires in Kapuas District, Central Kalimantan Province, Indonesia. **Biodiversitas**, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 110-117, 2019. DOI: 10.13057/biodiv/d200113

THOMAS, D.; BUTRY, D.; PRESTEMON, J. The effects of wildfire prevention activities. In: SHUPE, T. F.; BOWEN, M. S. (ed.). **Proceedings of the Natural Resources Symposium**. Baton Rouge, LA: LSU AgCenter, 2013. p. 101-115.

TORRES, J. S. Actuación sobre las causas de origen humano: ejemplos de participación social. In: VÉLEZ, R. M. (Coord.). **La defensa contra incendios forestales: fundamentos y experiencias**. Madrid: McGRAW-HILL, 2000. p. 13.40-13.49.

TRES, A.; TETTO, A. F.; SOARES, R. V.; WENDLING, W. T.; SANTOS, G. H. Ecological life zones of Brazil. **Floresta**, Curitiba, v. 50, n. 3, p. 1575-1584, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5380/rf.v50i3.64833>

UBYSZ, B.; SZCZYGIEŁ, R. A study on the natural and social causes of forest fires in Poland. **Forest Ecology and Management**, [S. l.], v. 234, n. 1, p. S13, 2006. DOI:10.1016/j.foreco.2006.08

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **The Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction: "Vulnerability"**. 2017. Disponível em: <https://www.undrr.org/terminology/vulnerability>. Acesso em: 14 abr. 2025.

UNITED STATES DEPARTMENT FOR AGRICULTURE (USDA); UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR (USDI). Urban wildland interface communities within vicinity of Federal lands that are at high risk from wildfire. **Federal Register**, v. 66, n. 3. p. 751–777, 2001.

VASCONCELLOS, M. A. S. **Economia**: micro e macro. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

VIEGAS, D. X. **Manual sobre incêndios florestais**. Lisboa: Ministério da Administração Interna, 1989. 89 p.

VILAR DEL HOYO, L.; MARTÍN ISABEL, M. P.; MARTÍNEZ VEGA, F. J. Logistic regression models for human-caused wildfire risk estimation: analysing the effect of the spatial accuracy in fire occurrence data. **European Journal of Forest Research**, [S. l.], v. 130, n. 6, p. 983-996, 2011. DOI: 10.1007/s10342-011-0488-2

VÉLEZ, R. M. Combustibles forestales: combustibilidad. In: VÉLEZ, R. M. (Coord.). **La defensa contra incendios forestales**: fundamentos y experiencias. 2 ed. Madrid: MCGRAW-HILL, 2009. p. 131-143.

VOSGERAU, J. L.; BATISTA, A. C.; SOARES, R. V.; GRODZKI, L. Avaliação dos registros de incêndios florestais do estado do Paraná no período de 1991 a 2001. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 1, 2006. DOI: 10.5380/rf.v36i1.5608

VIEIRA, A.; GONÇALVES, A. B.; LOURENÇO, L.; MARTINS, C. O.; LEITE, F. F. Risco de incêndio florestal em áreas de interface urbano-rural: o exemplo de Ave. **Territorium**, Coimbra, n. 16, p. 139-146, 2009.

ZAMPRONI, K.; FERREIRA, H. R.; BATISTA, A. C. Evaluation of forest fires in Paraná in 2018 and 2019. **Floresta**, Curitiba, v. 51, n. 4, p. 971-979, 2021. DOI: 10.5380/rf.v51i4.74820

ZHONG, M.; FAN, W.; LIU, T.; LI, P. Statistical analysis on current status of China forest fire safety. **Fire Safety Journal**, [S. l.], v. 38, n. 3, p. 257-269, 2003. DOI: 10.1016/s0379-7112(02)00079-6

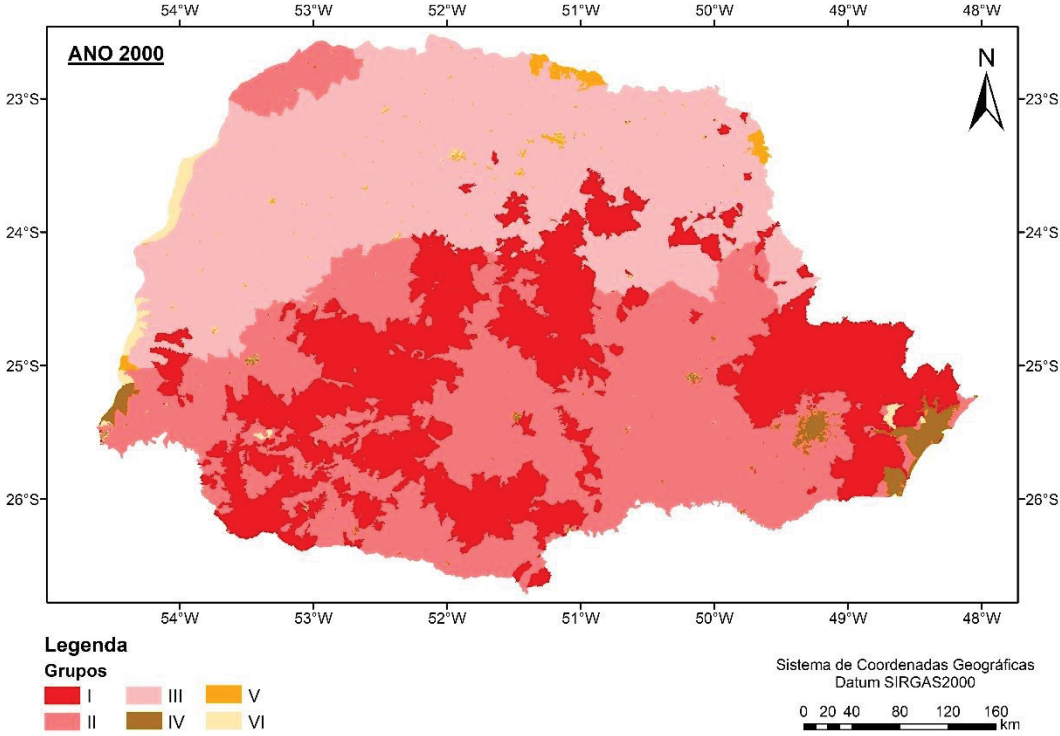
XU, D.; SHAO, G.; DAI, L.; HAO, Z.; TANG, L.; WANG, H. Mapping forest fire risk zones with spatial data and principal component analysis. **Science in China Series E: Technological Sciences**, [S. l.], v. 49, n. s1, p. 140-149, 2006. DOI: 10.1007/s11434-006-8115-1

WACHOWICZ, R. C. **História do Paraná**. 10. ed. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2016. 335 p.

WHELAN, R. J. **The ecology of fire**. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, 1995. 346 p.

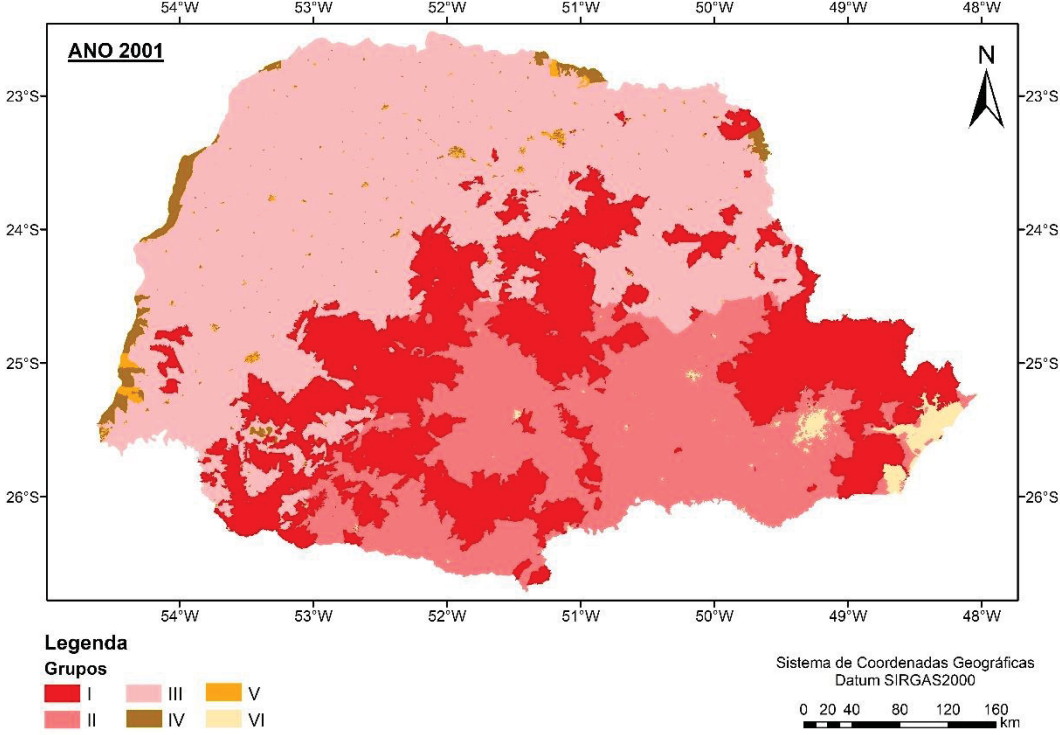
APÊNDICE I – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS

FIGURA 32 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2000



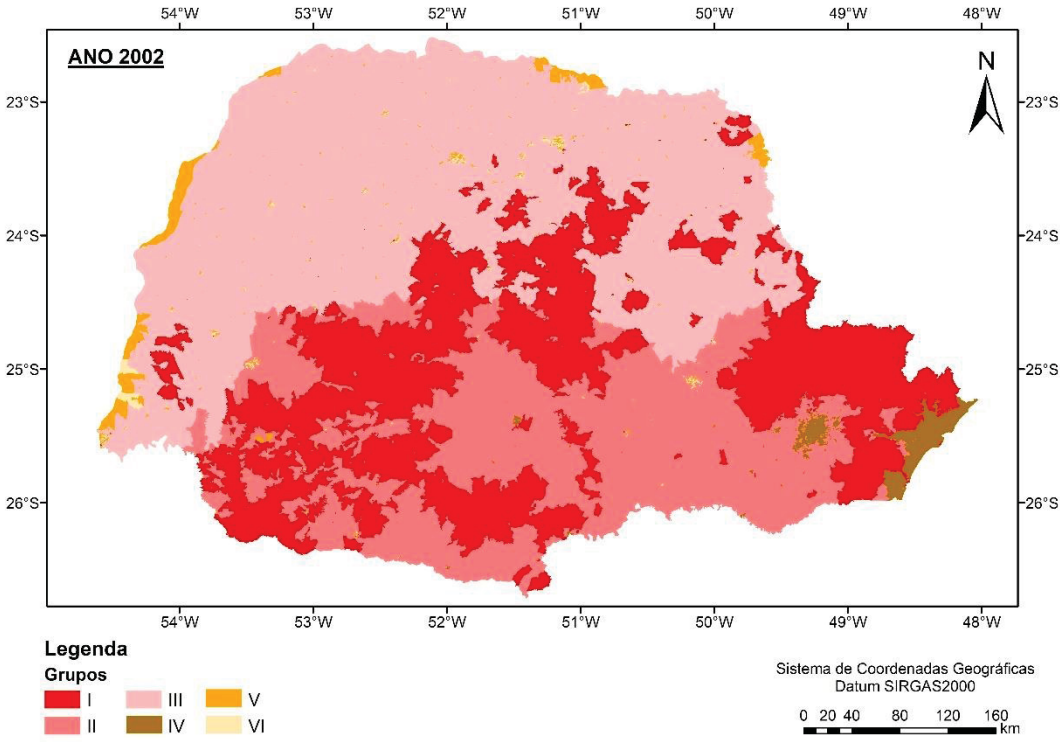
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 33 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2001



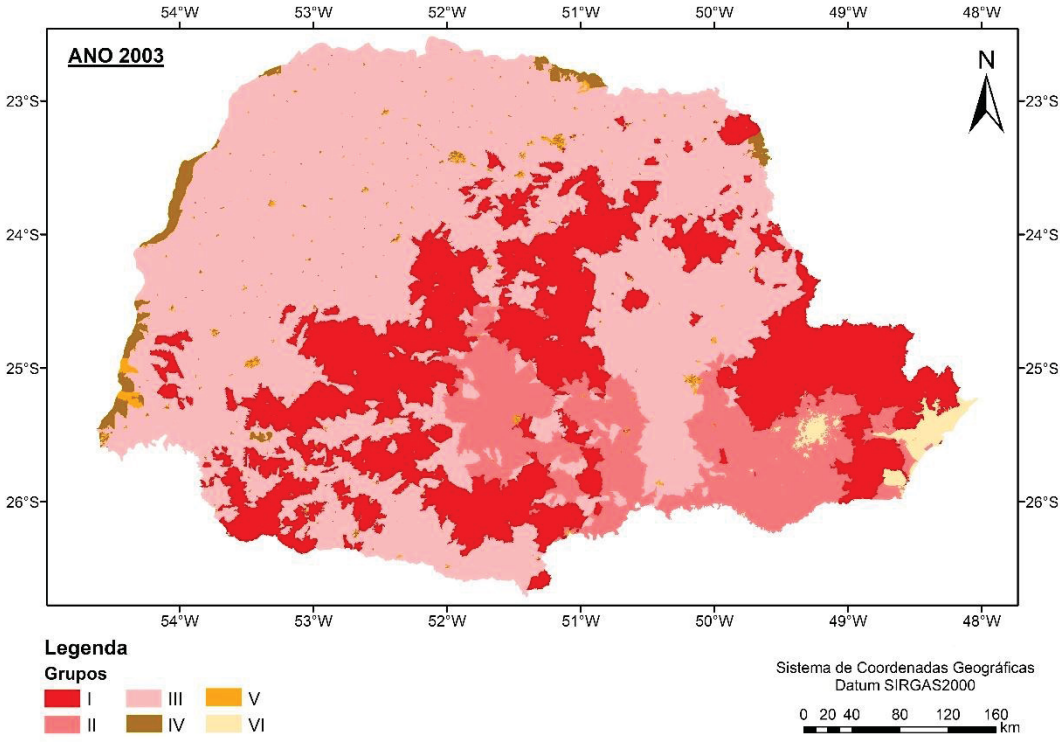
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 34 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2002



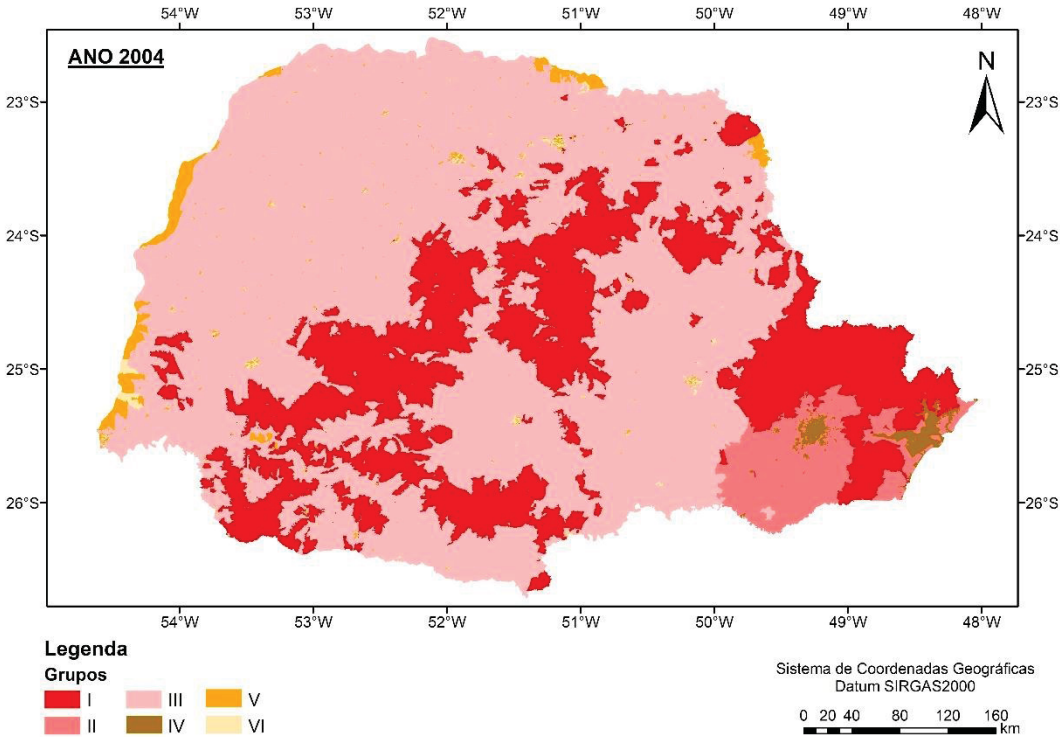
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 35 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2003



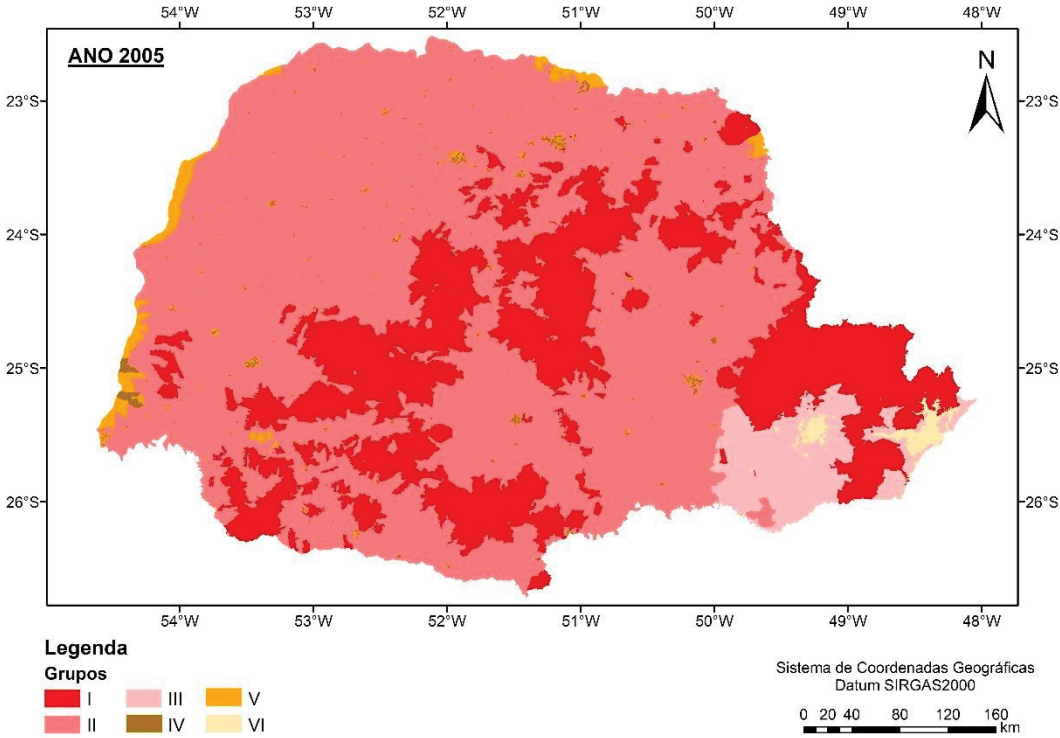
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 36 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2004



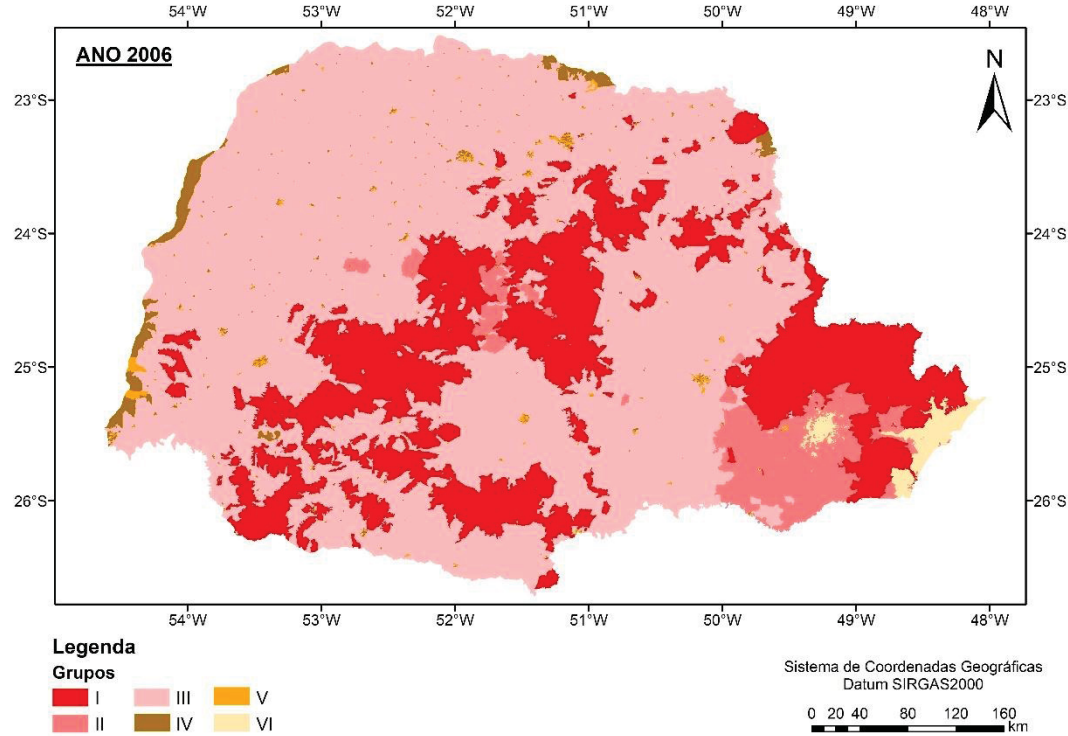
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 37 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2005



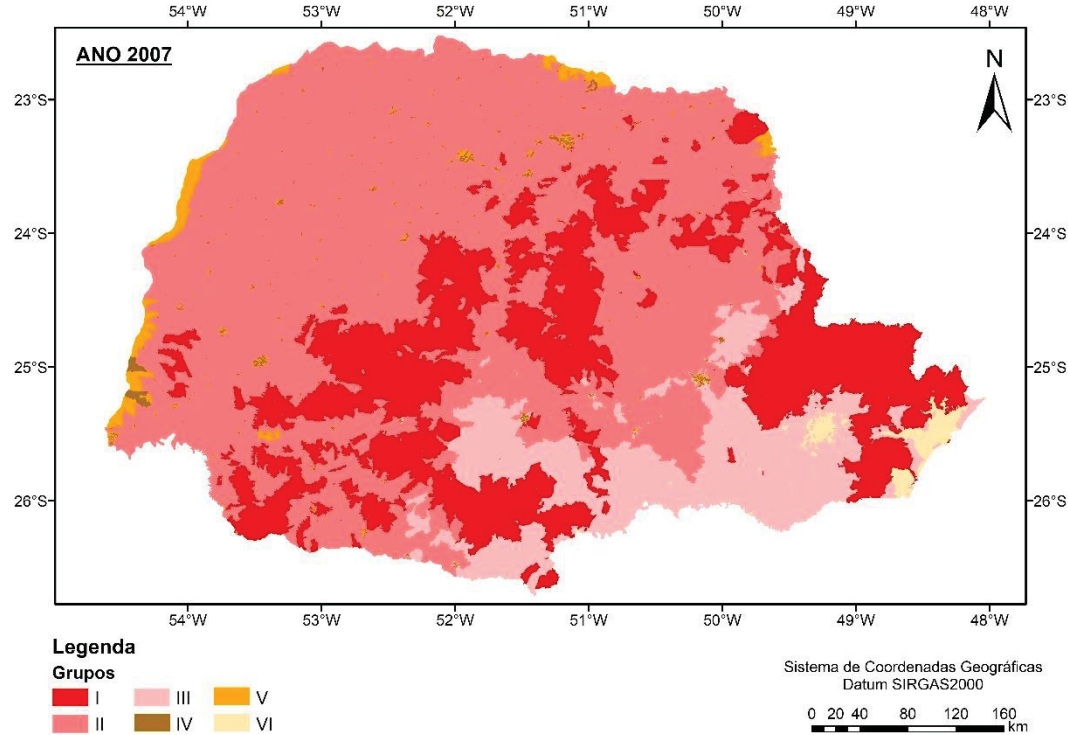
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 38 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2006



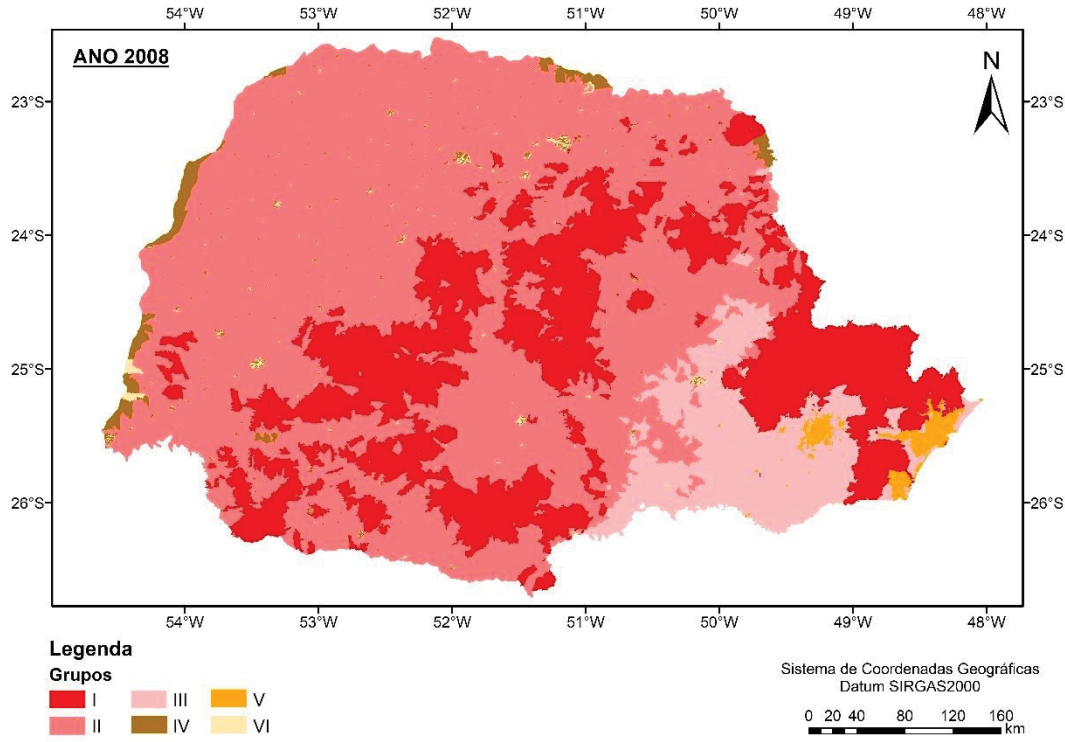
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 39 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2007



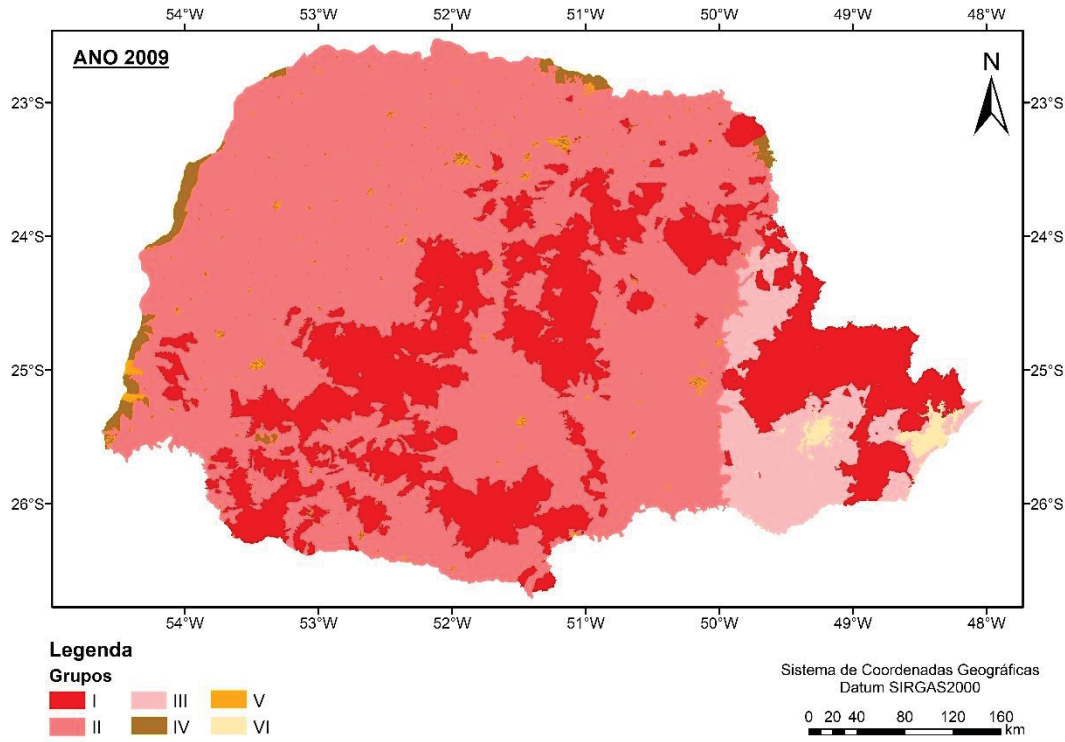
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 40 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2008



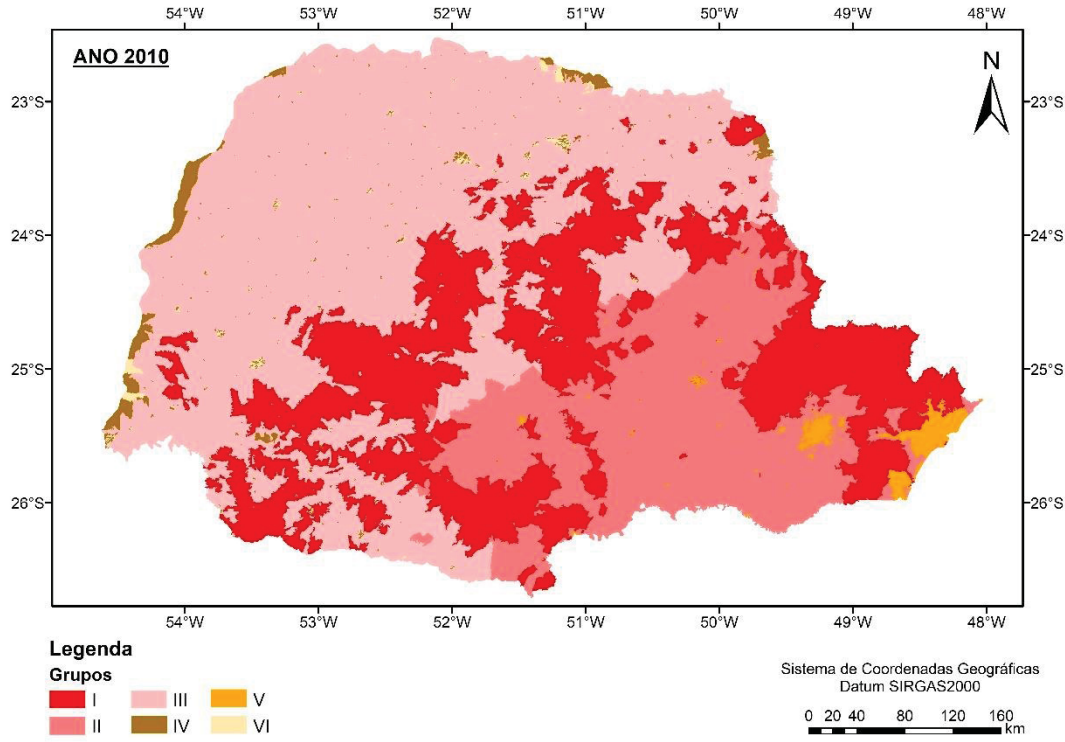
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 41 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2009



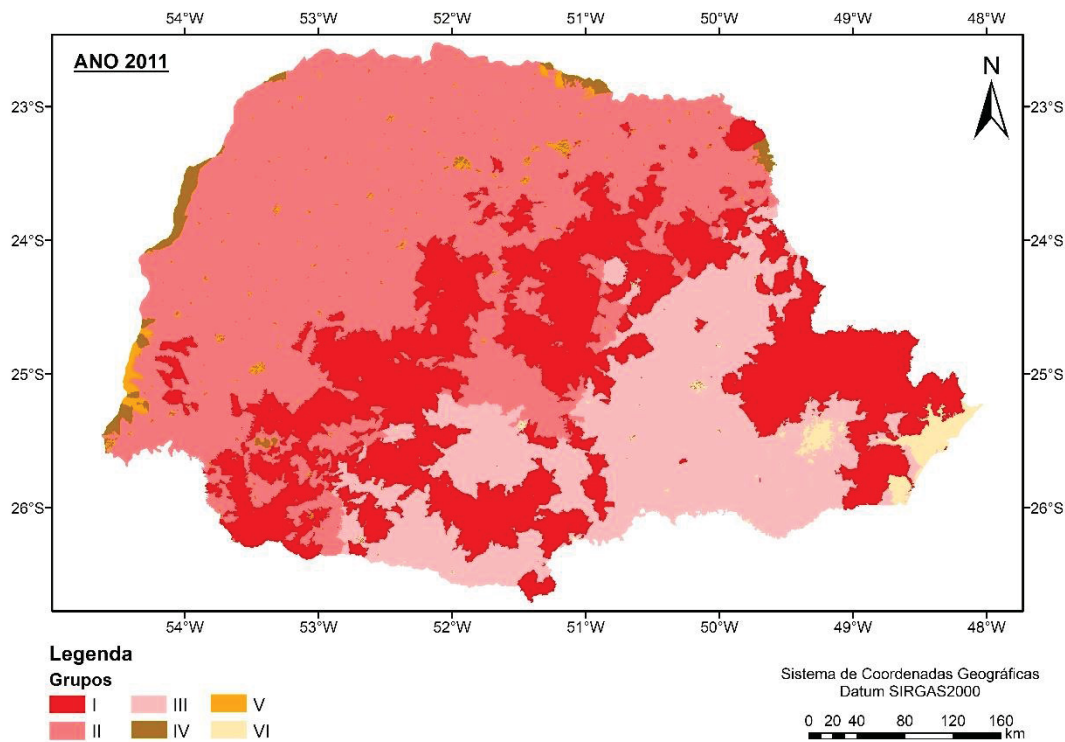
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 42 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2010



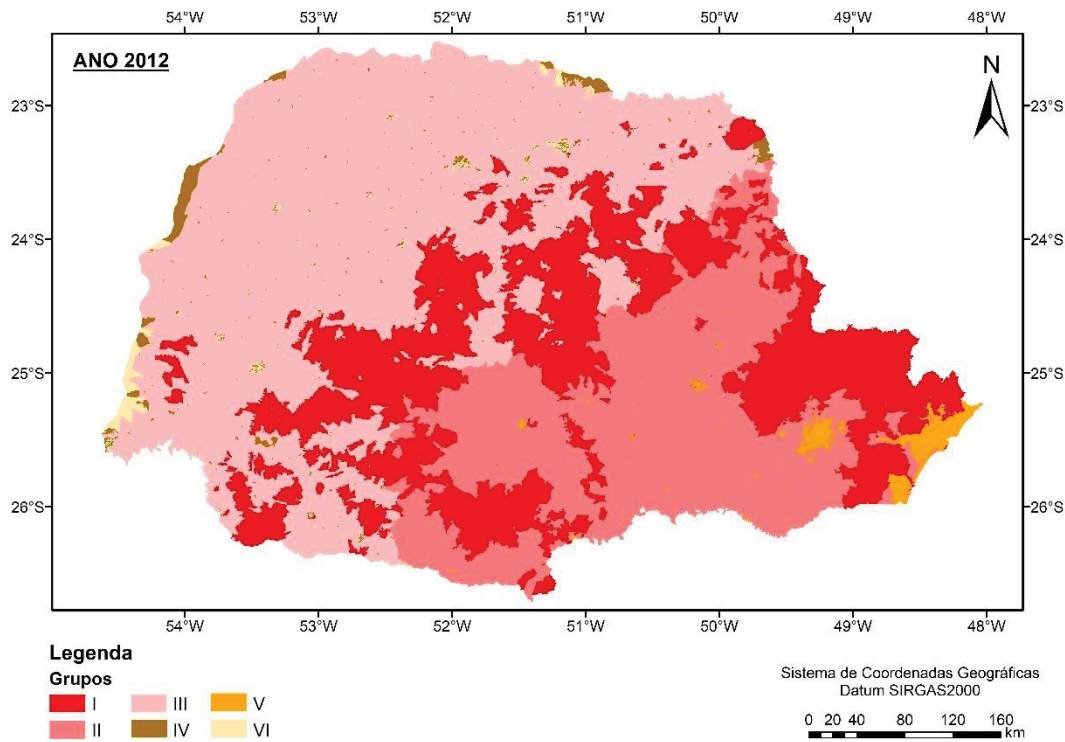
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 43 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2011



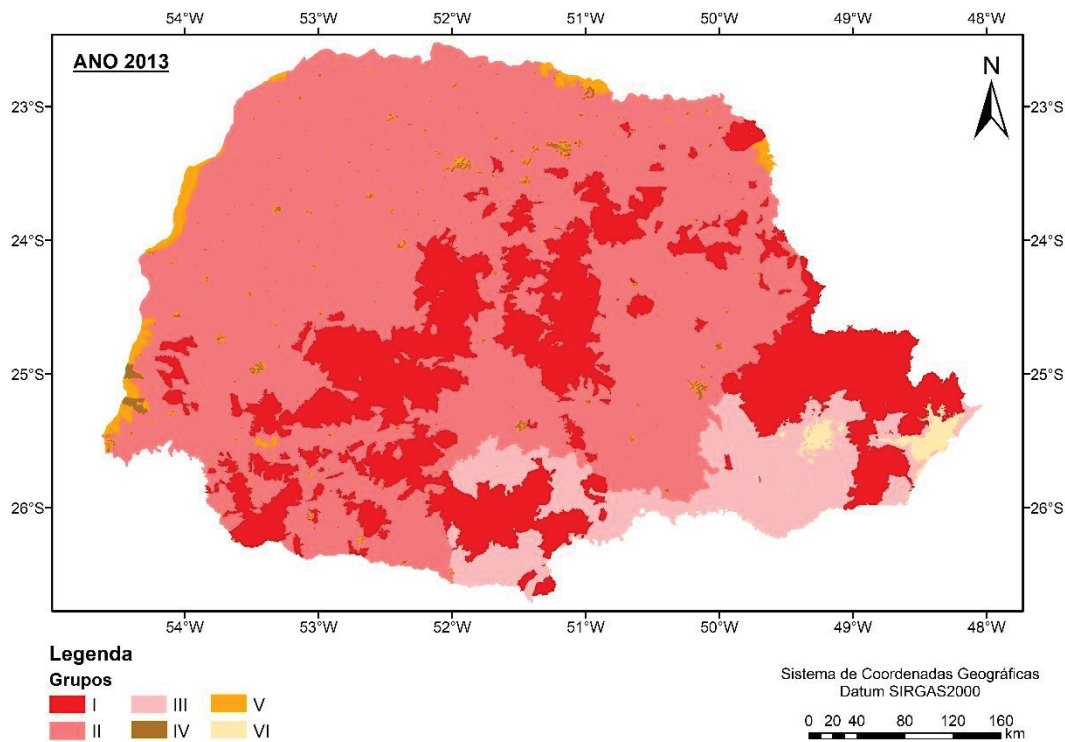
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 44 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2012



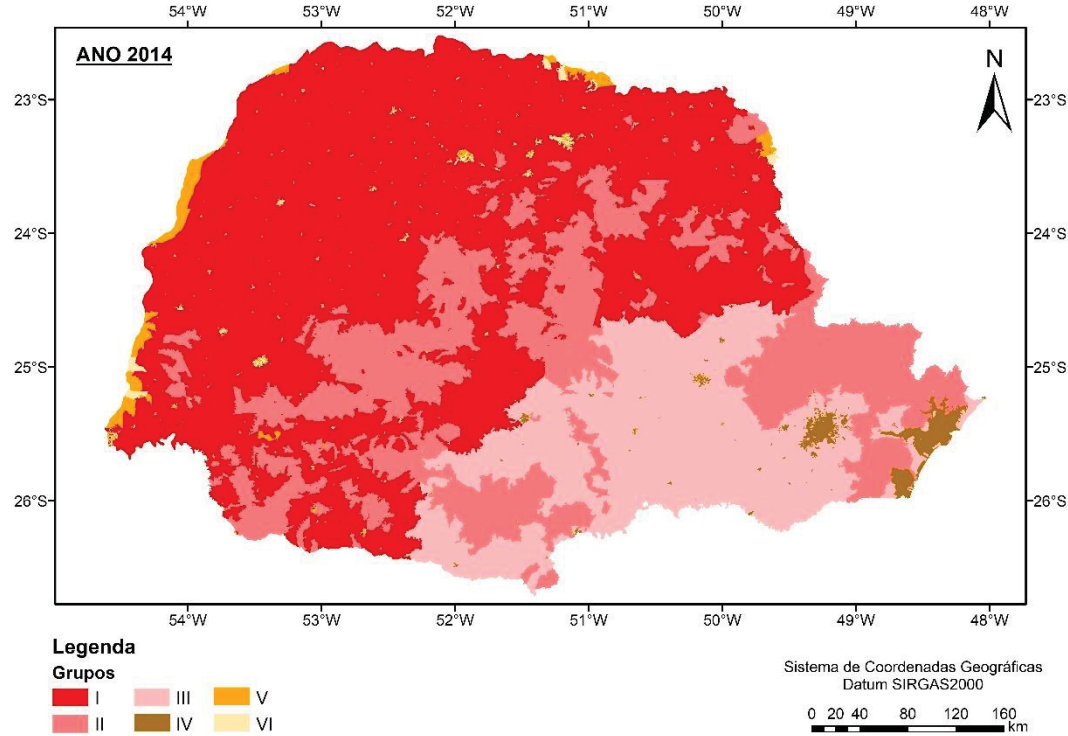
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 45 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2013



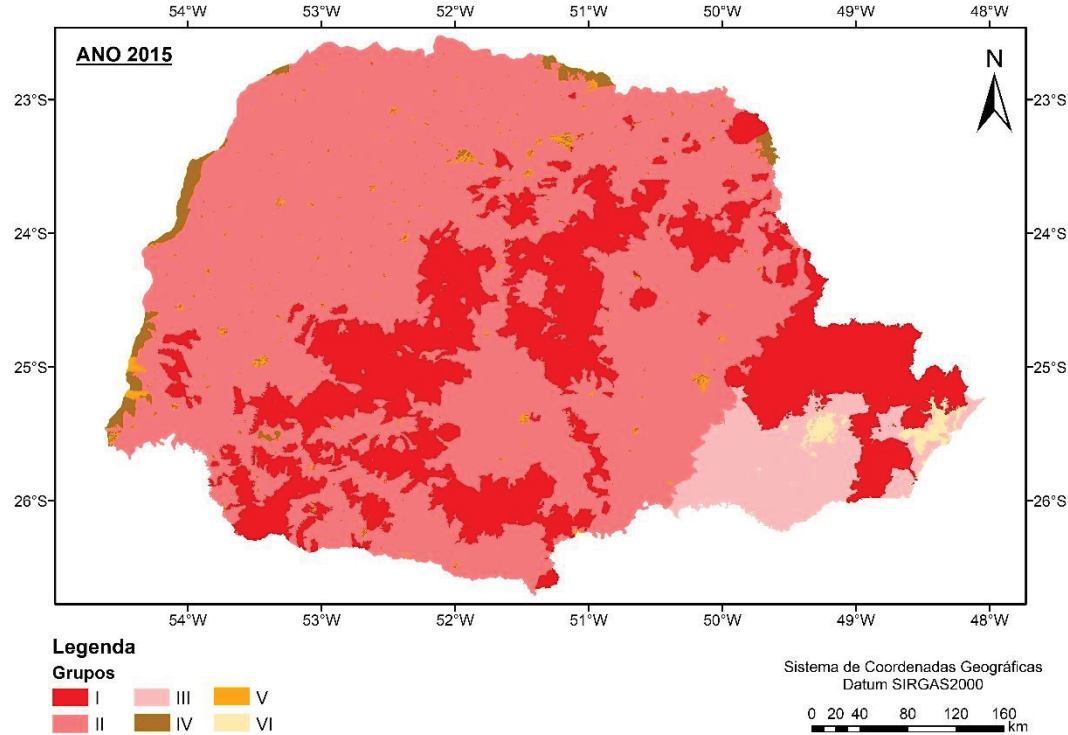
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 46 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2014



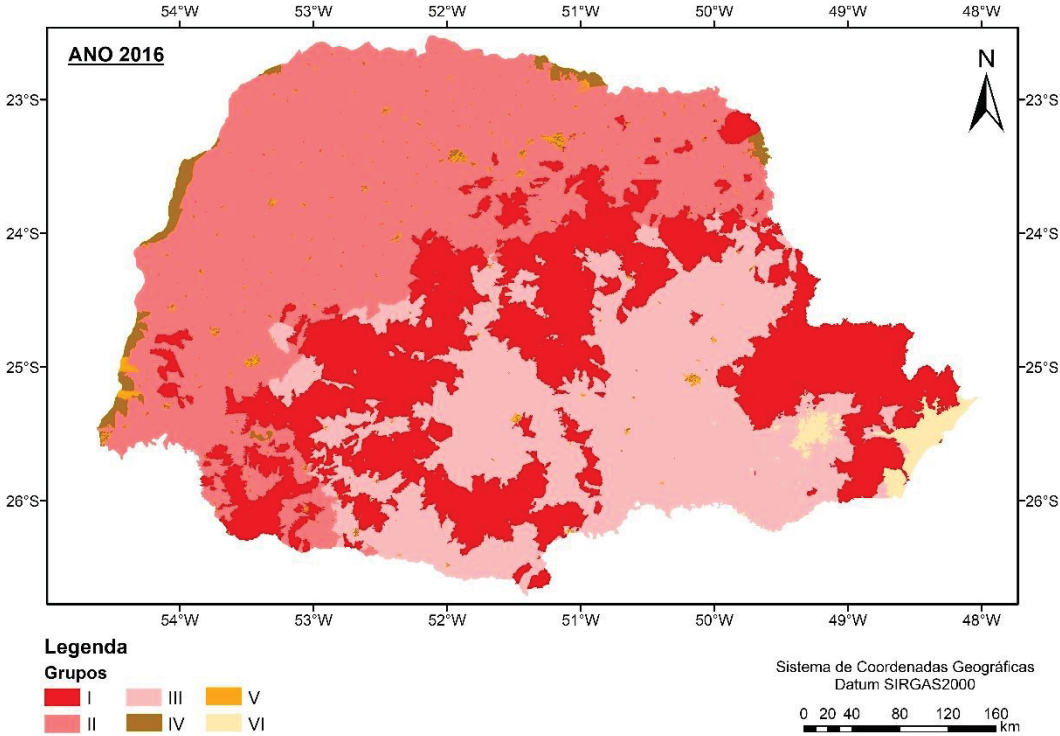
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 47 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2015



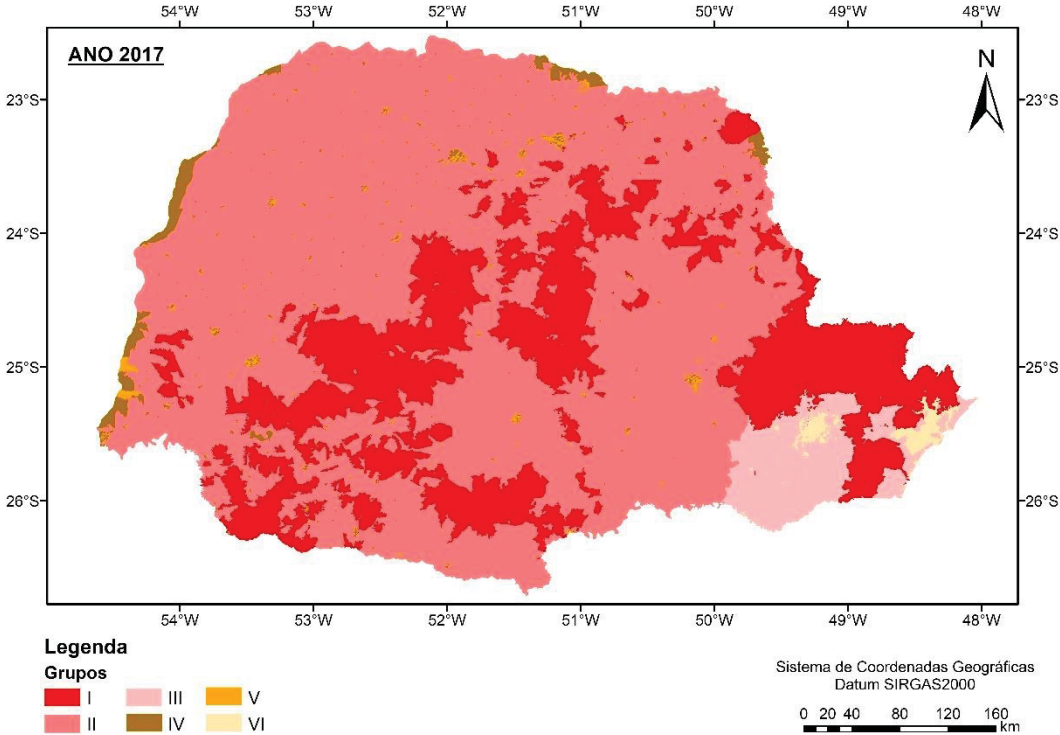
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 48 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2016



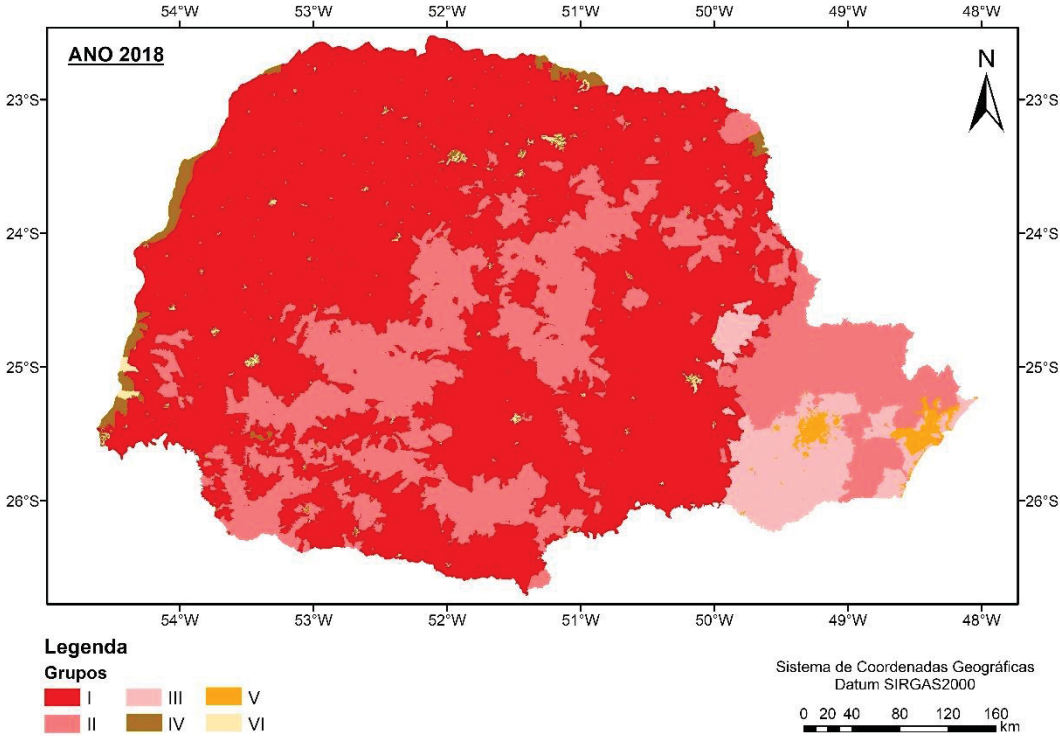
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 49 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2017



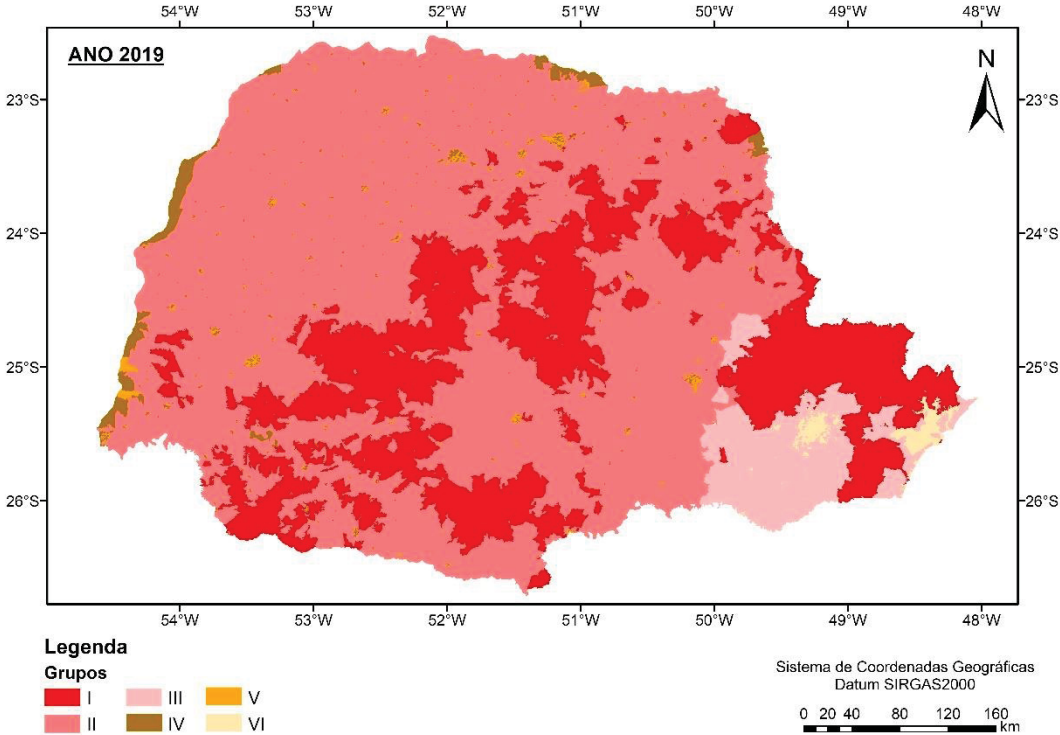
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 50 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2018



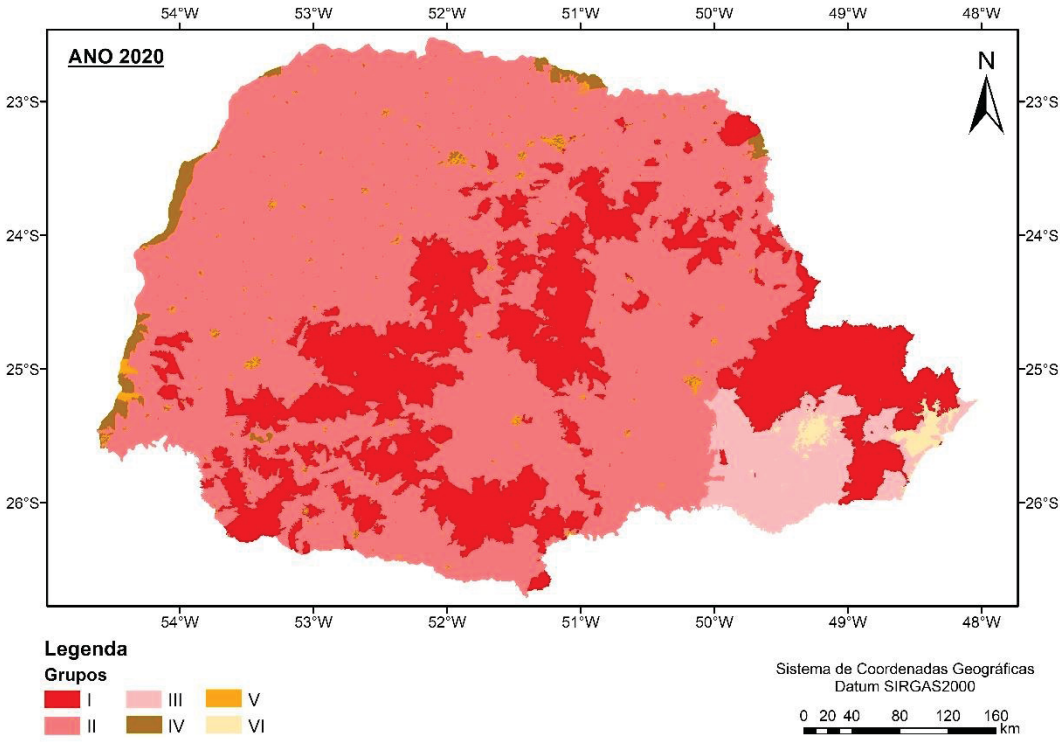
FONTE: O autor (2025).

FIGURA 51 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2019



FONTE: O autor (2025).

FIGURA 52 - DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS AGRUPAMENTOS FORMADOS NO ANO DE 2020



FONTE: O autor (2025).