**ANÁLISE DA PRESSÃO AMBIENTAL RELACIONADA À PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NA MESORREGIÃO OESTE PARANAENSE (MOP)**

**Alexandra Andrade de Almeida Cardoso[[1]](#footnote-1)**

**Leandro José de Oliveira[[2]](#footnote-2)**

**Moacir Piffer[[3]](#footnote-3)**

**Resumo**: O objetivo desta pesquisa foi avaliar o nível de pressão ambiental resultante da atividade agropecuária na Mesorregião Oeste Paranaense (MOP), buscando identificar padrões semelhantes de impacto ambiental entre os municípios da região. Utilizaram-se técnicas estatísticas multivariadas, incluindo análise fatorial e de clusters, para analisar os dados. Os resultados apontaram características importantes dos estabelecimentos agropecuários, como a forte presença da agricultura familiar e o uso intensivo de agrotóxicos nas lavouras de soja e milho, predominantes na área estudada. Verificou-se que a maioria dos municípios apresenta baixos níveis de pressão ambiental, com Índices de Pressão Ambiental (IPA) próximos de zero, sugerindo uma relação mais equilibrada entre os ganhos econômicos e a preservação ambiental. No entanto, os municípios de Cascavel e Toledo mostraram altos níveis de pressão ambiental, influenciados pela predominância do agronegócio em suas economias. Ademais, a análise de clusters identificou quatro grupos distintos, evidenciando particularidades do estresse ambiental relacionado à produção agropecuária.

**Palavras-chave**: Índice de Pressão Ambiental. Produção agropecuária. Preservação Ambiental.

**ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL PRESSURE RELATED TO AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE WESTERN MESOREGION OF PARANA (MOP)**

**Abstract**: The objective of this research was to assess the level of environmental pressure resulting from farming activities in the Mesoregion of Western Paraná (MOP), seeking to identify similar patterns of environmental impact among the region's municipalities. Multivariate statistical techniques, including factor and cluster analysis, were used to analyze the data. The results showed important characteristics of agricultural establishments, such as the strong presence of family farming and the intensive use of pesticides in soybean and corn crops, which are predominant in the area studied. It was found that most of the municipalities have low levels of environmental pressure, with Environmental Pressure Indices (EPIs) close to zero, suggesting a more balanced relationship between economic gains and environmental preservation. However, the municipalities of Cascavel and Toledo showed high levels of environmental pressure, influenced by the predominance of agribusiness in their economies. In addition, the cluster analysis identified four distinct groups, highlighting the particularities of environmental stress related to agricultural production.

**Keywords:** Environmental Pressure Index. Agricultural production. Environmental Preservation.

1. INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais se referem às ações que resultam em perdas, danos e prejuízos aos ecossistemas e abrangem qualquer alteração nas características físicas, químicas e biológicas do ambiente, frequentemente causada pela atividade humana, afetando tanto a biodiversidade quanto a qualidade dos recursos naturais (Pereira; Curi, 2012). Ao longo da história, a humanidade tem se beneficiado da exploração florestal e da transformação do meio ambiente para diversas finalidades. A diminuição global das áreas florestais e dos ecossistemas tem ocorrido principalmente devido a incêndios, exploração madeireira, geração de energia e conversão inadequada e insustentável de terras para atividades agropecuárias (Arraes *et al.*, 2012).

O estado do Paraná, situado na região Sul do Brasil, é conhecido por sua expansão territorial, produção agrícola e destaque na pecuária. Possui área de 199.298.981 km2 (IBGE, 2022), sendo o quinto maior estado do país em extensão territorial. Desde a fundação em 1853, passou por um notável processo de expansão, impulsionado pela colonização e desenvolvimento agrícola, que ocorreram principalmente por meio da exploração de áreas de mata e da implantação de lavouras, pastagens e infraestrutura.

Nota-se que a agricultura desempenha um papel vital na economia do Paraná, tornando-o um dos principais “celeiros agrícolas” do Brasil. A predominância é verificada na Mesorregião Oeste Paranaense (MOP), que fica localizada no Terceiro Planalto Paranaense, com 2.290.859 hectares equivalendo a cerca de 11,5% do território paranaense, com fronteiras com Argentina e Paraguai e delimitada pelos rios Piquiri, Paraná e Iguaçu. Essa mesorregião engloba 50 municípios, com destaque para os municípios de Cascavel, Foz do Iguaçu e Toledo que possui grandes dimensões populacionais e níveis de polarização.

Face ao exposto, o estudo pretende-se responder o seguinte questionamento: qual o nível de pressão ambiental decorrente da produção agropecuária na Mesorregião Oeste Paranaense (MOP)? Considerando a relevância desta proposição, tem-se como objetivo verificar o nível de pressão ambiental decorrente da produção agropecuária na MOP, além de apurar a existência de padrões semelhantes de pressão ambiental entre os municípios desta mesorregião.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

A importância da "Revolução Verde" no processo de modernização agrícola é indiscutível, entretanto, no Brasil, percebe-se que os resultados da "Revolução Verde" surtiram um efeito de controle social, causado não apenas no aumento da produção de produtos agrícolas para exportação e expansão da área de cultivo, mas também no crescimento da concentração fundiária, expropriação de pequenos proprietários, desemprego no campo e uma série de desafios teciduais e ambientais (Martine, 1990).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), declara que os efeitos ambientais causados pelas atividades agrícolas podem manifestar-se de maneira tanto favorável ou desfavorável, estando regidas por fatores como sistemas agroecológicos, propriedades físicas do solo, contexto econômico, tecnologia e também pelas abordagens empregadas em relação ao meio ambiente (OECD, 1999, p. 11).

A agricultura requer a utilização intensiva do solo e dos recursos naturais e, quando conduzido sem considerar as particularidades do ambiente, sem manejo e planejamento adequados e com uso de produtos químicos, ocasiona uma gama de efeitos adversos sobre o meio ambiente, que incluem desmatamento, queimadas em áreas de pastagens e florestas, contaminação com agroquímicos e degradação do solo, bem como contaminação das águas (IPEA, 2012).

A diversidade na formação de solos e as condições climáticas específicas capacitam o estado do Paraná a cultivar uma ampla variedade de cereais, frutas, leguminosas e oleaginosas em todas as suas mesorregiões (Santos *et al*., 2006; Bhering, 2007). Nesse aspecto, Silva *et al.* (2022) apontou que os principais cultivos agrícolas em cada mesorregião do estado foram as culturas de cana-de-açúcar, soja e milho, colocando o estado entre os maiores produtores do Brasil. Essa elevada produção agrícola se deve ao clima e à fertilidade do solo (condições ambientais) e também à tecnologia de produção, como aplicação de agroquímicos e engenharia genética.

Mattei, Cattelan e Piffer (2023) identificaram que dentro da mesorregião Oeste, observa-se uma marcante especialização agropecuária em 23 municípios, enquanto apenas um município (Tupãssi) demonstra uma superespecialização. A cultura nessa área é a soja, responsável por cerca de 21% da produção total do Estado. Esse cenário decorre principalmente de fatores históricos, como a concentração de terras e o movimento de migração dos pequenos produtores.

A MOP apresenta um desempenho notável em grande parte do território devido ao estabelecimento de cooperativas e agroindústrias que contribuíram para o processo de modernização que, além da soja, é responsável por 73% da produção de tilápia, 60% da produção de suínos, 35% da produção de milho, 31% da produção de frangos e 12% da produção pecuária. De acordo com a literatura revisada, percebe-se que cada localidade tende a apresentar maior diversificação ou especialização, seja devido às suas características geográficas e à população residente, ou devido às influências históricas e culturais que moldaram seus processos produtivos (Mattei, Cattelan; Piffer, 2023).

1. METODOLOGIA

Para satisfazer a proposição do trabalho foram empregadas duas técnicas de análise multivariada: Análise Fatorial e Análise de Cluster. Segundo a Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuarias e Financeiras (FIPECAFI, 2017), a análise multivariada refere-se a um conjunto de métodos estatísticos que possibilita a análise simultânea de medidas múltiplas para cada indivíduo, objeto ou fenômeno observado.

3.1 Análise Fatorial por Componentes Principais (ACP)

A análise fatorial tem como propósito fornecer as ferramentas para analisar a estrutura das inter-relações (correlações) em um grande número de variáveis, definindo conjuntos de variáveis fortemente correlacionadas, conhecidos como fatores (Hair *et al.*, 2009). Para a interpretação dos fatores foi utilizado o método de rotação ortogonal Varimax.

Quanto ao método de adequação da análise fatorial em relação aos dados utilizados fez-se uso da estatística Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e o teste de esfericidade de Bartlett. O KMO fornece a proporção de variância considerada comum a todas as variáveis na amostra em análise. Hair *et al.* (2009) enfatiza que essa medida pode ser interpretada com as seguintes orientações: 0,80 ou acima (admirável); 0,70 ou acima (mediano); 0,60 ou acima (medíocre); 0,50 ou acima (ruim); e abaixo de 0,50 (inaceitável).

A partir da matriz dos escores fatoriais obtidos com o constructo da análise fatorial, foi possível construir um índice para hierarquizar as observações, ponderando adequadamente os escores de cada fator, conforme expresso na equação 1.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (1) |

Sendo:

= Índice Bruto (média ponderada dos escores fatoriais);

= Proporção da variância explicada por cada fator;

= Escores fatoriais.

Posteriormente, interpola-se os resultados, considerando-se o maior valor como 100 e o menor como 0, obtendo o Índice de Pressão Ambiental (IPA) para cada município, possibilitando a sua hierarquização. Assim, com base nos desvios-padrão em relação à média, os Índices de Pressão Ambiental para os municípios da MOP foram classificados como: Baixo (valor de 1 a 3 desvios-padrão abaixo da média); Médio (valor de 3 desvios-padrão acima da média) e Alto (valor de uma unidade superior à média somado com 3 desvios-padrão).

3.2 Análise de Agrupamentos

Por meio dos escores fatoriais apurados na análise fatorial, efetuou-se ainda o procedimento da análise de agrupamento ou análise de *cluster*. Em razão do número de observações usadas na análise, optou-se pelo procedimento não hierárquico das k-médias (k-means). Os métodos não hierárquicos podem analisar conjuntos extremamente grandes de dados, pois eles não demandam o cálculo de matrizes de similaridade entre todas as observações, mas somente a similaridade de cada observação com os centroides de agrupamento (Hair *et al.*, 2009).

3.3 Descrição das Variáveis

A pesquisa compreendeu os 50 municípios que fazem parte da mesorregião Oeste do Paraná. O Quadro 1 mostra as variáveis utilizadas na Análise dos Componentes (ACP), bem como a sua descrição e as fontes de dados.

Quadro 1 – Variáveis associadas a produção agropecuária que exercem pressão ambiental.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Cód.** | **Descrição** | **Fonte** | **Ano** |
| X1 | Número de estabelecimentos agropecuários com produção de lavouras temporárias (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X2 | Número de estabelecimentos agropecuários com pecuária e criação de outros animais (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X3 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz plantio em nível (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X4 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz rotação de culturas (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X5 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz pousio ou descanso de solos (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X6 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz proteção e/ou conservação de encostas (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X7 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz recuperação de mata ciliar (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X8 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz reflorestamento para proteção de nascentes (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X9 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz estabilização de voçorocas (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X10 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz manejo florestal (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X11 | Número de estabelecimentos agropecuários que não faz uso da agricultura familiar (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X12 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz uso da agricultura familiar (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X13 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz uso de adubação química (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X14 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz uso de adubação orgânica (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X15 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz uso de agrotóxicos (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X16 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz uso de agricultura e/ou pecuária orgânica (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X17 | Número de estabelecimentos agropecuários que faz uso de irrigação (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X18 | Número de estabelecimentos agropecuários com nascentes protegidas por matas (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X19 | Número de estabelecimentos agropecuários com rios ou riachos protegidos por matas (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X20 | Número de estabelecimentos agropecuários com poços tubulares profundos jorrantes (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X21 | Número de estabelecimentos agropecuários com poços tubulares profundos não jorrantes (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X22 | Número de estabelecimentos agropecuários que obtiveram receitas com recebimento de pagamento por serviços ambientais - Bolsa Verde e Programas Estaduais (Unidades) | IBGE-CENSO AGROPECUÁRIO | 2017 |
| X23 | Variação percentual da área com pastagem no período de 1985 a 2021 (Hectares) | LAPIG-UFG | 1985-2021 |
| X24 | Variação percentual da área com floresta no período de 1985 a 2021 (Hectares) | MAPBIOMAS BRASIL | 1985-2021 |
| X25 | Variação percentual da área cultivada com lavoura temporária de 1985 a 2021 (Hectares) | MAPBIOMAS BRASIL | 1985-2021 |
| X26 | Área cultivada com lavoura perene no ano de 2021 (Hectares) | MAPBIOMAS BRASIL | 2021 |
| X27 | Variação percentual da área de Corpos D`água - Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água de 1985 a 2021 (Hectares) | MAPBIOMAS BRASIL | 1985-2021 |

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de fontes diversas (2023).

Para realizar o tratamento estatístico desse conjunto de variáveis, fez-se o uso do software IBM SPSS Statistics (versão 21). Por meio deste procedimento foi possível fazer inferências para melhor interpretação da análise fatorial e de agrupamentos.

1. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise Fatorial

Os testes de esfericidade de Bartlett e de adequação Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) revelaram consistência, pois o valor calculado do KMO= 0,803 ficou bem acima do recomendado na literatura (0,500). Já o teste de Bartlett rejeitou a hipótese nula de que a matriz de correlação seja uma matriz identidade.

A partir do critério de autovalor (raiz latente) foram extraídos sete fatores que em conjunto explicam, 86,80% da variância total das variáveis selecionadas, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Autovalores, variância explicada por fator e variância acumulada dos municípios da mesorregião Oeste do Paraná.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Fator** | **Autovalores** | **Variância explicada pelo fator (%)** | **Variância acumulada (%)** |
| F1 | 11,054 | 40,941 | 40,941 |
| F2 | 3,227 | 11,953 | 52,894 |
| F3 | 2,329 | 8,625 | 61,518 |
| F4 | 2,295 | 8,501 | 70,019 |
| F5 | 1,765 | 6,537 | 76,556 |
| F6 | 1,421 | 5,264 | 81,820 |
| F7 | 1,343 | 4,974 | 86,793 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Tabela 2 apresenta as cargas fatoriais e as comunalidades para os fatores selecionados após a rotação. Para a interpretação dos fatores foram consideradas as cargas fatoriais com valores superiores a 0,50 (em negrito). As comunalidades apresentaram valores acima de 0,60, revelando que todas as variáveis usadas na análise fatorial atendem níveis aceitáveis de explicação.

Tabela 2 - Matriz dos componentes rotacionados e comunalidades dos municípios da mesorregião Oeste do Paraná.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Cód.** | **Fatores** | | | | | | | **Comunalidades** |
| **F1** | **F2** | **F3** | **F4** | **F5** | **F6** | **F7** |
| X1 | **0,895** | 0,099 | -0,055 | 0,197 | 0,301 | 0,132 | 0,025 | 0,961 |
| X2 | **0,825** | 0,241 | 0,328 | 0,018 | -0,025 | -0,190 | -0,175 | 0,914 |
| X3 | **0,831** | 0,409 | -0,089 | 0,134 | 0,003 | 0,016 | -0,018 | 0,885 |
| X4 | **0,847** | 0,281 | 0,067 | 0,238 | 0,203 | 0,116 | -0,003 | 0,913 |
| X5 | **0,623** | 0,399 | 0,070 | 0,508 | 0,021 | -0,187 | 0,048 | 0,848 |
| X6 | 0,448 | **0,799** | 0,116 | 0,160 | -0,064 | -0,072 | 0,117 | 0,902 |
| X7 | 0,414 | **0,803** | -0,139 | -0,050 | 0,240 | 0,070 | 0,031 | 0,901 |
| X8 | 0,272 | **0,878** | 0,050 | 0,230 | -0,006 | 0,006 | 0,013 | 0,900 |
| X9 | 0,222 | 0,215 | -0,006 | **0,881** | 0,141 | 0,025 | -0,039 | 0,895 |
| X10 | 0,338 | 0,350 | 0,204 | 0,470 | 0,364 | -0,133 | -0,297 | 0,738 |
| X11 | **0,864** | 0,108 | 0,160 | 0,323 | 0,163 | 0,142 | -0,059 | 0,938 |
| X12 | **0,946** | 0,192 | 0,112 | 0,061 | 0,157 | -0,062 | -0,067 | 0,981 |
| X13 | **0,750** | 0,006 | 0,075 | 0,158 | 0,526 | 0,160 | 0,070 | 0,901 |
| X14 | **0,836** | 0,178 | 0,119 | 0,157 | -0,199 | -0,088 | -0,222 | 0,866 |
| X15 | **0,934** | 0,192 | 0,099 | 0,125 | 0,209 | 0,008 | 0,033 | 0,980 |
| X16 | **0,643** | 0,112 | -0,342 | 0,148 | -0,139 | -0,253 | -0,268 | 0,720 |
| X17 | **0,748** | 0,212 | -0,075 | 0,382 | -0,164 | -0,104 | -0,102 | 0,804 |
| X18 | **0,761** | 0,176 | 0,466 | 0,156 | 0,248 | 0,084 | -0,050 | 0,922 |
| X19 | **0,896** | 0,276 | 0,122 | 0,014 | 0,270 | 0,024 | 0,005 | 0,968 |
| X20 | 0,153 | 0,054 | -0,142 | 0,152 | **0,858** | 0,091 | 0,008 | 0,814 |
| X21 | **0,837** | 0,285 | -0,205 | 0,156 | -0,169 | 0,099 | 0,052 | 0,890 |
| X22 | 0,218 | -0,052 | **0,676** | 0,224 | -0,132 | 0,044 | 0,292 | 0,662 |
| X23 | -0,010 | -0,031 | **0,866** | -0,070 | -0,019 | -0,299 | -0,211 | 0,890 |
| X24 | -0,004 | -0,359 | **-0,589** | -0,062 | 0,096 | -0,226 | 0,492 | 0,783 |
| X25 | 0,015 | 0,010 | -0,112 | 0,033 | 0,091 | **0,933** | -0,021 | 0,894 |
| X26 | 0,495 | -0,105 | 0,269 | **0,608** | 0,163 | 0,346 | 0,058 | 0,848 |
| X27 | -0,131 | 0,145 | -0,025 | -0,029 | -0,005 | 0,011 | **0,823** | 0,717 |

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Constata-se que o fator F1 explicou 40,94% da variância total, agrupando quinze variáveis com carga fatorial positiva. Este fator está fortemente relacionado com as variáveis X1, X2, X3, X4 e X5 que expressam o número de estabelecimentos agropecuários com produção de lavoura temporária, pecuária e criação de outros animais, que fazem plantio em nível, rotação de culturas e pousio ou descanso de solos; com as variáveis X11, X12, X13, X14, X15, X16, X17, X18 e X19, que denotam o número de estabelecimentos agropecuários com uso ou não da agricultura familiar, que fazem uso de adubação química ou orgânica e de agrotóxicos, que fazem uso da agricultura ou pecuária orgânica e irrigação, que possui nascentes, rios ou riachos protegidas por mata e X21 que representa o número de estabelecimentos agropecuários com poços tubulares profundos não jorrantes.

O conjunto de variáveis deste fator está associado com o perfil dos estabelecimentos agropecuários presentes na MOP. Observa-se elementos que caracterizam o tipo de agricultura praticada, as técnicas de conservação, os insumos utilizados e recursos de proteção natural dos cursos d'água. Contudo, as cargas fatoriais mais significantes desse fator estão atreladas à forte presença da agricultura familiar e o uso de agrotóxicos no processo de produção.

O fator F2 explicou 11,95% da variância total apresentando relação positiva com três variáveis: X6 que representa o número de estabelecimentos agropecuários com proteção e/ou conservação de encostas; X7 que expressa os estabelecimentos com recuperação de mata ciliar e X8 que denota os estabelecimentos agropecuários com reflorestamento para proteção de nascentes. Verifica-se, que o F2 está relacionado com o manejo de conservação do solo, de modo a minimizar os impactos ambientais frente às ações antrópicas resultantes da produção agropecuária.

O fator F3 explicou 8,63% da variância total agrupando três variáveis com cargas significativas. Observa-se que a variável X22, que expressa o número de estabelecimentos agropecuários que obtiveram receitas com recebimento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e X23 que representa a variação percentual da área com pastagem no período de 1985 a 2021 estão positivamente relacionadas com o F3. Já a variável X24 que demonstra a variação percentual da área com floresta no período de 1985 a 2021 apresentou relação negativa com o F3. Nota-se que o avanço da área com pastagem está influenciando negativamente em áreas com floresta. Além disso, verifica-se que o incentivo via política por PSA (Bolsa Verde e Programas Estaduais) apesar de positivo, mostra-se insuficiente para conter a queda no percentual de áreas florestais nos municípios da mesorregião.

O fator F4 explicou 8,50% da variância total agrupando duas variáveis com cargas positivas. Este fator está relacionado com as variáveis X9 que expressa o número de estabelecimentos agropecuários que faz estabilização de voçorocas e X26 que representa a área cultivada com lavoura perene no ano de 2021. Observa-se que este fator associa-se ao desenvolvimento da agropecuária e a preservação do solo, percebendo-se uma relação positiva do uso de técnicas agrícolas conservacionistas em áreas cultivadas com culturas perenes.

Os fatores F5, F6 e F7 em conjunto representam 16,78% da variância total explicada. Cada um agrupou somente uma variável, todas com cargas significativas. O F5 agrupou a variável X20, que representa o número de estabelecimentos agropecuários com poços tubulares profundos jorrantes. O F6 agrupou a variável X25, que expressa a variação percentual da área cultivada com lavoura temporária de 1985 a 2021. Por fim, o F7 agrupou a variável X27, que denota a variação percentual da área de corpos d’água de 1985 a 2021 (rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água). Esse conjunto de elementos estão relacionados com a área de reservatórios naturais e as áreas ocupadas com a produção de lavoura temporária.

4.2 Índice de Pressão Ambiental dos Municípios do Oeste Paranaense

Com os escores fatoriais apurados por meio da análise fatorial calculou-se o Índice de Pressão Ambiental (IPA). A Figura 1 apresenta o IPA para os 50 municípios que fazem parte da mesorregião Oeste do Paraná.

Figura 1 – IPA dos municípios da mesorregião Oeste do Paraná



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A média do IPA encontra-se em 19,21. De acordo com a classificação, dois municípios (4%) apresentaram nível de pressão ambiental alto. Na segunda categoria, médio, 13 municípios (26%) se destacaram. Por fim, na última categoria, baixo, foram constatados 35 municípios (70%). Observa-se que, em relação à proporção, a MOP apresentou IPA concentrado na categoria baixo.

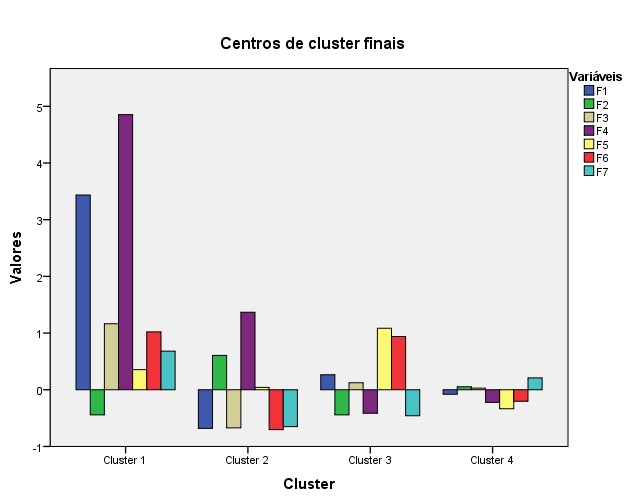
Esse resultado pode ser um indicativo que os municípios da mesorregião estão desenvolvendo formas de produção que conciliem ganhos econômicos em consonância com a preservação ambiental. Contudo, verifica-se que os municípios de Cascavel e Toledo apresentaram alto IPA dentre os municípios da mesorregião. A dinâmica econômica desses municípios pode estar contribuindo para uma maior perturbação nos níveis de estresse ambiental. Pois, a polarização desses municípios se reflete na concentração expressiva do PIB fortemente influenciado pelo agronegócio (De Lima; Eberhardt; Barros, 2012).

Dentre os municípios com maiores IPA médio, destacam-se: Marechal Cândido Rondon, Três Barras do Paraná e Guaraniaçu. Esses municípios caracterizam-se pelo forte dinamismo na produção de lavoura temporária e também pela grande aptidão na criação bovina. No que se refere à representatividade da atividade da pecuária, em 2019, a MOP representou a localidade que mais contribuiu para o Valor Bruto da produção estadual, com mais de 32%. Portanto, constata-se que a forte predominância do efetivo de bovinos no município tem provocado alterações no bioma local.

Por fim, os três municípios da mesorregião que apresentaram os menores valores de IPA da categoria baixo, são: Anahy (0,17), Entre Rios do Oeste (0,05) e Iguatu (0,00). Observou-se que os municípios que possuem menor PIB agropecuário e menor efetivo bovino exercem menos estresse ambiental no ambiente. O município de Foz do Iguaçu considerado uma das cidades-polo da MOP também apresentou baixo IPA (6,52). O baixo índice deste município pode ter relação com sua aptidão econômica, que diferentemente dos demais polos da mesorregião (Cascavel e Toledo), mantém sua economia assentada no comércio interregional, na produção de energia e no turismo (De Lima; Eberhardt; Barros, 2012).

4.3 Agrupamento dos Municípios da MOP

Por meio da matriz dos sete escores fatoriais calculados para os 50 municípios da mesorregião Oeste do Paraná foi possível agrupar 4 clusters com níveis de pressão ambiental dissimilares, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Análise de Conglomerados dos Municípios da mesorregião Oeste do Paraná

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O cluster 1 sofreu maior influência do F1 e F4, que agrupou somente o município de Cascavel. Estes fatores estão associados com o dinamismo da agropecuária, caracterizada pela expressiva presença da produção familiar, porém com uso intensificado de agrotóxicos e a necessidade de conservação do uso de solo para a obtenção de ganhos com produtividade. Nesse aspecto, Cascavel é destaque no segmento do agronegócio na mesorregião, com produção intensiva de soja, milho e trigo. No ano de 2021, produziu cerca de 300.000 toneladas de soja e milho e 76.362 toneladas de trigo (IBGE-PAM, 2021).

O cluster 2 foi mais impactado pelo F2 e F4. Ambos estão associados ao segmento agropecuário que almeja conciliar ganhos na produção agropecuária de maneira que incorra menos impacto aos recursos naturais presentes no território. Nesse cluster agrupou-se cinco municípios com similaridades nessa perspectiva: Palotina, Mercedes, Foz do Iguaçu, São José das Palmeiras e Iguatu.

O cluster 3 foi mais influenciado pelo F5 e F6. Esses fatores estão relacionados com o número de poços artesianos (profundos jorrantes) e a proporção de áreas cultivadas com lavoura temporária no território. Esse cluster foi formado por dez municípios com similaridades nesses atributos: Guaraniaçu, São Miguel do Iguaçu, Terra Roxa, Assis Chateaubriand, Catanduvas, Nova Aurora, Jesuítas, Céu Azul, Campo Bonito e Ibema.

Por fim, o cluster 4 não foi influenciado significamente pela maioria dos fatores. Esse grupo foi formado pela maior porção dos municípios da mesorregião (34). Destaca-se neste grupo a presença de municípios com grande potencial no cultivo de grãos, criação de bovinos e outros animais, tais como: Toledo, Marechal Cândido Rondon, Três Barras do Paraná, Santa Helena, Capitão Leônidas Marques, Medianeira, Matelândia, etc. Observou-se apenas uma leve influência do F7 que é associado a proporção de área com corpos d’água presente nestes territórios. Contudo, apesar da baixa influência do conjunto de fatores nesse grupo, nota-se que o volume de reserva natural de água disponível é um sinal de preocupação, pois pode comprometer tanto o bioma local como também o desempenho das atividades econômicas desses municípios.

1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo verificar o nível de pressão ambiental decorrente da produção agropecuária na MOP. Além disso, procurou identificar a existência de padrões semelhantes de pressão ambiental entre os 50 municípios que compõem a mesorregião. Pela análise fatorial obteve-se sete fatores que revelaram características importantes relacionadas aos estabelecimentos agropecuários na MOP. O fator F1, que agrupou a maioria das variáveis relacionadas à agropecuária, destacou a forte presença da agricultura familiar e do emprego em quantidades significativas de agrotóxicos na região. Além disso, o cultivo de soja e milho é predominante na mesorregião.

O fator F2 relaciona-se à conservação do solo e do meio ambiente, com ênfase na proteção de encostas, recuperação de mata ciliar e reflorestamento de nascentes, práticas de prevenção de queda da produtividade nas propriedades agropecuárias. O F3 aponta para a importância das receitas provenientes de serviços ambientais e destaca a preocupação com o aumento da área de pastagem em detrimento da área florestal na região. O F4 está relacionado ao desenvolvimento da agropecuária e à conservação do solo, com destaque para práticas conservacionistas em áreas com culturas perenes. Por fim, os fatores F5, F6 e F7 indicam mudanças significativas na paisagem da região devido à modernização agrícola que propiciou aumento de áreas com lavouras temporárias em detrimento de áreas anteriormente naturais. O resultado desse padrão de produção alterou a quantidade de áreas com matas ciliares e corpos d'água presentes na mesorregião.

Em relação ao Índice de Pressão Ambiental (IPA), os resultados mostraram que a maioria dos municípios possui um baixo nível de pressão ambiental, indicado por valores de IPA próximos a zero, o que sugere uma forma mais equilibrada entre ganhos econômicos e preservação ambiental na produção. No entanto, dois municípios, Cascavel e Toledo, apresentaram um alto nível de pressão ambiental devido à sua dinâmica econômica centrada no agronegócio, incluindo o uso intensivo de agrotóxicos.

Os municípios de Anahy, Entre Rios do Oeste e Iguatu apresentam os menores valores de IPA na categoria baixo, diminuindo o nível de estresse ambiental, devido ao menor PIB agropecuário e efetivo bovino, bem como o menor uso de agrotóxicos e adubação química. Feito a classificação pelo IPA, realizou-se a análise de agrupamentos, onde verificou-se a existência de quatro grupos com padrões distintos de pressão ambiental.

O cluster 1 agrupou somente um município, Cascavel, que foi fortemente impacto pelo fator 4. O cluster 2 agrupou cinco municípios e foi influenciado em maior proporção pelo fator 2 e 4. O cluster 3 agrupou 10 munícipios e foi influenciado pelos fatores 5 e 6. Por fim, o cluster 4 agrupou 34 municípios, sendo o grupo com a menor influência dos sete fatores utilizados na análise. O fator 7 que está relacionado com a proporção de área com corpos d’água foi o único que teve uma leve influência nesse grupo de municípios. Em particular, esse grupo evidencia uma preocupação com sua reserva natural de água, o que pode afetar tanto o bioma quanto as atividades econômicas que geram o desenvolvimento local.

A partir dessa pesquisa, espera-se que sejam efetuadas investigações que ressaltam a necessidade de abordagens mais seguras na agricultura da região Oeste Paranaense, especialmente no que diz respeito ao uso de agrotóxicos, conservação do solo, proteção ambiental e desenvolvimento territorial sustentável. Esses desafios representam uma oportunidade para compensar e promover práticas agrícolas mais sustentáveis, provendo assim o bem estar econômico, social e ambiental da região.

REFERÊNCIAS

ARRAES, R. A.; MARIANO, F. Z.; & SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 1, p. 119-140, 2012.

BHERING, S. B. **Mapa de Solos do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2007. 73p.

DE LIMA, Jandir Ferrera; EBERHARDT, Paulo Henrique De Cezaro; BARROS, Augusto Luiz Heck. Os Territórios Econômicos no Oeste do Paraná: Uma Análise do seu Crescimento no início do Século XXI. **Revista Ciências Sociais em Perspectiva**, *[S. l.]*, v. 10, n. 18, 2012.

FIPECAFI. **Análise Multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia** / FIPECAFI – Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras; Luiz J. Corrar, Edilson Paulo, José Maria Dias Filho (coordenadores). – São Paulo: Atlas, 2017.

HAIR, Joseph F. et al. **Análise multivariada de dados**. – 6 ed. – Porto Alegre: Bookman editora, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área da unidade territorial – 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/panorama>. Acesso em:09 set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017 – Resultados Definitivos.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/>. Acesso em:09 set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM) – 2021.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/quadros/brasil/2021>. Acesso em:09 set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Agrícola Municipal (PAM) – 2021.** Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em:09 set. 2023.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Rio de Janeiro: **Ipea**, 2012

MARTINE, George. A trajetória da modernização agrícola: a quem beneficia?. Lua Nova: **Revista de Cultura e Política**, São Paulo, n. 23, p.7-37, Mar. 1990.

MATTEI, T.; CATTELAN, R.; PIFFER, M. Análise Espacial do grau de diversificação agropecuária e desenvolvimento rural do Paraná. **Desenvolvimento em Questão**, Editora Unijuí: n. 59, 2023.

OECD. Environmental Indicators for Agriculture: Concepts and Framework. **OECD Publications Service**, Paris: 1999.

PEREIRA, S. S.; & CURI, R. C. Meio ambiente, impacto ambiental e desenvolvimento sustentável: conceituações teóricas sobre o despertar da consciência ambiental. **REUNIR**–Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, v. 2, n. 4, p. 35-57, 2012.

SANTOS, L. J. C.; OKA-FIORI, C.; CANALI, N. E.; FIORI, A. P.; SILVEIRA, C. T.; SILVA, J. M. F.; ROSS, J. L. S. Mapeamento geomorfológico do Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, Curitiba, v. 2, n. 7, p. 03-12, 2006.

SILVA, J.V.N.; ESPADRIZANO, B.S.S.; PORTO, C.E.; SAKAI, O.A.; BATISTELA, V.R. Propostas de destinação de Resíduos com Base na Produção Agrícola das Mesorregiões do Estado do Paraná. **Caderno de Geografia**, v.32, n.6, 2022

1. Doutoranda em Desenvolvimento Regional e Agronegócio (PGDRA) – UNIOESTE, Toledo – Brasil. Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). E-mail: alexandra.cardoso@grupointegrado.br. [↑](#footnote-ref-1)
2. Doutorando em Desenvolvimento Regional e Agronegócio (PGDRA) – UNIOESTE, Toledo – Brasil. Bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). E-mail: leandrogtaune@gmail.com. [↑](#footnote-ref-2)
3. Docente no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Agronegócio (PGDRA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Toledo – Brasil. E-mail: mopiffer@yahoo.com.br. [↑](#footnote-ref-3)