

Preservação ambiental e políticas públicas no Paraná: distribuição ICMS-E mediante os mananciais de abastecimento público

Alessandro Rodrigues de Lima Brandão

Doutorando em Geografia
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
alessandro.brandao300591@uel.br
ORCID iD 0000-0001-7227-958X

Nathalia Caroline Faria Tago

Doutora em Educação
Universidade Estadual de Maringá, Brasil
nathaliacarolinefaria@hotmail.com
ORCID iD 0000-0001-6853-1236

Emerson Guzzi Zuan

Doutor em Economia
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
emerson.esteves@uel.br
ORCID iD 0000-0003-0194-8998

Bruno Godoi de Almeida

Mestrando em Geografia
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
bruno.godoi.almeida@uel.br
ORCID iD 0009-0003-6511-1596

Eloiza Cristiane Torres

Doutora em Geografia
Universidade Estadual de Londrina, Brasil
elotorres@uel.br
ORCID iD 0000-0003-2526-470X

Preservação ambiental e políticas públicas no Paraná: distribuição ICMS-E mediante os mananciais de abastecimento público

RESUMO

Objetivo – O presente artigo tem como objetivo analisar a distribuição espacial e a concentração do ICMS-E (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviço Ecológico) no estado do Paraná.

Metodologia – O método selecionado para a análise dos dados espaciais referentes ao ICMS-E foi a econometria espacial, pois o método em questão permite uma análise dos dados de vizinhança, tornando possível um estudo completo sobre a distribuição e concentração dos recursos do programa no estado.

Originalidade/relevância - O artigo se enquadra como Direito Ambiental, Justiça Climática e Políticas Públicas Inovadoras, sendo uma obra inédita, e que analisa de forma direta a distribuição do ICMS-E, e a viabilidade econômica da referida política pública para os municípios paranaenses.

Resultados - Os resultados alcançados pelo método selecionado evidenciam a existência de uma concentração espacial na distribuição do ICMS-E no estado do Paraná, em especial nas Regiões Geográficas Intermediárias de Londrina, Toledo, Loanda e Francisco Beltrão, quando se considera a variável de interesse.

Contribuições teóricas/metodológicas – O levantamento teórico-metodológico realizado ao longo do artigo demonstrou como é a distribuição e a concentração espacial do ICMS-E no Paraná.

Contribuições sociais e ambientais – As principais contribuições socioambientais do artigo consistem em demonstrar a importância das práticas conservacionistas para o meio ambiente e a viabilidade econômica de políticas públicas de cunho ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento sustentável. ICMS Ecológico. Mananciais de abastecimento. Políticas públicas. Econometria Espacial.

Environmental preservation and public policies in Paraná: distribution of ecological ICMS (a Brazilian tax) through public water supply sources.

ABSTRACT

Objective – This article aims to analyze the spatial distribution and concentration of ICMS-E (Tax on the Circulation of Goods and Ecological Services) in the state of Paraná.

Methodology – The method selected for the analysis of spatial data related to ICMS-E was spatial econometrics, as this method allows for an analysis of neighborhood data, making possible a complete study of the distribution and concentration of the program's resources in the state.

Originality/Relevance – This article falls under the categories of Environmental Law, Climate Justice, and Innovative Public Policies, representing a groundbreaking work that directly analyzes the distribution of ICMS-E (a state-level sales tax) and the economic viability of this public policy for municipalities in Paraná state.

Results – The results obtained by the selected method demonstrate the existence of a spatial concentration in the distribution of the ecological ICMS (Tax on Circulation of Goods and Services) in the state of Paraná, especially in the Intermediate Geographic Regions of Londrina, Toledo, Loanda, and Francisco Beltrão, when considering the variable of interest.

Theoretical/Methodological Contributions – The theoretical and methodological survey conducted throughout this article demonstrated the spatial distribution and concentration of ICMS-E in Paraná.

Social and Environmental Contributions – The main socio-environmental contributions of the article consist of demonstrating the importance of conservation practices for the environment and the economic viability of public policies of an environmental nature.

KEYWORDS: Sustainable development. Ecological ICMS. Water supply sources. Public policies. Spatial econometrics.

Preservación ambiental y políticas públicas en Paraná: distribución del ICMS-E a través de fuentes públicas de abastecimiento de agua.

RESUMEN

Objetivo – Este artículo tiene como objetivo analizar la distribución espacial y la concentración del ICMS-E (Impuesto a la Circulación de Bienes y Servicios Ecológicos) en el estado de Paraná.

Metodología –El método seleccionado para el análisis de los datos espaciales relacionados con el ICMS-E fue la econometría espacial, ya que este método permite un análisis de datos vecinales, posibilitando un estudio completo de la distribución y concentración de los recursos del programa en el estado.

Originalidad/Relevancia – Este artículo se enmarca en las categorías de Derecho Ambiental, Justicia Climática y Políticas Públicas Innovadoras, representando un trabajo pionero que analiza directamente la distribución del ICMS-E (un impuesto estatal sobre las ventas) y la viabilidad económica de esta política pública para los municipios del estado de Paraná.

Resultados – Los resultados obtenidos por el método seleccionado demuestran la existencia de una concentración espacial en la distribución del ICMS-E (Impuesto sobre Circulación de Bienes y Servicios) en el estado de Paraná, especialmente en las Regiones Geográficas Intermedias de Londrina, Toledo, Loanda y Francisco Beltrão, al considerar la variable de interés.

Contribuciones Teóricas/Metodológicas – El estudio teórico y metodológico realizado a lo largo de este artículo demostró la distribución espacial y la concentración del ICMS-E en Paraná.

Contribuciones Sociales y Ambientales – Los principales aportes socioambientales del artículo consisten en demostrar la importancia de las prácticas de conservación del medio ambiente y la viabilidad económica de las políticas públicas de carácter ambiental.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo sostenible. ICMS ecológico. Fuentes de abastecimiento de agua. Políticas públicas. Econometría espacial.

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio, baseado na monocultura e na lógica do modo capitalista de produção, gera um impacto ambiental considerável. Por isso, é apontado como uma prática inadequada em relação ao uso sustentável do solo (Zanella; Lago, 2017; Prestes *et al.*, 2018).

As práticas conservacionistas nas atividades agropecuárias, quando adotadas, possuem um papel importante na preservação ambiental e na manutenção de nascentes e demais corpos hídricos, contribuindo para um maior equilíbrio entre a produção agrícola e a preservação ambiental (Crispim *et al.*, 2012; Bertusso *et al.*, 2019).

As práticas responsáveis no uso e ocupação do solo também incluem a recuperação e as práticas voltadas à preservação das nascentes, pois elas contribuem para o aumento no volume e na qualidade da água a ser utilizada na produção agropecuária e na distribuição para a população (Crispim *et al.*, 2012; Bertusso *et al.*, 2019).

O aumento no volume e na qualidade da água são fatores essenciais para a manutenção dos mananciais de abastecimento, que em sua função socioambiental abastecem as cidades e garantem aos municípios paranaenses a oportunidade de receberem recursos provenientes do ICMS-E (Sousa; Nakajima; Oliveira, 2011; Crispim *et al.*, 2012; IPARDES, 2024).

O ICMS-E é uma política pública, que visa promover o desenvolvimento sustentável, com base em um sistema de compensação financeira, no qual os municípios recebem recursos em troca da manutenção de Unidades de conservação (UCs) e Mananciais de Abastecimento Público (MAPs) em seus territórios, e enquanto ferramenta de gestão, provocou um aumento de 159,7% na área preservada no estado do Paraná entre os anos de 1991 e 2009, sendo uma política pública essencial para o desenvolvimento econômico enquadrado na ideia e na busca pela sustentabilidade (Sousa; Nakajima; Oliveira, 2011). Ressalta-se que, para se alcançar o objetivo da sustentabilidade, é necessário que haja uma integração entre as políticas públicas de preservação ambiental e as práticas conservacionistas no campo (Bertusso *et al.*, 2019; Rajendrakumar *et al.*, 2025; Benedettini; Adrodegari, 2026; Oliva *et al.*, 2026).

As políticas públicas de preservação ambiental e as práticas conservacionistas, devem estar pautadas na mitigação dos impactos ambientais, no aumento de áreas protegidas e na possibilidade da geração de receitas para os municípios que exercem as práticas que beneficiem o desenvolvimento sustentável (Sousa; Nakajima; Oliveira, 2011; Verdum; Vieira; Caneppele, 2016).

Para demonstrar a importância do ICMS-E, bem como dos mananciais de abastecimento, apresentamos ao longo do artigo, foram criadas figuras relacionadas a distribuição e concentração dos recursos do programa de incentivo fiscal, e tabelas referentes aos ganhos financeiros dos municípios referentes ao critério mananciais de abastecimento.

O artigo foi organizado em partes. Inicialmente discutiu-se sobre a prática da agricultura convencional e tecnificada (agronegócio) e alguns problemas oriundos desta prática em se tratando das áreas de nascentes. Em seguida, abordou-se sobre o ICMS-E e a sua distribuição e concentração no estado do Paraná. Por fim, apresentou-se as análises realizadas a partir da econometria espacial, metodologia esta que permite a análise dos dados de vizinhança.

2. IMPACTOS AMBIENTAIS DO AGRONEGÓCIO E A RECUPERAÇÃO DE NASCENTES

O setor primário, embora tenha uma participação de destaque no PIB, possui uma responsabilidade significativa nos impactos ambientais relacionados ao desmatamento, problemas relacionados ao solo devido ao uso de práticas não conservacionistas (Zanella; Lago, 2017; Vieira *et al.*, 2017; Prestes *et al.*, 2018; Gomes, 2019). Os impactos ambientais promovidos pela conduta do agro, por meio da prática relacionada a monocultura, são os mais diversos, podendo ocasionar no surgimento de erosões, e na mudança de ecossistemas causados pelo desmatamento da cobertura vegetal, prejudicando deste modo os biomas (Lima *et al.* 2011; Fauro; Toniol; Serra, 2016; Gomes, 2019; Mirza; Waseem; Rana, 2025). O desenvolvimento econômico sustentável é um desafio, pois é necessário que sejam considerados 3 variáveis importantes para a garantia desse processo, sendo elas “pessoas, planeta e lucros” (Zanella; Lago, 2017, p. 357).

Os desafios para se alcançar os resultados esperados, quando se analisa de forma criteriosa as ações do agronegócio sobre o meio ambiente, se tornam ainda mais complexos quando se observa as questões relacionadas à ausência das práticas conservacionistas e se avalia a violência no campo como uma prática e as desigualdades sociais aprofundadas pelo modelo econômico promovido pelo agronegócio (Welch; Fernandes, 2008; Zanella; Lago, 2017). A questão da desigualdade social afeta diretamente a questão do desenvolvimento sustentável, pois o conceito de desenvolvimento sustentável envolve a consideração pela redução das disparidades sociais, que afetam o desenvolvimento econômico, ambiental e social (Raveloaritiana e Wanger; Fernandes, 2012; Raveloaritiana e Wanger, 2026).

A caminhada na busca pela sustentabilidade como um modelo de desenvolvimento econômico perpassa por estágios importantes. De modo prático e direto, os impactos ambientais podem sofrer uma redução por meio do uso de práticas conservacionistas, que mitigam os impactos ambientais e promovem desenvolvimento com maior equilíbrio ambiental, como explicam Verdum, Vieira; Caneppele (2016).

Os autores destacam em seu texto a importância do uso de técnicas conservacionistas para a preservação ambiental e mitigação dos impactos. As práticas apontadas por eles promovem a redução da cobertura vegetal, que impacta de forma direta na qualidade do solo, pois a redução da cobertura vegetal implica no aumento do chamado efeito *splash*, ou seja, a água da chuva passa a incidir diretamente sobre o solo, com uma velocidade elevada, o que causa o efeito de compactação do solo, que por sua vez, provoca um aumento no nível do transporte de sedimentos, causando as erosões por meio do mau uso do solo.

As práticas conservacionistas são importantes para a minimização e a mitigação dos impactos ambientais. Deste modo, as boas práticas no campo, aliadas ao desenvolvimento e ao uso de novas tecnologias podem contribuir de forma direta para a melhoria da qualidade de vida e da qualidade ambiental, promovendo a redução da perda do solo, recuperando as nascentes e contribuindo para a redução do assoreamento de corpos hídricos (nascentes e rios) (Elias, 2006; Silva Júnior; Luvizotto, 2013; Gomes, 2019; Buchanan, Midgley; Strauss; Swanepoel, 2025).

A recuperação e a proteção das nascentes são fatores importantes para a conservação do meio ambiente, bem como para a manutenção dos serviços ecossistêmicos, ao passo que existem políticas públicas de incentivo fiscal (como o ICMS-E) que buscam promover a

preservação das nascentes por meio de um sistema de compensação financeira. E, deste modo, recuperar as nascentes e manter a qualidade da água pode gerar benefícios ambientais, sociais e econômicos (Crispim *et al.*, 2012; Tonial, 2015; Amaral, 2015; Gonçalves; Rocha, 2016; Bertusso *et al.*, 2019; Bento *et al.*, 2019; Rodrigues *et al.*, 2022; Fatima; Ying, 2025).

Para Crispim *et al.* (2012), existem exemplos práticos importantes, que devem ser considerados como casos de sucesso na recuperação de nascentes e áreas degradadas, como é o caso do município de Cruzeiro do Oeste-PR e do distrito de Piquirivaí (Campo Mourão), que obtiveram êxito na recuperação de suas nascentes, em um trabalho de recuperação ambiental, que contou com a participação popular em sua execução.

A preservação das nascentes é uma necessidade, pois a preocupação com as questões hídricas exige ações e práticas no campo que possam, de fato, solucionar os problemas relacionados aos impactos ambientais e a escassez de recursos hídricos disponíveis para o consumo populacional (Crispim *et al.*, 2012; Van Ittersum *et al.*, 2025).

Uma técnica que se destaca na recuperação e na proteção das nascentes é o solo-cimento, técnica essa que deve ser preferencialmente utilizada em pequenas propriedades, mas que possui bons resultados na proteção e preservação de nascentes (Crispim *et al.*, 2012).

Os cuidados relacionados ao desenvolvimento de meios para a proteção das nascentes vão além da criação de técnicas que possam preservar as nascentes, pois depende também de um arcabouço legislativo, que proteja as matas ciliares, pois a ausência delas gera um aumento no assoreamento de rios e demais corpos hídricos, (Valentim, 2014; Hawes *et al.* 2025; Khanna *et al.*, 2025; Barron-Gafford *et al.*, 2025).

A recuperação de nascentes em áreas rurais contribui de forma singular para a revitalização das bacias hidrográficas. Há uma melhoria de toda a biodiversidade local, sendo um importante avanço para o desenvolvimento socioambiental. Entretanto, destaca-se que a recuperação ambiental das nascentes depende do empenho dos proprietários de terras e de um corpo técnico eficiente para que os resultados esperados possam ser de fato atingidos (Beckauer; Destefani, 2018; Bertusso *et al.*, 2019; Mello *et al.*, 2023; Chaves, 2024; Krach; Daley; Liles, 2025; Khumalo; Sibanda; Mdoda, 2025; Kaewunruen *et al.*, 2026).

Para Chaves (2024), Halshoy, Hama e Braim (2025), o processo de recuperação de nascentes é importante porque contribui para a resiliência dos ecossistemas. A recuperação de nascentes é fundamental para a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, garantindo o desenvolvimento ecologicamente equilibrado. Para tanto, essas ações sustentáveis melhoram diretamente a qualidade e a quantidade de água disponível, tornando-se indispensáveis para a preservação dos mananciais de abastecimento público. Além disso, esse impacto positivo na qualidade da água tem um reflexo econômico significativo: no estado do Paraná, a existência e a proteção desses mananciais são critérios centrais para a distribuição do ICMS-E.

3. SOBRE O ICMS-E

A valoração das questões de cunho ambiental promoveu a busca por meios capazes de prover a questão da sustentabilidade. O desenvolvimento de políticas públicas voltadas à preservação ambiental no campo com o intuito de promover os meios para a preservação de nascentes, sobretudo por meio da promoção das questões socioambientais relacionadas ao sistema de compensação, que é possível chamar de Pagamento por Serviço Ambiental (PSA),

(Ring, 2008; Nascimento *et al.*, 2011, Comini *et al.*, 2019). Conforme destacam os autores, um exemplo evidente de PSA é o ICMS-E, pois funciona como uma forma de compensação financeira em virtude da existência de terras que não poderão ser utilizadas para a execução de atividades de alto impacto ambiental devido à existência de restrições ao uso e ocupação de solo.

Originado no estado do Paraná em 1991, o ICMS-E é uma ferramenta de gestão capaz de tratar de forma simultânea a respeito da preservação ambiental e do desenvolvimento econômico, possibilitando a geração de riquezas e desenvolvimento social nos locais onde de fato é implementado (Sousa, Nakajima; Oliveira, 2011). Os autores destacam ainda que, desde a sua implantação, os resultados provenientes da política pública, foram de fato positivos, pois houve um aumento 159,7% nas áreas protegidas no estado do Paraná entre os anos de 1991 e 2009.

Os impactos e benefícios sociais provenientes do ICMS-E são possíveis porque a Constituição Federal de 1988 garante aos estados a possibilidade de gerenciar e distribuir até 25% do ICMS por critérios ambientais. No estado do Paraná, 5% dos recursos destinados aos municípios seguem os critérios ambientais (Unidades de Conservação e Mananciais de Abastecimento Público), dividindo os recursos em partes iguais entre os critérios (Sousa; Nakajima; Oliveira, 2011; Nascimento *et al.*, 2011). A divisão do rateio de parte do ICMS-E seguindo os critérios ambientais proporciona aos municípios uma receita financeira considerável, o que de fato possibilita o incentivo na questão da preservação ambiental, sendo está uma política pública inovadora (Denardin; Loureiro; Sulzbach, 2008; Mattar *et al.*, 2023).

O ICMS-E, enquanto política pública, é responsável direto pela valorização e pelo destaque das UCs (Unidades de Conservação) e mananciais de abastecimento na matriz tributária dos municípios. Considerando o primeiro critério, é possível ter como exemplo o litoral do Paraná, que possui uma grande quantidade de áreas protegidas. O litoral do estado possui um total de 81 UCs, o que gera um volume significativo de recursos do ICMS-E para esta centralidade, (Denardin; Loureiro; Sulzbach, 2008; Drost, 2017).

A respeito dos mananciais de abastecimento público, é importante salientar que, este também é um critério que resulta no rateio do ICMS-E, gerando a possibilidade de um aumento real nas receitas municipais, o que de fato impacta significativamente na economia local (Denardin; Loureiro; Sulzbach, 2008).

A tabela 01 apresenta os municípios que mais recebem recursos advindos do ICMS-E somando as receitas dos critérios UCs (Unidades de Conservação) e MA (Mananciais de Abastecimento).

Tabela 1 – Receitas do ICMS-E

ICMS-E/Municípios	Total (R\$ 1,00) (2024)	UC (R\$ 1,00) (2024)	MA (R\$ 1,00) (2024)
Piraquara	48.540.307,62	1.549.174,72	46.991.132,90
São José dos Pinhais	20.039.658,94	763.660,87	19.275.998,07
Campo Magro	18.435.544,56	0	18.435.544,56
Castro	16.876.187,97	251.412,31	16.624.775,66
Carambeí	14.139.201,02	498.320,21	13.640.880,81
Cambé	13.252.840,15	381,24	13.252.458,91
Arapongas	10.460.505,29	55.314,56	10.405.190,73
Quatro Barras	10.733.121,44	425.842,38	10.307.279,06
Campo Largo	11.535.107,98	1.233.565,41	10.301.542,57
Rolândia	9.432.746,28	148.483,14	9.284.263,14

Mariópolis	7.994.808,99	0	7.994.808,99
Santa Terezinha de Itaipu	7.608.659,23	402.844,82	7.205.814,41
Mandaguari	7.169.265,98	10.427,51	7.158.838,48
Pinhais	6.688.573,26	0	6.688.573,26
Flor da Serra do Sul	6.126.289,41	15,62	6.126.273,78
Astorga	5.932.406,17	0	5.932.406,17
Almirante Tamandaré	5.540.621,79	231,21	5.540.390,59
Campina Grande do Sul	6.698.025,78	1.685.125,52	5.012.900,26
Apucarana	5.720.248,51	763.721,57	4.956.526,94
Fernandes Pinheiro	6.579.451,83	1.760.757,23	4.818.694,60
Total	239.503.572,21	9.549.278,32	229.954.293,89

Fonte: IPARDES, 2024.

Os dados expressam o impacto econômico nos municípios que mais recebem recursos do ICMS-E, considerando os critérios mananciais de abastecimento e UCs, os recursos distribuídos contribuem com o desenvolvimento econômico e social das cidades citadas ao passo em que se preserva o meio ambiente no estado (IPARDES, 2024). A respeito dos mananciais de abastecimento, é necessário compreender de fato a sua importância enquanto critério para a preservação ambiental e distribuição dos recursos do ICMS-E, sendo necessário cuidar de suas vulnerabilidades, para melhorar a qualidade da água enquanto um bem público (Bento *et al.*, 2019).

4. MANANCIAS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO NO PARANÁ

A manutenção dos mananciais de abastecimento é um fator decisivo para a preservação do meio ambiente, para a garantia da qualidade dos serviços ecossistêmicos (produtos fornecidos pelo meio ambiente), mantendo deste modo a preservação dos serviços ambientais, que são fundamentais para o desenvolvimento socioeconômico e socioambiental (Bento *et al.*, 2019). A divisão dos recursos pelo critério citado é importante, não somente por destinar os recursos em troca da manutenção dos mananciais de abastecimento, mas também por exigir um nível de qualidade da água a ser mantida e devidamente consumida pela população, deste modo o valor distribuídos aos municípios é regulamentado por resoluções (estaduais), que definem os parâmetros de qualidade da água e o valor a ser distribuído a cada município, Resolução SEDEST (Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável) N° 049/2021; Resolução SEDEST N° 052/2023 Paraná (2021, 2023).

Os mananciais de abastecimento público, devido a sua sensibilidade, precisam ser devidamente protegidos por meio das ferramentas de gestão pública (EIA/RIMA), para a promoção do licenciamento que regule o uso e a ocupação do solo pertencentes as bacias hidrográficas, com o intuito de protegê-las (Gonçalves; Rocha, 2016). A questão dos mananciais se torna ainda mais sensível, quando se analisa as bacias hidrográficas, ou corpos hídricos que se encontram no entorno das rodovias, pois estas estão mais sujeitas a grandes impactos ambientais causados por acidentes, vazamento de óleo em grandes quantidades, o que pode impactar de forma significativa na qualidade da água, e no abastecimento público (urbano e rural), causando impactos ambientais severos (Bento et al, 2019).

A preocupação com os mananciais é um ponto a ser considerado, pois é necessário que a qualidade dos recursos hídricos seja mantida, e de fato, para se atingir os resultados esperados, é necessário que haja a criação de protocolos capazes de garantir a qualidade da

água a ser consumida pela população, ao passo que é importante que haja uma gestão integrada dos recursos hídricos, com uma parceria entre a academia, poder público e a sociedade civil (Bento *et al.*, 2019). Conforme os autores, os desastres ambientais podem ser evitados, ou minimizados por ações públicas que permitam a identificação de localidades frágeis, que não comportem atividades de grande impacto ambiental, pois deste zoneando tais áreas é possível tomar medias direcionadas e eficientes para se minimizar os impactos ambientais.

Logo, o uso e a ocupação do solo é um fator importante quando se trata da qualidade da água, pois os impactos ambientais podem ser de fato decisivos na distribuição do ICMS-E, no abastecimento urbano e na qualidade do serviço ambiental, a questão hídrica deve ser considerada no planejamento de políticas públicas (estaduais, municipais) visando a garantia do desenvolvimento sustentável (Valentim, 2014, Gonçalves; Rocha, 2016; Bento *et al.*, 2019). A proteção ambiental exercida sobre os mananciais de abastecimento deve ser tratada como uma questão prioritária, visando a garantia da qualidade ambiental e do desenvolvimento socioeconômico, sendo necessário a existência de investimentos públicos na manutenção da qualidade e disponibilidade hídrica, Resolução SEDEST N° 049/2021; Resolução SEDEST N° 052/2023, Paraná (2021, 2023).

Quanto a questão relacionada a qualidade da água é um fator observado no ICMS-E, ressaltando-se aqui, que o critério mananciais de abastecimento é responsável direto por 50% dos recursos destinados ao repasse por meio do PSA (Pagamento por Serviço Ambiental), gerando uma compensação financeira eficaz, que beneficia o meio ambiente e a economia, pois o ICMS-E possui uma análise quali quantitativa, onde se distribui os recursos mediante a análise da qualidade da preservação ambiental, (Valentim, 2014; Gonçalves; Rocha, 2016; Bento *et al.* 2019 Paraná, 2021; 2023).

A tabela 02, apresenta os 20 municípios que mais recebem o ICMS-E pelo critério dos mananciais de abastecimento público, com o destaque para os municípios de Piraquara, São José dos Pinhais e Campo Magro, que são as cidades que mais recebem os recursos pelo critério citado (IPARDES, 2024).

Tabela 2 – ICMS-E por Manancial de Abastecimento

ICMS-E – Mananciais de Abastecimento (2024)	Valor Total (R\$ 1,00)
Piraquara	46.991.132,90
São José dos Pinhais	19.275.998,07
Campo Magro	18.435.544,56
Castro	16.624.775,66
Carambeí	13.640.880,81
Cambé	13.252.458,91
Arapongas	10.405.190,73
Quatro Barras	10.307.279,06
Campo Largo	10.301.542,57
Rolândia	9.284.263,14
Mariópolis	7.994.808,99
Santa Terezinha de Itaipu	7.205.814,41
Mandaguari	7.158.838,48
Pinhais	6.688.573,26
Flor da Serra do Sul	6.126.273,78
Astorga	5.932.406,17

Almirante Tamandaré	5.540.390,59
Campina Grande do Sul	5.012.900,26
Apucarana	4.956.526,94
Fernandes Pinheiro	4.818.694,60
Total	229.954.293,89

Fonte: IPARDES, 2024. Os autores, 2025.

Assim, a responsabilidade com o meio ambiente é um fator a ser devidamente analisado, pois o ICMS-E distribui recursos, e responsabilidades aos municípios a medida em que gera recursos e espera em contrapartida um resultado voltado em ações de preservação ambiental e melhoria na qualidade ambiental ainda que os recursos distribuídos pelo ICMS-E não possuam a obrigação legal de estarem vinculados em programas ambientais, espera-se que o saldo da preservação ambiental se torne positivo mediante o incentivo financeiro do ICMS-E, (Denardin, Loureiro; Sulzbach, 2008; Valentim, 2014; Paraná 2021, 2023; Mattar *et al.*, 2023).

5. METODOLOGIA

Para estimar a importância econômica do ICMS-E (critério mananciais de abastecimento) no estado do Paraná, e analisar a distribuição dos recursos do programa pesquisa optou pelo uso da econometria espacial, pois por meio deste método é possível realizar a análise matricial de vizinhança, em outras palavras, o método permite uma análise precisa dos dados de agrupamento, no caso específico deste artigo, os dados de agrupamento são referentes a distribuição espacial do ICMS-E, permitindo observar por meio da geração de figuras e gráficos se há ou não alguma aglomeração espacial na distribuição dos recursos do programa.

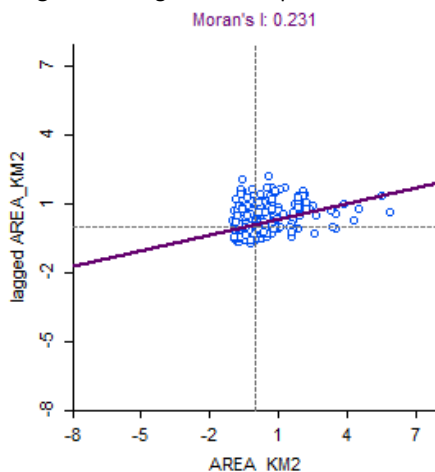
O cálculo referente ao método escolhido foi realizado com o uso do software GEODA, que permitiu o uso da matriz de pesos espaciais, a referida matriz é a responsável inicial para a execução do cálculo, tendo em vista que os dados de pesos espaciais fazem a análise de vizinhança, que resultará na elaboração dos gráficos e das figuras que serão usadas ao longo da averiguação dos resultados, (Neves *et al.*, 2016; Jin; Lee; Yang 2024; Zhou *et al.*, 2025; Wu e Chen 2026). Em uma descrição mais detalhada do cálculo realizado, a priori foi escolhido um arquivo SHP dos municípios do estado do Paraná junto ao site do IBGE, após a coleta do arquivo, foi realizado um levantamento de dados junto ao IPARDES (2024) para a coleta de dados referentes ao ICMS-E (mananciais de abastecimento), após essa nova coleta, o arquivo foi salvo em CSV (Separados por Vírgula), para que posteriormente fosse de fato mesclado na tabela de atributos do arquivo SHP dos municípios do Paraná. Após esse procedimento, foi gerado a matriz de pesos espaciais, onde para possibilitar uma melhor análise espacial, optou-se pelo uso de ordem de contiguidade de número dois, sem incluir os números referentes a ordens inferiores, posteriormente foi gerado o gráfico de dispersão de Moran, onde foi analisado a existência da concentração dos recursos do ICMS-E.

5.1 O USO DO DIAGRAMA DE DISPERSÃO DE MORAN

O diagrama de dispersão de Moran é utilizado no cálculo, pois permite uma análise de dados profunda, e realiza uma correlação dos dados, traduzindo as informações obtidas em

gráficos e mapas ao realizar um estudo sobre a autocorrelação dos dados (Almeida 2012; Fülle e Otto 2023; Mueller e Watson 2024; Dogbey; Gueye; Peterson 2024; Furková; Knížat, 2024; Grajeda; López 2024). A figura 1 apresenta o gráfico de dispersão de Moran referente ao critério Mananciais de Abastecimento.

Figura 01. Diagrama de dispersão de Moran



Fonte: IPARDES, 2024. Org. Os autores 2025.

O diagrama de dispersão de Moran possui como característica o fornecimento de valores lineares agrupados em Alto-Alto, Alto-Baixo e Baixo-Baixo, (Neves *et al.*, 2016). A figura 02 apresenta essa representação de agrupamento, demonstra o funcionamento dos valores lineares agrupados.

Figura 02. Distribuição linear de Moran

BA	AA
BB	AB

Fonte: Neves *et al.* (2016).

Os cálculos estatísticos de Moran podem ser dados por meio de duas fórmulas diferentes, mas que proporcionam o mesmo resultado para o cálculo em questão, a primeira fórmula é dada pela regressão linear apresentada pela figura 3, com base no trabalho de Neves *et al.* (2016).

Figura 03. Regressão linear de Moran

$$I = \frac{n z'Wz}{S_0 z'z}$$

Fonte: Neves *et al.* (2016)

O cálculo da econometria espacial, como dito, pode ser dado por meio do cálculo de matrizes, seguindo a lógica do cálculo apresentado pela figura 4, como aponta Neves *et al.*, (2016).

Figura 04. Cálculo matricial de Moran

$$I = \frac{n \sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{S_0 \sum_{i=1}^n \bar{z}^2}$$

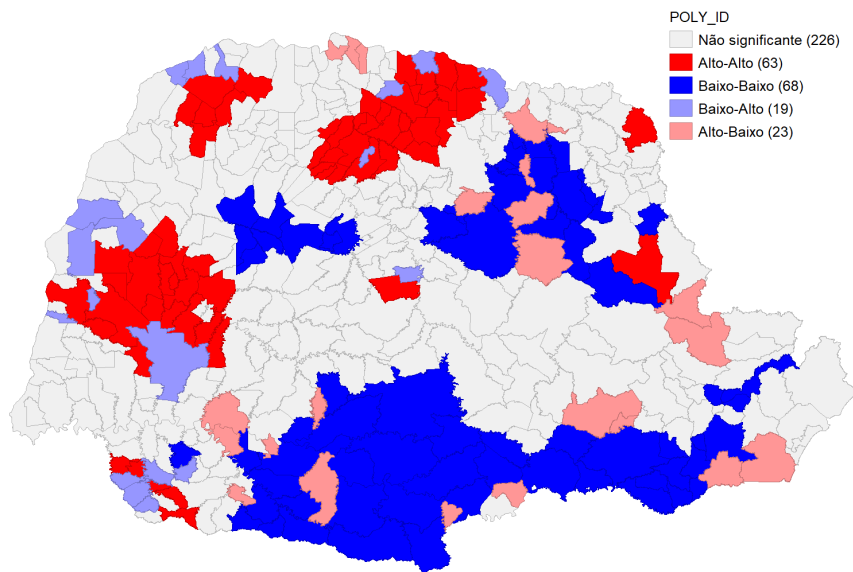
Fonte: Neves *et al.* (2016).

A respeito dos cálculos realizados para a obtenção dos resultados, em uma breve explicação, o número de regiões é dado pela letra “n”, enquanto os valores das variáveis são dados por “z”. Os valores médios das variáveis relacionadas aos vizinhos próximos são dados por “Wz”. Os dados de determinada região “i” e os dados da região “j” estão agrupados, ou representados na fórmula por “Wij”, como aponta Neves *et al.* (2016). Os autores ainda apresentam um ponto importante sobre o elemento “S0”, pois este elemento representa a soma, apontando para a importância de se somar todos os elementos da matriz de pesos espaciais pertencentes ao elemento W (Neves *et al.* 2016; Fülle; Otto 2023; Debarsy; Gallo 2025).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A preservação ambiental mostrou-se uma pauta importante a ser discutida, para que seja possível encontrar o equilíbrio entre a produção de bens e serviços e a preservação ambiental, dentro deste espectro, surge a ideia do ICMS-E enquanto ferramenta de gestão pública, pautada em uma ideia de compensação financeira pela restrição no uso e ocupação do solo, (Nascimento *et al.*, 2011). O ICMS-E é uma ferramenta de gestão eficiente, que promove o incentivo financeiro em troca da preservação ambiental, ao passo em que gera receitas aos municípios que atendem aos critérios mínimos estabelecidos para o recebimento dos recursos, (Sousa; Nakajima; Oliveira, 2011; Schennach; Starck, 2025; Cen; Chen; Lam 2026). A figura 5 apresenta a concentração dos recursos do ICMS-E pelo critério manancial de abastecimento.

Figura 05. Grau de agrupamento do ICMS-E



Fonte: IPARDES, 2024. Org. Os autores, 2025.

O cálculo referente a econometria espacial gerou como produto final a figura 05, que apresenta, por fim, o agrupamento da distribuição do ICMS-E em seu grau de importância econômica para os municípios, a divisão foi efetuada em 04 grupos, em vermelho escuro Alto-Alto Municípios que recebem muito e estão agrupadas entre si), em azul escuro o Baixo-Baixo (o oposto da afirmação anterior), em azul claro o Baixo-Alto, que são municípios que recebem pouco e estão agrupadas próxima os municípios que recebem muito, e em vermelho claro são os municípios que recebem um alto valor de ICMS-E e estão agrupadas próximo as cidades que recebem menos recursos provenientes do programa (IPARDES, 2024).

Sendo assim, estudar e analisar a distribuição dos recursos do ICMS-E por meio dos dados de agrupamentos é importante, pois permite uma compreensão maior a respeito da espacialização do ICMS-E. Com base nos cálculos da econometria espacial, é possível destacar a existência de um certo nível de concentração de recursos em algumas Regiões Geográficas Imediatas (RGIs), com o destaque para as RGIs de Londrina, Toledo, Loanda e Francisco Beltrão, que possuem um número considerável de municípios que recebem um alto valor de ICMS-E, considerando a variável de interesse (MAPs). Analisando as RGIs detalhadamente, é possível destacar algumas cidades das citadas regiões, como por exemplo, Arapongas (RGI de Londrina), Toledo (RGI de Toledo), Santa Mônica (RGI de Loanda) e Manfrinópolis (RGI de Francisco Beltrão) como algumas cidades que mais recebem ICMS-E em suas respectivas regiões, por intermédio da variável de interesse. Cabe ressaltar que a econometria espacial pode e deve ser utilizada para toda e qualquer análise de distribuição espacial, assim como pode ser devidamente empregada para a compreensão e análise do ICMS-E nos demais estados brasileiros.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentou a importância da recuperação das nascentes para a manutenção dos mananciais de abastecimento e demonstrou como é essencial as práticas conservacionistas para a produção sustentável no espaço rural. Os mananciais de abastecimento público,

preservados e com água de qualidade, são uma peça indispensável para a geração de receita dos municípios, pois é um dos critérios para a distribuição do ICMS-E no estado do Paraná.

O artigo, realizou um estudo referente a distribuição espacial do ICMS-E, considerando apenas a distribuição por meio do critério mananciais de abastecimento, e, de fato, foi constatado uma concentração na distribuição dos recursos entre os municípios que melhor preservaram os seus mananciais, seguindo os critérios da legislação paranaense.

Como resultado da pesquisa é possível observar a importância das práticas conservacionistas para o campo no que tange à recuperação e à preservação das nascentes. Considerando o aumento no volume de água provocado pela recuperação e manutenção das nascentes, a investigação constatou que o aumento na qualidade e na quantidade de água nos mananciais de abastecimento pode ocasionar em um aumento nas receitas dos municípios por meio do ICMS-E.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Eduardo. **Econometria Espacial Aplicada**, Editora Alínea, Campinas SP, 2012.

AMARAL, Vinicius Lopes do. **Recuperação de nascente em área rural do município de Guaraniçu/PR com comparativo de amostras de análises de água**. 2015. 35 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/22626/2/MD_GAMUNI_2014_2_130.pdf. Acesso em: 14 jul. 2025.

BARRON-GAFFORD, Greg A.; MURPHY, Patrick; SALAZAR, Alyssa; LEPLEY, Kai; ROUINI, Nesrine; BARNETT-MORENO, Isaiah; MACKNICK, Jordan E.. Agrivoltaics as a climate-smart and resilient solution for midday depression in photosynthesis in dryland regions. **Npj Sustainable Agriculture**, Nova York, v. 3, n. 1, p. 1-11, 6 jun. 2025. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s44264-025-00073-1>. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s44264-025-00073-1>. Acesso em: 12 fev. 2026.

BECKAUSER, Maria Carolina; DESTEFANI, Edilaine Valéria. Impactos ambientais e grau de preservação em nascentes urbanas de Paranavaí - PR. In: I SINAGGET E XXXIV SEMAGEO, 1., 2018, Londrina. **Anais do I SINAGGET e XXXIV SEMAGEO da Universidade Estadual de Londrina**. Londrina: Uel, 2018. v. 1, p. 363-375. Disponível em: <https://anais.uel.br/portal/index.php/sinagget/article/view/407/326>. Acesso em: 01 set. 2025.

BENEDETTINI, Ornella; ADRODEGARI, Federico. Moving to sustainable servitization: categorisation and analysis of underlying approaches. **Journal Of Cleaner Production**, Bari, v. 545, p. 147716, fev. 2026. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2026.147716>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652626002556?via%3Dihub>. Acesso em: 11 fev. 2026

BENTO, Juliana; CALDEIRA, Luis Fernando da Rosa; MEDEIROS, Gabriela; GONZALEZ, Aline Costa; CARNIATTO, Irene. Elaboração de protocolo de avaliação rápida para vulnerabilidade dos mananciais de abastecimento próximos às rodovias. **International Journal Of Environmental Resilience Research And Science**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-15, 1 dez. 2019. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE. <http://dx.doi.org/10.48075/ijerrs.v1i1.25766>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ijerrs/issue/view/1184>. Acesso em: 14 jul. 2025.

BERTUSSO, Fernando Rodrigo *et al.* Recuperação de nascentes em propriedades rurais do município de Cruzeiro Do Oeste, PR. **Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 995-1007, maio 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/1906>. Acesso em: 14 jul. 2025.

BUCHANAN, Kent; MIDGLEY, Stephanie J.e.; STRAUSS, Johann; SWANEPOEL, Pieter. Cultivating climate-smart crop systems: a systematic map of agronomic interventions in a mediterranean-type climate. **Frontiers In Agronomy**, Lausanne, v. 7, n. 1, p. 1-15, 12 set. 2025. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fagro.2025.1632146>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/agronomy/articles/10.3389/fagro.2025.1632146/full>. Acesso em: 12 fev. 2026.

CHAVES, Jean Carlos. **Análise do processo de recuperação de três nascentes no município de Pitanga - PR**. 2024. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, Universidade

27, n. 4, p. 378-393, 30 maio 2017. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/eet.1760>. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/eet.1760?utm_source=researchgate.net&utm_medium=article. Acesso em: 11 fev. 2026.

ELIAS, Denise. Agronegócio e desigualdades socioespaciais. In: ELIAS, Denise.; PEQUENO, Renato. *Difusão do agronegócio e novas dinâmicas socioespaciais*. Fortaleza: BNB. 2006, p. 25-82.

FAURO, Janice Costa da Silva; TONIOL, Fernanda Perdigão da Fonseca; SERRA, Elpídio. Técnicas agrícolas, preservação e impactos ambientais na região oeste do Paraná. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 302-322, 10 maio 2016. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v36i0.43667>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/43667/28009>. Acesso em: 24 jul. 2025.

FATIMA, Sidra; YING, Zhang. Enhancing agricultural productivity and food security through circular sustainability practices: a pathway to achieving sustainable development goal 2. **Journal Of Environmental Management**, Pequim, v. 389, n. 1, p. 1-12, ago. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126237>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479725022133>. Acesso em: 11 fev. 2026.

FERNANDES, Bernardo Mançano. A territorialização do MST - movimento dos trabalhadores rurais sem-terra - Brasil. **Revista Nera**, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 1-43, 29 maio 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.47946/rnera.v0i1.1495>. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/1495>. Acesso em: 01 set. 2025.

FURKOVÁ, Andrea; KNÍŽAT, Peter. Beyond Parametric Bounds: exploring regional unemployment patterns using semiparametric spatial autoregression. **Business Systems Research Journal**, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 48-66, 10 out. 2024. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/bsrj-2024-0017>. Disponível em: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/318845/1/1908913916.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2026.

FÜLLE, Markus J.; OTTO, Philipp. Spatial GARCH models for unknown spatial locations – an application to financial stock returns. **Spatial Economic Analysis**, [S.L.], v. 19, n. 1, p. 92-105, 6 set. 2023. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17421772.2023.2237067>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17421772.2023.2237067>. Acesso em: 12 fev. 2026.

GRAJEDA, Mauricio Ramírez; LÓPEZ, Andrés Jerson Millán. Measuring economic performance at municipal level from outer space: the case of Mexico. **EconoQuantum**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 165-183, 17 dez. 2024. EconoQuantum. <http://dx.doi.org/10.18381/eq.v22i1.7356>. Disponível em: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-66222025000100165. Acesso em: 12 fev. 2026.

GOMES, Cecília Siman. Impactos da expansão do agronegócio brasileiro na conservação dos recursos naturais. **Cadernos do Leste**, Belo Horizonte, v. 19, n. 19, p. 63-78, 13 jun. 2019. Even3. <http://dx.doi.org/10.29327/248949.19.19-4>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/13160>. Acesso em: 15 jul. 2025.

GONÇALVES, Daniel Ruiz Potma; ROCHA, Carlos Hugo. Indicadores de qualidade da água e padrões de uso da terra em bacias hidrográficas no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 51, n. 9, p. 1172-1183, set. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000900017>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/XTGxJp4DSsBQyXTG4wkY9s/?lang=pt>. Acesso em: 14 jul. 2025.

HAWES, Cathy; CHRISTIE, Andrew; BANKS, Gillian; BOLDRIN, David; BRANDT, Jacqueline; IANNETTA, Pietro; SWYST, Isabella; TURNER, Izzy. Long-term regenerative practices enhance in-field biodiversity and soil health for sustainable crop yields. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-18, 6 out. 2025. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2025.1651686>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2025.1651686/full>. Acesso em: 11 fev. 2026.

IPARDES. **Base de dados do estado**. 2024. Disponível em: <https://www.ipardes.pr.gov.br/Pagina/Base-de-Dados-do-Estado>. Acesso em: 25 jul. 2025.

HALSHOY, Hawar Sleman; HAMA, Jawameer R.; BRAIM, Shwana Ahmed. Selective agricultural and environmental practices to sustain food production and mitigate climate change. **Cogent Food & Agriculture**, [S.L.], v. 11, n. 1, p. 1-20, 21 set. 2025. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/23311932.2025.2562179>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epdf/10.1080/23311932.2025.2562179?needAccess=true>. Acesso em: 11 fev. 2026.

JIN, Fei; LEE, Lung-Fei; YANG, Kai. Best linear and quadratic moments for spatial econometric models with an application to spatial interdependence patterns of employment growth in US counties. **Journal Of Applied Econometrics**, [S.L.], v. 39, n. 4, p. 640-658, 16 mar. 2024. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jae.3046>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jae.3046>. Acesso em: 12 fev. 2026.

KAEWUNRUEN, Sakdirat; QIN, Xia; CVETKOVSKA, Meri; TORNAGHI, Marco Lamperti; ÇOLAKOĞLU, Meryem Birgül; TSIKALOUKAKI, Katerina; UNGUREANU, Daniel-Viorel. New Insights into Technical Challenges and Barriers for Implementing Circular Strategies Within the Built Environment. **Circular Economy And Sustainability**, Berlim, v. 6, n. 1, p. 1-36, fev. 2026. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s43615-026-00785-7>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s43615-026-00785-7>. Acesso em: 11 fev. 2026.

KHANNA, Madhu; BASSO, Bruno; O'HARA, Jeff; ZILBERMAN, David; HOCHMAN, Gal. Climate-smart biofuel policy as a pathway to decarbonize agriculture. **Science**, [S.L.], v. 389, n. 6761, p. 687-689, 14 ago. 2025. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/science.adw6739>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40811527/>. Acesso em: 11 fev. 2026.

KRACH, Raquel J.; DALEY, Cynthia A.; LILES, Garrett C.. Climate smart management practices add value to mature organic almond production system. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 1-20, 21 mar. 2025. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fsufs.2025.1527898>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/sustainable-food-systems/articles/10.3389/fsufs.2025.1527898/full>. Acesso em: 11 fev. 2026.

KHUMALO, Nolwazi Z.; SIBANDA, Melusi; MDODA, Lelethu. The effect of heterogeneous adoption of climate-smart agriculture practices on household food and nutrition security of small-scale urban crop farmers in eThekweni Municipality. **Plos Climate**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 1-34, 10 jan. 2025. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pclm.0000551>. Disponível em: <https://journals.plos.org/climate/article?id=10.1371/journal.pclm.0000551>. Acesso em: 11 fev. 2026.

LIMA, Sandra Santana de; LEITE, Luiz Fernando Carvalho; OLIVEIRA, Francisco das Chagas; COSTA, Daniela Batista da. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em argissolo vermelho-amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. **Revista Árvore**, [S.L.], v. 35, n. 1, p. 51-60, fev. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-67622011000100006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/DvYcwJFGb9sdds9LckWgHGK/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 24 jul. 2025.

MATTAR, Eduardo Abilhoa *et al.* ICMS ecológico, pagamentos por serviços ambientais e as RPPN no estado do Paraná. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [S.L.], v. 61, n. 5, p. 456-479, 14 jun. 2023. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v61i0.80316>. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/80316/49592>. Acesso em: 14 jul. 2025.

MELLO, Kaline de; TAVARES, Paulo André; VON GLEHN, Helena de Queiroz Carrascosa; NALON, Marco Aurélio; SPAROVEK, Gerd. The São Paulo State (Brazil) Ecological Fiscal Transfer: distributive and environmental effects. **Perspectives In Ecology And Conservation**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 318-325, out. 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pecon.2023.11.001>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2530064423000731?via%3Dihub>. Acesso em: 11 fev. 2026.
Citação com autor incluído no texto: Mello, Tavares, Von Glehn, Nalon e Sparovek (2023)

MIRZA, Muhammad Noor e Elahi; WASEEM, Hassam Bin; RANA, Irfan Ahmad. Urban agriculture and sustainability: a systematic review and thematic trends. **World Development Sustainability**, [S.L.], v. 7, p. 100245, dez. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wds.2025.100245>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/journal/world-development-sustainability/vol/7/suppl/C>. Acesso em: 11 fev. 2026.

MUELLER, Ulrich; WATSON, Mark. Replication Files for. **Econométrica**, [S.L.], p. 1-35, 15 maio 2024. Zenodo. <http://dx.doi.org/10.5281/ZENODO.11199509>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.3982/ECTA21654?af=R>. Acesso em: 12 fev. 2026.

NASCIMENTO, Vanessa Marcela *et al.* ICMS - ECOLÓGICO: análise dos aspectos financeiros e de sustentabilidade nos municípios do estado do paraná. **Capital Científico**, Guarapuava, v. 9, n. 2, p. 71-83, dez. 2011. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/capitalcientifico/article/view/1145>. Acesso em: 14 jul. 2025.

NEVES, Cleverson *et al.* Análise do índice de gini nos municípios de Santa Catarina em 2000 E 2010: uma abordagem exploratória de dados espaciais. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU)**, Londrina, v. 9, n. 2, p. 209-227, 17 jun. 2016. Disponível em: <https://www.revistaaber.org.br/rberu/article/view/145>. Acesso em: 01 set. 2025.

OLIVA, Stefania; SEDITA, Silvia Rita; NONI, Ivan de; ORSI, Luigi. I feel good: exploring the influence of social and environmental dimensions of regional development on the subjective well-being of european citizens. **European Research On Management And Business Economics**, Florença, v. 32, n. 1, p. 1-12, jan. 2026. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.iedeen.2026.100305>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2444883426000069>. Acesso em: 11 fev. 2026.

PARANÁ. Governo do Estado do Paraná. Resolução Sedest nº 49, de 27 de setembro de 2021. **Resolução**. 11494. ed. Curitiba, PR, 31 ago. 2023. v. 1, n. 34, p. 1-8. Disponível em: <https://www.cedca.pr.gov.br/Pagina/Deliberacoes-2023>. Acesso em: 15 jul. 2025.

PARANÁ. Governo do estado do Paraná. Resolução Sedest nº 52, de 17 de Novembro de 2023. **Resolução**. 1762 Disponível em: https://www.sedest.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-12/052resolucao2023designagestorefiscalkitambiental2.pdf. Acesso em: 15 jul. 2025.

PRESTES, Andréia Ferreira *et al.* Impacto do agronegócio no desenvolvimento sustentável paranaense. **Revista de Política Agrícola**, Brasil, v. 27, n. 03, p. 114-130, jul. 2018. Disponível em:

<https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1448>. Acesso em: 24 jul. 2025.

RAJENDRAKUMAR, Selvaraj; MAVHAIRE, D.; SHIMLY, S.; RAHUT, Dil Bahadur; THARANIDEVI, N.; RAMACHANDRAN, V.s.; TIMILSINA, Raja Rajendra. Drivers and barriers towards achieving SDG 6 on clean water and sanitation for all - an Indian perspective. **World Development Sustainability**, Mumbai, v. 7, n. 1, p. 100228, dez. 2025. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.wds.2025.100228>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772655X25000266>. Acesso em: 11 fev. 2026.

RAVELOARITIANA, Estelle; WANGER, Thomas Cherico. Long-term agricultural diversification increases financial profitability, biodiversity, and ecosystem services: a second-order meta-analysis. **Nature Communications**, Nova York, v. 17, n. 1, p. 1-10, 26 jan. 2026. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-025-67757-7>. Disponível em:

https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12847752/pdf/41467_2025_Article_67757.pdf. Acesso em: 12 fev. 2026.

RING, Irene. Integrating local ecological services into intergovernmental fiscal transfers: the case of the ecological icms in brazil. **Land Use Policy**, [S.L.], v. 25, n. 4, p. 485-497, out. 2008. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2007.11.001>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837707000865?via%3Dihub>. Acesso em: 11 fev. 2026.

RODRIGUES, Marilucia Cyrino; TOMAZONI, Julio Caetano; GUIMARÃES, Elisete. Qualidade da Água da Bacia do Rio Capivara, Manancial de Abastecimento do Município de São João-PR. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Francisco Beltrão, v. 8, n. 1, p. 81-92, 15 jul. 2022. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbge/article/view/233384>. Acesso em: 15 jul. 2025.

SCHENNACH, Susanne M.; STARCK, Vincent. Using spatial modeling to address covariate measurement error. **Arxiv (Economics – Econometrics)**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-45, 06 nov. 2025. ArXiv.

<http://dx.doi.org/10.48550/ARXIV.2511.03306>. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2511.03306>. Acesso em: 12

fev. 2026.

SILVA JUNIOR, Jorge Gama da; LUVIZOTTO, Caroline Kraus. Sustentabilidade do agronegócio: um panorama sociológico. **Colloquium Humanarum**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 585-593, 25 out. 2013. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/ch.2013.v10.nesp.000500>. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/314434269_SUSTENTABILIDADE_DO_AGRONEGOCIO_UM_PANORAMA_SOCIOLOGICO. Acesso em: 24 jul. 2025

SOUSA, Roberto Mediato Cunha de; NAKAJIMA, Nelson Yoshihiro; OLIVEIRA, Edilson Batista de. ICMS-E: instrumento de gestão ambiental. **Perspectiva**, Erechim, v. 35, n. 129, p. 1-18, mar. 2011. Disponível em:

https://uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/129_152.pdf. Acesso em: 14 jul. 2025.

TONIAL, Ramiro. **Levantamento e análise para a recuperação das nascentes e mata ciliar que compõem o rio Pato Branco**. 2015. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônoma, Universidade Tecnológica do Paraná, Pato Branco, 2015. Cap. 1. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14072>. Acesso em: 15 jul. 2025.

VALENTIM, Delma Barboza. **Diagnóstico e recuperação de matas ciliares em nascentes da cidade de Goioerê-PR: uma experiência em educação ambiental**. 2014. 59 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação em

Ensino de Ciências, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014. Cap. 5. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/21708>. Acesso em: 14 jul. 2025.

VAN ITTERSUM, Martin K.; SILVA, João Vasco; BOMMARCO, Riccardo; HIJBEEK, Renske; LUNDIN, Ola; NANDILLON, Romain; BERGKVIST, Göran; MENEGAT, Alexander; ÖBORN, Ingrid; SÖDERHOLM-EMAS, Annika. Narrowing the ecological yield gap to sustain crop yields with less inputs. **Global Food Security**, Nova York, v. 45, n. 1, p. 100857, jun. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gfs.2025.100857>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221191242500032X?via%3Dihub>. Acesso em: 12 fev. 2026.

VIEIRA, Marcos Geraldo; STEINKE, Gleiciéli; ARIAS, Jean Lucas; PRIMEL, Ednei Gilberto; CABRERA, Liziara da Costa. Avaliação da Contaminação por Agrotóxicos em Mananciais de Municípios da Região Sudoeste do Paraná. **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 1-13, 21 ago. 2017. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/1865>. Acesso em: 15 jul. 2025.

VERDUM, Roberto; VIEIRA, Carmem Lucas; CANEPELE, Jean Carlo Gessi. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: Ufrgs, 2016. 54 p. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/189684/001007309.pdf?sequence=1>. Acesso em: 24 jul. 2025.

WELCH, Cliford. Andrew.; FERNANDES, Bernardo. Mançano. Agricultura e Mercado: campesinato e agronegócio da laranja nos EUA e Brasil. In: PAULINO, Eliane. Tomiasi.; FABRINI, João. Edmilson. (Orgs.). **Campesinato e Territórios em Disputa**. São Paulo: Expressão Popular, 2008.

WU, Qiqi; CHEN, Wei. How can carbon finance drive renewable energy resilience? Insights from spatial spillovers. **Energy**, [S.L.], v. 346, p. 1-35, mar. 2026. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2026.140224>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/391870963_Spatial_insights_into_green_finance_development_and_energ_efficiency_in_China. Acesso em: 12 fev. 2026.

ZANELLA, Tamara Pereira; LAGO, Sandra Mara Stocker. A produção científica brasileira sobre a sustentabilidade no agronegócio: um recorte temporal entre 2005 e 2015. *Organizações Rurais e Agroindustriais*, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 356-370, 19 abr. 2017. **Revista Organizações Rurais & Agroindustriais (OR&A)**. <http://dx.doi.org/10.21714/2238-68902016v18n4p356>.

ZHOU, Jia-He; KONG, Wei-Long; WANG, Xing-Bang; ZHANG, Zheng-Feng. Unleashing new quality productivity for rural revitalization: a spatial panel data analysis of 282 cities in china. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 16, n. 1, p. 6-16, 6 dez. 2025. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-025-29419-y>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41353513/>. Acesso em: 12 fev. 2026.