Revista em Agronegócio e Meio Ambiente – RAMA
DOI: 10.17765/2176-9168.2026v19.e14426
e-ISSN 2176-9168
Meio Ambiente e Tecnologias Limpas

Análise de padrão locacional das fontes de geração de energia elétrica no Sul do Brasil

Analysis of the spatial distribution of electricity generation sources in southern Brazil

Luciana Bastos Tocarski [1], *Amarildo Hersen* [1], *Simão Ternoski* [1], *Jandir Ferrera de Lima* [1]

RESUMO

A energia elétrica ocupa posição central no processo de desenvolvimento econômico, configurando-se como insumo estratégico para a dinamização das atividades produtivas e para o aumento do bem-estar social. O objetivo da pesquisa consiste em analisar o perfil locacional das fontes de geração de energia elétrica em que se especializou a Região Sul do Brasil. A metodologia empregada compõe métricas de análise regional, Quociente Locacional (QL) e Coeficiente de Especialização (CE), aplicadas ao banco de dados de geração centralizada do Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA). Os resultados sugerem predominância da fonte de origem hídrica. Conclui-se especialização não homogênea, nas fontes de geração, para a potência outorgada de energia elétrica entre as unidades federativas do sul do Brasil.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Economia Regional; Recursos Energéticos; Análise regional.

ABSTRACT

Electricity occupies a central position in the process of economic development, configuring itself as a strategic input for the dynamization of productive activities and for the increase of social well-being. The objective of the research is to analyze the locational profile of the electric power generation sources in which the Southern Region of Brazil specializes. The methodology employed includes regional analysis metrics, Location Quotient (LQ), and Specialization Coefficient (SC), applied to the centralized generation database of ANEEL's Generation Information System (SIGA). The results suggest that hydropower is the predominant source. It can be concluded that there is non-uniform specialization in power generation sources for the authorized electricity capacity among the federal units in southern Brazil.

Keywords: Sustainable Development; Regional Economy; Energy Resources; Regional analysis.

[1] Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNIOESTE).

Autor correspondente Amarildo Hersen: amarildo@unicentro.br

Recebido em: 04/06/2026. Aceito em: 21/09/2026.

Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

1 INTRODUÇÃO

A matriz energética é um pilar fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, tecnológico e científico de qualquer país. É constituída por um conjunto de fontes de energia utilizadas para suprir a demanda dos agentes econômicos e da população em geral. No Brasil, a sua característica mais marcante é a diversidade, pois abrange tanto fontes renováveis quanto não renováveis. Essa variedade minimiza os riscos de crises energéticas, garantindo a não dependência excessiva de uma única fonte, além da complementariedade entre as diferentes fontes (Paixão; Abaide, 2026).

Para Dihan *et al.* (2026) a matriz energética perpassa o repensar da participação das energias renováveis, pois os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS (7; 11; 12 e 13) – detalhados em UN (2026), possuem conexões com a geração, fornecimento e gestão de energia. A meta 7.2 do ODS 7 trata da participação das energias renováveis na matriz energética. Mehta (2026) pontua que, entre outros países, o Brasil se destaca em adotar tecnologias que desenvolvem o setor de energias renováveis, cuja iniciativa não é recente.

Contudo, a diversificação da matriz energética brasileira é marcada por desafios e oportunidades. Para Lavezzo (2016), os desafios relacionados a demanda de expressiva quantidade de energia para o desenvolvimento socioeconômico. As oportunidades, por sua vez, estão nas condições privilegiadas que o Brasil possui em termos de recursos energéticos renováveis e tecnologia, permitindo transformar suas riquezas naturais em energia e, consequentemente, agregar valor à sua produção de riqueza.

Nesse processo de diversificação, atenção especial precisa ser dada à forma com que o mesmo se desenvolve, que deve ser inevitavelmente sustentável. Segundo o Relatório Brundtland (1987, *apud* Faria, 2018, p. 6) e Mcmanus (2008, *apud* Kadel Jr. *et al.,* 2024, p. 4) o desenvolvimento sustentável pressupõe a compatibilização entre as necessidades presentes e a preservação dos recursos para as gerações futuras. Chen *et al.* (2024) compreendem que o crescimento econômico precisa considerar a sustentabilidade energética, pois o crescimento econômico ocorre em *quantil* superior, em decorrência da diversificação energética.

Ainda, diante da crescente preocupação com as questões ambientais e o impacto da utilização de combustíveis fósseis, como petróleo, carvão mineral e gás natural, o fomento às fontes renováveis tornou-se prioridade de escala global. A dependência de fontes não renováveis acarreta a emissão de gases do efeito estufa, como o dióxido de carbono, contribuindo para o aquecimento global e esgotamento dos recursos. O aproveitamento correto de fontes naturais e renováveis é considerado um meio eficaz de substituir as "energias sujas" e mitigar os danos ao planeta (Nascimento; Alves, 2017).

Lampis *et al.* (2022), Paula e Silva (2024) destacam que a energia elétrica ocupa uma posição central no processo de desenvolvimento econômico e social, configurando-se como um insumo estratégico para a dinamização das atividades produtivas, bem como para o aumento do bem-estar social. Percepção em consonância com os dados retratados no estudo de Ganji *et al.* (2024) que ao avaliarem o cenário Americano (EUA) relacionam a expansão da eletrificação ao crescimento populacional e ao setor industrial.

Dada a importância da matriz elétrica, uma submatriz da matriz energética, compreender melhor a distribuição espacial das fontes de geração predominantes em uma região permite compreender também o papel das políticas públicas e do planejamento territorial na construção de uma matriz elétrica mais sustentável. Isso posto, o problema de pesquisa gravita no entorno da necessidade de compreensão das fontes de geração de energia elétrica predominantes no Sul do Brasil. Essa Região foi selecionada dada sua importância e representatividade estratégica e econômica para o país. Segundo o IBGE (2025a; b), a região detém área territorial aproximada de 576 mil km² (6,7% do território nacional), população censitária em 2022 próxima de 30 milhões de habitantes (14% da população brasileira) e apresentou em 2023 Produto Interno Bruto (PIB) de R$ 1,83 trilhão (16,8% do PIB total brasileiro).

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa consistiu em identificar e analisar o perfil locacional das fontes de geração de energia elétrica, a partir da potência outorgada/autorizada, na qual se especializou a Região Sul do Brasil. A análise locacional possibilita identificar como as diferentes fontes de energia se distribuem no espaço geográfico. Não foram identificados, na literatura consultada, estudos que utilizem conjuntamente métricas de análise locacional e potência outorgada para avaliar a

especialização das diferentes fontes de geração de energia elétrica na Região Sul do Brasil, sendo esta uma lacuna científica que se pretende preencher.

Para o alcance do objetivo a pesquisa foi estruturada em quatro seções, sendo a primeira essa introdução. Na seção dois é detalhado o caminho metodológico percorrido para o alcance dos resultados. Na seção três são evidenciados os achados e, por fim, na quarta seção estão descritas as conclusões relevantes.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

No que se refere ao recorte espacial, a pesquisa abrange a Região Sul do Brasil, composta pelos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Figura 1). O estado do Paraná está localizado ao norte da Região, fazendo divisa com Mato Grosso do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Argentina, Paraguai e Oceano Atlântico, possuindo 399 municípios e uma área de 199.307,939 km² (IBGE, 2025a).



Figura 1. Região Sul do Brasil - 2017
Fonte: IBGE (2017).

Já o estado de Santa Catarina é formado por 295 municípios, com uma área de 95.737,954 km² e faz limite com Paraná, Rio Grande do Sul, Oceano Atlântico e com a

província argentina de Misiones. Por fim, o Rio Grande do Sul, localizado na extremidade sul do país, conta com uma área total de 281.737,888 km² e constituído por 497 municípios. Suas fronteiras são delimitadas pelo estado de Santa Catarina, Argentina, Uruguai e o Oceano Atlântico (IBGE, 2025a).

As informações utilizadas como base para a pesquisa foram extraídas do banco de dados da ANEEL (2025a) constantes no Sistema de Informações de Geração da ANEEL (SIGA). O SIGA é uma ferramenta online oficial de dados atualizados sobre a capacidade de geração de energia elétrica do Brasil e detalha a matriz elétrica nacional. Ainda, acompanha usinas em três etapas ou fases dos projetos: (i) construção não iniciada, (ii) em construção e (iii) em operação. Na presente pesquisa a unidade de medida é a potência outorgada, em kW, dos empreendimentos de geração de energia elétrica, nas diferentes fontes de geração, sendo coletados em 25 de setembro de 2025. O registro da data de coleta mostra-se necessário dado que o banco de dados é dinâmico e atualizado constantemente pelo surgimento de novos projetos ou alteração de fase dos já existentes.

Na coleta considerou-se apenas as usinas em fase de operação. No caso das usinas hidrelétricas, apresentam particularidade por possuir instalações localizadas muitas vezes em mais de um território, refletindo o fato de que o empreendimento afeta ou abrange fisicamente diferentes municípios, seja pela localização das estruturas civis (como a casa de força e a barragem) ou pela imensa extensão do reservatório. Para resolver essa questão adotou-se o critério de rateio proporcional da potência outorgada entre os estados ou países correspondentes a instalação da usina, conforme o número de territórios de abrangência. Partindo do exemplo da Itaipu Binacional, na divisa do Paraná com o Paraguai, com potência outorgada de 14 GW, considerou-se para fins da pesquisa 7 GW para o estado do Paraná.

As potências são outorgadas para determinadas origens/fontes de geração, podendo ser renováveis ou não. A Tabela 1 apresenta as diferentes classificações utilizadas pela ANEEL e já outorgadas para a Região Sul.

Tabela 1. Fontes de energia outorgadas na Região sul do Brasil

Origem	**Fonte**
Biomassa	Floresta; Resíduos sólidos urbanos; Resíduos animais; Agroindustriais; Biocombustíveis

Eólica	Cinética do vento
Fóssil	Petróleo; Gás natural; Carvão
Hídrica	Potencial hidráulico
Solar	Radiação solar

Fonte: ANEEL (2025a).

O Quadro 1 sintetiza a estrutura analítica utilizada na pesquisa para melhor compreensão de seu delineamento.

Quadro 1. Estrutura analítica da pesquisa

Descrição Geral	**Descrição Específica**
Unidade Territorial (espacial)	Unidade Federativa
variável	potência outorgada (kW)
categorias de geração	origens(cinco)/fontes (onze)
período	situação do banco de dados em 25 de setembro de 2025

Fonte: Autores.

Na seção seguinte são detalhados os procedimentos metodológicos percorridos para o alcance do objetivo proposto pela pesquisa.

2.1 MÉTODOS

A pesquisa é de natureza aplicada, com uma abordagem quantitativa, com uso de métricas já consolidadas na área da Economia Regional, denominados indicadores de análise espacial ou regional que, segundo Monasterio (2011) e Alves (2022), têm a capacidade de sintetizar informações, propiciar generalizações e consistem em base de dados para estudos ainda mais avançados. Usualmente são utilizados dados relacionados a emprego formal como variável, para produzir indicador com foco nos setores da economia. Na literatura consultada, não foram identificados estudos que empregassem essa combinação de variável e indicadores para o recorte analisado.

Em relação a forma de abordagem, a pesquisa foi classificada como quantitativa. Segundo Novaes, Paiva e Gonçalves (2022), esse tipo de pesquisa se baseia na premissa de que fenômenos e informações podem ser mensurados. Na presente pesquisa, a

mensuração dos indicadores de análise regional foi realizada a partir da identificação das unidades de geração de energia elétrica classifica por fonte de origem.

Já no que se refere ao procedimento técnico da pesquisa, caracteriza-se como estudo de caso. Conforme Silva e Menezes (2005) o estudo de caso é uma metodologia que permite a análise aprofundada e detalhada de um ou de poucos objetos de pesquisa. Ao focar em um contexto específico, essa abordagem possibilita um conhecimento amplo e minucioso do fenômeno empírico investigado, indo além de uma descrição superficial, mas em contexto real. O objeto em que a análise se aprofunda na pesquisa corresponde às diferentes fontes de geração de energia elétrica exploradas nas Unidades Federativas da Região Sul do Brasil, medidas pela potência outorgada em kW.

A potência outorgada como variável de análise apresenta limitações que merecem ser destacas: representa a capacidade autorizada de geração (kW), e não necessariamente a quantidade efetivamente gerada de eletricidade (kWh); não incorpora o fator de capacidade de cada tecnologia; não permite avaliar diretamente a geração anual de eletricidade; não captura diferenças de disponibilidade dos recursos naturais; não considera despacho efetivo das usinas; uma fonte pode apresentar elevada capacidade instalada/outorgada, mas menor geração efetiva. Assim, a variável foi utilizada porque é adequada ao objetivo de avaliar a estrutura locacional da capacidade autorizada de geração, e não a produção efetiva.

2.1.1 Métricas de Mensuração

Para alcance do objetivo proposto pela pesquisa, foram empregadas medidas de especialização. Essas medidas podem comportar diferentes variáveis, relacionadas aos diferentes objetivos de cada pesquisa. Autores como Zuchelli *et al.* (2025), Alves (2022) e Monasterio (2011), ao descrever sobre os indicadores de especialização, exemplificam seu uso na análise econômica destacando que as medidas de especialização comparam a estrutura produtiva de uma região com a de uma região de referência. Elas identificam padrões distintos ou não entre as regiões, fornecendo elementos para se inferir sobre o perfil da localização, a redistribuição e reestruturação das atividades econômicas.

Dentre os indicadores de localização, o Quociente Locacional (QL) tem sido muito empregado em estudos dessa natureza, com diferentes variáveis conforme o objetivo da pesquisa. Embora muitos estudos utilizem a variável "emprego" para mensurar especialização, autores como Mattei e Mattei (2017), Alves (2022) e Zuchelli *et al.* (2025) destacam que a variável pode ser adaptada ao objetivo da pesquisa. Neste caso, optou-se pela potência outorgada como variável de referência, que corresponde a potência autorizada para funcionamento.

Partindo da equação evidenciada por Cruz *et al.* (2011), adaptada para os objetivos deste estudo, o QL é expresso conforme a Equação 1.

$$QL_{ki} = \frac{\frac{P_{ki}}{P_i}}{\frac{P_k}{P}} \quad (1)$$

Em que:

P_{ki} = Potência outorgada de origem *k* na UF_i;

P_i = Potência outorgada na UF_i;

P_k = Potência outorgada de origem *k* na Região Sul;

P = Potência outorgada na Região Sul.

A interpretação do QL segue uma lógica direta, comparando a participação de uma origem de geração em uma unidade da federação (UF) com a sua relevância na Região Sul. Um QL maior que 1 significa que a UF se destaca, sendo relativamente mais especializada naquela origem ou fonte de geração. Por outro lado, um QL menor que 1 mostra que a origem de geração tem uma representação menor na UF do que a média da Região Sul, sendo mais dispersa (adaptado de Cruz *et al.*, 2011). Além de estabelecer um padrão de especialização para cada tipo de atividade, o QL também indica um padrão de concentração locacional da potência outorgada, ou seja, de polarização daquela geração de energia em um lugar especifico.

Adicionalmente, empregou-se outra medida de especialização denominada Coeficiente de Especialização (CE). Baseando-se na abordagem proposta por Cruz *et al.* (2011) e Monasterio (2011), o CE é calculado a partir da equação 2:

$$CE_i = \frac{1}{2}\sum_k \left|\frac{P_{ki}}{P_i} - \frac{P_k}{P}\right| \quad (2)$$

Em que:

P_{ki} = Potência outorgada de origem *k* na UF_i;

P_i = Potência outorgada na UF_i;

P_k = Potência outorgada de origem *k* na Região Sul;

P = Potência outorgada na Região Sul.

O CE assume valores entre 0 e 1. Diferente do QL que observa as unidades de geração em especifico, o CE observa o conjunto das unidades na Região de referência. A partir da interpretação de Alves (2022) e Zuchelli *et al.* (2025), adaptando para a presente pesquisa, valores próximos de zero indicam que a estrutura (de geração) da UF se assemelha à da Região Sul como um todo. Em contrapartida, valores próximos de um indicam que a estrutura da UF é significativamente distinta do padrão da região de referência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Região Sul contribui com aproximadamente 9% da potência outorgada total do Brasil, sendo as fontes renováveis predominantes, com 90% da potência total. Essa predominância é sustentada principalmente pela fonte de origem hídrica, com uma representação mais marcante no estado do Paraná, dado o aproveitamento hidroelétrico do Rio Iguaçu e a presença de Itaipu Binacional no Rio Paraná. (ANEEL, 2025a)

Apesar da forte dependência da fonte de origem hídrica, há diversificação de fontes renováveis emergentes, que é importante para o balanço regional sulino. A matriz da região é marcada por diferentes rotas tecnológicas para geração quando comparados os

estados membros. O Rio Grande do Sul concentra a maior parte da potência eólica e o Paraná se destaca no aproveitamento da biomassa. Embora a participação da fonte fóssil (10,06% da matriz Sul) demonstre que a diversificação regional não é exclusivamente renovável, o forte predomínio das renováveis (hídrica, eólica e biomassa) contribui para que que a Região Sul mantenha um perfil energético de baixas emissões (ANEEL, 2025a).

3.1 RESULTADOS

Ao analisar os dados sobre a composição da potência elétrica outorgada por origem nos estados da Região Sul do Brasil, conforme Tabela 2, verifica-se a predominância da fonte de origem hídrica. A origem hídrica responde por um total de 25,03 GW de potência outorgada, sendo que o Paraná contribui com a maior parte, 62,73%. As fontes origem fóssil representam a segunda maior potência outorgada (3,29 GW), seguida pela Eólica (2,39 GW). A Biomassa soma aproximadamente 1,96 GW e a potência outorgada de origem Solar é de apenas 0,09 GW.

Tabela 2. Distribuição da potência outorgada por origem na Região Sul (kW) – 2025.

Origem	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul	Sul
Biomassa	1.265.919,60	301.643,60	396.401,40	1.963.964,60
Eólica	2.500,00	250.599,50	2.138.291,98	2.391.391,48
Fóssil	649.743,75	817.544,16	1.830.630,20	3.297.918,11
Hídrica	15.702.637,82	4.636.100,63	4.694.714,05	25.033.452,50
Solar	24.881,31	23.464,04	46.718,40	95.063,75
Total	17.645.682,48	6.029.351,93	9.106.756,03	32.781.790,44

Fonte: ANEEL (2025a).

Analisando a contribuição de cada UF da Região, o Paraná detém a maior potência outorgada 17,64 GW, impulsionada majoritariamente por fonte de origem hídrica. O Rio Grande do Sul possui a segunda maior potência outorgada 9,10 GW, com destaque para as fontes de origem hídrica, eólica e fóssil. Por fim, Santa Catarina apresenta a menor potência outorgada entre os estados, 6,02 GW, sendo as potências outorgadas de origem hídrica e fóssil as mais representativas. A Tabela 3 apresenta o QL estimado para as UFs da Região Sul, por origem de geração.

Tabela 3. Perfil locacional (QL) por fonte de origem da energia elétrica para o Sul do Brasil, a partir da potência outorgada - 2025

Origem	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do Sul
Biomassa	**1,197**	0,835	0,727
Eólica	0,002	0,570	**3,219**
Fóssil	0,366	**1,348**	**1,998**
Hídrica	**1,165**	**1,007**	0,675
Solar	0,486	**1,342**	**1,769**

Fonte: resultados da pesquisa.

É possível inferir, a partir dos resultados da Tabela 3, que os estados da Região Sul apresentam diferenças de especialização em origem de geração de energia elétrica. Os resultados sugerem diferenças na composição das matrizes elétricas estaduais, refletindo características próprias de cada território e a diversidade de recursos disponíveis (ou explorados).

Ao observar o QL para o Paraná é possível notar que o Estado demonstra forte especialização nas fontes em que a origem é a biomassa (1,197), reflexo direto do seu robusto setor agroindustrial e florestal, que geram insumos orgânicos reaproveitados em diversas atividades produtivas, seja para gerar energia térmica em caldeiras seja para compor a fertilização dos solos, dentre outros. Além da biomassa, o Paraná se especializou na origem hídrica (1,165), justificada pela presença de grandes empreendimentos como Itaipu e as usinas do Rio Iguaçu. Por outro lado, o Paraná apresenta baixa especialização, QL inferior, de origem solar (0,486) e eólica (0,002).

A sub-representação dessas fontes renováveis emergentes no Paraná indica que, embora a matriz paranaense seja predominantemente renovável, com 96,32% da potência outorgada, ainda há espaço de expansão na potência outorgada de origem eólica e solar. Também, apesar de pouco especializado, o Paraná registra ainda potência outorgada de origem fóssil (0,366).

Já Santa Catarina apresenta um perfil próprio de especialização, embora compartilhe algumas semelhanças com as demais UFs. O estado se especializou na capacidade de geração de energia elétrica de origem fóssil (1,348) e solar (1,342). O QL superior na origem fóssil é um reflexo da presença de termelétricas a carvão mineral no sul catarinense.

A especialização na origem solar, por sua vez, indica avanço significativo na adoção de novas tecnologias, colocando Santa Catarina em destaque no que se refere a utilização de módulos fotovoltaicos para geração de eletricidade de forma centralizada. Para a origem hídrica se constatou ainda QL superior (1,007), indicando que o estado também é especializado na fonte de origem hídrica. Em contraste, o estado exibe sub-representação nas fontes em que a origem é biomassa (0,835) e eólica (0,570).

A matriz elétrica do Rio Grande do Sul apresenta especialização na potência outorgada de origem eólica (3,219), aproximadamente três vezes superior à média das UFs da região, evidenciando a maior especialização relativa, na referida origem, para o sul do Brasil. Adicionalmente, o Rio Grande do Sul também se mostra especializado nas fontes de origem fóssil (1,998) e solar (1,769), ambas com potência outorgada acima das demais UFs analisadas. Em contraste, as fontes com origem em biomassa (0,727) e hídrica (0,675) mostram-se de baixa especialização no Estado.

Na Tabela 4 é realizada análise absoluta da matriz elétrica de cada um dos estados da Região Sul, sob a ótica da potência outorgada. De maneira geral, a origem hídrica é dominante nas UFs, respondendo por 76,4% da potência outorgada total na Região Sul, com uma dependência ainda mais acentuada no Paraná, que atinge 89%. Outras fontes de origem renovável como biomassa, eólica e a solar, embora presentes, têm participação percentual menor na potência outorgada total da Região Sul (6,0%, 7,3% e 0,3%, respectivamente).

Tabela 4. Participação percentual das fontes de energia renovável e não-renovável na Região Sul (%). 2025.

Origem	Paraná	Santa Catarina	Rio Grande do	Região Sul
Biomassa	7,2%	5,0%	4,4%	6,0%
Eólica	0,0%	4,2%	23,5%	7,3%
Fóssil	3,7%	13,6%	20,1%	10,1%
Hídrica	89,0%	76,9%	51,6%	76,4%
Solar	0,1%	0,4%	0,5%	0,3%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: resultados da pesquisa.

Ao observar a Tabela 4 é possível perceber que o Rio Grande do Sul apresenta matriz diversificada, sendo o único estado em que as fontes de origem fóssil (20,1%) e

eólica (23,5%) são as mais expressivas na geração de energia elétrica, se desconsiderada a fonte de origem hídrica. Nesta UF, a dependência na fonte de origem hídrica mostra ser a menor entre os três estados (51,6%). Santa Catarina exibe importante potência outorgada de origem fóssil (13,6%), embora a fonte de origem hídrica continue sendo a principal com 76,9% da potência outorgada para o Estado.

O CE (Figura 2) permite analisar individualmente a potência outorgada a ponto de verificar se a UF reproduz o perfil da Região Sul, ou seja, se a origem de potência outorgada em que cada Estado se especializou difere ou se assemelha ao da Região.

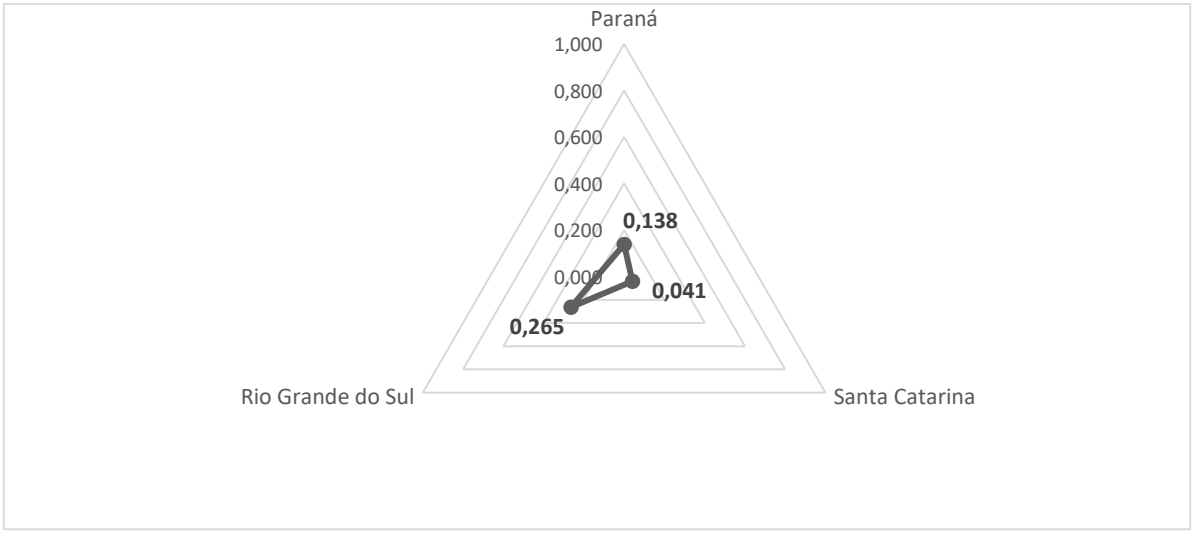


Figura 2. Coeficiente de Especialização com base na potência outorgada das diferentes fontes de geração de energia elétrica das UFs do Sul do Brasil - 2025
Fonte: resultados da pesquisa.

O estado de Santa Catarina apresentou o menor Coeficiente de Especialização (0,041) entre as UFs, o que demonstra que sua configuração de potência outorgada para a geração de energia elétrica mais se assemelha ao da Região Sul. Em seguida, o Paraná (CE de 0,138) e por fim, o Rio Grande do Sul, com o coeficiente mais elevado (0,265). De modo geral, como os coeficientes são baixos, entende-se que os três estados reproduzem, de maneira próxima, o perfil da Região Sul.

3.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No que tange ao elevado QL na fonte de origem hídrica para o Paraná, a presença estratégica da Usina Hidrelétrica de Itaipu, uma das maiores do mundo, localizada na fronteira entre Brasil e Paraguai, contribui para o resultado encontrado. A potência outorgada total é de 14 GW, sendo metade pertencente ao Brasil (Itaipu Binacional, 2025). O estado abriga também outras importantes hidrelétricas, como a Usina Hidrelétrica de Salto Santiago, no Rio Iguaçu, com potência outorgada de 1,42 GW, com previsão de ampliação para 2,13 GW (ANEEL, 2025b). A implicação da existência das usinas citadas é que as mesmas contribuem para uma infraestrutura singular, que faz destoar a elevada especialização hídrica do Paraná em relação aos demais estados do Sul do país.

No que se refere ao QL, também elevado, associado às fontes que tem como origem a biomassa, o Paraná, por sua destacada representatividade agrícola, possui um potencial considerável para a bioeletricidade, sendo a biomassa da cana-de-açúcar uma importante fonte. O aproveitamento do bagaço e da palha da cana-de-açúcar é estratégico e responde pela maior parte da bioeletricidade. Além disso, a safra da cana-de-açúcar coincide com o período de estação seca, de menor capacidade das hidrelétricas. Outros estudos apontam também a utilização de diferentes tipos de capim, com potencial aproveitamento para a geração de energia elétrica e térmica, a partir da queima ou outros tipos de processamento (Rocha *et al*., 2017; Zeballos *et al*., 2025).

A influência de processos de mecanização da colheita de cana-de-açúcar também é notada, impactando positivamente os níveis de produtividade da indústria de biocombustíveis no território paranaense (IPARDES, 2022). Vargas-Canales *et al.* (2025) reafirmam essa percepção, ao reforçarem a relevância do setor agroalimentar na geração de energias. Para os autores o setor agroalimentar contribui cada vez mais com matérias-primas renováveis que permitem a geração de energias, substituindo os derivados do petróleo.

Soma-se a biomassa proveniente da cana-de-açúcar, a biomassa florestal. Estudo de Hersen *et al.* (2020), apontou as regiões paranaenses que compõem o principal agrupamento da indústria de base florestal de produtos madeireiros, sob a ótica do potencial instalado (não necessariamente equivalente a potência outorgada, discutida na presente pesquisa) para geração de energia elétrica a partir da biomassa florestal. As

regiões apontadas no estudo são: Curitiba, Telêmaco Borba, Ponta Grossa, Jaguariaíva, União da Vitória e Guarapuava. De acordo com a Aneel (2025a) somente a indústria Klabin, do setor de papel e celulose, localizada na Região de Telêmaco Borba, possui potência outorgada superior a 578 MW.

O QL superior para a potência outorgada nas fontes cuja origem é a biomassa também sofre influência da área ocupada para o plantio de florestas e cana-de-açúcar no Estado. De acordo com a Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (2024), o Paraná conta com 1,17 milhão de hectares plantados com árvores para fins comerciais – aproximadamente 61% do gênero Pinus e 38% de Eucalypto. Já para a cana-de-açúcar, segundo a Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento do Paraná (2026) a Safra 25/26 de cana ocupou área correspondente a 529,2 mil ha. Para Hersen *et al.* (2023), a grandeza dos números referente a área de plantio contribui para a compreensão do potencial de biomassa para fins energéticos no Paraná.

Ao analisar o QL estimado para o estado de Santa Catariana, nota-se que o estado se especializou nas fontes de origem fóssil, solar e hídrica. No que tange à origem fóssil, esta é fortemente explicada pelo Complexo Termelétrico Jorge Lacerda (Capivari de Baixo), segundo Costabile; Simões; Costa (2025) o maior complexo termelétrico a carvão do Brasil e segundo Godoy; Godoy; Artaxo (2005) e ainda Grassi (2026), o maior complexo termelétrico a carvão da América Latina, com potência outorgada de 0,74 GW.

O avanço da fotovoltaica foi marcado pela inauguração, em 2014, da Usina Solar Cidade Azul (Tubarão), a maior do Brasil na época, com potência outorgada de 3 MW. Essa iniciativa simboliza o potencial do estado na transição energética (Machado; Miranda, 2015). Segundo Bastos *et al.* (2022), o uso de energias renováveis, por meio de geração eólica e solar, tem aumentado ao longo dos anos no Estado, porém é utilizado ainda de forma contida o seu potencial solar e eólico.

Finalmente, o QL mais elevado para a fonte hídrica pode ser justificado por importantes empreendimentos existentes. O maior empreendimento é a Usina Hidrelétrica de Campos Novos, com potência outorgada de 0,88 GW, e o segundo maior empreendimento a Usina Hidrelétrica de Itá, no rio Uruguai, com 0,725 GW de potência outorgada (ANEEL (2025a).

Com relação ao Rio Grande do Sul, ao analisar o QL do estado, as fontes de especialização da potência outorgada são de origem eólica, fóssil e solar. Estudo de Oliveira *et al.* (2024), ratifica o achado ao indicar que no Rio Grande do Sul as regiões litorâneas são apontadas como as melhores áreas para instalação de parques eólicos, com velocidades médias do vento mais adequadas. Estudo de Bier (2016), ressalta que a energia eólica no estado é um fenômeno pós-2000, ligado à diversificação da matriz elétrica nacional após crises de "apagão". O autor complementa que o estado foi pioneiro (ano 2006) ao implantar o primeiro parque de grande escala do país (Complexo Eólico de Osório). Segundo a ANEEL (2025a), a soma dos empreendimentos de origem eólica existentes supera 2 GW de potência outorgada.

Ainda, com relação ao elevado QL na fonte de origem fóssil no Rio Grande do Sul, identificou-se junto a ANEEL (2025a) quais as usinas que mais contribuem para a grandeza do indicador, sendo: as usinas termelétricas de fonte fóssil de Uruguaiana (0,6399 GW), Candiota III (0,350 GW), Pampa Sul (0,345 GW) e Canoas (0,2486 GW) em conjunto somam potência outorgada superior a 1,5 GW.

Segundo Rocha (2016) a usina de Uruguaiana está paralisada desde 2009 devido à interrupção no fornecimento de gás pela Argentina. Suas operações foram retomadas apenas em caráter emergencial e temporário em 2013, 2014 e 2015, utilizando gás natural liquefeito importado. A experiência de Uruguaiana exemplifica a dependência da fonte fóssil no estado. Os resultados sugerem a importância da diversificação da matriz.

Por fim, a participação na potência outorgada da fonte de origem solar fotovoltaica, no Rio Grande do Sul, embora seja modesta em termos absolutos, demonstra uma presença estratégica não somente regional, mas nacional. O estado está entre as dez principais UFs de maior potência solar fotovoltaica centralizada do país, totalizando 46 empreendimentos e aproximadamente 23,5 MW de potência outorgada. Para ANEEL (2023), a capacidade reflete o avanço da fonte fotovoltaica no estado com projetos centrais que são cruciais para que a matriz gaúcha fortaleça o seu perfil de diversificação.

Embora apresente crescimento em fontes renováveis de origem eólica e solar, na potência de geração de eletricidade, o Rio Grande do Sul mantém significativa dependência de derivados de petróleo em sua matriz. O óleo diesel é um dos combustíveis

fósseis de maior relevância para o consumo energético do estado, é um produto chave para a economia gaúcha, sendo o principal item de exportação energética (Rio Grande do Sul, 2024). O caráter finito dos recursos naturais e os impactos ambientais provocados pela exploração e consumo de petróleo, gás natural e carvão mineral, no entendimento de Carvalho (2014), sugerem que essas fontes deverão ser gradativamente substituídas, além da importância de se investir seriamente no desenvolvimento de fontes de energia que sejam renováveis e de baixo carbono.

Infere-se com as discussões acima que as diferentes fontes de especialização entre os Estados analisados nesta pesquisa sugerem diferentes estratégias adotadas, que consideram os recursos disponíveis, contudo as UFs reproduzem, de maneira próxima, o perfil da Região Sul, dado CE não elevado.

Ganji *et al.* (2024) ao avaliarem a realidade das regiões dos EUA reforçam para a particularidade presente em cada estado, percepção que se aproxima das diferenças regionais presentes no sul do Brasil e as vocações observadas em cada estado para a geração de energia. Os autores alertam para a complexidade de conciliar a demanda e geração de eletricidade frente a limitação de recursos em cada local. Nisso Mehta (2026) reforça para a necessidade de se avançar em inovações no campo das energias renováveis, já que impactam de maneira positiva, não somente na matriz elétrica, mas de forma mais abrangente, na matriz energética.

Semelhante ao Brasil, na Região Sul há forte dependência da fonte de origem hídrica. Em períodos de estiagem agrava-se o problema de oferta de energia elétrica e torna necessária a complementação por usinas termelétricas, abastecidas principalmente por combustíveis fósseis (ANEEL, 2023).

4 CONCLUSÃO

Este estudo contribuiu para a análise do perfil locacional da matriz de geração de energia elétrica do Sul do Brasil, a partir da sua potência outorgada.

Para tal, a pesquisa empregou as métricas do Quociente Locacional (QL) e do Coeficiente de Especialização (CE) para avaliar a especialização de cada estado, na

potência outorgada para a geração centralizada de energia elétrica. Os resultados demonstraram que a Região Sul, que contribui com aproximadamente 9% da potência outorgada total do Brasil, mantém composição predominantemente renovável, com cerca de 90% - cenário similar à matriz elétrica nacional. No entanto, a aplicação dos indicadores revelou peculiaridades na fonte de geração entre os estados, com especializações que refletem particularidades.

O Paraná demonstrou forte especialização em fontes de origem hídrica e biomassa, sustentada por sua base agroindustrial e florestal, além de grandes empreendimentos como Itaipu e as usinas do Rio Iguaçu. O CE indica que a estrutura elétrica do estado mantém certa semelhança com o padrão observado na Região Sul.

Santa Catarina apresentou um perfil diversificado, com destaque para a forte especialização em fonte de origem fóssil, reflexo da termelétrica a carvão mineral (Complexo de Jorge Lacerda) o maior complexo a carvão da América Latina, além da presença das fontes de origem solar e hídrica em sua matriz elétrica. O uso de energias renováveis, por meio de geração eólica e solar, tem aumentado ao longo dos anos no Estado, porém é utilizado ainda de forma contida.

O Rio Grande do Sul apresentou especialização relativa nas fontes de origem eólica e solar, mas também fóssil. O CE indica que, embora o estado mantenha certa semelhança com a potência outorgada para a Região Sul, sua matriz apresenta particularidades que evidenciam maior diversificação.

Em suma, a análise evidenciou que a especialização na potência outorgada de energia elétrica dos estados do Sul se manifesta de forma heterogênea, com cada estado explorando suas potencialidades naturais e tecnologias disponíveis. A pesquisa contribuiu para melhor compreensão da participação das fontes de origem renovável na potência outorgada para geração centralizada de energia elétrica na Região Sul do Brasil. Ainda, os resultados podem subsidiar discussões sobre políticas públicas voltadas à diversificação da matriz elétrica regional.

Como limitação, destaca-se que o estudo se concentrou na análise quantitativa dos indicadores QL e CE, não abordando fatores qualitativos como eficiência tecnológica, disponibilidade de infraestrutura e políticas regionais de apoio à geração renovável das

fontes analisadas. Para pesquisas futuras, recomenda-se aprofundar a investigação sobre o papel das políticas regionais de incentivo às fontes renováveis, a integração da geração distribuída e os efeitos socioeconômicos da especialização energética no desenvolvimento local.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. R. Especialização e estrutura produtiva na análise regional do estado do Paraná. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 26, n. 2, p. 9–29, 2022. DOI: 10.48075/igepec.v26i2.28307. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/28307. Acesso em: 9 abr. 2026.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Energia solar: usinas centralizadas ultrapassam os 5 % na matriz elétrica brasileira, com 10,4 GW instalados.** Publicado em 12 de setembro de 2023. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/noticias/2023/energia-solar-usinas-centralizadas-ultrapassam-os-5-na-matriz-eletrica-brasileira-com-10-4-gw-instalados. Acesso em: 4 nov. 2025.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Nota Técnica nº 115/2025-SCE/ANEEL:** ampliação da Usina Hidrelétrica (UHE) Salto Santiago, outorgada à Engie Brasil Energia. Brasília, DF: ANEEL, 2025b. 11 p. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ndsp2025304.pdf. Acesso em: 24 out. 2025.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **SIGA - Sistema de Informações de Geração da ANEEL**. Brasília: ANEEL, 2025a. Disponível em: https://dadosabertos.aneel.gov.br/dataset/siga-sistema-de-informacoes-de-geracao-da-aneel. Acesso em: 25 set. 2025.

ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL. **Estudo Setorial**, 2024. Disponível em: <https://apreflorestas.com.br/publicacoes/> Acesso em: 01 set. 2026.

BASTOS, J. M.; MACHADO, E. M.; VOIGT, M. E. Desenvolvimento do setor elétrico no Brasil, em Santa Catarina e suas influências no processo de industrialização. **Percursos**, v. 23, n. 52, p. 444-459, 2022.

BIER, L. L. **Estudo da Paisagem:** percepções sobre o complexo eólico de Osório/RS. 2016. 131f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

CARVALHO, J. F. Energia e sociedade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 125-144, dez. 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-40142014000300003.

CHEN, Q.; GOZGOR, G.; PADHAN, H.; LIU, W.; KUMAR MAHALIK, M.; NJANGANG, H.; PRUSETH, S. K. How does energy resource diversification affect economic development? Evidence from BRICS economies. **Resources Policy**, Amsterdã, v. 98, p. 105286, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.105286.

COSTABILE, F. O.; SIMÕES, A. F.; COSTA, H. K. de M. Transição energética justa no Brasil: análise crítica sobre a lei 14.299 de 2022 com base no framework analítico proposto por Mccauley e Heffron para transições justas. **Sociedade e Território**, Natal, v.37, n.1, p. 25–45, 2025.

CRUZ, B. O.; FURTADO, B. A.; MONASTERIO, L; RODRIGUES JÚNIOR, W. **Economia Regional e Urbana:** teorias e métodos com ênfase no Brasil. Brasília: IPEA, 2011.

DIHAN, M. R.; HOSSAIN, M. S.; KAMAL, S.; KIRTANIA, K.; KABIR, K. B. From waste to watt: Evaluating HTC-based waste-to-energy systems in Bangladesh through techno-economic and sustainability lenses. **Biomass and Bioenergy**, Amsterdã, v. 207, p. 108758, 2026. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2025.108758.

FARIA, A. M. **Economia circular**: reinvenção das formas de negócio. 2018. 44 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Econômicas), Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Economia e Relações Internacionais, Uberlândia, 2018.

GANJI, F.; LIU, L.; FELLOWS, S. Implications of climate change mitigation and socioeconomic development on the U.S. electric power sector. **Energy and Climate Change**, Oxford, v. 5, p. 100125, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.egycc.2024.100125.

GODOY, M. L. D. P.; GODOY, J. M.; ARTAXO, P. Aerosol source apportionment around a large coal fired power plant—Thermoelectric Complex Jorge Lacerda, Santa Catarina, Brazil. **Atmospheric Environment**, Kidlington, v. 39, n. 29, p. 5307–5324, 2005. DOI: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.05.033.

GRASSI, E. R. **Transição energética justa:** estudo das políticas públicas e da percepção dos atores, com foco na região carbonífera catarinense. 2026. 119 f. Dissertação (Mestrado em Energia e Sustentabilidade), Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2026. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/272934. Acesso em: 31 ago. 2026.

HERSEN, A.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R.; SILVA, D. A.; DA SILVA, J. C. G. L.; FERRERA DE LIMA, J. Forest-based industry in Paraná: bioenergy clustering and generation. **Floresta**, Curitiba, v. 50, n. 1, p. 1099–1106, 2020. DOI: https://doi.org/10.5380/rf.v50i1.61569

HERSEN, A.; TIMOFEICZYK JUNIOR, R.; DA SILVA, J. C. G. L.; SILVA, D. A. **Viabilidade econômica da geração distribuída e compartilhada de energia elétrica**: um estudo de caso com biomassa florestal. In: ANDRADE, J. K. B. (Org.). Estudos em Ciências Florestais e Agrárias. Campina Grande: Licuri, 2023, 196 p. DOI: https://doi.org/10.58203/Licuri.20110

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Região Sul.** IBGE, 2017. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/produtos_educacionais/mapas_tematicos/mapas_do_brasil/mapas_regionais/politico/regiao_sul.pdf. Acesso em: 24 out. 2025.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e estados**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados. Acesso em: 15 dez. 2025a.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto – PIB, 2023**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php. Acesso em: 15 dez. 2025b.

IPARDES - INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Desenvolvimento Paranaense**: Contexto, tendências e desafios. Curitiba: IPARDES, 2022. Disponível em: https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2022-09/desenvolvimento_paranaense.pdf. Acesso em: 26 out. 2025.

ITAIPU BINACIONAL. **Nossa história**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2025. Disponível em: https://www.itaipu.gov.br/institucional/sobre-itaipu/nossa-historia. Acesso em: 15 out. 2025.

KADEL JR. N.; LIMA, M. S.; MOREIRA, W. A.; SELLITTO, M. A. Educação para sustentabilidade em uma região mineradora de carvão: mobilizando escolas e alunos de Candiota (RS). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA**, Maringá, v. 17, n. 1, p. e11219, 2024. DOI: https://doi.org/10.17765/2176-9168.2024v17n1e11219.

LAMPIS, A.; MANDAI, S. S.; BEREJUK, G.; HERMSDORFF, S.; BERMANN, D. **Dossiê de energia 2022**. Brasil: um foco no setor elétrico. São Paulo: Banco Interamericano de Desenvolvimento, 2022.

LAVEZZO, C. A. L. Fontes de energia. **Revista Eletrônica Gestão em Foco, UNIFIA**, Amparo, 2016. Disponível em: https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/012_fontes_energia.pdf. Acesso em: 4 jun. 2025.

MACHADO, C. T.; MIRANDA, F. S. Energia solar fotovoltaica: uma breve revisão. **Revista Virtual de Química**, Niterói, v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015. DOI: https://doi.org/10.5935/1984-6835.20150008.

MATTEI, T. F.; MATTEI, T. S. Métodos de análise regional: um estudo de localização e especialização para a Região Sul do Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento - RPD**, Curitiba, v. 38, n. 133, p. 227–243, 2017. Disponível em: https://ipardes.emnuvens.com.br/revistaparanaense/article/view/913. Acesso em: 14 mar. 2026.

MEHTA, D. Energy transition dynamics in Brazil, Russia, India, China, and South Africa: a nonlinear prey–predator–protectors approach using an extended Lotka–Volterra model. **Asia-Pacific Journal of Regional Science**, London, v. 10, n. 5, p. 1-23, 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s41685-025-00409-2.

MONASTERIO, L. Indicadores de análise regional e espacial. *In:* CRUZ, B. O.; FURTADO, B. A.; MONASTERIO, L.; RODRIGUES JÚNIOR, W. (Orgs.). **Economia regional e urbana**: teorias e métodos com ênfase no Brasil. Brasília: Ipea, 2011.

NASCIMENTO, R. S.; ALVES, G. M. Fontes alternativas e renováveis de energia no Brasil: métodos e benefícios ambientais. **Revista Univap**, São José dos Campos, v. 22, n. 40, p. 274, 2017. DOI: https://doi.org/10.18066/revistaunivap.v22i40.713.

NOVAES, M. A. B.; PAIVA, M. R. F. P.; GONÇALVES, R. M. P. O (des)uso da pesquisa quantitativa em educação: uma revisão de teses ProPEd (UERJ) 2017-2020. **Revista Communitas**, Rio Branco, v. 6, n. 13, p. 232–249, 2022. DOI: https://doi.org/10.29327/268346.6.13-18.

OLIVEIRA, V. da S.; SILVA, J. X. da; AGUILAR, C. E. T.; MAEDA, L. Y.; ALMEIDA, D. F. de. Construção e viabilidade estrutural financeira de uma torre de energia eólica. **Revista Delos**, Curitiba, v. 17, n. 62, p. e3120, 2024. DOI: 10.55905/rdelosv17.n62-071. Disponível em: https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/3120. Acesso em: 13 abr. 2026.

PAIXÃO, J. L.; ABAIDE, A. R. Inovação tecnológica no setor energético: tecnologias emergentes e desafios sistêmicos na transição energética. **Revista Tópicos**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 29, p. 1-21, 2026. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.18286054.

PAULA, Y. L.; SILVA, P. C. M. O modelo espacial multicritérios para implantação de aerogeradores visando a redução de impactos ambientais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA**, Maringá, v. 17, n. 1, p. e10919, 2024. DOI: https://doi.org/10.17765/2176-9168.2024v17n1e10919.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura. **Balanço Energético do Rio Grande do Sul:** Relatório Síntese 2015-2022. Porto Alegre: SEMA, 2024. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/202412/12184322-relatoriosintese-bergs-2015-2022.pdf. Acesso em: 14 mar. 2026.

ROCHA, H. V. **Estudo geológico do potencial de exploração e produção de gás natural não convencional na Bacia do Paraná**: avaliação da viabilidade no abastecimento da Usina Termoelétrica de Uruguaiana (RS). 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

ROCHA, A. M.; SILVA, M. S.; FERNANDES, F. M.; PAULILLO, L. C. M. S.; TORRES, E. A. Prospecção tecnológica do capim elefante e sua relevância como matéria-prima para a produção energética. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA**, Maringá, v. 10, n. 2, p. 475–499, 2017. DOI: 10.17765/2176-9168.2017v10n2p475-499. Disponível em: https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/4315. Acesso em: 16 abr. 2026.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ. **Estimativa de safra**: área, produção e evolução de safra. Disponível em: <https://www.agricultura.pr.gov.br/safras> Acesso em: 01 set. 2026.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

UN – UNITED NATIONS. **17 Goals to Transform Our World.** 2026. Disponível em: https://www.un.org/sustainabledevelopment/. Acesso em: 12 dez. 2025.

VARGAS-CANALES, J. M.; SÁNCHEZ-TORRES, Y.; ESTRADA, S.; OROZCO-CIRILO, S.; VALDES-COBOS, A.; GORTARI-RABIELA, R.; AYANEGUI-MÉNDEZ, S. R. The future of the agri-food sector and agribusiness. **Journal of Agriculture and Food Research**, Amsterdã, v. 24, p. 102521, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102521.

ZEBALLOS, J. C.; BUFON, V. B.; SEBESVARI, Z.; RHYNER, J. Exploring drought risk scenarios for bioenergy systems for adaptation to climate change in the Upper Tocantins basin, Brazil. **Environmental Advances**, Amsterdã, v.20, 2025, 100631. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envadv.2025.100631.

ZUCHELLI, M. R.; FERRARI, E. O.; STEINHORST, J. G.; PIFFER, M. Especialização da estrutura produtiva no Rio de Janeiro no período de 2002 a 2022. **Informe GEPEC**, Toledo, v. 29, n. 2, p. 138–163, 2025. DOI: 10.48075/igepec.v29i2.34909. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/gepec/article/view/34909. Acesso em: 9 abr. 2026.