



INVENTÁRIO DAS PCHS NO ESTADO DO PARANÁ NO ANO DE 2025: QUANTIDADE E GERAÇÃO EM MEGAWATT (MW)

Daniela Lubian ¹
Gabriel Braz ²
Rafaela Harumi Fujita ³

RESUMO

A partir do século XX, iniciou um novo modelo energético renovável, utilizando o potencial hidráulico, o que forneceu mudanças nos processos produtivos, desde a invenção da lâmpada elétrica em 1881 até a introdução dos motores elétricos para fábricas, assim substituindo progressivamente os motores a combustão, impactando positivamente a vida cotidiana da população (PERIUS e CARREGARO 2012). Nesse contexto, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), surgiram como um meio de descentralizar a produção energética e reduzir os impactos ambientais, principalmente em locais onde a instalação de Usinas Hidrelétricas (UHE) não são viáveis. A partir da década de 1990 no Brasil houve a necessidade de diversificar a matriz energética renovável para atender a demanda crescente por eletricidade, diante disso, as PCHs começaram a se destacar como uma solução eficaz para a geração de energia. A Lei 9.074/1995 (BRASIL, 1995) possibilitou a construção dessas usinas com menor burocracia, simplificando o processo de licenciamento ambiental, posteriormente o conceito de PCH foi detalhado pela ANEEL nº 394/1998 definindo os critérios como a capacidade instalada até 30 MW e o reservatório de no máximo 13 km². Segundo Couto e Olden (2018), as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs), vem sendo utilizadas como aliadas a essa necessidade de produção energética. Carneiro (2010) enfatiza que as PCHs são caracterizadas por sua menor estrutura e tempo de construção comparada as Usinas Hidrelétricas maiores, o que as torna mais ágeis e econômicas. As principais vantagens desse tipo de empreendimento incluem a geração de energia renovável, menor impacto ambiental, desenvolvimento econômico local e estímulo a produção científica da região (ANEEL, 2008). Sendo assim,

¹ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, daniela.lubian@unioeste.com.br;

² Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, braz631@gmail.com;

³ Professora Orinetradora Doutora do Curso de Geografia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná UNIOESTE, rafaela.fujita@unioeste.br;



a pesquisa inicial foi baseada em uma análise bibliográfica sobre o tema, levantamento de dados secundários e utilização de ferramentas de geoprocessamento. A partir desses dados obtidos foi possível identificar que a bacia hidrográfica com a maior quantidade de PCHs foi a bacia do Rio Iguaçu pois ela agrega um valor alto devido a sua localização geográfica.

Palavras-chave: Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs); Energia Renovável; Bacias Hidrográficas.

INTRODUÇÃO

A geração de energia elétrica desempenha papel central no desenvolvimento econômico e social. No Brasil, historicamente, a matriz energética é baseada em fontes hidráulicas, que atualmente representam mais de 60% da capacidade nacional instalada. Essa predominância se deve à vasta disponibilidade hídrica, ao relevo acidentado em diversas regiões e à tradição técnica no setor hidrelétrico. O Estado do Paraná, localizado na região Sul do país, possui uma geografia privilegiada nesse sentido, com uma densa rede hidrográfica e relevos em planaltos que favorece a implantação de empreendimentos hidrelétricos.

Contudo, os impactos socioambientais provocados por grandes usinas hidrelétricas, como grandes áreas alagadas pelos reservatórios, deslocamentos populacionais, fragmentação de ecossistemas e perda de biodiversidade, vêm impulsionando o avanço de modelos alternativos mais sustentáveis, como as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Essas usinas, por definição da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) através da Resolução nº 394/1998, possuem potência instalada de até 30 megawatts (MW) e área de reservatório não superior a 13 km², características que reduzem significativamente seus impactos ambientais e sociais em comparação às grandes hidrelétricas. Estudos como os de Perius e Carregaro (2012), Couto e Olden (2018) e Carneiro (2010) apontam que as PCHs reúnem viabilidade técnica e potencial de geração renovável com menor dificuldade de implantação e operação.

A partir da década de 1990, políticas públicas como a Lei nº 9.074/1995 incentivaram a expansão da energia renovável no país, simplificando os processos de licenciamento ambiental e promovendo investimentos em geração de menor escala. Dessa forma, as PCHs assumiram um papel estratégico na diversificação da matriz energética brasileira, sobretudo em áreas com relevo propício e localizadas próximas aos centros de



consumo, o que reduz perdas na transmissão e aumenta a eficiência na distribuição de energia..

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo inventariar as Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado do Paraná no ano de 2025, apresentando a quantidade de empreendimentos em operação e em fase de implantação, sua distribuição espacial por bacias hidrográficas e a estimativa de geração energética associada. A análise considera tanto aspectos técnicos quanto espaciais, utilizando dados georreferenciados e ferramentas de geoprocessamento para melhor visualizar e interpretar a distribuição dessas unidades no território paranaense.

A pesquisa contribui para o entendimento da dinâmica espacial das PCHs no estado, subsidiando o planejamento energético sustentável e a gestão dos recursos hídricos, além de evidenciar a importância das PCHs na diversificação da matriz energética e no desenvolvimento regional do Paraná.

METODOLOGIA

A pesquisa foi organizada em três etapas principais, integrando revisão teórica, coleta de dados e análise geoespacial, com foco na identificação e mapeamento das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no Estado do Paraná no ano de 2025.

Na primeira etapa, foi realizada uma breve revisão bibliográfica com o objetivo de compreender o contexto histórico, a importância estratégica e os critérios legais que regem a implantação das PCHs no Brasil. Para isso, foram consultados livros, artigos científicos, publicações técnicas da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), dissertações e legislações específicas, como a Lei nº 9.074/1995 e a Resolução ANEEL nº 394/1998, que definem os parâmetros legais e operacionais das PCHs. Essa etapa foi essencial para fundamentar teoricamente o estudo, além de orientar a seleção e interpretação dos dados nas etapas seguintes.

A segunda etapa, foi realizado o levantamento e a sistematização dos dados secundários. Inicialmente, acessou-se o Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL), disponível no site da ANEEL. No portal, foi feita uma busca filtrada pelas unidades de geração localizadas no Estado do Paraná, com seleção exclusiva das usinas classificadas como: Pequenas Centrais Hidrelétricas. Os dados obtidos incluíam: nome da usina, status (em operação ou outorgada), potência instalada, município, coordenadas geográficas e bacia hidrográfica associada. Em seguida, os dados



foram extraídos em formato compatível (*shapefile*), organizados em planilha e posteriormente validados para garantir consistência e evitar duplicidade ou erros de localização.

Na terceira etapa, foi conduzida a análise espacial dos dados utilizando o *software* QGIS 3.40 “Bratislava”. Inicialmente, foi feito o carregamento dos *shapefiles* com os limites das bacias hidrográficas do Paraná. Em seguida a adição da base de dados das PCHs. As informações foram georreferenciadas e associadas aos polígonos das bacias, permitindo a visualização e análise da distribuição espacial dos empreendimentos. Com base nisso, foi criado um mapa temático com a localização das PCHs por bacia hidrográfica. Além disso, os dados foram quantificados e organizados em tabela, com cálculo da porcentagem de representatividade de cada bacia em relação ao total estadual, utilizando fórmulas simples em planilha do Excel.

Essa sequência metodológica permitiu obter um panorama completo, confiável e atualizado das PCHs no Paraná, facilitando a visualização dos padrões espaciais de distribuição e contribuindo para análises sobre a concentração, potencial energético e organização territorial dessas unidades.

REFERENCIAL TEÓRICO

O estado do Paraná apresenta uma compartimentação fisiográfica bem definida, composta por três grandes unidades: o Primeiro, o Segundo e o Terceiro Planaltos Paranaenses, além da presença da Serra do Mar ao leste. O Primeiro Planalto, situado entre a Serra do Mar e a Escarpa da Serrinha, caracteriza-se por altitudes moderadas, presença de rochas cristalinas e terrenos fortemente dissecados. O Segundo Planalto, delimitado pelas escarpas da Serrinha e da Esperança, apresenta altitudes mais elevadas e formações sedimentares da bacia do Paraná.. Já o Terceiro Planalto, ao oeste, é formado predominantemente por derrames basálticos da Formação Serra Geral, compondo uma extensa superfície com declividades mais suaves, embora ainda marcada por vales encaixados e escarpas locais. A Serra do Mar, por sua vez, constitui uma barreira morfoestrutural composta por terrenos antigos, com altitudes elevadas e cobertura florestal densa. O clima predominante é o subtropical úmido (Cfa, segundo Köppen), com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, o que favorece a formação de uma rede hidrográfica densa e perene (PAROLIN et al., 2010).



A expansão das fontes renováveis de energia é uma pauta central no contexto mundial, principalmente diante da necessidade de reduzir as emissões de gases do efeito estufa e promover uma matriz energética mais sustentável. Nesse cenário, as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) têm ganhado destaque por apresentarem uma alternativa viável à geração convencional de energia, combinando baixo impacto ambiental, viabilidade técnica e custo reduzido (COUTO E OLDEN, 2018).

No Brasil, onde a matriz elétrica é majoritariamente composta por energia hidráulica, as PCHs representam uma modalidade estratégica. Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), os empreendimentos classificados como PCHs devem possuir potência instalada entre 1 MW e 30 MW e reservatório com área inferior a 13 km² (ANEEL, 1998). Essa definição foi consolidada pela Resolução nº 394/1998 e respaldada pela Lei nº 9.648/1998, que institui regras específicas para o licenciamento e funcionamento dessas usinas, com o objetivo de facilitar sua implantação.

Estudos de Carneiro (2010) e Perius e Carregaro (2012) destacam que, por possuírem menor escala e tempo reduzido de construção, as PCHs são consideradas alternativas mais flexíveis e de menor custo em comparação com grandes hidrelétricas. Além disso, seu modo de operação, permite o aproveitamento do potencial hidráulico sem necessidade de grandes alagamentos, o que diminui significativamente os impactos sobre os ecossistemas locais.

De acordo com Couto e Olden (2018), a expansão das PCHs é uma tendência internacional, especialmente em países com relevo acidentado e redes hidrográficas densas. Essas usinas têm sido vistas como soluções energéticas compatíveis com as metas de sustentabilidade, pois são capazes de atender demandas regionais de forma descentralizada e com menor interferência ambiental.

No Brasil, o potencial técnico para a implantação de PCHs ainda é elevado. Conforme Castro et al. (2009), estima-se que o país possua mais de 15 mil megawatts de potência hidrelétrica não explorada, principalmente em rios de menor porte e regiões interioranas. Tomazoni e Andretta, (2019) apontam que, em 2017, havia 434 PCHs em operação no Brasil, representando cerca de 3,27% da capacidade instalada do Sistema Interligado Nacional (SIN), demonstrando que, embora sua participação seja pequena em termos proporcionais, essas unidades desempenham papel relevante na diversificação da matriz e na segurança energética.



As vantagens das PCHs não se restringem apenas à geração limpa de energia. Castro et al. (2009) e Kumar e Saini (2010) destacam que esses empreendimentos possuem custos de implantação e operação reduzidos, vida útil elevada, rápida amortização do investimento e menor emissão de gases de efeito estufa. Além disso, podem estimular o desenvolvimento regional por meio da geração de empregos e da melhoria na infraestrutura local, especialmente em áreas com pouca cobertura da rede elétrica.

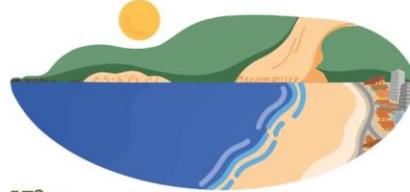
Por outro lado, é importante destacar que, apesar de menores, os impactos ambientais das PCHs não são inexistentes. A construção dessas usinas pode ocasionar modificações nos cursos d'água, fragmentação de habitats, alterações na fauna aquática e, em alguns casos, mudanças no microclima local (TOMAZONI E ANDRETTA, 2019). Por isso, sua expansão deve ser acompanhada por estudos de impacto ambiental e ações de monitoramento contínuo, com foco na mitigação e compensação dos efeitos negativos.

As PCHs representam uma alternativa técnica, econômica e ambientalmente viável dentro do contexto energético brasileiro, especialmente em um momento em que há crescente pressão por fontes limpas e estratégias sustentáveis de desenvolvimento. Contudo, sua implantação deve estar alinhada a princípios de planejamento ambiental, respeito à legislação e avaliação dos impactos cumulativos, garantindo que sua expansão ocorra de forma equilibrada e responsável (GRANZIERA E REI, 2015).

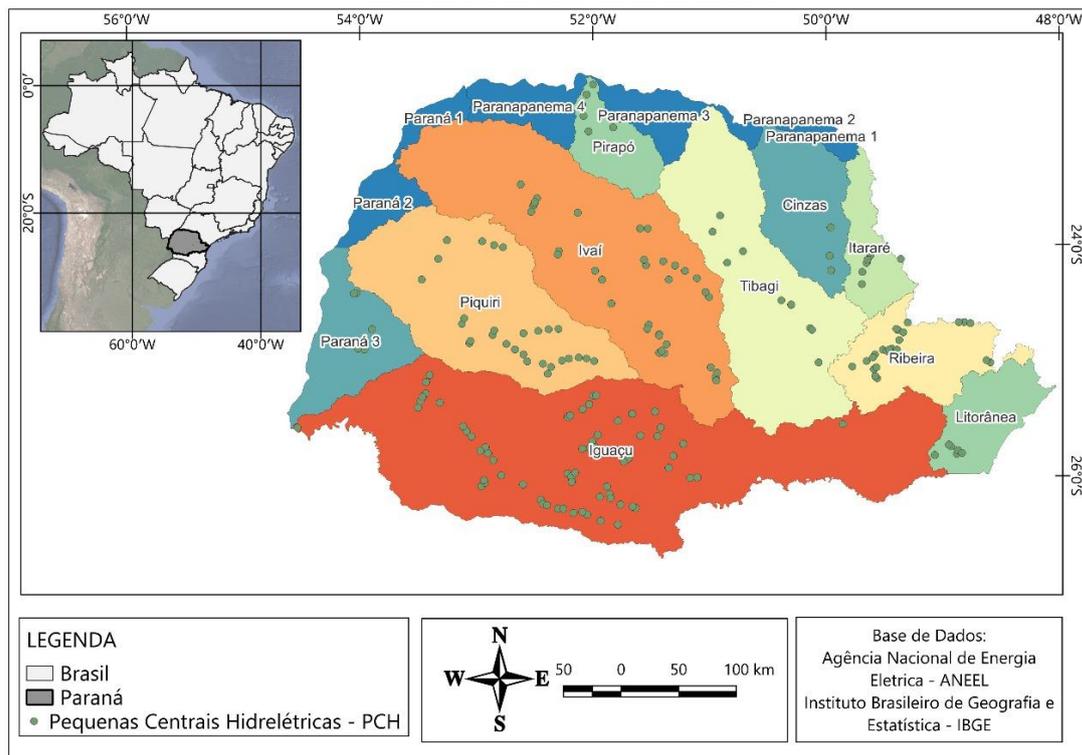
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados permitiu identificar a distribuição espacial das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no estado do Paraná, conforme apresentado na Figura 1. Observa-se que a bacia do rio Iguaçu concentra o maior número de empreendimentos, totalizando 69 PCHs, o que representa 35,38% do total estadual. Tal predominância pode ser atribuída a fatores geográficos e hidrológicos favoráveis, como a alta densidade de cursos d'água, as acentuadas declividades do relevo e a localização estratégica no centro-sul do estado, que favorecem o aproveitamento do potencial hidráulico. Em seguida, destaca-se a bacia do rio Ivaí, com 35 usinas (17,95%), seguida pela bacia do rio Piquiri, que abriga 28 empreendimentos (14,36%), ambas também caracterizadas por topografia acidentada e boa disponibilidade hídrica.

Figura 1 – Distribuição das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) nas Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA



Fonte: Elaborado pelos autores.

A organização hidrográfica do estado do Paraná estrutura-se majoritariamente em direção ao rio Paraná, que atua como principal eixo de drenagem regional. As bacias do Iguaçu, Ivaí e Piquiri se destacam por seus terrenos dissecados, declividades acentuadas e elevada energia fluvial (PAROLIN et al., 2010). Em contrapartida, as bacias dos rios Tibagi, Cinzas e das Antas apresentam setores de relevo menos acidentado, com vales mais abertos e presença de planícies de inundação nos trechos médios e inferiores, áreas menos favoráveis à geração de energia (PAROLIN et al., 2010).

Além dessas, também se destacam as bacias do Ribeira (com 12,31% do total de PCHs) e do Tibagi (5,13%), ambas com expressividade regional moderada. Por outro lado, as bacias Paranapanema 1 a 4 e Paraná 1 e 2, situadas predominantemente na região norte do estado, não apresentaram registros de PCHs no período analisado. Essa ausência pode estar associada à baixa densidade de cursos d'água, à presença de planícies de inundação com relevo suavizado e a eventuais restrições ambientais ou técnicas que dificultam a viabilidade de empreendimentos hidrelétricos nessas áreas. A seguir, a tabela 1 apresenta a sistematização quantitativa por bacia, facilitando a visualização e categorização dos dados.



15º SIMPÓSIO NACIONAL DE
GEOMORFOLOGIA

Tabela 1 – Quantidade de PCHs por bacia hidrográfica no Paraná (2025)

Bacia	Quantidade	Porcentagem (%)
Cinzas	3	1,54
Iguaçu	69	35,38
Itararé	8	4,10
Ivaí	35	17,95
Litorânea	6	3,08
Parapanema 1	0	0
Parapanema 2	0	0
Parapanema 3	0	0
Parapanema 4	0	0
Paraná 1	0	0
Paraná 2	0	0
Paraná 3	3	3,08
Piquiri	28	14,36
Pirapó	6	3,08
Ribeira	24	12,31
Tibagi	10	5,13

Organizado pelos autores.

A organização desses dados por bacia revela categorias espaciais distintas, que permitem analisar o potencial energético regional. As bacias com maior número de PCHs (Iguaçu, Ivaí e Piquiri) podem ser consideradas áreas de alta densidade de aproveitamento hidrelétrico, enquanto as demais indicam regiões de baixa ou nula exploração atual, o que levanta hipóteses sobre sua viabilidade econômica, ambiental ou técnica, reforçando as discussões apresentadas por Carneiro (2010) e Couto e Olden (2018), que apontam que o desenvolvimento das PCHs depende diretamente da adequação física do território e do suporte institucional para viabilizar sua instalação. Conforme destaca Perius e Carregaro (2012), o uso estratégico das PCHs pode promover a geração de energia de forma distribuída, com impactos ambientais reduzidos, desde que sejam respeitadas as particularidades de cada bacia e os limites da capacidade de suporte hídrica e ecológica.

Portanto, os resultados encontrados neste estudo contribuem diretamente para o planejamento territorial e energético do Estado do Paraná, oferecendo subsídios técnicos para a definição de áreas prioritárias de uso, para políticas públicas de incentivo à energia renovável e para estratégias de conservação ambiental. O uso de ferramentas de geoprocessamento como o QGIS foi essencial para a visualização integrada e confiável dos dados, permitindo a elaboração de produtos cartográficos úteis para tomada de decisão e novos estudos científicos.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou compreender a distribuição espacial das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs) no Estado do Paraná e identificar as regiões com maior concentração desses empreendimentos. Os resultados mostraram que a bacia do rio Iguaçu se destaca com o maior número de PCHs, evidenciando como fatores naturais, como relevo e disponibilidade hídrica, influenciam diretamente na localização das usinas. As bacias do Ivaí, Piquiri e Ribeira também apresentaram destaque, reforçando a importância dessas regiões para o desenvolvimento da matriz energética estadual.

A utilização de ferramentas de geoprocessamento, como o *software* QGIS, foi importante para organizar, analisar e representar visualmente os dados obtidos, contribuindo significativamente para a compreensão da distribuição espacial das PCHs no Paraná. Diante disso, recomenda-se a ampliação futura da análise, incorporando variáveis ambientais, como o uso e ocupação do solo e a presença de áreas de preservação permanente (APPs). A inclusão desses elementos permitirá uma abordagem mais integrada e sustentável, promovendo discussões sobre a gestão dos recursos hídricos, o ordenamento territorial e o papel das PCHs na sustentabilidade energética.

Por fim, espera-se que este trabalho possa servir de base para pesquisas científicas, decisões técnicas e políticas públicas voltadas ao uso equilibrado da energia renovável no Paraná. A continuidade de estudos nesta área é essencial para garantir que o avanço tecnológico e energético ocorra de forma ambientalmente responsável e socialmente justa.

REFERÊNCIAS:

ANEEL. RELATÓRIO DE CLASSIFICAÇÃO DAS BARRAGENS, Ciclo 2021. Edição 04/2022, Versão 1. Brasília / DF 2022. Disponível em: https://git.aneel.gov.br/publico/centralconteudo/-/raw/main/relatorioeindicadores/geracao/2021_Relatorio_resultado_classificacao_barragens.pdf. Acesso em 27/03/2025.

BRASIL. LEI Nº 9.648, DE 27 DE MAIO DE 1998. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902#:~:text=Regulamenta%20a%20Lei%20n%C2%BA%206.902,Ambiente%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias>. Acesso em 27/03/2025.

CARNEIRO, Daniel Araújo. PCHs – Pequenas Centrais Hidrelétricas: Aspectos jurídicos, técnicos e comerciais; Rio de Janeiro: Synergia, 2010



CASTRO, N. J., MARTINI, S., BRANDÃO R., DANTAS, G. A., TIMPONI, R. R.; A Importância das Fontes Alternativas e Renováveis na Evolução da Matriz Elétrica Brasileira. V Seminário de Geração e Desenvolvimento Sustentável. Fundación MAPFRE, 25 de agosto de 2009.

COUTO, T. B., OLDEN, J. D.; Global proliferation of small hydropower plants - science and policy. *Frontiers In Ecology And The Environment*, [s.l.], v. 16, n. 2, p.91-100, 10 jan. 2018. WileyBlackwell. <http://dx.doi.org/10.1002/fee.1746>.

GRANZIERA, M. L. M., REI, F.; Energia e meio ambiente [recurso eletrônico]: contribuições para o necessário diálogo. Santos (SP): Editora Universitária Leopoldianum, 2015. 240 p., ISBN:9788560360574.

KUMAR, P., SAINI R.P.; Estudo da cavitação em turbinas hidrelétricas- Uma revisão. Revisões de energias renovável e sustentável. Volume 14. Edição 1, janeiro de 2010, paginas 374-383.

KUMAR, P; SAINI R.P.; Estudo da cavitação em turbinas hidrelétricas- Uma revisão. Revisões de energias renovável e sustentável. Volume 14. Edição 1, janeiro de 2010, paginas 374-383.

PAROLIN, M.; VOLKMER-RIBEIRO, C.; LEANDRINI, J. A. (Orgs.). *Abordagem ambiental interdisciplinar em bacias hidrográficas no Estado do Paraná*. Campo Mourão: Editora da Fecilcam, 2010.

PERIUS, M. R., CARREGARO, J. B. PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS COMO FORMA DE REDUÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E CRISES ENERGÉTICAS Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, vol. 16, núm. 2, 2012, pp. 135-150 Universidade Anhanguera Campo Grande, Brasil.

SAIDI, K., OMRI, A. (2020) O Impacto da Energia Renovável nas Emissões de Carbono e no Crescimento Econômico em 15 Principais Países Consumidores de Energia Renovável. *Pesquisa Ambiental*, 186, ID do Artigo: 109567. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109567>

TOMAZONI, J. C., ANDRETTA, K. M. R. de C. (2019). Avaliação dos impactos ambientais gerados na implantação das pequenas centrais hidrelétricas Canhadão e Tigre no Sudoeste do Paraná, pelo método RIAM. *Geografia Ensino & Pesquisa*, 23, e19. <https://doi.org/10.5902/2236499439737>.