

Diagnóstico do crescimento de novas instalações de energia renovável em propriedades rurais no Brasil

Fabiula Ferrarez Silva Gajo^{1,2,*} e Sebastião Nilce Souto Filho¹

¹UNIFENAS Universidade. Curso de Doutorado em Agricultura Sustentável. *Campus* de Alfenas. Rodovia MG-179, km 0. Alfenas-MG, Brasil (CEP 37132-440). E-mail: fabiola ferrarez@gmail.com.

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas. *Campus* Avançado de Carmo de Minas. Alameda Murilo Eugênio Rubião, S/Nº. Carmo de Minas-MG, Brasil (CEP 37472-0000).

Resumo. O agronegócio tem ocupado, cada vez mais, um importante papel na economia do país. No entanto, associado à expansão dessas atividades, observa-se uma maior demanda por recursos energéticos que viabilizem a realização das atividades de forma segura e viável ao produtor. Sob essa ótica, o uso de fontes energéticas renováveis se mostra como alternativa importante, ao possibilitar a otimização na administração dos recursos econômicos da propriedade, além de reduzir prejuízos ambientais observados com o uso de combustíveis fósseis. Assim, o objetivo desse estudo é demonstrar os dados de energia renovável instalada em propriedades rurais no Brasil, disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica. Os dados apresentados são referentes aos micros e minigeradores distribuídos, abrangidos pela Resolução Normativa nº 482/2012, sendo expressos em kW (quilowatt). A Potência Instalada é definida pelo somatório da potência elétrica ativa nominal das unidades geradoras. Observou-se a predominância de novas instalações de energia solar em todas as regiões do país, seguida pelas instalações que utilizam biomassa como fonte de energia. Recomenda-se que os programas de incentivo ao uso de energias renováveis nas propriedades rurais se adequem às particularidades de cada região, aumentando, assim, a probabilidade de sucesso e de adequação dos produtores às novas tecnologias.

Palavras-chave: Agronegócio; Energias renováveis; Sustentabilidade.

Abstract. *Diagnosis of the growth of new renewable energy installations on rural properties in Brazil.* Agribusiness has played an increasingly important role in the country's economy. However, associated with the expansion of these activities, there

Recebido
26/06/2023

Aceito
20/08/2023

Publicado
31/08/2023



Acesso aberto



ORCID

0009-0006-3972-2766
Fabiula Ferrarez Silva
Gajo

0000-0003-3613-4994
Sebastião Nilce Souto
Filho

is a greater demand for energy resources that enable the producer to perform activities in a safe and viable way. Using renewable energy sources is an essential alternative, as it optimizes the property's economic resources and reduces the environmental damage observed using fossil fuels. Thus, this study aims to demonstrate the renewable energy data installed in rural properties in Brazil, made available by the National Electric Energy Agency. The data presented refer to distributed micro and mini generators, covered by Normative Resolution No. 482 of 2012, expressed in kW (kilowatt). The Installed Power is the sum of the nominal active electrical power of the generating units. There was predominance in the use of solar energy in all regions of the country, followed by installations that use biomass as an energy source. It is recommended that incentive programs for using renewable energies in rural properties be adapted to the particularities of each region, thus increasing the probability of success and adaptation of producers to new technologies.

Keywords: Agribusiness; Renewable energy; Sustainability.

Introdução

Em 2022, o agronegócio foi responsável por 24,8% do PIB brasileiro (CEPEA, 2022), destacando-se como um dos setores mais importantes para a economia do país. Naquele ano, as exportações do setor somaram US\$ 159,09 bilhões (MAPA, 2023), representando 47,48% do total de exportações do país (Ministério da Economia, 2023).

Assim, o Brasil se desponta como um dos maiores produtores agrícolas do mundo e, além de impulsionar a economia brasileira, eleva a participação do país no exterior (Barboza e Castro, 2021), mesmo diante de um panorama mundial em que países exportadores de produtos agropecuários têm apresentado redução ou mesmo estagnação de suas taxas de produtividade (Thiago et al., 2020).

No entanto, como em outras áreas, também existe o problema de aumento da dependência de fontes de energia como a eletricidade, o petróleo, o gás natural ou o carvão, visto que o setor agrícola se caracteriza por sua alta demanda energética para que vários serviços possam ser executados, a exemplo do bombeamento de água, eletrificação de cercas, manutenção de geladeiras, resfriamento de leite, aquecimento, secagem de grãos, irrigação, moagem e controle térmico do ambiente.

A energia elétrica é um serviço público prestado através de concessão, porém, ainda é uma realidade distante para vários cidadãos brasileiros, principalmente nas periferias, cidades do interior e zona rural (Leal e Alva, 2021). Embora o Programa Luz para Todos, do Ministério de Minas e Energia, tenha realizado grandes esforços para garantir o acesso à energia elétrica a populações da área rural, os dados do IBGE indicam que, em 2019, havia 144 mil famílias sem acesso à energia elétrica (IBGE, 2019).

São inúmeros os fatores que inviabilizam a prestação de serviços elétricos às regiões rurais do país, a exemplo da baixa densidade populacional desses locais e um elevado percentual de domicílios pobres. Acrescenta-se a esse cenário, os altos investimentos necessários para a expansão das linhas de transmissão (Matosinhos et al., 2020). Sabe-se, no entanto, que o acesso à energia elétrica, dentre outros requisitos básicos, como saúde e educação, pode ser considerado um elemento chave para o desenvolvimento socioeconômico do meio rural (Pereira et al., 2010).

Sob essa ótica, o uso de fontes energéticas renováveis se mostra como alternativa de grande valia, possibilitando a otimização na administração dos recursos econômicos da propriedade, além de reduzir prejuízos ambientais, proporcionar proteção à saúde humana e equilibrar o consumo de recursos naturais. As tecnologias de energia renovável oferecem uma oportunidade excepcional para mitigar a emissão de gases de efeito estufa e reduzir o aquecimento global através da substituição de fontes de energia convencionais (Panwar et al., 2011).

Durante a década de 1990, vários países passaram por mudanças na estrutura do setor elétrico, que costumava se basear na geração centralizada. A liberalização do mercado de eletricidade, além de inovações tecnológicas, possibilitaram a implantação da geração distribuída, caracterizada por unidades de pequeno porte, que são mais facilmente financiáveis, o que pode resultar em um maior número de agentes e menores custos.

Desde a publicação da Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, o consumidor brasileiro pode gerar sua própria energia elétrica a partir de fontes renováveis ou cogeração qualificada e inclusive fornecer o excedente para a rede de distribuição de sua localidade. Trata-se da micro e da minigeração distribuídas de energia elétrica, inovações que podem aliar economia financeira, consciência socioambiental e autossustentabilidade (ANEEL, 2023).

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2023), a matriz energética brasileira é composta por 83,56% de energia renovável e 16,44% de energia não renovável. Dentre as fontes de energia renovável destacam-se a hídrica (57,10%), a eólica (13,36%), a biomassa (8,62%), a solar (4,49%), enquanto as energias não renováveis são formadas por gás natural (9,11%), petróleo e outros (4,49%), carvão mineral (1,80%) e nuclear (1,03%).

O objetivo desse estudo é demonstrar os dados de energia renovável instalada em propriedades rurais no Brasil, disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica. O intuito é descrever a evolução da Potência Instalada de energia renovável no meio rural ao longo do tempo; detalhar por região, a Potência Instalada de fontes de energia renovável no meio rural; e apresentar o Potencial Instalado nas modalidades de instalação.

Metodologia

Inicialmente foi realizada uma análise extensiva de materiais teóricos relacionados ao tópico. Em seguida, aplicou-se uma busca de dados em sites governamentais a fim de obter informações sobre o uso da energia renovável em propriedades rurais.

Este estudo segue uma abordagem quantitativa, na qual foram coletados e avaliados dados numéricos, que foram apresentados de forma objetiva. No mês de maio de 2023, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2023), forneceu os dados que foram utilizados como base para esse estudo. Essas informações encontram-se no item 'Relatório e Indicadores, Geração' do portal online da Agência, localizadas no painel interativo, o qual pode ser filtrado de maneira pertinente para o usuário. É válido ressaltar que tais dados são atualizados diariamente.

Após identificação, coleta e processamento de dados sobre a geração de energia renovável em áreas rurais no Brasil, foram criadas tabelas eletrônicas e gráficos para auxiliar a sua organização. Os dados apresentados são referentes aos micros e minigeradores distribuídos, abrangidos pela Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012, sendo expressos em kW (quilowatt). A Potência Instalada é definida pelo somatório da potência elétrica ativa nominal das unidades geradoras.

Devido à vasta extensão territorial brasileira, foi exibida informação de grande importância sobre as regiões. Além disso, foram mostrados os dados a respeito da capacidade instalada por modalidade e o seu crescimento ao longo do tempo.

Resultados e discussão

O termo Geração Distribuída é empregado para descrever a produção de energia elétrica na proximidade do consumidor, independentemente da sua potência, meio ou fonte, sendo ela produzida através de recursos renováveis ou não. O grande benefício da Geração Distribuída é a sua possibilidade de instalação em escala reduzida e de maneira adaptável, possibilitando que seja acessível a todos os tipos de usuários.

A Tabela 1 demonstra a potência instalada a cada ano, de cada fonte renovável geradora de energia elétrica, em propriedades rurais no Brasil.

Tabela 1. Potência instalada por ano, de cada fonte renovável geradora de energia elétrica (kW) em propriedades rurais do Brasil.

Ano	Biomassa	Eólica	Hidráulica	Solar	Total por ano
2011	0,00	0,00	0,00	21,00	21,00
2012	0,00	0,00	0,00	4,62	4,62
2013	0,00	0,00	0,00	72,00	72,00
2014	75,00	0,00	0,00	27,82	102,82
2015	646,34	5,90	0,00	144,96	797,20
2016	3.291,00	3,00	818,64	688,77	4.801,41
2017	5.737,20	5,00	385,20	7.999,93	1.4127,33
2018	6.866,50	0,00	3.142,40	39.619,54	49.628,44
2019	10.674,07	0,00	2.025,52	194.209,90	206.909,49
2020	12.607,42	0,00	4.814,41	427.736,92	445.158,75
2021	5.848,97	10,00	1.016,00	690.688,25	697.563,22
2022	5.038,87	0,00	1.145,40	1.160.684,03	1.166.868,30
2023	502,98	0,00	0,00	498.278,30	498.781,28
Total	51.288,35	23,90	1.3347,57	3.020.176,04	3.084.835,86

Fonte: ANEEL.

Nota-se, frente aos dados apresentados, que a energia solar foi a fonte de energia elétrica renovável que teve o maior número de novas instalações em propriedades rurais nos últimos sete anos. Representando aproximadamente 97,9% das instalações nos últimos 12 anos. De acordo com Soccol et al. (2016) um dos desafios para a implementação dos sistemas de geração distribuída baseados em fontes renováveis é o elevado custo de implantação, o que dificulta a participação dessas fontes na matriz energética. Desse modo, a prevalência do uso de energia solar pode estar associada à sua facilidade de instalação e expansão, aumentando o grau de confiabilidade do sistema. Além disso, Ribeiro et al. (2016) evidenciam que os sistemas fotovoltaicos são microfuentes silenciosas, o que também contribui para a preferência no seu uso.

Observa-se também uma maior participação da biomassa na geração de energia. De acordo com dados do EPE (2019), os biodigestores têm se destacado como exemplos de geração distribuída que vêm ocupando cada vez mais espaço na matriz energética nacional. Uma das vantagens do uso de biomassa como fonte de energia, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica, é a destinação correta para os dejetos oriundos do agronegócio, de modo a reduzir os impactos ambientais. Além disso, Martins et al. (2022) demonstram que a possibilidade de uso desses resíduos é também interessante pela ótica econômica, tornando o produtor rural autossuficiente em termos de geração de energia elétrica.

A Figura 1 mostra a potência instalada, em cada região do Brasil, de cada fonte renovável geradora de energia elétrica, em propriedades rurais. Assim, conforme

supracitado, percebe-se que as instalações de energia solar é a principal fonte de energia renovável em todas as regiões do país, seguida pelo uso da biomassa, hidráulica e eólica.

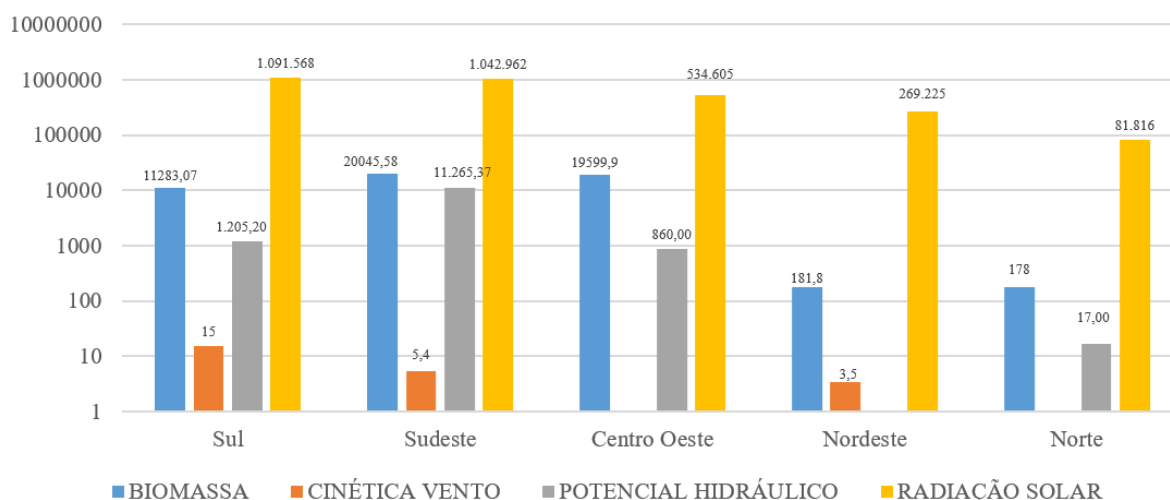


Figura 1. Potência instalada por região do Brasil, de cada fonte renovável, geradora de energia elétrica (kW).

Nesse contexto, fica evidenciado ainda a necessidade de uma maior exploração de energia elétrica oriunda da cinética do vento, em especial nas regiões centro-oeste e norte, em que não é observado a instalação dessa modalidade. Barroso et al. (2022) indicaram que os parques eólicos instalados no Brasil têm aproveitado zonas em que se observa ventos com sentido e direções constantes e com velocidade média relativamente elevada, características essas observadas na região Nordeste, Sudeste e Sul, justificando, portanto, a ausência dessa fonte de energia nas regiões centro-oeste e norte, conforme indicado na Figura 2.

Ainda de acordo com Barroso et al. (2022), a limitação do uso de energia eólica pode estar associada a fatores como o alto custo da instalação de usinas e de seus equipamentos, à irregularidade dos ventos, elevada poluição sonora e visual e a possibilidade de interferência em rotas de migração de aves. Acrescenta-se a isso a falta de políticas públicas e investimento para a disseminação desses projetos ao longo de todo o território brasileiro (Moraes e Carvalho, 2020).

Para além dos impactos ambientais, a instalação de uma usina eólica também produz interferência no meio socioeconômico, conforme destacado por Costa et al. (2019), citando os desgastes das vias de acesso, a produção excessiva de ruídos, a descaracterização da paisagem, a limitação das vias de acesso e fissuras nas residências próximas. Desse modo, pode-se justificar a menor expansão de instalações eólicas no país quando comparado às demais fontes de energia renováveis, as quais, não só possuem menor custo de instalação, como também resultam em menores impactos ambientais e socioeconômicos nas regiões e locais de instalação.

A geração distribuída contém quatro modalidades que possuem particularidades diferentes: a) a geração da própria unidade consumidora; b) o auto consumo remoto, em que se permite a geração de energia independentemente do local onde será utilizada, contudo, é necessário que todas as unidades consumidoras sejam vinculadas ao mesmo CPF ou CNPJ; c) a geração compartilhada, que é uma modalidade em que a energia é produzida em um único local e compartilhada entre diversas unidades consumidoras,

identificadas por CPFs e CNPJs diferentes, como é o caso dos edifícios residenciais e comerciais e d) os Empreendimentos de Múltiplas Unidades Consumidoras (EMUC), também são conhecidos como Geração em Condomínio. Neste tipo de modelo, a energia é produzida em um lugar, porém os seus consumidores são encontrados em locais diferentes.

A Figura 2 ilustra a potência instalada, em propriedades rurais do Brasil, por modalidade de geração, de cada fonte renovável geradora de energia elétrica. Indica-se que para todas as quatro modalidades avaliadas, a energia solar se sobrepõe às demais e a eólica apresenta-se ausente em todas as modalidades, exceto pela geração da própria unidade consumidora.

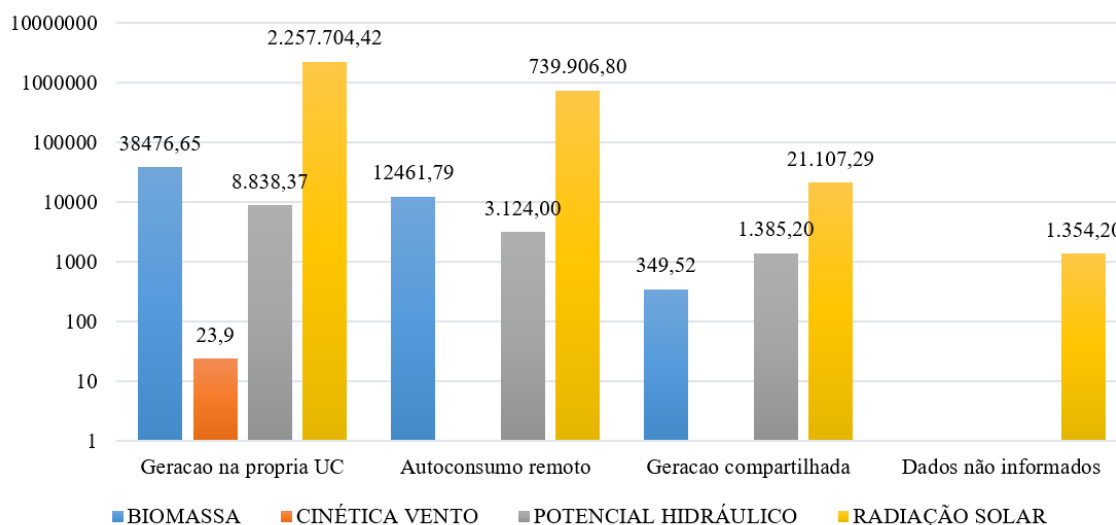


Figura 2. Potência instalada, em propriedades rurais do Brasil, por modalidade de geração, de cada fonte renovável geradora de energia elétrica.

Destaca-se o uso da biomassa para as modalidades de geração da própria unidade consumidora e autoconsumo remoto e a energia hidráulica como sendo a segunda fonte mais aplicada para a modalidade de geração compartilhada. Grubert e Oliveira (2019) ressaltam a biomassa como uma das maiores fontes de energia disponíveis nas áreas rurais e, portanto, com um elevado potencial como uma alternativa à redução do uso de combustíveis fósseis.

De modo geral, além das barreiras econômicas, associadas aos elevados custos iniciais de implantação, e às tecnológicas, existem outros desafios no que tange a difusão e expansão das fontes de energia renovável como um todo. Walter (2003) chama a atenção para a restrição de acesso à informação técnica e à dificuldade de compreensão dos sistemas por parte das comunidades rurais, prejudicando, assim, a operação e manutenção dessas instalações.

Assim, coloca-se à pauta a necessidade não só de ampliar os estudos a respeito das diferentes fontes de energia renovável, mas também a reflexão sobre os métodos mais adequados frente ao estilo de vida e/ou atividade econômica realizado nas propriedades rurais em todo o país, haja vista a particularidade de cada ambiente e de cada comunidade que o ocupa. Para Walter (2003) os programas que visam a simples implantação de tecnologias em certas regiões e que se dissociam da realidade local estão fadados ao fracasso no médio e longo prazo, uma vez que a população não se encontra preparada para receber essas tecnologias.

Conclusão

Com base no exposto, foi observado a predominância de novas instalações da energia solar nas propriedades rurais de todas as regiões do país. Destaca-se também as novas instalações de geração de energia utilizando a biomassa, uma vez que a maior disponibilidade e frequência de insumos para geração de energia elétrica facilitam os investimentos nessa área. Por fim, evidencia-se a necessidade de um maior entendimento sobre as particularidades de cada região e de suas propriedades rurais para que os programas de incentivo ao uso de energia renovável sejam direcionados a essas realidades, aumentando, assim, a probabilidade de sucesso e de adequação dos produtores às novas tecnologias.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Geração gistribuída**: micro e minigeração distribuídas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/aneel/pt-br/centrais-de-conteudos/relatorios-e-indicadores/geracao>>. Acesso em: 30 jul. 2023.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2022.

Barboza, F.; Castro, L. P. Eficiência do mecanismo do contrato futuro de operações de hedge em derivativos agropecuários: um estudo sobre a cana-de-açúcar. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, v. 15, n. 2, p. 17-35, 2021.

Barroso, L. L.; Oliveira e Silva, M.; Galvão, M. E. M.; Silva, G. J.; Cunha, D.; Silva, L. S.; Cristo, J. P.; Antunes, G. N.; Cabral, E. L.; Silva, J. A. C. Aspectos gerais sobre a viabilidade de instalação de energia eólica no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, e308911931781, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i9.31781>

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. PIB do Agronegócio Brasileiro. 2022. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Balanço Energético Nacional 2019**: ano base 2018. Brasília: EPE, 2019. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-377/topico-494/BEN_2019_Completo_WEB.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2023.

Grubert, S. S.; Oliveira, V. A. Evolução das energias renováveis e perspectivas para o futuro utilizando a biomassa. **Revista Jurídica Direito, Sociedade e Justiça**, v. 6, n. 8, p. 53-68, 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Domicílios brasileiros. IBGE Educa Jovem. 2019. Disponível em: <<https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/21130-domicilios-brasileiros.html>>. Acesso em: 01 ago. 2023.

Leal, L. B. B.; Alva, J. C. R. Políticas públicas de acesso à energia elétrica, como ferramenta na efetividade dos direitos fundamentais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 82796-82823, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n8-473>

MAPA - Ministério da Agricultura e Pecuária. Exportações do agronegócio fecham 2022 com US\$ 159 bilhões em vendas. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/exportacoes-do-agronegocio-fecham-2022-com-us-159-bilhoes-em-vendas>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

Martins, L. C.; Tinoco, C.; Mendonça, M.; Martins, G.; Cezarino, L. O.; Scanavez, P. H. F.; Martins, J. C.; Matos, L. C. Análise de viabilidade econômica da geração de energia elétrica por biomassa provinda de propriedades rurais. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 13, n. 3, p. 1258-1279, 2022. <https://doi.org/10.7769/gesec.v13i3.1400>

Matosinhos, L. A.; Lavorato, M. P.; Silveira, S. F. R. Avaliação da eficácia e da eficiência do Programa Luz para Todos. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 16, n. 3, p. 251-262, 2020.

Ministério da Economia. Confirma o resultado da Balança Comercial brasileira de 2022. 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2023/janeiro/confirma-o-resultado-da-balanca-comercial-brasileira-de-2022>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

Moraes, E. C. T.; Carvalho, M. S. Geração de energia elétrica sustentável através de usinas eólicas no Brasil: uma revisão de literatura. **Amazon Live Journal**, v. 2, n. 4, p. 1-11, 2020.

Panwar, N. L.; Kaushik, S. C.; Kothari, S. Solar greenhouse an option for renewable and sustainable farming. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 3934-3945, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.030>

Pereira, M. G.; Freitas, M. A. V.; Silva, N. F. Rural electrification and energy poverty: Empirical evidences from Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 14, p. 1229-1240, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.12.013>

Ribeiro, A. E. D.; Arouca, M. C.; Coelho, D. M. Electric energy generation from small-scale solar and wind power in Brazil: The influence of location, area and shape. **Renewable Energy**, v. 85, p. 554-563, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.071>

Soccol, F. J.; Pereira, A. L.; Celeste, W. C.; Coura, D. J. C.; Chaves, G. L. D. Desafios para implementação da geração distribuída de energia no Brasil: uma revisão integrativa de literatura. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 2, n. 3, p. 31-43, 2016.

Thiago, F.; Kubo, E. K. D. M.; Pamplona, J. B.; Farina, M. C. Estilo de gestão de produtores rurais. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 58, e188254, 2020. <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2020.188254>

Walter, A. Fomento à geração elétrica com fontes renováveis de energia no meio rural brasileiro: barreiras, ações e perspectivas. Anais do III Encontro de Energia no Meio Rural, 2003. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022000000100028&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 16 ago. 2023.



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.