ESG - ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND GOVERNANCE
SINGEURB
IV Simpósio Nacional de Engenharia Urbana
Rio de Janeiro, 22 a 24 de novembro de 2023

O PANORAMA DA ENERGIA SOLAR NO BRASIL E O PAPEL DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA EM SEU DESENVOLVIMENTO

THE OVERVIEW OF SOLAR ENERGY IN BRASIL AND THEROLE OF PUBLIC ADMINISTRATION IN ITS DEVELOPMENT

BALAGUER, Diogo[1]; PINA FILHO, Armando[2];TORRES, JULIO[3]

[1]Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Enga. Urbana
balaguer@poli.ufrj.br
[2]Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Enga. Urbana
armando@poli.ufrj.br
[3]Universidade Federal do Rio de Janeiro. Programa de Enga. Urbana
julio@poli.ufrj.br

RESUMO

A busca por um planeta mais sustentável requer a utilização de fontes de energia renováveis. A energia solar fotovoltaica está em franco desenvolvimento e apresenta-se como alternativa viável técnico-economicamente na geração de energia limpa e renovável. De modo a traçar o atual panorama da energia solar no Brasil, este trabalho tem por objetivo apresentar o atual cenário e perspectivas do país para o desenvolvimento e adoção desta tecnologia sob a ótica da administração pública. O artigo apresenta revisão bibliográfica da legislação, relatórios técnicos, dissertações de mestrado e artigos científicos que abordam esta temática. O Brasil se destaca pela abundância da matéria prima utilizadana fabricação dos painéis e pela enorme disponibilidade de irradiação solar ao longo de todo o ano. Altas tarifas de energia praticadas pelas concessionárias também aumentam a viabilidade desses sistemas. No entanto, este mercado ainda é incipiente no país. Com uma fatia de 4,4% da matriz elétrica brasileira, a energia solar tem um enorme potencial de crescimento, alavancando o desenvolvimento tecnológico não apenas deste setor como também de toda a economia. Neste contexto, a administração pública possui papel fundamental no desenvolvimento sustentável do país fomentando novas tecnologias através de incentivos fiscais, subsídios e adequado arcabouço regulatório.

Palavras-chave: Administração pública, Energia solar, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The pursuit of an increasingly sustainable planet demands the use of renewable energy sources. Photovoltaic solar energy is undergoing substantial development and presents itself as a viable technical and economic alternative in the generation of clean and renewable energy. In order to outline the current panorama of solar energy in Brazil, the aim of this study is to present the current scenario and prospects of the country for the development and adoption of this type of technology from the perspective of public administration. The article provides a literature review of technical reports, legislation, master's theses, and scientific articles that address this topic. Brazil stands out due to the abundance of raw materials for panel manufacturing and the vast availability of solar irradiation throughout the year. The high cost of energy tariffs also increase the feasibility of these systems. However, this market is still nascent in the country. Holding a share of 4.4% in the Brazilian electric matrix, solar energy has significant growth potential, driving not only technological advancements in this sector but also benefiting the entire economy. In this context, public administration plays a crucial role in the sustainable development of the country by fostering new technologies through fiscal incentives, subsidies, and an appropriate regulatory framework.

***Keywords**: Public Administration, Solar energy, Sustainability.*

1 INTRODUÇÃO

A energia é fundamental para o crescimento econômico, desenvolvimento social e melhoria da qualidade de vida. No entanto, conforme a demanda e o consumo de eletricidade aumentam, ocorre um agravamento das mudanças climáticas e um maior impacto ambiental decorrente de ações antrópicas. Este cenário requer, portanto, uma atuação de governos e tomadores de decisão na elaboração de um planejamento energético eficiente, envolvendo, dentre outras medidas, avaliações das fontes de energia utilizadas ebusca por fontes alternativas e renováveis de geração. (RIGO et al., 2020).

O Brasil, atualmente, se destaca no cenário internacional devido a elevada participação de fontes renováveis em sua matriz elétrica, com participação de quase 85%, principalmente devido à geração de energia hidroelétrica. (EPE, 2021) Além disso, desde o acordo de Paris em 2015, o Brasil se comprometeu a adotar medidas para mitigar as mudanças climáticas, propondo uma meta de pelo menos 23% da matriz energética nacional advinda de fontes renováveis, excetuando-se a hidroelétrica. (MAGALHÃES et al., 2020).

De acordo com Magalhães et al (2020), a proximidade do Brasil com a linha do Equador permite uma distribuição uniforme de incidência solar e alta irradiação durante todo ano, tornando o país propício para a geração de energia fotovoltaica e grande potencial para o desenvolvimento desta tecnologia. Outrossim, a cada ano a eficiência dos painéis é maior e preço da energia solar fotovoltaica diminui, com uma redução de custos em projetos novos de aproximadamente 85% entre 2010 e 2020, segundo IRENA (2021).

A expansão da produção de energia através de tecnologias fotovoltaicas vem aumentando significativamente nos últimos anos. Em 2019, representava cerca de 2,6% da produção de energia no mundo, devendo chegar a 25% da geração de eletricidade mundial por volta do ano de 2050, atingindo uma capacidade instalada de 8500GW. Previsões apontam que 40% da capacidade de geração será proveniente de sistemas FV (fotovoltaicos) instalados em coberturas de

edifícios, logo, as cidades terão papel importante nesta transição de matrizes energéticas (THEBAULT et al., 2020).

A administração pública tem papel importante na promoção de novas tecnologias e de fomentar o desenvolvimento sustentável do país. Em consonância com o princípio da eficiência, a implantação de projetos deve sempre buscar a melhor alternativa visando o atendimento do interesse coletivo e uma adequada utilização dos recursos públicos.

Este artigo visa apresentar e discutir o atual cenário da energia solar no Brasil e suas perspectivas de desenvolvimento no país. Para tal, foi realizada pesquisa bibliográfica em documentos governamentais, legislações, relatórios técnicos, dissertações de mestrado e artigos científicos relacionados ao tema.

2ENERGIA SOLAR NO BRASIL

2.1 Panorama da energia solar no Brasil

Devido à sua posição geográfica, o Brasil recebe uma alta incidência de radiação solar distribuída de maneira relativamente uniforme ao longo de sua extensão territorial. Tal característica permite o desenvolvimento de geração de energia solar FV em todas as regiões. Com o desenvolvimento tecnológico e a redução dos custos na implantação destes projetos, essa energia renovável apresenta-se como uma alternativa viável para a geração de energia elétrica no país. (EPE, 2020). Além disso, a energia gerada por sistemas FV é, de maneira geral, mais barata do que a energia adquirida das concessionárias devido ao elevado valor destas tarifas. (DANTAS E POMPERMAYER, 2018).

Considerando apenas a geração centralizada, em usinas de geração FV, a capacidade instalada projetada para 2050 no Brasil poderia chegar a valores da ordem de 90 GW. Isso corresponderia a uma parcela de 16% da capacidade instalada total da matriz elétrica brasileira, sendo responsável por até 12% da eletricidade gerada no país (EPE, 2020).

Apesar do potencial da energia solar no Brasil, e do acelerado crescimento da implantação da capacidade instalada, este tipo de fonte renovável ainda corresponde a uma pequena fatia da oferta de eletricidade no país, com 4,4% do total em 2022, apesar do incremento de 76% com relação ao ano anterior, conforme observado na Figura 1. A reduzida participação da energia solar configura uma excelente oportunidade de crescimento deste tipo de geração no médio e longo prazo no país. Ademais, o Brasil detém uma das maiores reservas de silício no mundo, semicondutor que é matéria prima na produção de células fotovoltaicas para os painéis solares. A grande oferta de insumo disponível para a fabricação dos módulos fotovoltaicos garante uma boa vantagem competitiva no mercado.

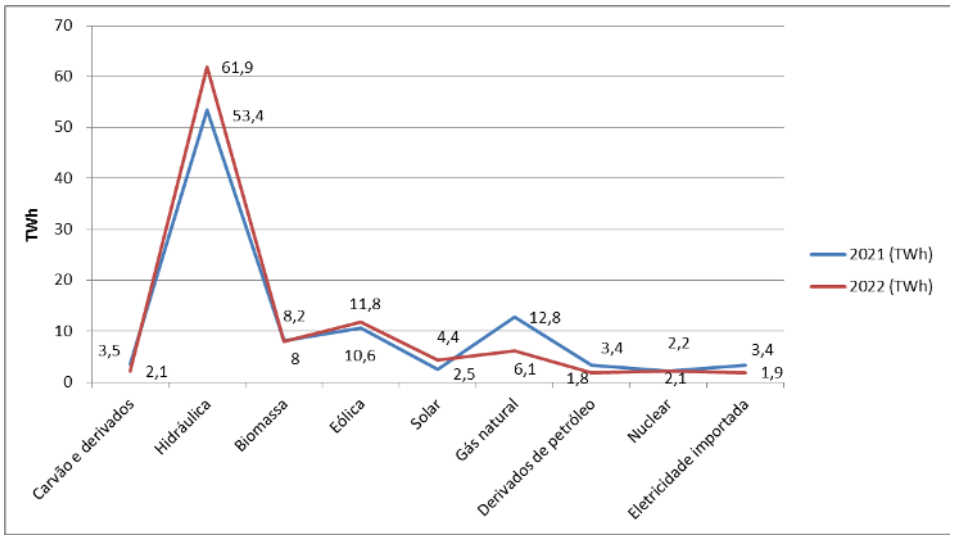


Figura 1: Estrutura da oferta interna de eletricidade no Brasil em 2022

Fonte: EPE, 2023. Adaptado pelo autor

2.2 Papel da administração pública no desenvolvimento sustentável do país

O aumento da preocupação com o meio ambiente e com os efeitos das mudanças climáticas ficou evidenciado na ocasião do Acordo de Paris em 2015. Nesta reunião, o Brasil firmou o compromisso de reduzir 43% de suas emissões de gases estufa até o ano de 2030, em comparação com as emissões de 2005 (MELIN, 2019). Ainda, segundo Hollanda (2013), a Constituição da República de 1988 dispõe de princípios e normas que devem balizar ações voltadas à ética ambiental, visando o desenvolvimento sustentável e a gestão racional dos recursos naturais no Brasil. Portanto, o poder público no Brasil tem a obrigação de garantir aos cidadãos uma boa qualidade de vida em um meio ambiente ecologicamente equilibrado, através da adoção de políticas públicas voltadas à preservação ambiental e ao desenvolvimento sustentável do país.

A gestão energética de um país é realizada através de três ferramentas: formulação de políticas públicas, planejamento energético e regulamentação do mercado, as quais devem ser implementadas e utilizadas de maneira complementar, visando uma maior eficiência energética (BAJAY, 2002). Os países líderes na geração de energia solar FV, notadamente China, Japão, Alemanha e Estados Unidos, possuem diversos programas de incentivos e subsídios para alavancar este mercado. No entanto, o Brasil ainda está aquém na participação deste tipo de geração em sua matriz elétrica, considerando seu enorme potencial. Faz-se necessário, então, melhorar e expandir os programas governamentais voltados à adoção desta tecnologia. (MELIN, 2019).

As Instituições Federais de Ensino Superior (IFES) possuem grande importância no desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil.A instalação de sistemas FV nos próprios terrenos ou edificações destes centros de ensino permite o monitoramento e controle da geração bem como o estudo e análise da viabilidade dos painéis devido à proximidade de pesquisadores, servidores, docentes e discentes.

Oliveira et al. (2021) afirmam que no ano de 2020, 35% das 69 Universidades federais no país possuíam sistemas de geração fotovoltaica instalados, e 51% apresentavam algum tipo de iniciativa desta natureza. Não obstante, existe a tendência de incremento na capacidade instaladas nas instituições de ensino devido à

necessidade da redução de recursos utilizados para pagamento de energia das concessionárias. Este tipo de despesa ainda é bastante relevante dentro do orçamento das Universidades brasileiras. Além da redução dos custos, é fundamental que sejam fomentadas ações de sustentabilidade ambiental e eficiência energética nas IFES.

Pesquisas indicam que a viabilidade econômica da utilização de geração FV em instituições de ensino superior no Brasil, com investimentos que apresentam payback entre 4 e 10 anos e Taxa Interna de Retorno (TIR) entre 7 e 19% (OLIVEIRA, 2021; SILVEIRA et al., 2019; COSTA; SANTOS, 2017; PERONDI, 2019; CASTRO et al., 2020; FERREIRA, 2020).

A gestão do patrimônio edificado, incluindo sua manutenção e conservação é responsabilidade da administração pública. Diante da complexidade e quantidade de imóveis pertencentes às IFES, são necessárias intervenções para a recuperação e manutenção de condições de desempenho das edificações que muitas vezes encontram-se próximas ao seu final de ciclo de vida. Muitas edificações públicas não passaram, ao longo dos anos, por ações necessárias de manutenção predial, seja por dificuldades dos gestores públicos, ou ainda pela escassez de recursos destinados a este fim (OTTONI, 2021).

Haja vista as intervenções que se fazem necessárias a fim de que sejam recuperadas as edificações públicas, surge a oportunidade da adoção de soluções eficientes do ponto de vista energético e econômico, sustentáveis ambientalmenteadequadas. Por exemplo, a incorporação de um sistema de painéis fotovoltaicos para a geração de energia solar fotovoltaica poderia ser incluída em um projeto de *retrofit* de uma edificação pública.

Então, o governo tem papel importante no contexto de fomentar o desenvolvimento e adoção de tecnologias e sistemas que visem a sustentabilidade e a eficiência energética. O Estado deve garantir um apropriado ambiente de negócios no país através de uma adequada regulação e redução de burocracia além de fornecer incentivos tributários e fiscais bem como subsídios. Essas medidas fazem com que se aumente a atratividade e viabilidade dos sistemas de geração de energia solar FV, democratizando o acesso a energia limpa no Brasil.

Além da função de fomentar o desenvolvimento da energia solar, o Estado deve garantir não apenas a qualidade da transmissão da energia como também a capilaridade das redes de transmissão, visando atender principalmente a população mais vulnerável socialmente. Assim como a integração com outras fontes renováveis, notadamente a eólica, particularmente viável no litoral Nordeste brasileiro.

De acordo com Dupuy (2008), os agentes responsáveis pelo planejamento urbano devem garantir a integração nacional, no tocante às redes de infraestrutura, auxiliando as administrações locais. Este processo deve ter uma abordagem adaptativa e um alto nível de coordenação para sobrepor os desafios eventualmente encontrados em escalas regionais. Este processo seria especialmente importante no interior do Brasil de modo a melhorar a qualidade na prestação e democratizar o acesso aos serviços públicos.

2.3 Aspectos legais sobre energia solar no Brasil

O setor de eletricidade no Brasil é planejado de forma centralizada e seu desenvolvimento é influenciado diretamente pelo Governo Federal. O Governo é

responsável por conduzir os leilões de energia e determinar o arcabouço regulatório vigente, definindo desde a política tarifária empregada no país até a expansão e desenvolvimento deste mercado. A estrutura deste sistema permite o planejamento integrado, capaz de gerenciar as especificidades presentes em cada região do país.

De modo a garantir condições para o desenvolvimento da energia solar fotovoltaica no país, indo ao encontro da tendência mundial no setor elétrico, o Brasil vem alterando sua base regulatória, comercial e operacional. Estas medidas fornecem condições para uma participação ativa dos consumidores no gerenciamento de seu consumo de energia (BOTELHO et al., 2022).

A Lei 9.478/1997 instituiu a política energética nacional objetivando o aproveitamento racional das fontes de energia no Brasil de modo a promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho, atrair investimentos no setor energético e aumentar a competitividade do país no cenário internacional. Outrossim, a lei também prescreveu a necessidade de conservação de energia e de incentivo a utilização fontes de energia alternativas (BRASIL, 1997). A partir do ano de 2012, com a instituição da Resolução Normativa 482/2012 da ANEEL atualizada posteriormente pela Resolução Normativa 687/2015, houve um avanço da regulamentação da geração distribuída no Brasil. Foram estabelecidas as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuídas aos sistemas de distribuição de energia elétrica fornecido pelas concessionárias no país, bem como os requisitos do sistema de compensação de energia elétrica (ANEEL, 2012).

Conforme observado na Figura 2, a quantidade de pontos de geração distribuída ao redor de todo o território nacional aumentou substancialmente a partir do estabelecimento das normativas em 2012 até o ano de 2019. Vale ressaltar que a regulamentação em si pode não ser o único fator que explica este aumento (CORIOLANO et al., 2020). Aspectos como o desenvolvimento tecnológico, capacidade técnica, e fatores econômico-sociais podem também justificar esta evolução. No entanto, um ambiente jurídico e de negócios propício e bem regulamentado tem papel importante no desenvolvimento tecnológico e aumento da adoção deste tipo de sistema.

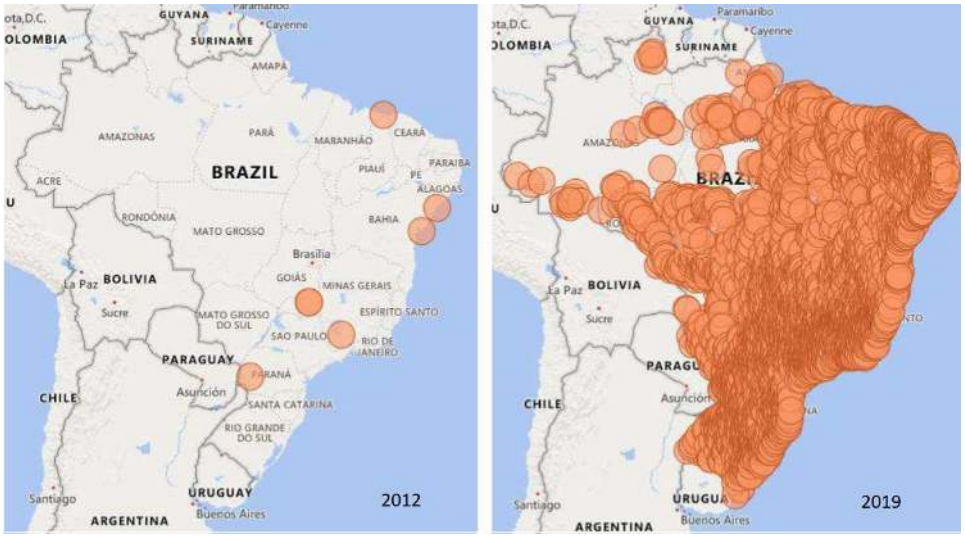


Figura 2: Evolução da quantidade de pontos de geração distribuída 2012-2019

Fonte: Coriolano et al., 2020.

Em 2022 foi promulgada e Lei 14.300/2022, que instituiu o marco legal da microgeração e minigeração distribuída. Foi criado o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE), no qual a energia ativa gerada pela unidade consumidora é injetada na rede da concessionária de energia local, trazendo benefícios financeiros para estas unidades.

Outra medida criada foi o Programa de Energia Renovável Social (PERS), que busca investimentos para a instalação de sistemas fotovoltaicos em comunidades de baixa renda. Este marco legal aumenta a segurança jurídica e propicia um ambiente de negócios mais favorável para a expansão destes sistemas, aumentando a participação da energia solar na matriz energética brasileira, aquecendo a economia e gerando oportunidades de emprego no país.

3 CONCLUSÕES

A Administração Pública desempenha um papel vital no desenvolvimento da energia solar no Brasil. Por meio de políticas públicas de incentivo, investimento em pesquisa e desenvolvimento, simplificação de processos, conscientização e educação, existe a possibilidade de se acelerar a transição para uma matriz energética ainda mais limpa, sustentável e resiliente.

A energia solar não apenas contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a mitigação das mudanças climáticas, mas também representa uma excelente oportunidade para impulsionar a economia brasileira, gerando empregos e fomentando a inovação tecnológica. O desenvolvimento desta tecnologia permite também mitigação de desigualdades sociais, levando energia elétrica à população mais vulnerável social e economicamente.

É crucial que a Administração Pública trabalhe em conjunto com o setor privado e a sociedade civil para superar os desafios e obstáculos que ainda se apresentam no caminho da energia solar, aumentando a eficiência e a qualidade na prestação dos serviços e integração das redes de infraestrutura, principalmente de modo a democratizar o acesso à energia elétrica. A colaboração entre diferentes atores é essencial para alcançar as metas de expansão da energia solar no Brasil.

Ao avançar na implantação de políticas de incentivo, no estímulo à pesquisa e inovação, na simplificação e otimização de processos, o Brasil poderá posicionar-se ao lado doslíderes globais na adoção da energia solar, contribuindo para uma economia mais sustentável e um futuro mais promissor para as próximas gerações.

REFERÊNCIAS

ANEEL AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. RESOLUÇÃO NORMATIVA No 482, DE 17 DE ABRIL DE 2012. 2012

_____. RESOLUÇÃO NORMATIVA No 687, DE 24 DE NOVEMBRO DE 2015. 2015

BAJAY, S. V.; Energia no Brasil: os próximos dez anos. Campinas-SP, 2002.

BOTELHO, D.F.; DE OLIVEIRA, L.W.; DIAS, B.H.; SOARES, T.A.; MORAES, C.A. Prosumer integration into the Brazilian energy sector: An overview of innovative business models and regulatory challenges. Energy Policy, v. 161, 2022.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, [2016]. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/ Constituiçao.htm>. Acesso em: 20 jul. 2023.

_____.1997. Lei n◦ 9.478. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Disponível em:<https://www2. camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9478-6-agosto-1997-365401-publicacaooriginal-1-pl.html>.Acesso em: 10 ago. 2023.

_____.Lei 14.300, de 6 de janeiro de 2022. Institui o marco legal da microgeração e minigeração distribuída, o Sistema de Compensação de Energia Elétrica (SCEE) e o Programa de Energia Renovável Social (PERS); altera as Leis n.º 10.848, de 15 de março de 2004, e 9.427, de 26 de dezembro de 1996; e dá outras providências.Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.300-de-6-de-janeiro-de-2022-372467821>. Acesso em: 20 jul. 2023.

CASTRO, M.S. et al. Análise do Impacto da Geração Fotovoltaica na Universidade Federal de Goiás. Brazilian Applied Science Review, v. 4, n. 5, p. 3023-3042, 2020.

CORIOLANO, T. R.; PEREIRA, A. K. A.; PINTO, A. E. M. Análise do arcabouço legal da geração distribuída de energia elétrica no Brasil. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego. Essentia Editora. Campos dos Goitacazes, 2020

COSTA, J. W. N.; SANTOS, N. C. Avaliação econômica para instalação de um sistema fotovoltaico na Universidade do Oeste Paulista-UNOESTE, em Presidente Prudente -SP, Colloquium Socialis, v. 1, n. 2, p. 25-33, 2017.

DANTAS, S. G.; POMPERMAYER, F. M. Viabilidade econômica de sistemas fotovoltaicos no Brasil e possíveis efeitos no setor elétrico. IPEA, Rio de Janeiro, 2018.

DUPUY, G. Urban Networks - Network Urbanism. Amsterdam: Techne Press, 2008.

EPE EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. PNE 2050 – Plano Nacional de Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2020.

_____.Balanço Energético Nacional 2021: Ano base 2020 / Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2021.

_____.Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022 / Empresa de Pesquisa Energética. Rio de Janeiro, 2023.

FERREIRA, E.J.S. Plano de viabilidade par a implantação da energia fotovoltaica a Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi -FACISA/UFRN. 2020. 50p. Dissertação (Mestrado em Gestão de Processos Institucionais) -Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, 2020.

HOLLANDA, M. C. A Administração Pública e o Desenvolvimento Sustentável. Série Aperfeiçoamento de Magistrados 17. Curso de Desenvolvimento Sustentável. Escola da Magistratura do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013.

IRENA, 2021. RenewableCapacityStatistics 2021. InternationalRenewable Energy Agency, Abu Dhabi.

MAGALHÃES, I. B.; NOGUEIRA, G. C.; ALVES, I. S.; CALIJURI, M. L.; LORENTZ, J. F.; ALVES, S. C. Site suitability for photovoltaicenergyexpansion: A Brazilian's high demandstatesstudy case. Remote Sensing Applications: Society and Environment, 2020.

MELIN, M.F.M.; CAMIOTO, F.C. A Importância de Incentivos Governamentais para Aumentar o Uso da Energia Solar. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, v. 14, n. 5, p. 89 - 108, 2019.

OLIVEIRA, G.; RIBEIRO DA SILVA, V.; ALTOÉ, L. Análise do uso da energia fotovoltaica em universidades. Exatas & Engenharias, 2021.

OTTONI, Christiano Costa Benedicto. UMA AVALIAÇÃO DO ESTADO PATRIMONIAL DE EDIFICAÇÕES NA REABILITAÇÃO URBANA: estudo de caso no parque edificado da UFRJ. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

PERONDI, M. Análisede viabilidade econômica da implantação de um sistema fotovoltaico conectado à rede em um prédio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bachareladoem Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.

RIGO, P. D.; REDISKE, G.; ROSA, C. B.; GASTALDO, N. G.; MICHELS, L.; JÚNIOR, A. L. N.; SILUK, J. C. M. Renewable Energy Problems: Exploring the Methods. Sustainability, v. 12, 2020.

SILVEIRA, A.G.; SANTOS, D.F.L.; MONTORO, S.B. Potencialeconômico da geração de energia elétrica por sistema fotovoltaico na universidade pública. Navus, v. 9, n. 4, p. 49-65, 2019.

THEBAULT, M.; CLIVILLÉ, V.; BERRAH, L.; DESTHIEUX, G. Multicriteria roof sorting for the integration of photovoltaic systems in urban environments.Sustainable Cities and Society, v. 60, 2020.