

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DO POWER BI DE DADOS REAIS DE 2013 ATÉ O INÍCIO DA PANDEMIA SOBRE A EVOLUÇÃO DAS FONTES DE ENERGIA LIMPA UTILIZANDO INTELIGÊNCIA EMPRESARIAL: REGIÃO DO SUL DO BRASIL

Data de aceite: 02/05/2024

Márcio Mendonça

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PP/CP. Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/5415046018018708>

Ygor Alves Vieira

Acadêmico em engenharia de controle automação. Instituto Federal do Paraná, Campus Jacarezinho. Jacarezinho – PR
<http://lattes.cnpq.br/8473992714192479>

Fabio Rodrigo Milanez

Faculdade da Industria Senai Londrina – PR
<http://lattes.cnpq.br/3808981195212391>

Francisco de Assis Scannavino Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE) – Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/4513330681918118>

Marcio Jacometti

Universidade Tecnológica Federal do Paraná . Departamento acadêmico das ciências humanas e sociais aplicadas (DACHS). Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/8509336134084374>

Iago Maran Machado

Universidade Tecnológica Federal do Paraná . Mestrando - PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PP/CP Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/4733940365047328>

Edinei Aparecido Furquim dos Santos

Governo do Paraná Secretaria de estado da Fazenda. Maringá – PR
<http://lattes.cnpq.br/8706436030621473>

Henrique Franciz Ximenes de Andrade Bilbao

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão-PR
<https://www.linkedin.com/in/henrique-ximenes-14512b113/>

Henrique Cavalieri Agonilha

Graduando na Universidade Filadélfia (Unifil) . Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/9845468923141329>

Kazuyochi Ota Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná . Mestre PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PP/CP. Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/3845751794448092>

André Luís Shiguemoto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/9243656534211182>

Miguel Angel Chincaro Bernuy

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Engenharia Elétrica (DAELE)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/0848702819711420>

Michelle Eliza Casagrande Rocha

Universidade Norte do Paraná – Unopar – Kroton
Londrina - PR
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Joao Roberto Sartori Moreno

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
PPGEM-CP - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica PP/CP
Cornélio Procópio - PR
<http://lattes.cnpq.br/2121271692037520>

Vicente de Lima Gongora

Faculdade da Industria Senai. Londrina – PR
<http://lattes.cnpq.br/6784595388183195>

José Augusto Fabri

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Departamento Acadêmico de Computação (DACOM)
Cornélio Procópio – PR
<http://lattes.cnpq.br/1834856723867705>

Marcos Antônio de Matos Laia

Universidade Federal de São Joao Del Rei
Departamento De Ciência Da Computação – UFSJ
São Joao Del Rei - PR
<http://lattes.cnpq.br/7114274011978868>

Daniel Almeida Colombo

Centro Universitário UniSenai PR. Londrina – PR
<http://lattes.cnpq.br/0172888278106060>

RESUMO: O estudo investiga a viabilidade técnica e econômica do investimento em energia solar fotovoltaica para uma indústria, em conformidade com a Resolução Normativa da ANEEL nº 482. Com base em análises financeiras, o investimento de R\$ 170.000,00 resultou em um *payback* descontado de 5 anos e 8 meses, uma taxa interna de retorno de 20,13%, e um valor presente líquido positivo de R\$ 299.192,39, indicando viabilidade econômica. Comparado à poupança, o investimento é mais atrativo, proporcionando retorno financeiro superior. Além da energia solar, outras fontes de energia limpa: como eólica, biomassa e hidrelétrica são consideradas como alternativas de investimento, dependendo das condições locais e das necessidades energéticas do consumidor. O estudo visa analisar dados reais de 2013 até o início da pandemia em estados do sul do Brasil, utilizando o software Power BI, para inferir conclusões relevantes nesse período. Este artigo se encerra com uma conclusão das inferências obtidas e sugere futuros trabalhos

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, Energia Limpa Renovável, Análises dados

ANALYSIS OF REAL DATA FROM 2013 TO THE ONSET OF THE PANDEMIC ON THE EVOLUTION OF CLEAN ENERGY SOURCES USING BUSINESS INTELLIGENCE WITH POWER BI: SOUTHERN REGION OF BRAZIL

ABSTRACT: The study investigates the technical and economic feasibility of investing in photovoltaic solar energy for an industry, in accordance with ANEEL Resolution Normative No. 482. Based on financial analyses, the investment of R\$ 170,000.00 resulted in a discounted payback period of 5 years and 8 months, an internal rate of return of 20.13%, and a positive net present value of R\$ 299,192.39, indicating economic viability. Compared to savings, the investment is more attractive, providing a superior financial return. In addition to solar energy, other sources of clean energy such as wind, biomass, and hydropower are considered as investment alternatives, depending on local conditions and consumer energy needs. The study aims to analyses real data from 2013 until the beginning of the pandemic in southern states of Brazil, using Power BI software, to draw relevant conclusions during this period. This article concludes with a summary of the inferences drawn and suggests future work.

KEYWORDS: solar; renewable clean energy; Data Analysis

INTRODUÇÃO

Uma das transformações mais significativas da sociedade urbana desde o início do período de industrialização é o aumento do consumo de recursos, como matérias-primas e energia. Desse contexto de consumo crescente, emergem indicadores cruciais que possibilitam a formulação de estratégias para o desenvolvimento sustentável, num cenário paradoxal em que o progresso não garante, necessariamente, a sustentabilidade a longo prazo (Chen, 2024).

Entre esses indicadores, destacam-se a viabilidade técnica, econômica e social das fontes energéticas. Assim, é de suma importância construir e validar análises relacionadas à produção de energia limpa e sustentável, especialmente nos setores capazes de demonstrar seu desempenho conforme esses critérios de viabilidade.

Estudos que abordam os impactos ambientais da geração de energia limpa são relevantes e demandam uma organização complexa das atividades humanas (Fernandes et al., 2020), contudo, não são o foco deste trabalho. Portanto, uma análise crucial que certamente contribuirá para o planejamento relacionado à energia limpa e sustentável é compreender em que medida e como ocorre a evolução da produção nos principais setores desse tipo de energia.

Já o setor industrial no Brasil figura como um dos maiores consumidores de energia elétrica, absorvendo cerca de 35% do consumo total em 2022, conforme dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Esse elevado consumo tem um impacto significativo nos custos das indústrias, visto que, no mesmo ano, o custo da energia elétrica representou 11,4% dos custos totais de produção das empresas industriais brasileiras, conforme apontado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2022).

Além disso, o Brasil enfrenta o desafio de ter uma das tarifas de energia elétrica mais elevadas do mundo, superando países como França, Canadá, México e Estados Unidos, o que encarece ainda mais o processo fabril e motiva as empresas a buscarem alternativas para mitigar esses custos (CNI, 2021). Essa realidade se tornou mais evidente em 2021, quando o país atravessou um período de estiagem que se estendeu até meados de 2022 (FIEP, 2022). Uma pesquisa industrial realizada no final de 2021 revelou que o terceiro trimestre do mesmo ano foi marcado por uma intensa pressão nos custos industriais, incluindo os custos com energia elétrica, o que afetou a recuperação econômica (FIEP, 2022).

Diante desse cenário, o Brasil apresenta uma vantagem natural para diversificar sua matriz energética, especialmente por meio da geração fotovoltaica. A implementação da geração distribuída no ponto de consumo, utilizando painéis fotovoltaicos instalados nas próprias empresas, emerge como uma opção viável. Essa abordagem não apenas alinha-se às diretrizes de planejamento energético da ANEEL, mas também contribui para o incremento esperado da participação da energia solar na matriz energética, passando de 2,4% para 3,5% até 2025, de acordo com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2021).

Nesse contexto, a presente pesquisa tem como objetivo investigar a viabilidade técnico-econômica do uso de um sistema fotovoltaico (SFV) na modalidade de geração distribuída (GD), destacando sua contribuição para uma unidade tarifada no grupo B.

Além da energia solar fotovoltaica, outras fontes de energia limpa que merecem consideração para empresas industriais incluem:

Energia eólica: Aproveitamento da energia cinética do vento para gerar eletricidade.

Energia hidrelétrica: Utilização do fluxo de água em rios para produção de energia elétrica.

Biomassa: Conversão de resíduos orgânicos em energia, como bagaço de cana-de-açúcar ou resíduos agrícolas.

GERAÇÃO DISTRIBUÍDA NO BRASIL

Essas fontes, quando combinadas com estratégias de eficiência energética, podem ajudar a reduzir os custos operacionais das indústrias, além de contribuírem para a sustentabilidade ambiental.

Conforme as disposições estabelecidas pela Resolução Normativa da ANEEL nº 482/2012, posteriormente modificada pela Resolução Normativa da ANEEL nº 687/2015, os consumidores têm permissão para instalar geradores em suas unidades consumidoras e utilizar o sistema elétrico da concessionária de energia elétrica para injetar o excedente de energia gerada. Esse excedente é convertido em créditos de energia válidos por 60 meses, os quais podem ser utilizados para abater o consumo da própria unidade nos meses seguintes ou de outras unidades consumidoras previamente cadastradas e atendidas pela mesma distribuidora, desde que tenham o mesmo titular.

O conceito de autoconsumo remoto refere-se a unidades consumidoras de mesma titularidade que possuem uma unidade consumidora com microgeração distribuída em local diferente das demais unidades consumidoras.

Para unidades consumidoras conectadas em baixa tensão (grupo B), mesmo que a energia injetada na rede seja superior ao consumo, é devido o pagamento referente ao custo de disponibilidade. A Figura 1 abaixo ilustra o sistema de compensação de energia e as partes envolvidas.

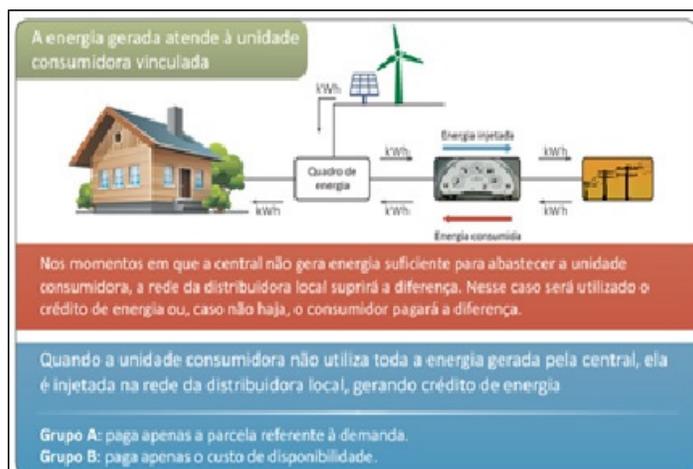


Figura 1 – Sistema de Compensação de Energia

Fonte: (ANEEL, 2016)

Mesmo com dados de aproximadamente 4 anos, no estado em análise, a energia solar é responsável por quase 95%. Posto isso, apesar de outras fontes serem citadas, a solar deverá ter maior enfoque.

De um modo geral, as empresas buscam reduzir custos operacionais, e umas das formas de atingir esse objetivo é investindo em energia solar. Tendo em vista a dificuldade em planejar investimentos nessa área, administradores procuram estudar técnicas de análise para viabilizar projetos dessa natureza.

O objetivo desse tópico é revisar trabalhos já publicados com assuntos correlatos a pesquisa referente a viabilidade técnica financeira da implantação da energia solar em uma unidade consumidora.

De acordo com Souza e Penha (2020), durante o desenvolvimento de estudo de viabilidade econômica de um projeto solar, constataram que o investimento inicial de R\$ 51.200,00 reais se apresentou viável, com *payback* positivo em 4 anos, TIR de 30% e VPL positivo de R\$ 332.000,00 em 15 anos, onde a maior dificuldade encontrada foi o alto valor inicial de investimento. Foi utilizada a TMA de 5%, a mesma utilizada na análise da Sulfiltros.

Um estudo realizado em uma unidade hoteleira em Tapes, RS, na concessionária CEEE, custo inicial de R\$ 144.000,00 reais, gerando 4.000 kWh/mês, o *payback* positivo foi de 4 anos e 7 meses, TIR de 12,64%, maior que a TMA de 10% (Abel et al., 2019).

MATERIAIS E MÉTODOS: POWER BI DESKTOP:

O Power BI Desktop é a versão gratuita da ferramenta, permitindo conectar-se a várias fontes de dados, importar, transformar e modelar dados, criar visualizações interativas e realizar análises avançadas. Já o Power BI Pro é a versão paga, oferecendo recursos extras de colaboração, segurança e integração com outros serviços da Microsoft. Ambas as versões têm vantagens como facilidade de uso, ampla conectividade de dados e capacidade de compartilhamento e colaboração. Em resumo, são ferramentas poderosas para análise de dados e geração de relatórios.

A versão empregada no desenvolvimento dessa pesquisa foi a desktop.

Na seção de resultados, para clarificar o texto, os dados empregados na geração das respectivas figuras são: os anos de 2013 a 2020, com a potência total gerada por meio de energia limpa aplicados na Figura 2, já a Figura 3 fez um gráfico de setores com todos os tipos de energia limpa analisados, finalmente a Figura 4, mostrou por setores o crescimento da energia solar, a qual foi amplamente maior.

DESENVOLVIMENTO

O crescimento da energia limpa é fundamental para o planeta por várias razões importantes:

Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa: As fontes tradicionais de energia, como o carvão e o petróleo, são responsáveis por uma grande parte das emissões de gases de efeito estufa que contribuem para as mudanças climáticas. O uso de energias limpas, como solar, eólica e hidrelétrica, ajuda a reduzir essas emissões, ajudando a mitigar o aquecimento global.

Preservação dos Recursos Naturais: O uso de energia limpa geralmente envolve recursos renováveis, como a luz solar, o vento e a água. Ao contrário dos combustíveis fósseis, esses recursos são virtualmente inesgotáveis e não se esgotam com o tempo. Isso ajuda a preservar os recursos naturais do planeta para as gerações futuras.

Diversificação da Matriz Energética: Dependência excessiva de uma única fonte de energia pode ser arriscada do ponto de vista econômico e ambiental. Diversificar a matriz energética com fontes limpas oferece maior segurança energética e reduz a vulnerabilidade a interrupções de abastecimento e oscilações de preços.

Criação de Empregos e Estímulo Econômico: A transição para a energia limpa também pode estimular o crescimento econômico e a criação de empregos. Setores como energia solar, eólica e de tecnologia verde estão em expansão e oferecem oportunidades de emprego em áreas como engenharia, instalação, manutenção e pesquisa e desenvolvimento.

Melhoria da Saúde Pública: A queima de combustíveis fósseis para geração de energia está associada à poluição do ar e à liberação de poluentes prejudiciais à saúde, como partículas finas e óxidos de nitrogênio. Ao mudar para fontes de energia limpa, podemos reduzir esses impactos negativos na saúde pública e melhorar a qualidade do ar em nossas comunidades.

Uma estimativa de necessidade de crescimento de geração de energia no Brasil no período de análise é de

2013: Aproximadamente 483.000 GWh

2014: Aproximadamente 495.000 GWh

2015: Aproximadamente 505.000 GWh

2016: Aproximadamente 510.000 GWh

2017: Aproximadamente 520.000 GWh

2018: Aproximadamente 530.000 GWh

2019: Aproximadamente 540.000 GWh

2020: Aproximadamente 550.000 GWh

De acordo com o Ministério de Minas e Energia do Brasil ou a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

RESULTADOS

A Figura 2 mostra a evolução do crescimento da energia limpa, ao longo dos anos fornecidos pela massa de dados, ressalta-se que facilita a inferência da soma do crescimento.

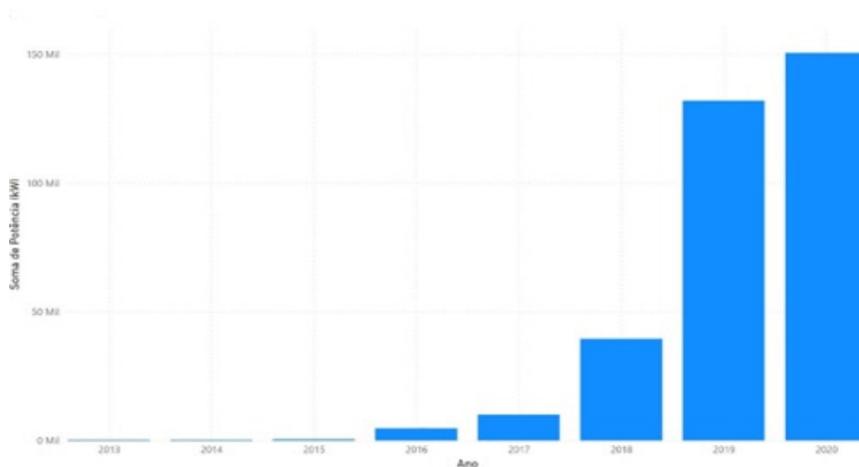


Figura 2 –Crescimento da Geração Energia Limpa

Fonte: Próprio Autor

Já a Figura 3 mostra, por meio de um gráfico de setores apresenta um maior percentual da geração da energia solar comparada as demais.

Esse resultado certamente foi obtido devido a pandemia. Devido a mesma, com a maior permanência das pessoas em suas residências, devido a mudança de comportamento nesse período, pode-se observar um crescimento acentuado nesse de 2019 a 2020. Outra observação relevante foi a estagnação da indústria nessa época, observa-se que é indústria de um modo geral e não indústrias específicas, como as de máscaras por exemplo.

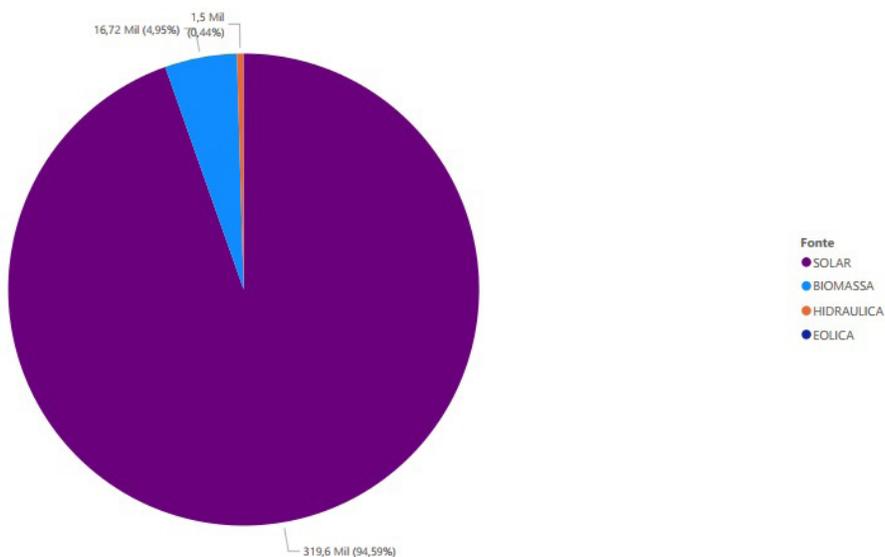


Figura 3 – Percentual das fontes de energia

Fonte: Próprio Autor

Além das observações supracitadas uma tendência de crescimento da energia solar pode ser observada, considerando todos os setores, como por exemplo o rural

E, finalmente a tendência de crescimento (linha preta) apresentada na figura 4 tem um comportamento linear de 2015 a 2020, com um comportamento similar ao do país.

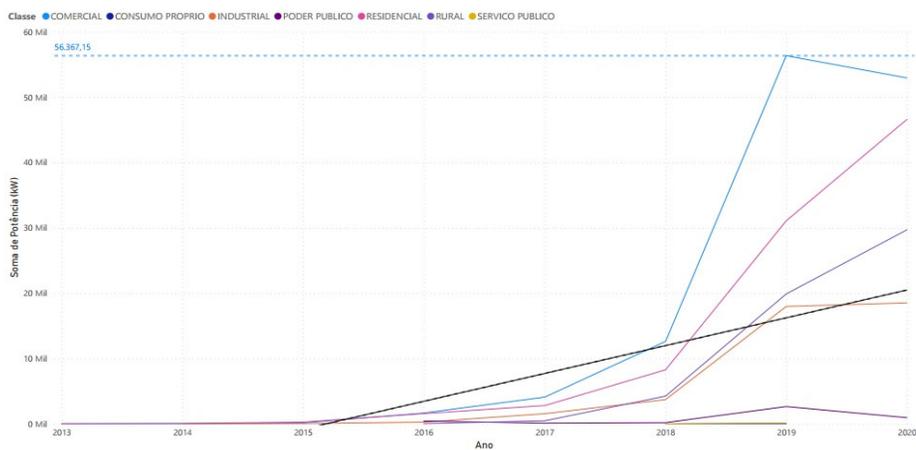


Figura 4 – Crescimento da Energia Solar em diferentes setores

Fonte: Próprio Autor

CONCLUSÃO

Os resultados foram de surpreendentes analisando somente a massa de dados da planilha. Promissores, como se espera um crescimento da energia limpa, em especial na base analisada, de um estado que tem boa incidência solar, diferentemente de outras regiões como o Nordeste com 506 parques na atualidade, que viabiliza a energia eólica devido a presença de regiões com deslocamentos de ar.

Desse modo a crescente demanda por energia limpa, em particular a energia solar, reflete uma consciência global crescente sobre os impactos negativos das fontes tradicionais de energia, como o carvão e o petróleo, no meio ambiente e na saúde humana. A transição para a energia solar não é apenas uma necessidade urgente para mitigar as mudanças climáticas e reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas também representa uma oportunidade significativa para impulsionar o desenvolvimento sustentável, criar empregos e promover a independência energética.

Futuros trabalhos, dados mais recentes, e endereçam analisar outras regiões do país e objetivar uma correlação entre os mesmos

REFERÊNCIAS

ABEL, M.; Burger, R.; Carranza, E.; Piraino, P. "Bridging the Intention-Behavior Gap? The Effect of Plan-Making Prompts on Job Search and Employment." *American Economic Journal: Applied Economics*, v. 11, n. 2, pp. 284-301, 2019.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Resolução Normativa nº 1.000, de 7 de dezembro de 2021. Regras de Prestação do Serviço Público de Distribuição de Energia Elétrica. Brasília, DF: ANEEL, 2021. Disponível em: <https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20211000.html>. Acesso em: 26 ago. 2023.

CHEN, S.; Zhang, J.; Wei, Z.; Cheng, H.; Lv, S. "Towards Renewable-Dominated Energy Systems: Role of Green Hydrogen," in *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*, 2024.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Custo da energia elétrica para a indústria. Brasília, DF: CNI, 17 nov. 2021. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/>. Acesso em: 13 out. 2022.

FIEP - FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO PARANÁ. Indicadores de custos industriais. Curitiba: FIEP, 2022. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/indicador-de-custos-industriais/>. Acesso em: 27 jun. 2022.

FERNANDES, Juana Angélica Felipe; GONZÁLEZ, Cristian; VALDERRAMA, Alvaro; SILVA, Lígia de Nazaré Aguiar; MARQUES, Eliê Regina Fedel. *Energias Renováveis*, 2020.

SOUZA, Gabriela Romana; PENHA, Roberto Silva. Viabilidade econômica de um projeto de investimento de energia fotovoltaica. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Contábeis) - Centro de Ciências Contábeis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020