

**PESQUISA & DESENVOLVIMENTO (P&D): RECURSOS NO SETOR ELÉTRICO E
SUA RELAÇÃO COM A GERAÇÃO NÃO RENOVÁVEL DE ENERGIA**

**RESEARCH & DEVELOPMENT (R&D): RESOURCES IN THE ELECTRICITY
SECTOR AND THEIR RELATIONSHIP WITH NON-RENEWABLE ENERGY
GENERATION**

**INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I + D): RECURSOS DEL SECTOR
ELÉCTRICO Y SU RELACIÓN CON LA GENERACIÓN DE ENERGÍA NO
RENOVABLE**

Fillipe Schappo

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Contábeis pela Universidade Federal de Santa Catarina

fillipeschappo@hotmail.com

<http://orcid.org/0000-0002-8876-0877>

Denize Demarche Minatti Ferreira

Pós-doutora em Contabilidade pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Professora do Departamento de Ciências Contábeis (UFSC), do Programa de Pós-graduação em Ciências Contábeis (PPGC/UFSC)

denize.minatti@ufsc.br

<http://orcid.org/0000-0002-4661-9672>

Hans Michael Van Bellen

Professor associado da Universidade Federal de Santa Catarina. Atua como docente e pesquisador nos programas de pós graduação em Administração e Contabilidade.

hans.michael@ufsc.br

<http://orcid.org/0000-0002-9224-7232>

Editor Científico: José Edson Lara
Organização Comitê Científico
Double Blind Review pelo SEER/OJS
Recebido em 22.09.2021
Aprovado em 24.02.2022



Este trabalho foi licenciado com uma Licença Creative Commons - Atribuição – Não Comercial 3.0 Brasil

RESUMO

Objetivo: O objetivo da pesquisa consiste em analisar os desembolsos efetuados pelas empresas do setor elétrico em P&D e sua relação com a geração líquida de energia por meio de matrizes energéticas não renováveis.

Metodologia/abordagem: A pesquisa foi realizada por meio de análise documental. Para a realização das análises, foram utilizadas regressões lineares simples e múltiplas, tendo os dispêndios com P&D como variável dependente, e a geração de energia não renovável e as informações contábeis de controle como variáveis independentes.

Originalidade/Relevância: Estudos de temas envolvendo fontes de energia e diversificação das Matrizes Energéticas se mostram fundamentais para a evolução do desenvolvimento econômico sustentável, principalmente para mitigar ameaças de apagões os quais o país enfrenta. A pesquisa possibilita a caracterização dos recursos aplicados em P&D na adaptação do setor aos desafios das demandas de mercados, cujas exigências por fontes renováveis e diversificadas representam uma realidade.

Principais resultados: Os resultados apontam relação positiva e significativa entre empresas cuja geração provém de fontes não renováveis e os dispêndios em P&D. Ademais, a inclusão da variável geração não renovável no modelo junto as variáveis de controle melhora o poder explicativo dos desembolsos efetuados com P&D.

Contribuições teóricas: É possível constatar que em virtude do cenário e das pressões mercadológicas para maior participação das Matrizes Energéticas renováveis na produção de energia, as empresas menos renováveis aplicam maiores recursos em P&D para se adequarem às futuras demandas.

Palavras-chave: Pesquisa e desenvolvimento, Setor elétrico, Matriz energética.

ABSTRACT

Objective: The aim of the research is to analyze the disbursements made by companies in the electricity sector in R&D and its relationship with the net generation of energy through non-renewable energy matrices.

Methodology / approach: The research was carried out through document analysis. To carry out the analyses, simple and multiple linear regressions were used, with expenditure on R&D as the dependent variable, and non-renewable energy generation and control accounting information as independent variables.

Originality/Relevance: Studies of themes involving energy sources and diversification of energy matrices are fundamental for the evolution of sustainable economic development, mainly to mitigate threats of blackouts that the country is facing. The research makes it possible to characterize the resources applied in R&D in adapting the sector to the challenges of market demands, whose demands for renewable and diversified sources represent a reality.

Main results: The results show a positive and significant relationship between companies whose generation comes from non-renewable sources and expenditures on R&D. Furthermore, the inclusion of the non-renewable generation variable in the model together with the control variables improves the explanatory power of disbursements made with R&D.

Theoretical contributions: Due to the scenario and market pressures for greater participation of renewable energy matrices in energy production, less renewable companies apply greater resources in R&D to adapt to future demands.

Keywords: Research and development, Electric sector, Energy matrix

RESUMEN

Objetivo del estudio: Analizar los desembolsos que realizan las empresas del sector eléctrico en I+D y su relación con la generación neta de energía a través de matrices de energías no renovables.

Metodología / enfoque: La investigación se llevó a cabo mediante análisis de documentos. Para el análisis se utilizaron regresiones lineales simples y múltiples, con el gasto en I+D como variable dependiente, la generación de energía no renovable y la información contable de control como variables independientes.

Originalidad / Relevancia: Los estudios sobre temas relacionados con las fuentes de energía y la diversificación de matrices energéticas son fundamentales para la evolución del desarrollo económico sostenible, principalmente para mitigar las amenazas de apagones que enfrenta el país. La investigación permite caracterizar los recursos aplicados en I+D en la adaptación del sector a los desafíos de las demandas del mercado, cuyos requerimientos de fuentes renovables y diversificadas representan una realidad.

Principales resultados: Los resultados muestran una relación positiva y significativa entre las empresas cuya generación proviene de fuentes no renovables y el gasto en I+D. Además, la inclusión de la variable generación no renovable en el modelo junto con las variables de control mejora el poder explicativo de los desembolsos realizados con I + D.

Aportes teóricos: Se puede observar que debido al escenario y las presiones del mercado para una mayor participación de las matrices de energías renovables en la producción de energía, las empresas menos renovables aplican mayores recursos en I+D para adaptarse a las demandas futuras.

Palabras clave: Investigación y desarrollo, Sector eléctrico, Matriz energética.

1 INTRODUÇÃO

Para que as organizações acompanhem o crescimento do consumo energético e sobrevivam em mercados competitivos, o gerenciamento de recursos e a realização de investimentos se tornaram cruciais na adaptação às futuras mudanças e demandas de mercado. No combate às mudanças climáticas, sobretudo devido à emissão de carbono, houve aumento significativo na produção de energia renovável na última década após investimentos generosos em novas fontes de energia realizados por diferentes países (Abban & Hasan, 2021).

Com a conscientização de que os recursos naturais não são infinitos, conceitos direcionados à sustentabilidade, políticas ambientais e energéticas e sua ligação com o desenvolvimento econômico são pauta de discussões ao redor do mundo (Lopes & Taques, 2016). Especificamente em se tratando de energia, os incentivos à eficiência e fontes renováveis estão intrinsecamente relacionados com o desenvolvimento econômico sustentável.

Para isso, os desembolsos em P&D ganharam protagonismo nos últimos anos no setor elétrico, na perspectiva de adaptá-lo às mudanças que enfrentam sem comprometer as necessidades futuras. Lima, Mello e Teixeira (2019) apontam que o consumo total de energia do país aumentará 2,2% ao ano até 2040, com destaque para as energias nuclear (4,5%), renováveis (4,5%) e a proveniente do gás (3,4%). Nos últimos anos, as usinas hidrelétricas perderam o protagonismo no Brasil, visto que o Plano Decenal com diretrizes para a expansão do setor elétrico (EPE, 2021b) sinaliza que as usinas diminuam sua participação de 62% em 2020 para 54% até 2030. As usinas eólicas atualmente somam 15,9 GW (*Gigawatts*) de capacidade instalada no Brasil, enquanto as solares possuem 3,1 GW contra 101,9 GW das hidrelétricas. Contudo, o plano decenal indica que até 2030 a energia eólica cresça 16,3 GW e a solar, 5,3 GW, enquanto as hidrelétricas têm perspectiva de crescimento de apenas 4,2 GW.

Bellini, Oliveira, Lagioia, Silva e Melo (2017) apontam intensificação dos movimentos em detrimento de maior participação das Matrizes Energéticas renováveis na produção de energia no Brasil, sobretudo devido às questões ambientais e o desenvolvimento sustentável. Esse interesse impulsiona a comunidade científica a pesquisar e desenvolver métodos que permitam maior aproveitamento de fontes alternativas de energia (Dupont, Grassi & Romitti, 2015).

Ishiguro (2002) salienta que a escolha das Matrizes Energéticas deve levar em conta a competitividade econômica que cada fonte oferece, incluindo os investimentos para sua instalação e os custos na geração de energia. Bronzatti e Iarozinski (2008) acrescentam ainda que se considere a composição da Matriz Energética como potencial de produção e a probabilidade de crescimento das reservas.

Consonantes com essas discussões e diante da importância que recursos em P&D possuem na diversificação das Matrizes Energéticas e do desenvolvimento sustentável, torna-se pertinente questionar qual a relação dos dispêndios realizados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) com a geração de energia oriundas de matrizes energéticas não renováveis pelas companhias do setor elétrico.

Logo, o objetivo da pesquisa consiste em analisar os desembolsos efetuados pelas empresas do setor elétrico com P&D e sua relação com a geração de energia por meio de matrizes energéticas não renováveis. O intuito é verificar se as empresas com Matrizes Energéticas não renováveis tendem a investir mais em P&D, diante da pressão que o mercado vem impondo por novas fontes de energia renováveis.

A necessidade de diversificação já faz parte da estratégia de negócio das empresas do setor energético na busca por mitigar ameaças de apagões aos quais o país enfrenta (Valor econômico, 2021). Há um conjunto de desafios que se colocam para reflexão sobre o teor das mudanças que as organizações enfrentarão para lidar com as demandas organizacionais, de modo que os recursos aplicados em P&D facilitam a adaptação do setor aos desafios do novo cenário. Ainda, conforme Lopes e Taques (2016), estudos de temas que envolvam fontes de energia e diversificação das Matrizes Energéticas, se mostram fundamentais para a evolução do desenvolvimento econômico sustentável.

Com a abertura de mercados, onde a competitividade é um fator que determina o sucesso, os sistemas que possibilitam a medição de desempenho são decisivos para o funcionamento das empresas (Macedo & Corrar, 2012). De acordo com Iudícibus (2008), a contabilidade é fonte para a mensuração de desempenho das empresas e o acompanhamento dos resultados financeiros é relevante na implementação de ações que proporcionem vantagem competitiva sustentável. Henri (2004) demonstra ainda que uma das maneiras de se mensurar o desempenho das organizações é por meio de indicadores de desempenho, possibilitando conhecer a eficácia da empresa no alcance dos seus resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Pesquisa e Desenvolvimento no Setor Elétrico

No Brasil, todas as empresas geradoras, transmissoras e distribuidoras dos serviços de energia elétrica são obrigadas a investir em P&D, com exceção daquelas que geram energia exclusivamente de fontes eólica, solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração qualificada (ANEEL, 2012). De acordo com o Manual de Frascati (OCDE, 2002, p. 43), a pesquisa e o desenvolvimento (P&D) compreendem “o trabalho criativo levado a cabo de forma sistemática para aumentar o campo dos conhecimentos, incluindo o conhecimento do homem, da cultura e da sociedade, e a utilização desses conhecimentos para criar novas aplicações”.

O Programa de P&D do setor elétrico é regulado pela ANEEL e está a cargo da Superintendência da Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética (SPE), responsável pela regulamentação, acompanhamento e implantação dos programas de P&D e Eficiência Energética. O intuito é fazer com que as companhias do setor se interessem por inovações por

meio de contatos com universidades, centros de pesquisas, consultorias ou fabricantes. A empresa possui independência e responsabilidade para montar sua área de pesquisa com autonomia para execução e foco nos resultados (ANEEL, 2012).

O setor elétrico tem estrutura de monopólio natural regulado, visto que possuem a posição de únicas produtoras pela função de economias de escala, de alto custos com ação reguladora do governo. Logo, a falta de competição pode desestimular as empresas a realizarem inovações (Arrow 1971; Brittes, Salles & Pfitzner 2015) e serem necessárias ações nas atividades de inovação por meio do agente regulador.

A Lei nº 9.991 de 2000 descreve que as empresas do setor elétrico precisam investir um percentual mínimo de sua Receita Operacional Líquida (ROL) em projetos P&D, cujos recursos serão distribuídos da seguinte forma:

- i) 40% (quarenta por cento) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), fundo cuja finalidade é dar apoio financeiro aos programas e projetos prioritários de desenvolvimento científico e tecnológico, notadamente para implantação do Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico;
- ii) 40% (quarenta por cento) para projetos de P&D, segundo regulamentos estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL; e
- iii) 20% (vinte por cento) para o Ministério de Minas e Energia para custear estudos e pesquisas de planejamento da expansão do sistema energético, bem como inventários de viabilidade necessários ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.

A ANEEL (2015) define que objetivo do seu Programa de P&D é alocar os recursos financeiros e humanos para projetos que promovam inovação por meio da criação de novos equipamentos e da aprimoração da prestação de serviços que contribuam com a segurança no fornecimento de energia elétrica, a modicidade tarifária, a redução do impacto ambiental no setor e a dependência tecnológica do país.

Redes de parcerias foram criadas com empresas tecnológicas e núcleos de pesquisa, obrigando as empresas a se reestruturarem para gerir todo o processo de inovação, o que inclui desde captação de ideias até avaliação dos resultados tecnológicos (Brittes et al., 2015). Os autores salientam ainda as vantagens oriundas da execução de P&D ao longo dos anos, tais como criação de capacidades tecnológicas, recebimentos de *royalties*, possibilidade de aplicação dos resultados dos projetos em seu parque de ativos. Contudo, há de se apontar as

desvantagens originárias desse processo, tais como os custos de conformidade e o aumento do risco regulatório, dado que o mérito técnico-científico dos projetos são julgados pela ANEEL após sua conclusão.

De acordo com o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica (ANEEL, 2021), nos últimos 10 anos foram destinados R\$ 1,2 bilhão em P&D, com destaque para pesquisas envolvendo supervisão, controle e proteção de sistemas de energia elétrica que corresponde a 16,55% dos recursos empregados. Ressalta-se que cerca de 11,81% das pesquisas envolvem a busca por fontes alternativas de geração de energia elétrica (Figura 1).

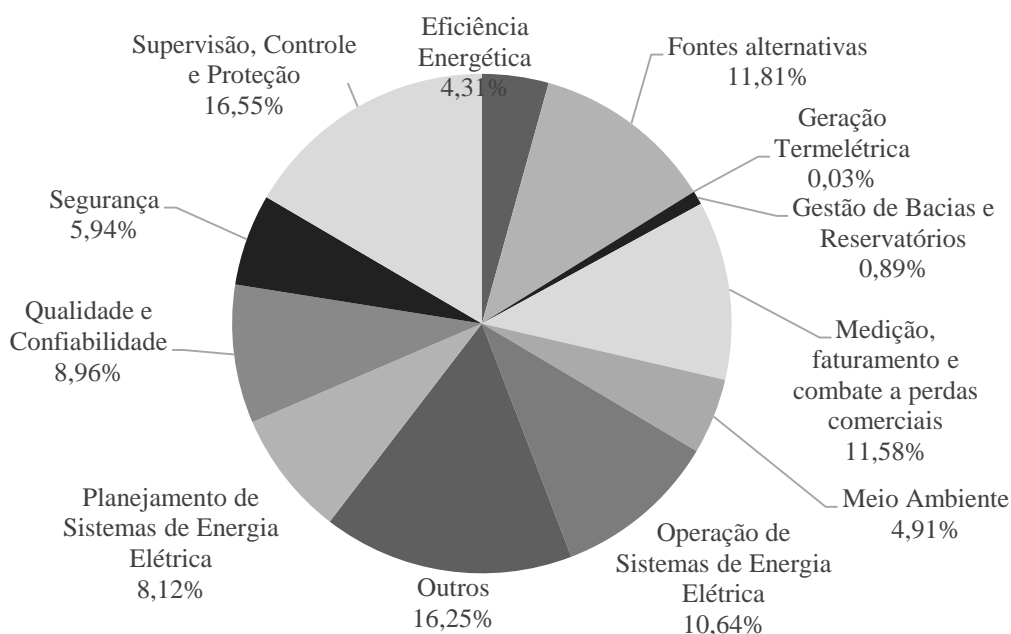


Figura 1. Projetos e Investimentos de Pesquisa e Desenvolvimento realizados nos últimos 10 anos.

Fonte: Adaptado do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica (ANEEL, 2021)

Para que o país garanta o suprimento energético de longo prazo, Soares et al. (2020) salientam que a aplicação de recursos em P&D constitui uma das alternativas que possibilita a expansão da oferta de energia por outras fontes renováveis, apesar de ser um desafio.

O mundo depende preferencialmente do suprimento de energia oriundo dos combustíveis fósseis, visto que no passado eram fontes mais baratas comparadas a outras fontes de energia disponíveis. Logo, para mudar essa realidade, Roser (2020) aponta que para o mundo ser movido por alternativas mais seguras e limpas de energia, é necessário garantir

que essas fontes sejam mais baratas que os combustíveis fósseis. Com essa ideia, investimentos na ampliação de energia renovável e em tecnologia por meio de P&D são necessários para que a capacidade instalada apresente expansão e impacte positivamente na baixa dos preços e assim, torne as fontes de energia renováveis mais atraentes.

2.2 Cenário das Matrizes Energéticas: Estudos Similares

As Matrizes Energéticas correspondem ao conjunto de fontes capazes de gerar e suprir a demanda por energia. O mundo possui dependência por fontes de energia não renováveis, como carvão, petróleo e gás natural (EPE, 2021a), no entanto, a Matriz Energética brasileira é considerada uma das mais renováveis do mundo, o que representa 49% da oferta interna de energia.

No Brasil, a energia hidrelétrica ainda é a principal fonte de energia do país. Mesmo que esse recurso se apresente como alternativa renovável para a geração de energia elétrica, as secas dos últimos anos evidenciam total dependência do país a esse tipo de matriz, com sua segurança energética fortemente vulnerável às mudanças climáticas (Silva, Marchi & Seifert, 2016). Diante dessa realidade, Bondarik, Pilatti e Horst (2018) apontam que o país busca por novas estratégias para manter sua Matriz Energética renovável e ao mesmo tempo atender a demanda por energia e desenvolvimento econômico consistente, levando em conta os impactos ambientais e sociais. No entanto, de acordo com Mantovani, Neumann e Edler (2016), o país necessita de investimentos acentuados em tecnologia para a redução dos custos referentes à implantação e expansão de novas Matrizes Energéticas.

Perceber as transformações tecnológicas e compreender os seus efeitos sobre as organizações é fundamental para traçar novas rotas de desenvolvimento e melhorias. Na realidade econômica atual, marcada pela competitividade e exigência em qualidade dos produtos, o sucesso de uma organização depende da capacidade de inovação tecnológica para a criação de valor no mercado de longo prazo. Desse modo, P&D demonstram desde o início do século, protagonismo no processo de inovação tecnológica das empresas (Andreassi & Sbragia, 2002). Segundo Cohen e Levinthal (1989), os esforços em P&D criam habilidades para as empresas explorarem e assimilarem as informações, de modo a se beneficiarem das condições e conhecimentos existentes. Com isso, tendem a obter vantagens competitivas, visto que adquirem o desenvolvimento de competências técnicas e absorvem com maior facilidade as mudanças de mercado e as novas tecnologias existentes.

Tecnologias de energia renovável são consideradas importantes alternativas para a sustentabilidade, de modo que esforços políticos e industriais são observados para aumentar sua participação no consumo global de energia (Raven, Jolivet, Mourik & Feenstra, 2009).

Mesmo sabendo da importância de P&D, Andreassi e Sbragia (2002) já questionavam até que ponto são capazes de influenciar os resultados das organizações. Algumas pesquisas demonstraram interesse em analisar o modo com que os investimentos em P&D afetam o desempenho das empresas. Ribeiro (2018) analisou as empresas distribuidoras de energia, cujos resultados evidenciaram que o desempenho financeiro delas é positivamente influenciado pelos investimentos em P&D, assim como a redução nas perdas de energia. Santos (2014) afirma que nos últimos anos, os investimentos em P&D ganharam impulso com o intuito de diminuir os custos de geração de energia renovável, visto que possuem custos mais elevados do que as Matrizes Energéticas de origem fóssil.

Bronzatti e Iarozinski (2008) apontam que o Brasil possui uma variedade de fontes energéticas, contudo, é necessário investir em tecnologia e pesquisas para a ampliação de geração de energia por fontes renováveis a custos competitivos, bem como a execução de projetos eficientes que possibilitem o fornecimento de energia com custos mais baixos. Entretanto, há de se reconhecer que no curto prazo, os custos de geração de energia oriundos de Matrizes Energéticas renováveis possuem custos elevados, impactando no desempenho financeiro das empresas, que depende ainda de fortes investimentos e incentivos do governo.

Estudos referentes ao emprego de fontes de energias renováveis e menos poluentes tendem a produzir possíveis soluções aos países em relação à eficiência na produção de energia com menos impactos ambientais (Salgado, Pimentel, Oliveira & Novi, 2017). Ademais, uma análise sobre as características dos investimentos em P&D, sobretudo na expansão das Matrizes Energéticas, é importante na orientação do planejamento do setor elétrico, garantindo seu desenvolvimento e adaptação às mudanças de mercado (Mantovani et al., 2016).

3 METODOLOGIA

O procedimento adotado na pesquisa foi desmembrado em verificar de forma isolada a geração de energia por matrizes não renováveis utilizada pelas companhias em relação ao montante total de dispêndios em P&D. Em seguida, é observada a relevância informacional

das variáveis de controle, acrescentando a variável de interesse que representa a geração de energia não renovável, a fim de verificar se essa variável acrescenta valor informacional e consequente maior poder de explicação à variável dependente P&D.

A pesquisa foi realizada por meio de análise documental, tendo em vista que os dados analisados correspondem aos elementos extraídos das Demonstrações Financeiras, Formulários de Referência, Notas Explicativas e Relatórios de Sustentabilidade.

3.1 A amostra

A amostra da pesquisa será composta por empresas de capital aberto que atuem direta e indiretamente na geração de energia elétrica, listadas na Brasil, Bolsa, Balcão (B3 S/A) (antiga BM&F BOVESPA) no ano de 2021. Dessa forma, as empresas serão analisadas a fim de identificar os recursos aplicados em P&D e sua relação com a geração de energia por meio de matrizes energéticas não renováveis, incluindo variáveis de controle econômicas entre o período de 2017 a 2020.

O segmento de energia elétrica da B3 possui 61 empresas atuando nas áreas de geração, comercialização, transmissão e distribuição. A amostra é composta pelas empresas que atuam no setor de geração devido ao objeto de estudo relacionado à produção de energia elétrica por meio de matrizes não renováveis, sendo excluídas da amostra 32 empresas que não possuem em seu portfólio de atuação, a geração de energia.

Adicionalmente, não foram consideradas 13 empresas que não elaboraram Relatórios de Sustentabilidade ou porque deixaram de apresentar alguns dados em seus relatórios financeiros. Por fim, após excluir 3 companhias que são subsidiárias de outras empresas da B3 S/A. a fim de evitar a duplicidade de dados, a amostra final é composta por 13 empresas analisadas entre os anos de 2017 e 2020.

Ressalta-se que não foi possível aplicar maior análise temporal em virtude da escassez de informações disponibilizadas pelas empresas em seus Relatórios de Sustentabilidade antes de 2017. A Tabela 1 apresenta as empresas que compuseram a amostra da pesquisa:

Tabela 1

Empresas do setor elétrico que compuseram a amostra.

Amostra	Empresa	P&D (R\$ mil)
1	AES Tietê Energia	36.104
2	Neoenergia	429.171
3	CEEE GT	9.045
4	Celesc	84.638
5	Cemig	234.770
6	CESP	105.510
7	Copel	236.119
8	CPFL Energia	232.949
9	Eletrobras	1.436.500
10	Emae	7.039
11	EDP Energias do Brasil	149.149
12	Engie	181.500
13	Rio Parapanema	21.033

Fonte: Elaborada pelos autores (2021)

3.2 Variáveis

3.2.1 Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)

Variável dependente, representada pelos dispêndios com P&D pela empresa i , no tempo t . Não há divulgações uniformes sobre recursos aplicados em P&D das empresas listadas, portanto as informações foram coletadas nas notas explicativas das Demonstrações Financeiras ou nos Relatórios de Sustentabilidade.

A demanda, impulsionada pelo crescimento da economia desafia o setor elétrico no quesito de soluções tecnológicas, que dificilmente serão alcançadas sem esforços coordenados em P&D (Amaral, Marx & Salerno, 2017). Kose, Bekun e Alola (2020) evidenciam que o desenvolvimento de pesquisa impacta positivamente o crescimento dos países da União Europeia e Sim (2018) aponta que o investimentos em energia renovável tem influência positiva no valor dos desembolsos com P&D.

3.2.2 Geração de energia por meio de matrizes energéticas não renováveis (GWh)

Variável independente de interesse representada pela geração de energia (GWh) pela empresa i , no tempo t . As informações foram coletadas nos Relatórios de Sustentabilidade das

companhias, considerando matrizes não renováveis a energia oriunda de termelétricas e usina nuclear. De acordo com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2021), fontes de energia não renováveis são aquelas finitas ou esgotáveis, de modo que a reposição delas na natureza é lenta, tendo como exemplos petróleo, carvão mineral, gás natural e nuclear.

A transição tecnológica é realidade no setor elétrico por meio de pressões rumo ao desenvolvimento de um novo sistema baseado em tecnologias sustentáveis (Amaral et al., 2017). As mudanças nas condições climáticas, regulações ambientais, escassez energética e altos preços dos combustíveis fósseis impulsionam a adoção de tecnologias de geração a partir de fontes renováveis (Cuervo, 2016). Formuladores de políticas dos países da União Europeia são encorajados a aumentar os dispêndios com P&D para fomentar a produção de energia renovável diversificar o portfólio de energia. (Kose et al., 2020)

3.2.3 Variáveis de controle

A interferência de outros fatores pertinentes às empresas é controlado por um conjunto de variáveis a serem utilizadas neste estudo. As variáveis de controle incluem o tamanho da empresa, o índice de endividamento geral e a taxa de crescimento da receita e todas podem afetar as decisões de investimentos das companhias, incluindo P&D (Chen, Heng, Tan & Lin, 2018; Meuleman & Maeseneire, 2012; Wu, Yang & Tan, 2020; Colombo; Croce & Guerini, 2013) (Tabela 2).

Tabela 2
Variáveis utilizadas nas regressões.

Variável	Descrição	Operacionalização	Referência
Variável Dependente			
PeD	Dispêndios efetuados em P&D		(Kose et al., 2020)
Variável Independente			
GerNRen	Geração líquida de energia (GWh) oriunda de matrizes energéticas não renováveis		(Kose et al., 2020)
Variáveis de Controle			
Tam	Logaritmo natural do ativo total	$Ln(Ativo\ Total_{it})$	(Wu et al., 2020)
IEG	Proporção de obrigação para com terceiros em relação ao ativo total	$IEG = \frac{(PC + PNC)}{(AT)}$	(Wu et al., 2020)
Growth	Taxa de crescimento da receita operacional líquida	$Growth_n = \frac{ROL_n}{ROL_{n-1}}$	(Wu et al., 2020)

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

3.3 Modelos

Fávero, Belfiore, Silva e Chan (2009) apontam que a análise de dados em painel é realizada por meio de três abordagens: POLS (ou *pooling*), efeitos fixos e efeitos aleatórios. O modelo *pooling* é a regressão no seu modelo tradicional, enquanto os efeitos fixos consideram alterações nas *cross sections* no decorrer do tempo e os aleatórios consideram o termo constante da regressão como variável aleatória.

Para esta pesquisa, foi utilizada a abordagem *pooling* após aplicação dos testes de Chow e Hausman demonstrarem que essa seria a melhor abordagem, de modo a considerar cada empresa em cada ano como uma unidade de análise, respaldado por Alves, Silva, Macedo e Marques (2011) como a melhor abordagem para a proposta. Logo, a amostra final é formada por 52 unidades de observações no período de 2017 a 2020.

Para a realização das análises, foram utilizadas regressões lineares simples e múltiplas cujos modelos estatísticos foram estimados pelo *software* Stata13®, com os dispêndios com P&D como variável dependente e a geração de energia não renovável e as informações contábeis de controle como variáveis independentes.

Na análise inicial, o objetivo é verificar a relevância da geração de energia por matrizes não renováveis e para isso será feita apreciação isolada para analisar se a matriz energética não renovável utilizada influencia no montante total de dispêndios em P&D.

Devido às mudanças que o setor elétrico passará nos próximos anos em virtude da expansão das fontes renováveis, se espera que as empresas com fontes de energia não renováveis invistam mais em P&D e adequadas tecnologias para a geração de energia renovável (Lima et al., 2019). Além disso, Santos (2014) demonstrou que os desembolsos em P&D ganharam impulso com o intuito de diminuir os custos de geração por fontes renováveis, visto que possuem custos mais elevados do que as matrizes energéticas de origem fóssil.

A segunda etapa da pesquisa consiste em avaliar a relevância informacional considerando apenas as variáveis de controle em única regressão, acrescentando a variável que representa a geração de energia não renovável (GerNRen) para analisar o impacto desta variável para os dispêndios com P&D.

Logo, utilizam-se as seguintes equações (1, 2 e 3):

$$PeD_{i,t} = \alpha + \beta_1 GerNRen_{i,t} + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 1})$$

$$PeD_{i,t} = \alpha + \sum \beta_1 Controle + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 2})$$

$$PeD_{i,t} = \alpha + \beta_1 GerNRen_{i,t} + \sum \beta_2 Controle + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 3})$$

Os R^2 das equações foi comparado para verificar o nível de ganho informacional com a adição da variável *GerNRen*, logo, quanto maior for o incremento no R^2 da equação 3 em relação à equação 2, maior será a contribuição desta variável (Heij, Heij, Boer, Franses, Kloek, & van Dijk, 2004; Alves et al., 2011). Em síntese, a regressão da variável é necessária para analisar se a geração por meio de fontes não renováveis das empresas do setor elétrico agrega conteúdo informacional na tentativa de explicar os gastos com P&D a partir das variáveis de controle.

Para testar a normalidade, utilizou-se o teste de Jarque-Bera. Para a multicolinearidade, foi utilizada estatística FIV (*variance inflation fator*) que de acordo com Montgomery, Peck e Vining (2021) ocorre quando duas ou mais variáveis são muito correlacionadas entre si, dificultando a distinção de suas influências separadamente no modelo de regressão. Para que a regressão seja aceitável, foi considerado que o fator de inflação da variância para os estimadores seja inferior a 5.

Fávero et al. (2009) afirma que não é necessário se falar em correlação quando os dados da pesquisa estão *pooling*. O teste de Breush-Pagan-Godfrey indica a existência de heterocedasticidade para os modelos, ou seja, não possuem a mesma variância em todas as observações e se utiliza a correção robusta de White para ajustar os erros padrões a partir da heterocedasticidade do modelo.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As informações demonstram a evolução das séries temporais em que investimentos em P&D são comparados ao montante da Receita Operacional Líquida (ROL). Nos últimos anos, os recursos em P&D aumentaram 55,9%, número superior se comparado ao crescimento das ROL de 9,38% das empresas de geração de energia do setor elétrico. Denota-se que as

companhias destinam maiores recursos do seu faturamento para o desenvolvimento de P&D em infraestrutura, projetos e pesquisas tecnológicas do setor (Figura 2).

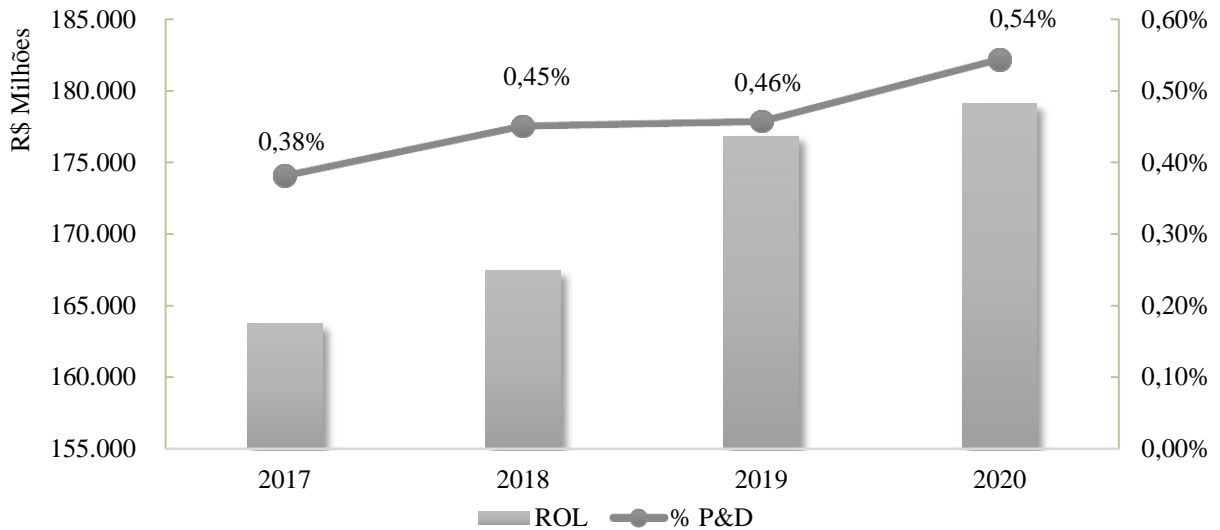


Figura 2 -Relação dos gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Receita Operacional Líquida (ROL)

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Amaral et al. (2017) repara que as organizações enfrentam mudanças para lidar com a transição tecnológica e há esforços em P&D para responder às pressões impostas pela sociedade por tecnologias sustentáveis. Caso contrário, no longo prazo desencadearão consequências em virtude do despreparo em atender as demandas de mercado diante do potencial dos investimentos em P&D não aproveitados para a contribuição no crescimento econômico e na produtividade das empresas como apontado por Del Bo (2016).

A evolução dos recursos aplicados em P&D é preconizado por Sim (2018) que aponta tendência de aumento em P&D para impulsionar o desenvolvimento e comercialização de tecnologias de energia renovável para o crescimento futuro. Acrescenta-se que a expansão da oferta de energia por outras fontes representa um desafio, mas conforme Soares et al. (2020) é crucial que a adesão à aplicação de recursos em P&D seja evidente a fim de garantir cadeias produtivas de energia limpa e diversificada.

No Brasil, a principal fonte de energia do país é das Matrizes Energéticas oriundas das usinas hidrelétricas conforme Figura 3.

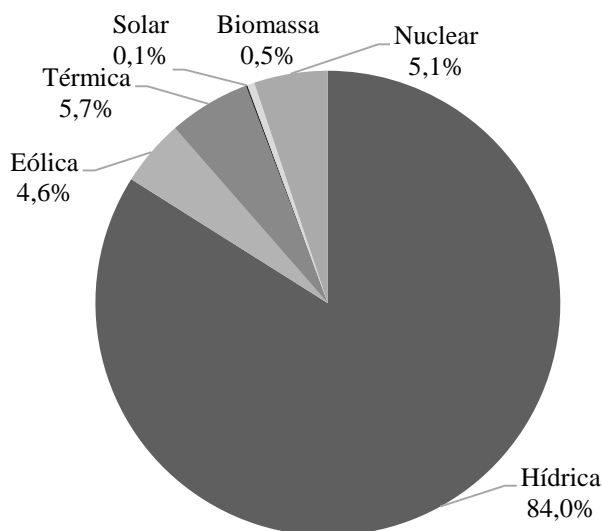


Figura 3 - Geração de energia por fonte de Matriz Energética (GWh)

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Silva et al. (2016) afirmam que o país possui um dos maiores potenciais hidrelétricos do mundo, que apesar de trazer vantagens, demonstra dependência a um único tipo de matriz, diretamente ameaçado pelas mudanças climáticas e secas nos últimos anos. Conforme apontado pelos autores, a diversificação do mix de geração de energia aumenta a segurança no fornecimento de eletricidade, além de impulsionar o desenvolvimento de outras fontes renováveis.

Apesar de 10,8% da geração de energia ser de Matriz Energética não renovável (térmica e nuclear), apenas 5,9% das Matrizes Energéticas renováveis não são oriundas das usinas hidrelétricas, o que denota pouca variabilidade das matrizes existentes no país e a necessidade de maiores recursos em P&D que possibilitem a expansão e a busca por novas fontes.

O *software* Stata13® permitiu obter os resultados das regressões apresentadas na metodologia, incluindo os testes para validar os modelos utilizados. Em relação à normalidade dos dados, rejeitou-se a hipótese nula de distribuição normal ao nível de significância de 5%. Contudo, em concordância com o teorema do limite central e o fato da amostra conter 52 observações, relaxou-se quanto ao referido pressuposto de normalidade dos resíduos (Greene,

2003). Os resultados possuem a correção robusta de White após o teste de Breush-Pagan-Godfrey indicar a existência de heterocedasticidade para o modelo.

O teste F denota que o modelo de regressão não possui indícios de haver problemas de significância do R^2 ao nível de 5% (p-value do teste $F < 0,05$), ou seja, rejeita-se a hipótese nula de que o R^2 é igual a zero. Isso é confirmado pelo teste t da variável Geração Não Renovável, que indica que seu coeficiente é significativamente diferente de zero ao nível de 5% (Tabela 3).

Tabela 3
Relevância da Geração de Energia não Renovável com P&D.

	Coeficientes	Erro Padrão Robusto	t-value	Pr(> t)
Geração não renovável	14,74109	1,620223	9,10	0,000***
Constante	28289,01	4436,119	6,38	0,000
R-Squared	0,8567	Jarque-Bera (estat.)	52,19	
Root MSE	37969	Jarque-Bera (p-value)	4,6e-12***	
F-statistic	82,78			
p-value	0,0000***			

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A análise aponta que a geração de energia elétrica por meio de matrizes não renováveis possui relação significativa com o volume de gastos em P&D, quando observada isoladamente. Em outras palavras, a geração de energia por meio de matrizes não renováveis tendem a apresentar relação positiva com os desembolsos em P&D, corroborando Lima et al. (2019) que assinalam tendência no crescimento das Matrizes Energéticas renováveis para os próximos anos, o que criaria demanda para as empresas menos renováveis se adaptarem a nova realidade por meio de dispêndios em P&D.

A fim de combater as mudanças climáticas e emissões de carbono, Abban e Hasan (2021) relatam aumento na produção de energia renovável na última década, impulsionado pelos investimentos por vários países, o que contribui para que empresas ainda consideradas não renováveis se adaptem na busca por maior sustentabilidade na geração de energia.

Os resultados possuem a correção robusta de White após o teste de Breush-Pagan-Godfrey e indicam existência de heterocedasticidade para o modelo (Tabela 4). Em relação à

normalidade, de acordo com o teorema do limite central e considerando que foram utilizadas 52 observações, o pressuposto da normalidade pode ser relaxado (Greene, 2003).

Tabela 4
Relevância das variáveis de controle com P&D.

	Coeficientes	Erro Padrão Robusto	t-value	Pr(> t)
Ln Ativo Total	60162,27	12179,45	4,94	0,000***
Endividamento Geral	-125768,9	65968,91	-1,91	0,063*
Tx Crescimento Receita	-104447,1	59914,84	-1,74	0,088*
Constatae	-855546,2	178922,7	-4,78	0,000***
R-Squared	0,5846	Jarque-Bera (estat.)	54,12	
Root MSE	65976	Jarque-Bera (p-value)	1,8e-12***	
F-statistic	8,35	Multicolinearidade		
p-value	0,0001***	VIF	1,10	

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A regressão passa pelo teste F ($p\text{-value} < 0,05$) confirmado pelo teste t, em outras palavras, o total do ativo, o índice de endividamento geral e a taxa de crescimento da receita se apresentam com coeficiente significativamente diferente de zero, ao nível de 5%. Percebe-se que a variável independente Ativo Total é significativa para os desembolsos em P&D efetuados pelas organizações, se inferindo que quanto maior a empresa, maior os recursos aplicados.

O endividamento geral e a taxa de crescimento da receita não apresentaram relação significativa ao nível de 5% com os desembolsos em P&D. Esses resultados podem se relacionar ao fato de que a literatura encontra dificuldades em achar evidências que consigam explicar as relações e impactos envolvendo os gastos com P&D (Queiroz, 2010; Alves et al., 2011; Miranda, Nodari, Nobre & Veiga, 2019)

As análises isoladas da variável de interesse e das variáveis de controle foram efetuadas e na sequência se procede a análise de relevância conjunta ao da variável de interesse Geração Não Renovável e das variáveis de controle (Tabela 5). Pode-se observar que a regressão também apresenta problemas de normalidade ($p\text{-value}$ do teste de Jarque-Bera $< 5\%$), mas que de acordo com o teorema do limite central e considerando as 52 observações, o pressuposto da normalidade pode ser relaxado (Greene, 2003).

Ressalta-se que os resultados apresentados já possuem a correção robusta de White após o teste de Breush-Pagan-Godfrey indicar a existência de heterocedasticidade para o modelo.

Tabela 5
Relevância do Lucro Líquido, Patrimônio Líquido e Matriz Energética com P&D.

	Coeficientes	Erro Padrão Robusto	t-value	Pr(> t)
Geração Não Renovável	12,00323	1,584355	7,58	0,000***
LnTamanho Ativo	22643,92	3.333,973	6,79	0,000***
Endividamento Geral	-24847,91	24023,88	-1,03	0,306
Tx Crescimento Receita	-4.294	21011,09	-0,20	0,839
Constate	-328425,7	48352,16	-6,79	0,000
R-Squared	0,9043	Jarque-Bera (estat.)	215,6	
Root MSE	32004	Jarque-Bera (p-value)	1,6e-47***	
F-statistic	40,18	Multicolinearidade		
p-value	0,0000***	VIF	1,48	

Fonte: Dados da pesquisa (2021)

A comparação entre os R^2 das Equações 2 e 3 apontam que ao adicionar a variável GerNRen à regressão com as variáveis de controle há maior poder de explicação da variável dependente P&D, podendo-se afirmar com nível de significância de 5% que a geração não renovável de energia adiciona valor informacional à regressão com as variáveis de controle.

Com base nas análises é possível inferir que a geração de energia por matrizes energéticas não renováveis acrescenta conteúdo informacional ao tamanho do ativo, ao endividamento geral da companhia e à taxa de crescimento da receita na tentativa de avaliar os recursos aplicados em P&D. Logo, é possível confirmar a relevância da informação referente às empresas menos renováveis no tocante aos gastos com P&D.

O protagonismo de P&D no setor elétrico é evidente, de modo que as empresas buscam estrutura organizacional para lidar com os desafios e aumentar a eficiência de seus programas de P&D e como consequência o desenvolvimento de novas tecnologias que favoreçam o processo de transição rumo à sustentabilidade (Amaral et al., 2017).

Abban e Hasan (2021) constatam que os países desenvolvidos não consideram a energia renovável um método alternativo à produção de energia elétrica, estando comprometidos com os investimentos em energia renovável por considerarem essenciais para

o meio ambiente. Deste modo, empresas menos renováveis tendem a realizar maiores projetos em investimentos em P&D para se adaptarem na busca por maior sustentabilidade na geração de energia.

5 CONCLUSÃO

O panorama dos recursos aplicados em P&D e sua relação com a geração de energia por meio de matrizes energéticas não renováveis foram avaliadas nesta pesquisa, apontando relação positiva e significativa entre empresas cuja geração provém de fontes não renováveis e os dispêndios em P&D. Em virtude do cenário e das pressões mercadológicas para maior participação das Matrizes Energéticas renováveis na produção de energia no país (Bellini et al., 2017) é condizente que empresas menos renováveis desembolsem maiores investimentos para se adequarem às demandas.

Ao considerar a variável independente geração não renovável com as variáveis de controle total do ativo, endividamento geral da companhia e taxa de crescimento da receita é possível confirmar com nível estatístico de significância que o fato das empresas serem menos renováveis influencia no volume de dispêndios com P&D. Logo, a inclusão da variável geração não renovável no modelo junto as variáveis de controle melhora o poder explicativo dos desembolsos efetuados com P&D.

A pesquisa também evidencia que mesmo com significativa participação das Matrizes Energéticas renováveis na produção de energia interna, a diversificação é escassa, o que desencadeia insegurança no fornecimento de eletricidade diante da dependência de uma única matriz fortemente impactada pelas mudanças climáticas (Silva et al., 2016). Deste modo, os recursos aplicados em P&D são necessários por permitir adaptação do setor às possíveis mudanças de cenário. Adicionalmente, se percebe que os impactos econômico-financeiros dos dispêndios em P&D levam a maior compreensão pelas partes envolvidas e possibilitam informações adicionais para possíveis tomadas de decisões.

O aumento da demanda por energia e simultaneamente queda ou problemas na oferta de determinados insumos energéticos faz com que se reavalie as Matrizes Energéticas nacionais. O estudo avança para as questões envolvendo os recursos em P&D e os impactos ambientais na produção de energia estarem cada vez mais pertinentes, de modo que pressões sociais e mercadológicas sobre a concepção de cadeias produtivas por meio da energia renovável ocorrem com maior frequência. Logo, os investimentos em inovação é uma saída

para que as companhias atendam a essa demanda de cadeia produtiva e a continuidade de programas dessa natureza.

Como proposta para outros estudos, sugere-se que sejam testados outros modelos estatísticos que extraíam as relações envolvendo P&D e seus impactos para a inovação de novas Matrizes Energéticas, o que inclusive representa a limitação desta pesquisa por não conseguir abranger estatisticamente outras variáveis. Ademais, se denota a dificuldade do mercado em obter a visão das consequências e das relações que envolvem esses investimentos, de modo que futuras pesquisas são pertinentes para que se dê a devida atenção em P&D no setor elétrico.

REFERÊNCIAS

- Abban, A. R., & Hasan, M. Z. (2021). Revisiting the determinants of renewable energy investment - New evidence from political and government ideology. *Energy Policy*, 151, 112184
- Agência Nacional de Energia Elétrica. (2012). *Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica*. Recuperado em 16 fevereiro, 2021, de <https://www.aneel.gov.br/documents/656831/14943930/Manual+P%26D+2012/eaef69f8-5331-43f8-b3ef-fab1c2775ed1>
- Agência Nacional de Energia Elétrica. (2015). *P&D no Setor Elétrico Programa de P&D regulado pela ANEEL*. Recuperado em 15 fevereiro, 2021, de <https://www.aneel.gov.br/documents/656831/14942679/ANEEL-PeD-ABAQUE-Novembro2015.pdf/4a06dfa3-9b41-47b0-a4d6-19550027650d>
- Agência Nacional de Energia Elétrica. (2021). *Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica*. Recuperado em 14 setembro, 2021, de https://www.aneel.gov.br/programa-de-p-d/-/asset_publisher/ahiml6B12kVf/content/transparencia-na-spe/656831?inheritRedirect=false&redirect=https%3A%2F%2Fwww.aneel.gov.br%2Fprograma-de-p-d%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_ahiml6B12kVf%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnormal%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_pos%3D1%26p_p_col_count%3D3
- Alves, A. P., Silva, T. G., Macedo, M. A. S., & Marques, J. A. V. C. (2011). A relevância dos gastos com P&D para o mercado brasileiro de capitais: um estudo com distribuidoras de energia elétrica no período de 2002 a 2009. *RAI Revista de Administração e Inovação*, 8(2), 216-239.
- Amaral, G., Marx, R., & Salerno, M. (2017). Investigação sobre a organização do trabalho para a inovação e transição tecnológica no setor elétrico brasileiro. *Gestão & Produção*, 24(2), 236-247.
- Andreassi, T., & Sbragia, R. (2002). Relações entre indicadores de P&D e de resultado empresarial. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, 37(1), 72-84.

- Arrow, K. J. (1971). The Economic Implications of Learning by Doing. In *Readings in the Theory of Growth* (pp. 131–149). Palgrave Macmillan
- Bellini, D., Oliveira, E. C., Lagioia, U. C. T., da Silva, A. C. B., & Melo, J. L. (2017). Energia eólica: desenvolvimento de geração de energia sustentável. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 8(2), 205-223.
- Bondarik, R., Pilatti, L. A., & Horst, D. J. (2018). Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no Brasil. *Interciencia*, 43(10), 680-688.
- Brites, J. L. P., Salles, S. L. M., Filho, & Pfitzner, M. S. (2015). Avaliação do risco regulatório em pesquisa & desenvolvimento no setor elétrico brasileiro. *Revista de Administração Contemporânea*, 19(2), 193–211.
- Bronzatti, F. L., & Iarozinski, A., Neto. (2008). Matrizes Energéticas no Brasil: cenário 2010-2030. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 28.
- Chen, J., Heng, C. S., Tan, B. C. Y., & Lin, Z. (2018). The distinct signaling effects of R&D subsidy and non-R&D subsidy on IPO performance of IT entrepreneurial firms in China. *Research Policy*, 47(1), 108–120.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. *The economic journal*, 99(397), 569-596.
- Colombo, M. G., Croce, A., & Guerini, M. (2013). The effect of public subsidies on firms' investment–cash flow sensitivity: Transient or persistent? *Research Policy*, 42(9), 1605–1623.
- Cuervo, F. I. (2016). Valoración de fuentes renovables no convencionales de generación de electricidad: un enfoque desde las opciones reales. *Cuadernos de Administración*, 28(51), 45–64.
- Del Bo, C. F. (2016). The rate of return to investment in R&D: The case of research infrastructures. *Technological Forecasting and Social Change*, 112, 26-37.
- Dupont, F. H., Grassi, F., & Romitti, L. (2015). Energias Renováveis: buscando por uma Matriz Energética sustentável. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 19, 70-81.
- Empresa de Pesquisa Energética. (2021a). *Fontes de Energia*. Recuperado em 14 setembro, 2021, de <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>
- Empresa de Pesquisa Energética (2021b). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2030*. Recuperado em 04 setembro, 2021, de <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/plano-decenal-de-expansao-de-energia-2030-e-entregue-ao-presidente-da-republica/PDE2030.pdf>
- Fávero, L. P., Belfiore, P., Silva, F. D., & Chan, B. L. (2009). *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier
- Greene, W. H. (2003). *Econometric analysis*. (5a ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Heij, C., Heij, C., de Boer, P., Franses, P. H., Kloek, T., & van Dijk, H. K. (2004). *Econometric methods with applications in business and economics*. New York: Oxford University Press.
- Henri, J. F. (2004). Performance measurement and organizational effectiveness: Bridging the gap. *Managerial finance*. 30(6), 93-123.
- Ishiguro, Y. (2002). *A energia nuclear para o Brasil*. Makron Books.
- Iudícibus, S. D. (2008). *Análise de balanços*. São Paulo: Atlas.
- Kose, N., Bekun, F. V., & Alola, A. A. (2020). Criticality of sustainable research and development-led growth in EU: the role of renewable and non-renewable energy. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), 12683–12691.

- Lei nº 9.991, de 24 de julho de 2000. (2000). Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências. Brasília, DF. Recuperado em 16 fevereiro, 2021, de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm#:~:text=LEI%20No%209.991%2C%20DE%2024%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20realiza%C3%A7%C3%A3o%20de%20investimentos,el%C3%A9trica%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAsncias.
- Lima, C., Mello, K., & Teixeira, L. (2019). Quais são os prós e contras do modelo energético no Brasil. *Forbes*. Recuperado em 16 fevereiro, 2021, de <https://forbes.com.br/principal/2019/07/quais-sao-os-pros-e-contras-do-modelo-energetico-do-brasil/>.
- Lopes, M. C., & Taques, F. H. (2016). O Desafio da Energia Sustentável no Brasil. *Revista Cadernos de Economia*, 20(36), 71-96.
- Macedo, M. A. S., & Corrar, L. J. (2012). Análise comparativa do desempenho contábil-financeiro de empresas com boas práticas de governança corporativa no Brasil. *Revista Contabilidade e Controladoria*, 4(1), 42-61.
- Mantovani, P. R. A., Neumann, P. N., & Edler, M. A. R. (2016). Matriz Energética Brasileira: Em busca de uma nova alternativa. *Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 4(1).
- Meuleman, M., & Maeseneire, W. (2012). Do R&D subsidies affect SMEs' access to external financing? *Research Policy*, 41(3), 580–591.
- Miranda, A. L. B. B., Nodari, C. H., Nobre, L. H. N., & Veiga, A. R., Neto. (2019). Relação entre investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e relatórios de sustentabilidade: uma análise global. *Innovar*, 29(72), 131-146.
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2021). *Introduction to linear regression analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. (2002). *Proposta de Práticas Exemplos para Inquéritos sobre Investigação e Desenvolvimento Experimental – Manual de Frascati*. Coimbra, Portugal. Recuperado em 16 fevereiro, 2021, de <http://www.uesc.br/nucleos/nit/manualfrascati.pdf>
- Queiroz, O. R. D. (2010). Impacto do crescimento dos gastos em P&D na taxa de crescimento dos lucros das empresas de acordo com o modelo OJ: um estudo no mercado de capitais brasileiro. *Congresso Anpcont*, Natal, RN, Brasil, 4.
- Raven, R. P. J. M., Jolivet, E., Mourik, R. M., & Feenstra, Y. C. F. J. (2009). ESTEEM: Managing societal acceptance in new energy projects. A toolbox method for project managers. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(7), 963–977.
- Ribeiro, W. D. O. (2018) *Investimentos em P&D e o desempenho de distribuidoras de energia elétrica no Brasil*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.
- Roser, M. (2020). Why did renewables become so cheap so fast? And what can we do to use this global opportunity for green growth? *Our World in Data*. Recuperado em 16 fevereiro, 2021, de <https://ourworldindata.org/cheap-renewables-growth?s=03>
- Salgado, A. P., Jr., Pimentel, L. A. D. S., Oliveira, M. M. B. D., & Novi, J. C. (2017). O impacto nas variações das Matrizes Energéticas e uso da terra: estudo sobre a eficiência ambiental do G20. *REAd. Revista Eletrônica de Administração*, 23(2), 306-332.

- Santos, G. R. D. (2014). Infraestrutura de pesquisa em energias renováveis no Brasil. *Boletim Radar – Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, 35, 7-18. Recuperado em 18 setembro, 2021, de <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/3949>
- Silva, R. C., Marchi, I., Neto, & Seifert, S. S. (2016). Electricity supply security and the future role of renewable energy sources in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 328-341.
- Sim, J. (2018). The economic and environmental values of the R&D investment in a renewable energy sector in South Korea. *Journal of Cleaner Production*, 189, 297–306.
- Soares, P. M., Rocha, A. M., Silva, M. S., Lopes, J. M., Silva, M. V. D. C., Hocevar, L. S., & Borges, D. B. (2020). Setor elétrico brasileiro: avaliação da evolução dos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (2008-2018). *Brazilian Journal of Development*, 6(6), 35094-35112.
- Valor econômico. (2021). *Ameaça de apagão expõe falta de diversificação da matriz elétrica no Brasil*. Recuperado em 16 setembro, 2021, de <https://valor.globo.com/patrocinado/projeto-especial-esg/noticia/2021/08/30/ameaca-de-apagao-expoe-falta-de-diversificacao-da-matriz-eletrica-no-brasil.ghtml>
- Wu, T., Yang, S., & Tan, J. (2020). Impacts of government R&D subsidies on venture capital and renewable energy investment -- an empirical study in China. *Resources Policy*, 68, 101715.