



## **PESQUISA & DESENVOLVIMENTO (P&D): INVESTIMENTOS REALIZADOS PELAS EMPRESAS BRASILEIRAS GERADORAS DE ENERGIA E SUA RELAÇÃO COM A MATRIZ ENERGÉTICA**

**FILLIPE SCHAPPO**

Universidade Federal de Santa Catarina

**DENIZE DEMARCHE MINATTI FERREIRA**

Universidade Federal de Santa Catarina

**HANS MICHAEL VAN BELLEN**

Universidade Federal de Santa Catarina

### **Resumo**

Os investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) realizados pelo setor elétrico nos últimos anos protagonizaram a perspectiva de adaptar o setor às mudanças que vem enfrentando sem comprometer as necessidades futuras. Questões envolvendo os investimentos em P&D e os impactos ambientais negativos na produção de energia estão se tornando cada vez mais pertinentes, de modo que pressões sociais e mercadológicas sobre a concepção de cadeias produtivas por meio de energias renováveis têm ocorrido com maior frequência. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa consiste em analisar os investimentos em P&D efetuados pelas empresas do setor elétrico e sua relação com a Matriz Energética utilizada para a geração de energia. A amostra da pesquisa será composta por 14 empresas de capital aberto que atuem direta e/ou indiretamente na geração de energia elétrica e estejam listadas na [B]<sup>3</sup>, a fim de identificar os investimentos em P&D e sua relação com as Matrizes Energéticas, incluindo variáveis de controle econômicas entre o período de 2016 a 2019. Os dados forneceram a percepção da falta de predisposição para a realização de investimentos em P&D cujo retorno tende a não ser imediato e apresenta maior risco. Os achados principais evidenciam que há relação positiva e significativa entre empresas que não possuem Matrizes Energéticas 100% renováveis e os investimentos, quando observados isoladamente, visto que empresas com fontes de energia ainda não renováveis tendem a investir mais a fim de obterem melhores tecnologias e se adaptarem às demandas de mercado. Contudo, a inclusão da variável Matriz Energética no modelo com Lucro Líquido e Patrimônio Líquido não melhora o poder explicativo dos desembolsos efetuados com P&D.

Palavras-chave: Pesquisa e Desenvolvimento, Setor Elétrico, Matriz Energética.

### **1 INTRODUÇÃO**

Desde o início da década de 1940, houve aumento no consumo energético mundial, oriundo principalmente do crescimento da população, da industrialização e do consumo (Goldemberg & Lucon, 2008). Para que as organizações possam acompanhar esse crescimento do consumo energético e sobreviver em mercados cada vez mais competitivos, é necessário gerenciar seus recursos e realizar investimentos a fim de se adaptarem às futuras mudanças e demandas de mercado.



São Paulo 28 a 30 de julho 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, tem sido pauta de discussões ao redor do mundo (Lopes & Taques, 2016). Especificamente em se tratando de energia, os incentivos à eficiência energética e fontes de energia renováveis estão intrinsecamente relacionados com o desenvolvimento econômico sustentável.

Para isso, os investimentos em P&D ganharam protagonismo nos últimos anos no setor elétrico, na perspectiva de adaptá-lo às mudanças que vem enfrentando 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 (Brasil, 2018a) sinaliza que as usinas devem diminuir sua participação de 64% em 2018 para 51% até 2027. As usinas eólicas atualmente somam 15 GW (*Gigawatts*) em funcionamento no Brasil, enquanto as solares possuem 2GW contra 100 GW das hidrelétricas, contudo, a previsão é para que até 2027, a energia eólica cresça 10 GW e a solar, 5 GW, enquanto as hidrelétricas têm perspectiva de crescimento de apenas 1 GW.

Bellini, Oliveira, Lagioia, Silva, & Melo (2017) apontam que há 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 (2008) salienta que na escolha das Matrizes Energéticas, se deve levar em conta a competitividade econômica que cada fonte oferece, incluindo os investimentos para sua instalação e os próprios custos na geração de energia. Bronzatti e Iarozinski Neto (2008) acrescentam ainda que se deve considerar 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 os investimentos em P&D possuem na diversificação das Matrizes Energéticas e do desenvolvimento sustentável, se faz a seguinte pergunta de pesquisa: Qual a relação dos investimentos realizados em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) com a Matriz Energética das companhias do setor elétrico de geração de energia?

Logo, o objetivo da pesquisa consiste em analisar os investimentos efetuados pelas empresas do setor elétrico P&D e sua relação com a Matriz Energética utilizada para a geração de energia. Ademais, o intuito é verificar ainda 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 pesquisa é justificada em virtude das mudanças observadas na operação do sistema elétrico nos últimos anos, visto que há expansão das usinas eólicas e da geração solar fotovoltaica (Folha de São Paulo, 2019). Ainda, conforme apontado por Lopes e Taques (2016), os estudos de temas envolvendo fontes renováveis de energia e diversificação das Matrizes Energéticas, têm se mostrado 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 se tornam decisivos para o funcionamento das empresas (Macedo & Corrar, 2012). De acordo com Iudícibus (2008), a contabilidade pode ser uma importante fonte a ser utilizada para fins de mensuração de desempenho das empresas. O acompanhamento dos resultados financeiros se torna relevante



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

na implementação de ações que possam levar 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 Frascati (OCDE, 2002, p. 43), a pesquisa e o desenvolvimento (P&D) compreende “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 a execução e foco nos resultados (ANEEL, 2012).

A Lei nº 9.991 de 2000 define 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 consiste em 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, a fim de custear os estudos e pesquisas de planejamento da expansão do sistema energético, bem como os de inventário e de viabilidade necessários ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos

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

Para que o país consiga garantir o suprimento energético de longo prazo, Soares et al. (2020) salientam que a realização de investimentos em P&D constitui uma das alternativas para possibilitar a expansão da oferta de energia por outras fontes renováveis, apesar de ser um desafio.



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

O mundo depende preferencialmente do suprimento de energia oriundo dos combustíveis fósseis, visto que no passado eram fontes mais baratas comparados 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, grandes 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 (Brasil, 2018b), no entanto, a Matriz Energética brasileira é considerada uma das mais renováveis do mundo, o que representa 42,9% da oferta interna de energia do país.

No Brasil, a energia hidrelétrica ainda é a principal fonte de energia do país. Mesmo que esse recurso se apresente como uma alternativa renovável para a geração de energia elétrica, as secas dos últimos anos evidenciam a total dependência que o país apresenta a esse tipo de matriz, tendo sua segurança energética fortemente vulnerável às mudanças climáticas (Silva, Marchi Neto & Seifert, 2016). Diante dessa realidade, Bondarik, Pilatti e Horst (2018) apontam que o país tem buscado novas estratégias com o intuito de manter sua Matriz Energética renovável e ao mesmo tempo atender a crescente demanda por energia e realizar um 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 alta competitividade e pela 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 têm demonstrado 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.

Mesmo sabendo da importância de P&D, Andreassi e Sbragia (2002) já questionavam até que ponto a P&D são capazes de influenciar os resultados das organizações. Algumas pesquisas demonstraram interesse em tentar 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 demonstraram que o desempenho financeiro dessas empresas 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 Neto (2008) apontam que o Brasil possui uma variedade de fontes energéticas, contudo, é necessário investimentos em tecnologia e pesquisas para a

São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

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 mais 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 Junior, Pimentel, Oliveira, & Novi, 2017). Ademais, uma análise sobre as características dos investimentos em P&D, sobretudo na expansão das Matrizes Energéticas, é de importante na orientação do planejamento do setor elétrico, garantindo o seu desenvolvimento e adaptação às mudanças de mercado (Mantovani, Neumann & Edler, 2016).

### 3 METODOLOGIA

O estudo se enquadra como exploratório-descritivo, sendo o caráter exploratório devido ao levantamento de hipótese de pesquisa. Em relação ao aspecto descritivo, é apresentado por descrever as características de determinada população (Gil, 2002). A pesquisa é documental, visto que os dados analisados correspondem aos elementos extraídos das Demonstrações Financeiras, Formulários de Referência, Notas Explicativas e Relatórios de Sustentabilidade.

A amostra da pesquisa será composta por todas as empresas de capital aberto que atuem direta e indiretamente na geração de energia elétrica, listadas na [B]<sup>3</sup> (antiga BM&F BOVESPA). Dessa forma, as empresas serão analisadas a fim de identificar os investimentos realizados em P&D e sua relação com as Matrizes Energéticas, incluindo variáveis de controle econômicas entre o período de 2016 a 2019.

Inicialmente, foram analisadas 58 (cinquenta e oito) empresas relacionadas na [B]<sup>3</sup> em novembro de 2020 do setor elétrico, sendo excluídas da amostra aquelas que não possuem em seu portfólio de atuação, a geração de energia. Adicionalmente, não foram consideradas as empresas que não elaboraram Relatórios de Sustentabilidade, visto que não foi possível obter as informações relacionadas à variável gastos com P&D e sobre a geração de energia por fonte energética (GWh). Por fim, após excluir as companhias que são subsidiárias de outras empresas constantes na [B]<sup>3</sup> a fim de evitar a duplicidade de dados, a amostra final é composta por 14 empresas analisadas entre os anos de 2016 a 2019. 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 2016.

A Tabela 1 apresenta as 14 (quatorzes) empresas que compuseram a amostra da pesquisa:

**Tabela 1** Empresas do setor elétrico que compuseram a amostra.

Amostra	Empresa	P&D (R\$ mil)	% Matriz Renovável
1	AES	33.059	100%
2	Light	67.600	100%
3	Engie	138.440	89%
4	Eneva	27.600	0%
5	Emae	5.630	100%
6	Enel	96.376	82%
7	CPFL	179.348	96%
8	COPEL GT	84.039	100%
9	CEEE GT	8.917	100%



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

10	CESP	119.470	100%
11	CELESC	80.515	100%
12	CEMIG	242.175	100%
13	Eletrobras	1.498.664	95%
14	Neoenergia	308.381	82%

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Para a obtenção das informações referentes aos investimentos em P&D, será realizado mapeamento dos dispêndios realizados, obtendo essas informações inicialmente nos Relatórios de Sustentabilidade divulgados pelas companhias.

Na análise das características relacionadas aos investimentos em P&D, se utilizará a técnica estatística de regressão com dados em painel, cujas variáveis independentes de controle Lucro Líquido e Patrimônio Líquido se sustenta em Costa e Lopes (2007) e Alves, Silva, Macedo e Marques (2011). Acrescenta-se ainda a variável *dummy* independente referente à Matriz Energética ser ou não renovável (Matriz Energética 100% Renovável = 0; Matriz Energética Não Renovável = 1) e a variável dependente selecionada corresponde aos investimentos em P&D realizada pelas organizações.

Fávero, Belfiore, Silva e Chan (2009) apontam que a análise de dados em painel pode ser feita 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 efeitos aleatórios consideram o termo constante da regressão como uma variável aleatória. Para esta pesquisa, foi utilizada a abordagem *pooling*, de modo a considerar cada empresa em cada ano como uma unidade de análise, sendo inclusive respaldado por Alves et al. (2011) como a melhor abordagem para a proposta, portanto, a amostra final é formada por 56 unidades de observação no período de 2016 a 2019.

Para a realização das análises, foram usadas regressões lineares simples e múltiplas cujos modelos estatísticos foram rodados pelo *software* RStudio, tendo sempre os dispêndios com P&D como variável dependente e alternadamente a *dummy* Matriz Energética, além das informações contábeis de controle sozinhas ou combinadas e por fim, todas como variáveis independentes.

Na análise inicial, o objetivo é verificar a relevância da Matriz Energética utilizada pelas companhias e para isso, será feita apreciação isolada, a fim de analisar se a Matriz Energética utilizada influencia no montante total de investimentos em P&D, seguida das hipóteses Ho e H1 para aceitar ou rejeitar o modelo:

Ho: Não existe relação entre o grau de investimentos em P&D e a Matriz Energética utilizada na geração de energia.

H1: Existe relação entre o grau de investimentos em P&D e a Matriz Energética utilizada na geração de energia.

A hipótese é justificada devido às mudanças que o setor elétrico passará nos próximos anos em virtude da expansão das fontes renováveis (Lima, Mello & Teixeira, 2019). Logo, se espera que as empresas com fontes de energia não renováveis investam mais em P&D, obtendo adequadas tecnologias para a geração de energia renovável. Além disso, no estudo de Santos (2014), foi demonstrado que os investimentos 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.

Ademais, para as variáveis de controle (Lucro Líquido e Patrimônio Líquido) foi realizada a mesma análise. Logo, utilizam-se as seguintes equações:



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

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

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

$$PeD_{i,t} = \alpha + \beta_1 PL_{i,t} + \varepsilon_i \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

$PeD_{i,t}$  = Variável dependente, representado pelos dispêndios com P&D oriundos dos Relatórios de Sustentabilidade da empresa  $i$ , no tempo  $t$ .

$\alpha$  = Intercepto;

$\beta_1$  = Coeficiente de inclinação;

$ME_{i,t}$  = Variável independente, representado por uma *dummy* que assume valor igual a 0 (zero) se a empresa  $i$  possuir Matriz Energética 100% renovável, e 1 (um) se possuir algum Matriz Energética não renovável, advindo dos Relatórios de Sustentabilidade da empresa  $i$ , no tempo  $t$ .

$LL_{i,t}$  = Variável independente, representada pelo lucro líquido oriundo da Demonstração do Resultado do Exercício da empresa  $i$ , no tempo  $t$ .

$PL_{i,t}$  = Variável independente, representada pelo patrimônio líquido oriundo do Balanço Patrimonial da empresa  $i$ , no período  $t$ .

Na segunda análise, o teste foi realizado considerando na mesma regressão apenas as duas variáveis de controle, acrescentando em seguida a variável *dummy* ME, de modo a analisar a relação dessa variável com o volume de investimentos em P&D. O uso desta metodologia em regredir a *dummy* Matriz Energética contra os dispêndios com P&D tendo as variáveis Lucro Líquido e Patrimônio Líquido como variáveis de controle será utilizado para verificar se a Matriz Energética das companhias afeta ou não as informações envolvendo o Patrimônio Líquido e Lucro Líquido, cujos modelos de regressão podem ser observados a seguir:

$$P\&D_j = \alpha + \beta_1 LL_j + \beta_2 PL_j + \varepsilon_j \quad (\text{Equação 4})$$

$$P\&D_j = \alpha + \beta_1 LL_j + \beta_2 PL_j + \beta_3 ME_j + \varepsilon_j \quad (\text{Equação 5})$$

Em síntese, a regressão da variável é necessária com o intuito de analisar se a Matriz Energética das empresas do setor elétrico de geração agrega conteúdo informacional na tentativa de explicar os gastos com P&D a partir das variáveis de controle do Patrimônio Líquido e Lucro Líquido.

## 4 RESULTADOS

As informações coletadas foram organizadas com o intuito de demonstrar a evolução das séries temporais em que investimentos em P&D comparados ao montante da ROL são apresentados na Figura 1. Nos últimos anos, os investimentos em P&D aumentaram 7,7%, sendo um aumento inferior se comparado com o crescimento nas Receitas Operacionais Líquidas de 20,9% das empresas de geração de energia do setor elétrico. Denota-se que as companhias, apesar de demonstrarem aumento em valores absolutos destinam menor montante de recursos do seu faturamento para o desenvolvimento de P&D em infraestrutura, projetos e pesquisas tecnológicas do setor. Incluindo o Lucro Líquido na comparação das variáveis, a discrepância se torna ainda maior, visto que as empresas selecionadas apresentaram aumento no resultado econômico de 225,9% no mesmo período.



**Figura 1** Relação dos gastos com Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Receita Operacional Líquida (ROL)  
Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

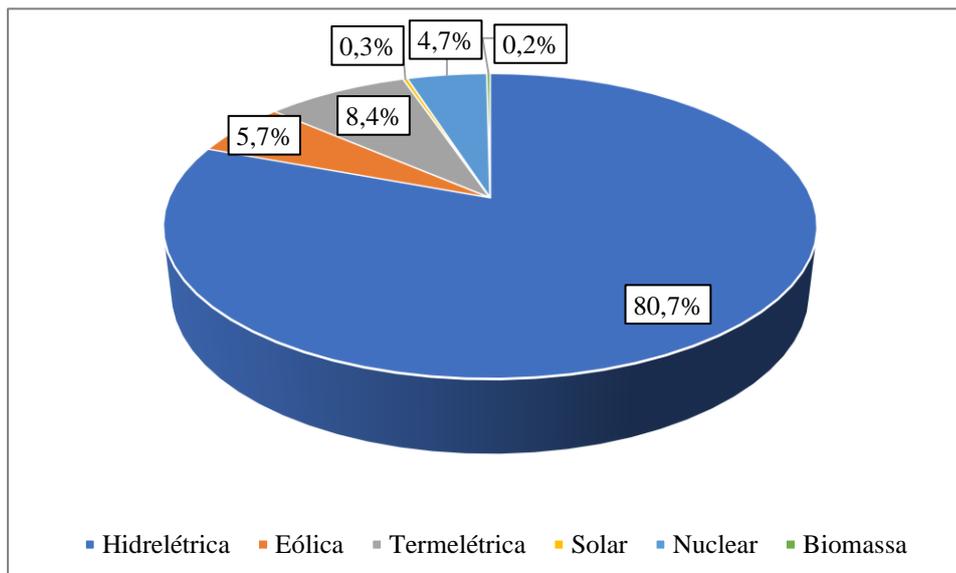
Soares et al. (2020) denotam que essa queda das atividades de investimento em P&D está relacionado ao esmorecimento e instabilidade da economia. Esse cenário aponta a falta de predisposição para a realização de investimentos cujo retorno tende a não ser imediato e apresenta maior risco, tal como atividades de P&D tecnológico.

O cenário é preocupante, visto que no longo prazo, poderão ser desencadeadas consequências em virtude do despreparo em atender as novas 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).

No Brasil, a principal fonte de energia do país é das Matrizes Energéticas oriundas das usinas hidrelétricas conforme aponta a Figura 2.



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.



**Figura 2** Geração de energia por fonte de Matriz Energética (GWh)

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Silva, Marchi Neto e Seifert (2016) afirmam que o país possui um dos maiores potenciais hidrelétricos do mundo, o que apesar de trazer vantagens, demonstra uma realidade no tocante à dependência a um único tipo de matriz, que por sinal é diretamente ameaçado pelas mudanças climáticas e secas observadas nos últimos anos. Conforme apontado pelos autores, a diversificação do mix de geração de energia permite aumentar a segurança no fornecimento de eletricidade, além de ser necessário impulsionar o desenvolvimento de outras fontes renováveis.

No tocante à geração de energia, apesar de 8,4% das empresas analisadas possuírem Matriz Energética não renovável (termelétricas), apenas 10,9% 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 investimentos em P&D que possibilitem a expansão e a busca por novas fontes.

O *software* RStudio permitiu obter os resultados das regressões apresentadas na metodologia, incluindo os testes necessários para validar os modelos utilizados. Ressalta-se que foi considerado o nível de significância de 5% para todas as análises.

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 *dummy* ME, que denota que seu coeficiente é significativamente diferente de zero ao nível de 5% (Tabela 2).

**Tabela 2** Relevância da Matriz Energética com P&D.

	Coeficientes	Erro Padrão	t-value	Pr(> t )
Constante	14258	17098	0,8339	0,4080
ME	74706	24180	3,0896	0,003165**
Total Sum of Squares	5,20E+15			
Residual Sum of Squares	4,42E+11			
R-Squared	0,15022			
Adj. R-Squared	0,13448			
F-statistic	9,54567			
p-value	0,0031648			

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

Os elementos em análise permitem inferir que a Matriz Energética possui relação significativa com o volume de gastos com P&D, quando observada isoladamente, logo, rejeita-se a hipótese nula de que não existe relação entre o volume de investimentos em P&D e a Matriz Energética das companhias do setor elétrico. Em outras palavras, empresas que não possuem Matrizes Energéticas 100% renováveis, tendem a efetuar maiores desembolsos com P&D, sendo condizente com os achados de Lima, Mello e Teixeira (2017) que aponta tendência no crescimento das Matrizes Energéticas renováveis para os próximos anos, o que criaria maior demanda para as empresas menos renováveis a se adaptarem a essa nova realidade por meio de investimentos em P&D.

A regressão com a variável independente Patrimônio Líquido está apresentada na Tabela 3.

**Tabela 3** Relevância do Patrimônio Líquido com P&D.

	Coeficientes	Erro Padrão	t-value	Pr(> t )
Constante	-1,63E+08	8,59E+07	- 1,8997	0,06282
PL	6,15E+01	4,92E+00	12,4958	< 2e-16 ***
Total Sum of Squares	5,20E+15			
Residual Sum of Squares	1,34E+15			
R-Squared	0,74303			
Adj. R-Squared	0,73827			
F-statistic	156,144			
p-value	< 2.22e-16			

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A regressão passa pelo teste F (p-value < 0,05), confirmado ainda pelo teste t como identificado na Tabela 3. Em outras palavras, o Patrimônio Líquido se apresenta com coeficiente significativamente diferente de zero, ao nível de 5%. Logo, quando analisado de forma isolada, a variável independente Patrimônio Líquido é significativa para os desembolsos com P&D efetuado pelas organizações, podendo se inferir que quanto maior a empresa, maior serão os recursos aplicados em P&D.

A mesma análise para a variável independente Lucro Líquido está apresentada na Tabela 4, assim como nas regressões anteriores, não são observados problemas no teste F, o que denota não haver problemas de significância do R<sup>2</sup> (p-value < 0,05). Ademais, isso é confirmado pelo teste t da variável Lucro Líquido, o que significa que seu coeficiente é diferente de zero ao nível de significância de 5%. Portanto, se pode afirmar que o Lucro Líquido é significativo para P&D ao ser observado isoladamente, ou seja, empresas que apresentem lucros maiores em seus exercícios sociais tendem a efetuar maiores investimentos em P&D.

**Tabela 4** Relevância do Lucro Líquido, Patrimônio Líquido e Matriz Energética com P&D.

	Coeficientes	Erro Padrão	t-value	Pr(> t )
Constante	1,91E+08	1,20E+08	1,5883	0,1181
LL	2,50E+02	4,53E+01	5,5220	9,836e-07 ***
Total Sum of Squares	5,20E+15			
Residual Sum of Squares	3,32E+15			
R-Squared	0,36089			
Adj. R-Squared	0,34905			
F-statistic	30,4921			
p-value	9,84E-03			

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

O estudo corrobora, em parte, com os achados de Queiroz (2010), que apesar de não ter encontrado relação estatisticamente significativa entre os gastos com P&D e o crescimento dos lucros das empresas no curto prazo no Brasil. O mesmo autor conseguiu observar correlação positiva da variável P&D com a receita bruta, demonstrando que os aumentos dos gastos com P&D podem gerar aumento da receita por meio do desenvolvimento e aperfeiçoamento dos serviços e produtos oferecidos.

Após efetuar as três análises isoladas para cada variável, se procede a análise de relevância conjunta do Lucro Líquido e Patrimônio Líquido, seguido da variável *dummy* ME. A tabela 5 apresenta os resultados para a regressão com as variáveis de controle Lucro Líquido e Patrimônio Líquido.

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

	Coefficientes	Erro Padrão	t-value	Pr(> t )
Constante	-1,75E+08	8,51E+07	- 2,0524	0,04509 *
PL	7,07E+01	7,68E+00	9,2088	1,385e-12 ***
LL	-6,96E+01	4,49E+01	- 1,5509	0,12687
Total Sum of Squares	5,20E+15			
Residual Sum of Squares	1,28E+15			
R-Squared	0,75419			
Adj. R-Squared	0,74491			
F-statistic	81,3066			
p-value	< 2,22e-16			

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Os resultados da Tabela 6 revelam por meio do R<sup>2</sup> ajustado ( $p < 0,05$ ) melhora o poder explicativo da regressão apenas com as variáveis independentes de controle. Ressalta-se ainda que a variável Patrimônio Líquido apresentou significância pelo teste t ( $p\text{-value} < 0,05$ ). Com base na análise da regressão, pode-se inferir que o Lucro Líquido e o Patrimônio Líquido são informações relevantes para os desembolsos efetuados com P&D, ao serem examinadas em conjunto, assim, se infere que empresas de maior porte e com melhores resultados, tendem a investir mais com P&D.

Por fim, acrescentando a variável independente P&D é efetuada a análise de regressão que está apresentada na Tabela 6:

**Tabela 6** Relevância do Lucro Líquido, Patrimônio Líquido e Matriz Energética com P&D.

	Coefficientes	Erro Padrão	t-value	Pr(> t )
Constante	-1,57E+08	9,73E+07	- 1,6133	0,1127
PL	7,17E+01	8,18E+00	8,7663	7,995e-12 ***
LL	-6,96E+01	4,52E+01	- 1,5381	0,1301
ME	-5,78E+07	1,51E+08	- 0,3843	0,7023
Total Sum of Squares	5,20E+15			
Residual Sum of Squares	1,27E+15			
R-Squared	0,75489			
Adj. R-Squared	0,74074			
F-statistic	533,819			
p-value	6,7803E-12			

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

Os resultados dessa análise apontam que a regressão dos investimentos com P&D contra as variáveis independentes Lucro Líquido, Patrimônio Líquido e Matriz Energética tem R<sup>2</sup> ajustado de 0,7407 ( $p\text{-value}$  do teste  $F < 0,05$ ). O teste t demonstra significância para o coeficiente da variável Patrimônio Líquido, o que não ocorre, entretanto para as variáveis



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

Matriz Energética e Lucro Líquido, dado que no teste t o p-value foi superior a 5%, apontando que estas variáveis não são relevantes para esta regressão.

Com base nas análises, é possível inferir que a Matriz Energética das empresas geradores de energia não acrescenta conteúdo informacional ao Lucro Líquido e Patrimônio Líquido na tentativa de avaliar os investimentos com P&D. Logo, não é possível confirmar a relevância da informação das Matrizes Energéticas no tocante aos gastos com P&D quando esta variável é examinada em conjuntos com as variáveis de controle Lucro Líquido e Patrimônio Líquido.

## 5 CONCLUSÃO

O panorama dos investimentos realizados em P&D e sua relação com a Matriz Energética das empresas geradoras de energia no Brasil foi avaliado nesta pesquisa, apontando relação positiva e significativa entre empresas que não possuem Matrizes Energéticas 100% renováveis e os investimentos em P&D, quando observadas isoladamente. Em virtude do cenário e pressões mercadológicas para a 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 tentar se adequarem às futuras demandas.

Na mesma análise, ao considerar a variável independente Matriz Energética com as variáveis de controle Lucro Líquido e Patrimônio Líquido, não é possível confirmar com nível estatístico de significância que a Matriz Energética influencia os investimentos com P&D. Logo, a inclusão da variável Matriz Energética no modelo com Lucro Líquido e Patrimônio Líquido não melhora o poder explicativo dos desembolsos efetuados com P&D. Esses resultados podem estar relacionados ao fato de que a literatura tem encontrado dificuldades em encontrar evidências que consigam explicar as relações e impactos envolvendo os gastos com P&D (Queiroz, 2010, Alves et al., 2011; Miranda, Nodari, Nobre, & Veiga-Neto, 2019). Outro fator relevante inclui o fato dos dispêndios com P&D para o setor elétrico no Brasil ser obrigatório, de modo que as empresas investem apenas com o intuito de atender a legislação, o que caracteriza comportamento homogêneo entre as companhias e descaracteriza a importância desse fator.

A pesquisa possui ainda a função de dar a devida ênfase ao fato de que mesmo com significativa participação das Matrizes Energéticas renováveis na produção de energia interna, a diversificação energética é escassa, o que pode desencadear insegurança no fornecimento de eletricidade diante da dependência de uma única matriz fortemente impactada pelas mudanças climáticas (Silva, Marchi & Seifert, 2016). Deste modo, os investimentos em P&D se fazem necessários justamente por permitir a melhor adaptação do setor às possíveis mudanças de cenário. Adicionalmente, a percepção dos impactos econômico-financeiros que investimentos no tocante à P&D possuem, levam a maior compreensão pelas partes envolvidas e possibilitam informações adicionais para possíveis tomadas de decisões.

No momento em que é verificado o aumento da demanda por energia e simultaneamente a queda ou problemas na oferta de determinados insumos energéticos, a reavaliação das Matrizes Energéticas nacionais se faz necessária. Questões envolvendo os investimentos em P&D e os impactos ambientais na produção de energia estão se tornando cada vez mais pertinentes, de modo que pressões sociais e mercadológicas sobre a concepção de cadeias produtivas por meio da energia renovável têm ocorrido com maior frequência. Para isso, os investimentos em inovação é uma das únicas saídas para que as companhias consigam atender a essa nova demanda de cadeia produtiva e a continuidade de programas com essa natureza.



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

Como proposta para outros estudos, sugere-se que sejam testado novos modelos estatísticos que consigam extrair 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 se tornem ainda mais pertinentes para a devida atenção em P&D no setor elétrico.

## REFERÊNCIAS

- 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.
- 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>
- Barcellos, E. P. (2010). *Internacionalização de empresas brasileiras: um estudo sobre a relação entre grau de internacionalização e desempenho financeiro* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- 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..
- 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.
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (2018a). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2027*. Rio de Janeiro: EPE. Recuperado em 16 fevereiro, 2021, de [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202027\\_aprovado\\_OFICIAL.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Documents/PDE%202027_aprovado_OFICIAL.pdf)
- Brasil. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética (2018b). *Balanço Energético Nacional 2018*. Rio de Janeiro: EPE. Recuperado em 16 fevereiro, 2021, de <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

- Bronzatti, F. L., & Iarozinski Neto, A. (2008). Matrizes Energéticas no Brasil: cenário 2010-2030. *Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 28, 13-16.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. *The economic journal*, 99(397), 569-596.
- Costa, F. M. D., & Lopes, A. B. (2007). Ajustes aos US-GAAPs: estudo empírico sobre sua relevância para empresas brasileiras com ADRs negociados na bolsa de Nova Iorque. *Revista Contabilidade & Finanças*, 18(spe), 45-57.
- 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.
- Fávero, L. P., Belfiore, P., Silva, F. D., & Chan, B. L. (2009). Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões.
- Folha de São Paulo. (2019). *Hidrelétrica perde espaço e Brasil busca prever vento e sol para operação de energia*. Recuperado em 16 fevereiro, 2021, de <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/09/hidreletrica-perde-espaco-e-brasil-busca-prever-vento-e-sol-para-operacao-de-energia.shtml>.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (Vol. 4, p. 175). São Paulo: Atlas.
- Goldemberg, J., & Lucon, O. (2008). Energia, meio ambiente e desenvolvimento.
- Henri, J. F. (2004). Performance measurement and organizational effectiveness: Bridging the gap. *Managerial finance*.
- Ishiguro, Y. (2002). *A energia nuclear para o Brasil*. Makron Books.
- Iudícibus, S. D. (2008). Análise de balanços 9. ed. *São Paulo: Atlas*.
- 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%20C%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%Aancias](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19991.htm#:~:text=LEI%20No%209.991%20C%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%Aancias).
- 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.



São Paulo 28 a 30 de julho 2021.

- 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).
- Mantovani, P. R. A., Neumann, P. N., & Edler, M. A. R. (2017). Matriz Energética Brasileira: Em busca de uma nova alternativa. *Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 4(1).
- Miranda, A. L. B. B., Nodari, C. H., Nobre, L. H. N., & Veiga-Neto, A. R. (2019). Relação entre investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e relatórios de sustentabilidade: uma análise global. *Innovar*, 29(72), 131-146.
- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. (2002). *Proposta de Práticas Exemplares 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, June). 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. In *Congresso Anpcont* (Vol. 4, No. 2010, pp. 1-16).
- Ribeiro, W. D. O. *Investimentos em P&D e o desempenho de distribuidoras de energia elétrica no Brasil* (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- 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 Junior, A. P., 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 (Porto Alegre)*, 23(2), 306-332.
- Santos, G. R. D. (2014). *Infraestrutura de pesquisa em energias renováveis no Brasil*.
- Silva, R. C., Marchi Neto, I., & 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.
- 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.