

revista brasileira de  
**ENERGIA**



Sociedade Brasileira de  
Planejamento Energético

**Criação de Capa e Diagramação**

Kelly Fernanda dos Reis

**Revisão**

Kelly Fernanda dos Reis

**Revista Brasileira de Energia  
Vol. 23 - nº 4**

Itajubá, 2017 - SBPE

Editor: Edson da Costa Bortoni  
103 p.

1 - Energia - artigos

2 - Publicação científica

ISSN: 0104303-X

É permitida a reprodução parcial ou total da obra, desde que citada a fonte.

A Revista Brasileira de Energia tem como missão:

“Divulgar trabalhos acadêmicos, estudos técnicos e resultados de pesquisas relacionadas ao planejamento energético do país e das suas relações regionais e internacionais.”

**Editor Responsável**

Edson da Costa Bortoni

**Comitê Editorial**

Alexandre Salem Szklo

Amaro Pereira

Annemarlen Gehrke Castagna

Clodomiro Unsihuay-Vila

Edmar Luiz Fagundes de Almeida

Edmilson Moutinho dos Santos

Edson da Costa Bortoni

Eduardo Mirko V. Turdera

Elizabeth Cartaxo

Gisele Ferreira Tiryaki

Ivo Leandro Dorileo

Jamil Haddad

Luiz Augusto Horta Nogueira

Oswaldo Soliano

Paulo Henrique de Mello Sant' Ana

Roberto Cesar Betini

Sergio Valdir Bajay

Thulio Cícero Guimarães Pereira

Virginia Parente

Yanko Marcius de A. Xavier

A Revista Brasileira de Energia (RBE) é uma publicação da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético (SBPE), editada semestralmente.

**Diretoria da SBPE**

Presidente: Célio Bermann

Vice-Presidente: Ivo Leandro Dorileo

Diretor de Eventos: Marcos Aurélio Vasconcelos de Freitas

Diretora de Publicações: Annemarlen Gehrke Castagna

Diretor Administrativo: Jamil Haddad

**Conselho Fiscal**

Roberto Akira Yamachita

Edson da Costa Bortoni

Luiz Augusto Horta Nogueira

**Conselho Consultivo**

Afonso Henriques Moreira Santos

Célio Bermann

Edmilson Moutinho dos Santos

Ivan Marques de Toledo Camargo

Jamil Haddad

José Roberto Moreira

Luiz Pinguelli Rosa

Maurício Tiommo Tolmasquim

Oswaldo Lívio Soliano Pereira

Sergio Valdir Bajay

**Secretaria Executiva da SBPE**

Lúcia Garrido e Kelly Reis

Endereço

Av. BPS, 1303 – Pinheirinho

Itajubá – MG – CEP:37.500-903

E-mail: [exec@sbpe.org.br](mailto:exec@sbpe.org.br)

Os artigos podem ser enviados através do site da SBPE

**[www.sbpe.org.br](http://www.sbpe.org.br)**

# SUMÁRIO

**A INFLUÊNCIA DO RISCO HIDROLÓGICO SOBRE OS CUSTOS DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA: ANÁLISE DOS IMPACTOS RESULTANTES AOS RETORNOS SOBRE O INVESTIMENTO E PATRIMÔNIO LÍQUIDO.....07**

Marlos Fernandes, Roni Cleber Bonizio

**BIOCOMBUSTÍVEIS PROVENIENTES DE MICROALGAS: UMA REVISÃO SOBRE MÉTODOS DE CULTIVO E EXTRAÇÃO DE ÓLEO.....33**

Fernanda Barbosa Siqueira

**INTEGRAÇÃO DE CENTRAIS EÓLICAS NO SISTEMA ELÉTRICO DE POTÊNCIA DO PIAUÍ.....56**

Bartolomeu Ferreira dos Santos Junior, André Luís Araújo Andrade, Fabíola Maria Alexandre Linard, Aryfrance Rocha Almeida

**OBTENÇÃO DO CAMPO DE TEMPERATURA DE UM RECEPTOR SOLAR PARABÓLICO DE FOCO LINEAR EM REGIME ESTACIONÁRIO POR DIFERENÇAS FINITAS.....80**

Bruno César Masson Miguel, Lívia Carneiro Marra, Esly Ferreira da Costa Júnior



**A INFLUÊNCIA DO RISCO HIDROLÓGICO SOBRE OS CUSTOS  
DO MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA:  
ANÁLISE DOS IMPACTOS RESULTANTES AOS RETORNOS  
SOBRE O INVESTIMENTO E PATRIMÔNIO LÍQUIDO**

Marlos Fernandes  
Roni Cleber Bonizio

*Universidade de São Paulo*

**RESUMO**

Entre 2009 e 2014, o setor de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica apresentou grande instabilidade de seus preços. As razões para isto estão atreladas, em parte, ao risco hidrológico, que gerou significativas elevações do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), mas também pelas mudanças normativas promovidas pelo Governo Federal. As consequências extrapolaram o próprio setor de energia elétrica, tendo as elevações tarifárias, iniciadas em 2014, implicado em altos índices de inflação em 2015. Esta pesquisa visou esclarecer os impactos resultantes sobre as companhias do próprio mercado de energia elétrica. Deste modo, esta pesquisa examinou o comportamento do retorno sobre investimento (ROI) e do retorno sobre o patrimônio líquido (ROE) de 52 companhias geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia. Para que a redução tarifária ocorra de modo sustentável, como visavam as ações do Governo Federal, é mister que haja aumentos da oferta de energia elétrica, sendo que tais aumentos estão atrelados ao retorno esperado pelos acionistas ao investimento realizado. Deste modo, foram examinados os principais fatores determinantes das tarifas de energia e do PLD, suas correlações, elasticidade e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Também foram estabelecidos modelos econométricos a fim de elucidar as análises do ROI e ROE. Conclui-se que as mudanças estruturais promovidas pelo Governo Federal e que a ascensão do PLD foram determinantes para os decréscimos dos retornos sobre investimentos e patrimônio líquido entre 2012 e 2013. O aumento tarifário, iniciado em 2014, marca uma tendência de recuperação do setor.

Palavras-chave: contabilidade de custos; ROI; ROE; mercado de energia elétrica.

## ABSTRACT

Between 2009 and 2014, the electric market showed great instability of prices. The reasons for this are related, in part, to the hydrological risk, which generated significant elevations of the Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), but also by regulatory changes promoted by the Federal Government. The consequences went beyond the actual electricity sector. The tariff increases, which began in 2014, implied in high inflation rates in 2015. This study aimed to clarify the resulting impacts on the company's of the electricity market. This study examined the behavior return on investment (ROI) and return on equity (ROE) of 52 companies. To be a sustainable reduction in the price of megawatt-hour, as aimed at the actions of the Federal Government, it is necessary that occur an increase in the supply of electricity. These increases are linked to the returns expected by shareholders to investment. In this work, we examined the main factors of energy prices and the PLD, their correlations, elasticity and the coefficient of determination ( $R^2$ ). They were also established econometric models to elucidate the analysis of ROI and ROE. It is concluded that the structural changes promoted by the Federal Government and the rise of PLD were instrumental in the decrease of returns on investment and equity between 2012 and 2013. The megawatt-hour price increase, which began in 2014, marks a recovery trend in the electric market.

Keywords: cost accountig, ROI, ROE, electrical energy market.

## 1. INTRODUÇÃO

Entre os anos de 2012 e 2015, o setor de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica tem apresentado grandes oscilações em suas tarifas e no Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), como demonstra a figura a seguir:

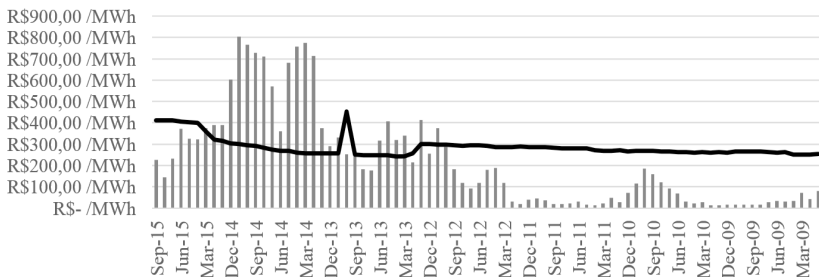


Figura 1 – Valores Nominais da Tarifa de Energia Elétrica e PLD.



Apenas em 2015, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) registrou o reajuste médio da tarifa de energia em 51%, sendo o aumento de preços desse item um dos fatores responsáveis pela alta inflacionária nesse mesmo ano, registrada pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), na ordem de 10,67%. A meta de inflação para o ano de 2015 havia sido fixada pelo Conselho Monetário Nacional em 4,5%, conforme informações disponíveis na página web do Banco Central.

Por meio de carta aberta, o Banco Central, atribuiu à tarifa de energia elétrica um importante papel na alta inflacionária, não apenas por seu protagonismo nos preços administrados, mas também por seu efeito indireto, no qual as empresas repassam ao consumidor final, mesmo que parcialmente, o aumento do custo de energia elétrica.

O ministro de Minas e Energias, Eduardo Braga, em uma coletiva de imprensa realizada em 11 de agosto de 2015, reproduzida pelo “O Globo”, definiu a forte elevação do valor do megawatt-hora como sendo “realismo tarifário”. Muito embora o ministro acredite que as recentes elevações caracterizem a retomada de uma trajetória de preços mais próxima da realidade do país, essas variações romperam bruscamente uma tendência de queda das tarifas reais de energia que perdurava a uma década, aproximadamente.

Essa alta da tarifa de energia elétrica ocorre pouco tempo após o Governo Federal ter tomado, entre novembro de 2012 e janeiro de 2013, ações estruturais que, entre outros fins, visavam provocar um decréscimo permanente da base de cálculo das tarifas. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2013) avalia que tais medidas provocaram uma queda tarifária média de 20,2% em 2013.

Desse modo, em março de 2013, a tarifa de energia atingiu o seu menor valor nominal desde abril de 2005, tendo por valor médio R\$243,11, conforme informações provenientes da base dados IPEA Data. Ainda segundo essa fonte, em outubro de 2013, no entanto, o valor do megawatt-hora atingiu o preço médio de R\$452,59, sendo este seu maior valor na última década.

Em 2014, o PLD também atingiu seu ponto máximo, avaliado em R\$804,54 o valor do megawatt-hora, segundo informações da página web da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).

O problema de pesquisa que orienta o presente trabalho são os impactos no retorno sobre investimento (ROI) e sobre o patrimônio líquido (ROE) das empresas atuantes no mercado de energia elétrica, causados, sobretudo, pela conjuntura econômica marcada pela forte instabilidade dos preços relativos ao megawatt-hora e por mudanças normativas no setor.

A pesquisa é justificada não apenas por seu valor científico, como também pela própria importância que o setor energético desempenha na economia. Para que a redução tarifária ocorra de modo

sustentável é mister que haja aumentos da oferta de energia elétrica, sendo que tais aumentos estão atrelados ao retorno esperado pelos acionistas ao investimento realizado.

Conforme explicam Hanlon e Heitzman (2009), as decisões de investimento tendem a se basear em uma regra fundamental e simples, na qual os investimentos ocorrem enquanto os benefícios marginais excederem os custos marginais. Portanto, é de significativa relevância a análise do ROI e ROE das empresas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, principalmente em cenários de instabilidade conjuntural.

### **1.1. Objetivos**

É objetivo geral do presente trabalho analisar, entre os anos de 2010 e 2014, os impactos decorrentes das variações tarifárias e do PLD para as companhias geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia elétrica. Desse modo, serão examinados o comportamento das receitas de venda, custos e despesas operacionais frente as oscilações do preço do megawatt-hora.

Para essa finalidade, são objetivos específicos desta pesquisa (i) examinar os impactos que as alterações da tarifa de energia e do PLD implicaram às receitas, custos e despesas operacionais das companhias do setor elétrico; e (ii) a análise do ROI e do ROE destas mesmas companhias.

Visando atingir os objetivos elencados, foram adotados como procedimentos metodológicos a pesquisa bibliográfica, por meio de livros, artigos em revistas especializadas e publicações disponibilizadas na Internet; a pesquisa documental quanto às leis vigentes aplicáveis ao tema deste estudo; e, através da análise dos dados, foram verificados os impactos provocados pelas alterações dos preços do megawatt-hora sobre o setor de geração de energia.

A pesquisa está estruturada em 5 seções, sendo que (i) a primeira contém a introdução, problema, justificativa, objetivos gerais e específicos; (ii) a segunda fundamenta aspectos do setor de energia, como sua oferta e demanda, histórico recente de tarifas e a composição das mesmas, e, ao final da segunda seção, são expostos os principais trabalhos relacionados a aspectos econômicos e financeiros deste setor; (iii) a terceira discute os aspectos metodológicos da pesquisa; (iv) a quarta discute os principais resultados verificados; (v) e, na quinta seção, são apresentadas as considerações finais deste estudo, suas principais limitações e sugestões para trabalhos posteriores.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Por meio de dados provenientes do Ministério de Minas e Energia (2015), constata-se que, entre os anos de 2000 e 2014, a capacidade instalada de geração de energia elétrica teve grande ascensão; 81,68% ao longo do período, apresentando crescimento médio de cerca de 5,45% ao ano. As usinas hidroelétricas, conforme essa mesma fonte, ainda compõe a maior parte da matriz energética nacional.

Rosa (2007) aponta em seu trabalho que o Brasil ainda apresenta um grande potencial hídrico inexplorado, em parte por ter a maior quantidade mundial deste recurso, sendo que os principais fatores impeditivos do aumento da exploração hídrica são oriundos de questões ambientais. A Usina Hidrelétrica de Belo Monte, por exemplo, segundo o citado autor, teve sua barragem substancialmente reduzida a fim de minimizar tais impactos.

A redução das barragens apresenta um bônus ecológico de elevada importância, embora também acarrete em significativo ônus econômico, implicando no aumento do risco hidrológico no setor de geração de energia. Esse risco é definido por Lima e Souza (2014) como sendo as variações do potencial de geração energética das hidroelétricas em função de épocas de estiagem, cada vez mais frequentes no país.

Lima e Souza (2014) ainda expõe que, em função do risco hidrológico, as usinas termelétricas possuem um papel estratégico na matriz energética nacional. A produção de energia por meio dessa fonte permite uma produção constante, podendo ser utilizada em períodos de estiagem de modo a suprir a queda de oferta de energia das hidroelétricas.

Mesmo diante de um cenário de crescimento da oferta de energia elétrica, a produção nacional ainda é incapaz de suprir a própria demanda. Apenas em 2014, foi necessária a importação de 5.850 MW, de acordo com publicação do Ministério de Minas e Energia (2015).

Tradicionalmente, a Indústria é o maior demandante de energia elétrica, correspondendo, entre 2009 e 2014, a média de 41,12% do consumo, conforme dados da base IPEA Data. Segundo essa fonte, as Residências responderam, em média, por 26,45% da demanda; o Comércio à 14,91%; e os outros setores econômicos consumiram, em média, 17,52% da energia elétrica, entre 2009 e 2014.

### 2.1 Tarifa por megawatt-hora

O mercado de geração, transmissão e distribuição de energia não apresenta preços livremente arbitrados pela relação de oferta e demanda. As tarifas de energia obedecem os Procedimentos de Regu-

lação Tarifária (PRORET), que têm caráter normativo e é estabelecido pela ANEEL, que desempenha o papel de reguladora do sistema de energia elétrica.

Em função da matriz energética brasileira ser predominantemente fundada em usinas hidroelétricas, o sistema, como mencionado, é influenciado pelo risco hidrológico, sob o qual não há plena constância produtiva pelas companhias geradoras.

A CCEE tem como sua principal função equilibrar as diferentes capacidades regionais de produção de energia com as ofertas anteriormente contratadas pela ANEEL, em leilões de energia, ou pelas distribuidoras em contratos diretamente com as geradoras.

Este equilíbrio ocorre por meio do PLD, cujo cálculo ocorre por meio de modelos matemáticos, a fim de encontrar a solução ótima de equilíbrio entre o benefício presente do uso da água e o benefício futuro de seu armazenamento, medido em termos da economia esperada dos combustíveis das usinas termelétricas, conforme explica a página web da CCEE.

## 2.2 Revisões de literatura

Compõe a literatura revisada por esse trabalho sete trabalhos expoentes sobre a rentabilidade, riscos e investimentos no setor de energia elétrica.

Andrade e Lobão (1997) mensuraram a elasticidade-renda do consumo de energia elétrica em residências, apurando ser esta variável bastante inelástica; variações da renda tendem a não implicar em variações da quantidade demandada de energia em residências.

O trabalho de Gadelha e Cerqueira (2013), por sua vez, analisa a relação entre consumo de eletricidade e crescimento econômico, entre os anos de 1952 e 2010, aplicando para tal o teste de causalidade de Granger. Conforme os autores, há fortes indícios de que o PIB per capita é influenciado unidirecionalmente pelo consumo de energia elétrica, indicando que o Brasil é um país cujo crescimento econômico é dependente da oferta de energia elétrica.

Aguiar Filho (2007) examinou como mudanças provocadas pelas leis 10.847 e 10.848 impactaram a atração de investimento para geração de energia elétrica no Brasil. De acordo com o referido autor, as mudanças regulatórias exerceram influência no aumento dos investimentos em geração hidrelétrica, ressaltando, contudo, que tais investimentos também necessitam de equilíbrio entre consumo, oferta e preços de energia.

Andrade e Vieira (2004), pesquisaram a remuneração de capital das empresas distribuidoras de energia, entre 2000 e 2005. Constataram que o ROI apresentou um crescimento constante, atingindo no

último exercício social analisado o custo de capital, mensurado pelo *WACC (Weighted Average Capital Cost)*. O desempenho das companhias examinadas, no entanto, foi insuficiente para remunerar o capital dos acionistas de acordo com os riscos do setor. Os autores atribuíram este fato aos elevados custos de passivo oneroso, a conjuntura macroeconômica e a escassez de energia do período.

Também Rocha, Bragança, e Camacho (2006) examinaram a remuneração de capital das distribuidoras de energia, examinando o período de 1998 a julho de 2005. Os autores também observaram que a remuneração de capital foi sequencialmente negativa até 2003 e que apenas em 2005 a remuneração passa a ser parcialmente compatível com os riscos. A recuperação do setor foi atribuída a queda dos níveis das companhias, destacando que as empresas EDP Brasil, CPFL Energia e Neoenergia estavam entre as que apresentaram maior rentabilidade após o episódio de racionamento. Ainda observaram que, comparativamente, entre as empresas argentinas, chilenas e americanas, apenas as atuantes na Argentina tiveram insuficiente retorno de capital.

Silva (2007) analisou o risco do setor energético entre 1995 e 2002, por meio do estudo do Índice de Energia Elétrica, composto à época por 13 empresas do setor. O modelo utilizado no estudo foi o *CAPM (Capital Asset Pricing Model)*. Concluiu-se que o risco das empresas é classificável apenas como “moderado” em comparação com outros segmentos ou índices listados na BM&FBOVESPA. Atribuiu ainda as remunerações negativas das companhias do setor a excessos de regulação e aos métodos de precificação utilizados.

Por fim, Saurin, Lopes, Costa Júnior, e Gonçalves (2013) investigou, nas companhias distribuidoras de energia, a possível relação entre o ROI, o coeficiente de eficiência, avaliado pela metodologia de *Data Envelopment Analysis*, e o crescimento da produtividade das empresas distribuidoras, mensurado pelo Índice de Malmquist. O autor estabeleceu a hipótese de que as companhias que obtiveram as maiores avaliações do retorno sobre o investimento, entre 2007 e 2009, são as que empregaram seus recursos de modo eficiente na obtenção de seus produtos. Conclui-se que há uma correlação fracamente positiva entre estas variáveis, rejeitando-se a hipótese formulada.

### 3. METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho é de natureza sobretudo descritiva. De acordo com Gil (2008), pesquisas descritivas “[...] têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos”. Conforme Triviños (1987), parte dos estudos descritivos são ainda classificáveis como “Estudos

Causais Comparativos” ou “Estudos post facto”, sendo que tais estudos “procuram não só determinar como é um fenômeno, mas também de que maneira e por que ocorre”.

A abordagem adotada para o problema de pesquisa é baseada predominantemente no método quantitativo. Para Richardson (1999) este método é caracterizado pela coleta de dados e pela posterior análise por meio de técnicas estatísticas, podendo estas serem simples, como média e desvio padrão, ou complexas, como a análise de regressão.

### 3.1 Amostra das companhias geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia

Tabela 1 - Companhias analisadas, entre 2009 e 2014, no setor energia elétrica

AES Sul Distribuidora Gaúcha de Energia S.A.	I
AES Tietê S.A.	C
Afluentes Geração de Energia Elétrica S.A.	I
Alupar Investimento S.A.	C
Ampla Energia e Serviços S.A.	I
BAESA - Energética Barra Grande S.A.	I
Cachoeira Paulista Transmissora de Energia S.A.	I
Companhia Energética de Brasília	C
Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica	I
Companhia Estadual de Geração e Transmissão de Energia Elétrica	I
Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.	C
Centrais Elétricas do Pará S.A.	I
Companhia Energética de Pernambuco	I
Companhia Energética do Maranhão	I
CEMIG Distribuição S.A.	I
CEMIG Geração e Transmissão S.A.	I
Companhia Energética de São Paulo	I
Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica	I
Companhia Hidroelétrica do São Francisco	I
Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia	I
Companhia Energética do Ceará	I
Companhia Paulista de Força e Luz	I
Companhia Piratininga de Força e Luz	I
Companhia Paranaense de Energia	C

Companhia Energética do Rio Grande do Norte	I
CPFL Energia Renováveis S.A.	I
CPFL Geração de Energia S.A	I
Companhia de Transmissão de Energia Elétrica Paulista S.A.	C
Statkraft Energias Renováveis S.A.	C
Duke Energy International Geração Paranapanema S.A.	I
EDP - Energias do Brasil S.A.	C
Elektro - Eletricidade e Serviços S.A.	I
Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A.	C
Eletrobrás Termonuclear S.A.	I
Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A.	I
Eletrosul Centrais Elétricas S.A.	C
Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.	C
Energisa Minas Gerais - Distribuidora de Energia S.A	I
Energisa Mato Grosso - Distribuidora de Energia S.A	I
Energisa Mato Grosso - Distribuidora de Energia S.A	I
Energisa Paraíba - Distribuidora de Energia S.A	I
Energisa Sergipe - Distribuidora de Energia S.A	I
Eneva S.A.	C
Furnas Centrais Elétricas S.A.	I
Investco S.A.	I
Itaipu Binacional	I
Itapebi Geração de Energia S.A.	I
Light Serviços de Eletricidade S.A.	I
Renova Energia S.A.	C
Rio Grande Energia S.A.	I
Transmissora Aliança de Energia Elétrica	C
Tractebel Energia S.A.	C

Notas: as siglas "I" e "C" designam, respectivamente, Demonstração Contábeis Individuais e Demonstração Contábeis Consolidadas".

As empresas da amostra possuem capacidade instalada de 94.494 MW, de acordo com informações prestadas pelas próprias companhias, respondendo por aproximadamente 70,56% da capacidade nacional instalada de geração de eletricidade em 2014.

Ainda segundo informações das próprias empresas, do potencial de geração de energia elétrica do conjunto amostral 88,89% corresponde a usinas hidrelétricas; 6,71% a usinas termelétricas; 2,11% a usinas termonucleares; 1,06% a usinas de energia eólica; 1,22% a pequenas centrais hidroelétricas e 0,01% a usinas de energia solar.

São também responsáveis pelo sistema de distribuição de energia de 18 das 27 unidades federativas brasileiras, não sendo abrangidos os estados do Acre, Alagoas, Amazonas, Amapá, Goiás, Piauí, Rondônia, Roraima e Tocantins.

### 3.2 Variáveis examinadas e procedimentos estatísticos

De modo a cumprir os objetivos da pesquisa, foi utilizado na análise um conjunto de variáveis que expressam o desempenho econômico das companhias da amostra e o quanto ele é afetado pelas mudanças na conjuntura de fatores econômicos do setor elétrico ao longo do período observado.

Entre estas variáveis, para cada companhia da amostra será examinado o *NOPAT* (*Net Operating Profit After Taxes*), que corresponde a soma da receita financeira ao *EBIT* (*Earnings Before Interest and Taxes*), multiplicando-se este valor por um, menos a alíquota efetiva do imposto de renda e da contribuição social sobre o lucro, conforme explicam Krauter e Sousa (2007).

A alíquota utilizada como expressão dos impostos incidentes sobre o lucro é de 34%, o que equivale a soma de 15% de Imposto de Renda da Pessoa Jurídica (IRPJ), 10% de adicional de IRPJ sobre a parcela do lucro que exceder a R\$ 20.000,00 mensais e 9% de Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL).

A Usina Hidrelétrica de Itaipu é isenta de pagamento de tributos sobre o lucro, sendo, em função disto, desconsiderado no cálculo do *NOPAT* da companhia a incidência da alíquota de 34%.

O retorno sobre investimento (ROI) foi utilizado como indicador de desempenho de cada companhia ao longo do período examinado, sendo seu cálculo realizado por meio da equação:

$$ROI = \frac{NOPAT}{Investimento\ Médio} \quad (1)$$

Em que o Investimento Médio corresponde as diferenças entre ativo total e passivo operacional, avaliados pela média entre o ano de apuração e o ano imediatamente anterior a ele. Esta mesma relação poderia ser vista pela soma do passivo oneroso médio, com patrimônio líquido médio.

Para que se possa melhor compreender os impactos das alterações tarifárias sobre a rentabilidade obtida pelas companhias geradoras de energia elétrica, o ROI foi ainda subdividido em Margem e Giro



calculados, respectivamente, pelas divisões aritméticas do *NOPAT* pelo total da Receita Líquida de Venda e do total da Receita Líquida de Venda pelo Investimento Médio.

De acordo com Kassai (1996), a Margem pode ser interpretada como sendo a lucratividade obtida pela companhia por meio do total das vendas, enquanto o Giro corresponde a quantas vezes ao longo de um período a companhia consegue realizar a venda de seus ativos. Ressalta-se ainda que as duas grandezas tendem a ser inversamente proporcionais.

O retorno sobre o patrimônio líquido (ROE) foi utilizado como indicador da rentabilidade do capital investido pelos acionistas nas companhias examinadas, sendo seu cálculo realizado por meio da equação:

$$ROE = \frac{\text{Lucro Líquido}}{\text{Patrimônio Líquido Médio}} \quad (2)$$

Conforme Assaf Neto (2003), este índice avalia o retorno dos recursos aplicados na empresa por seus proprietários, mensurando o lucro auferido para cada unidade monetária de capital próprio investido na empresa.

A receita líquida de vendas das companhias examinadas estão sujeitas a impactos tarifários e de demanda. Para mensurarmos os impactos advindos de alterações na quantidade nacional consumida de energia elétrica, empregou-se o conceito de elasticidade. Varian (2012) a define como sendo uma medida de sensibilidade que independe de unidades de medida, mensurando a variação percentual de determinada variável em relação a variação percentual de outra. Para os casos em que o valor obtido for inferior a uma unidade, positiva ou negativa, conclui-se ser uma relação inelástica, sendo a relação classificável como elástica apenas nos casos em que a elasticidade for superior ao módulo de uma unidade.

Entre as principais variáveis de mercado abrangidas neste trabalho, estão a tarifa de energia elétrica, obtida junto ao banco de dados disponibilizado na página web do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), e o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), obtida na página web da CCEE.

De modo a simplificar e esclarecer a análise dos dados das companhias que compõe a amostra, foram empregadas na pesquisa a estimação econométrica com dados em painel, por meio de dois modelos de regressão. No primeiro deles, estima-se:

$$ROI_{it} = \beta_0 + \beta_1 RLPAT_{it} + \beta_2 CPAT_{it} + \beta_3 DOPAT_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

Em que  $ROI_{it}$  corresponde ao retorno sobre o investimento médio da companhia  $i$  no ano  $t$ ;  $RLPAT_{it}$  a receita líquida por ativo total da companhia  $i$  no ano  $t$ ;  $CPAT_{it}$  ao custo por ativo total da companhia  $i$  no ano  $t$ ;  $DOPAT_{it}$  a despesa operacional por ativo total da companhia  $i$  no ano  $t$ ;  $\beta_0$  a  $\beta_3$  equivalem aos parâmetros que medem os efeitos das variáveis independentes; e  $\varepsilon_{it}$  é o erro aleatório para a companhia  $i$  no período  $t$ .

O primeiro objetivo desse modelo é verificar a capacidade que as receitas, custos e despesas operacionais, relativizados pelo ativo total, têm de explicar o retorno sobre o investimento médio das companhias geradoras de energia elétrica.

Há uma expectativa de que  $\beta_1$  seja positivo, refletindo que aumentos das receitas líquidas de impostos tendem a acarretar aumentos do retorno sobre investimento; e que  $\beta_2$  e  $\beta_3$  sejam negativos, evidenciando que aumentos dos custos e despesas operacionais, respectivamente, reduzem o ROI das companhias da amostra.

No segundo modelo procura-se determinar a influência das atividades financeiras das companhias examinadas na determinação do retorno obtido pelos acionistas. Coerentemente com a mensuração do  $NOPAT$ , considerou-se as receitas financeiras como sendo atividades operacionais e, deste modo, não inclusas nesta regressão específica. Portanto, tem-se:

$$ROE_{it} = \beta_0 + \beta_1 PO_{it} + \beta_2 DESPFIN_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Em que  $ROE_{it}$  corresponde ao retorno sobre o patrimônio líquido médio da companhia  $i$  no ano  $t$ ;  $PO_{it}$  ao passivo oneroso da companhia  $i$  no ano  $t$ ;  $DESPFIN_{it}$  as despesas financeiras da companhia  $i$  no ano  $t$ ;  $\beta_0$  a  $\beta_2$  equivalem aos parâmetros que medem os efeitos das variáveis independentes; e  $\varepsilon_{it}$  é o erro aleatório para a companhia  $i$  no período  $t$ .

Conforme Braga, Nossa e Marques (2004), a alavancagem financeira decorre da existência de capital de terceiros no financiamento organizacional, sendo favorável ao incremento do ROE somente enquanto a taxa média de custo dos empréstimos for inferior ao retorno sobre ativo total. Este limiar estabelecido à taxa média de empréstimos inviabiliza que se tenha expectativas claras quanto ao valor de  $\beta_1$  ser

positivo ou negativo, afetando, inclusive, as expectativas sobre  $\beta_2$ , com o qual deve possuir relação direta.

### **3.3 Validação dos pressupostos do modelo de regressão**

A validação dos modelos econométricos foi efetuada por meio da averiguação da inviolabilidade de seus pressupostos, de modo que realizaram-se testes de autocorrelação, correlação serial e heterocedasticidade.

A correlação serial será verificada por meio do teste de Pesaran. De acordo com Cruz, Moura, Santana, e Ribeiro (2009), este teste é recomendável na análise de dados em que a quantidade de unidades temporais é inferior à quantidade de grupos de dados amostrais, como ocorre neste trabalho.

O pressuposto de homocedasticidade do modelo foi examinado por meio do teste de Breusch-Pagan, que, segundo Gama, Santos, Freitas, e Mura (2005), avalia a relação da soma dos erros quadráticos da regressão com a soma dos quadrados dos resíduos, dos quais considera que a variância é constante para os casos em que for menor ou igual ao teste Quiquadrado.

Também será verificada a presença de autocorrelação por meio do teste de Wooldridge para dados em painel. Conforme Drukker (2003), este procedimento consiste em utilizar os resíduos da regressão em primeiras diferenças, provocando, em modelos multivariados, a supressão do efeito de nível individual, embasando a análise em variáveis temporalmente constantes.

A escolha do método de estimação será baseada nos testes de validação previamente descritos e nas formas de regressões econométricas adequadas aos possíveis distúrbios revelados pelos supracitados testes.

## **4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Com a finalidade de atingir os objetivos elencados por esta pesquisa, a análise dos resultados foi dividida em 3 subseções, nas quais foram examinadas, respectivamente, os principais fatores determinantes do resultado obtido pelas companhias em suas atividades operacionais; as variações do ROI ao longo do período de análise; e, por fim, as variáveis que influíram no comportamento do ROE.

### **4.1 A influência das tarifas de energia e do PLD**

Entre 2009 e 2014, o consumo nacional médio de energia elétrica foi de aproximadamente 315.662 GWh. Embora seja um

mercado de preço regulados, constatou-se no período uma forte correlação negativa,  $-0,9330$ , entre a quantidade consumida e a média tarifária, sendo essa avaliada a preços de 2014 (conversão baseada no IPCA).

Essa forte correlação observada dá suporte a estimação da elasticidade preço da demanda, pela qual é avaliada a variação percentual da quantidade demandada de um insumo em função da variação percentual de seu preço. Verifica-se que, ao longo do período examinado, o consumo nacional de energia é elástico, cerca de  $-2,00$ , evidenciando que aumentos de 1% da tarifa de energia implicam em queda de 2% da quantidade demandada de energia elétrica.

Em termos monetários, pode-se expor a relação supracitada de modo que aumentos de 1 unidade monetário da tarifa reduzem o consumo total de energia em aproximadamente 1.870 GWh, o equivalente a 0,59% da demanda nacional.

Deste modo, é ainda mais compreensível a razão pela qual as receitas líquidas de venda das companhias da amostra apresentam forte correlação com a quantidade total demandada,  $0,9584$ , enquanto apresenta uma correlação apenas moderada com a tarifa de energia elétrica,  $0,4666$ , cujos impactos tendem a ter carácter mais indireto sobre desempenho financeiro das companhias atuantes no mercado de energia elétrica.

Diferentemente das tarifas do megawatt-hora, o PLD tende a exercer um impacto direto, apresentando uma forte correlação,  $0,9431$ , com o custo agregado das companhias da amostra. Por meio do  $R^2$  desta relação tem-se que as variações do custo são 88,94% explicadas pelas variações no PLD. Em 82,69% das organizações analisadas há uma forte correlação positiva (acima de 0,7) entre estas variáveis e em 9,62% das companhias é verificada uma relação fraca (inferior a 0,4).

Assim sendo, o risco hidrológico afeta não apenas a queda da produção de energia, mas submete as companhias a possibilidade de multas contratuais, e da própria ANEEL, em decorrência da queda da quantidade fornecida de megawatt-hora. Este risco explica a razão pela qual os custos de energia comprados para revenda constam nas demonstrações do resultado do exercício de 23 das 26 companhias geradoras presentes no conjunto amostral, mesmo sendo esta energia adquirida a valores superiores aos quais foram revendidas.

O custo agregado das companhias variou em média R\$53.371.574,76 em função de aumentos de uma única unidade monetária do PLD. Este fato é observado pela relação de custos sobre receitas, que ao longo dos quatro últimos anos apresentaram ascensão, tendo sido a relação elevada de 63,19%, em 2011 (ponto de mínimo), para 71,74%, em 2014 (ponto de máximo). O PLD é o principal fator explicativo, sendo a correlação entre estes dados mensurada em  $0,9304$ .

## 4.2 O retorno sobre investimento

As relações anteriormente expostas apresentam significativa influência no retorno sobre investimento das companhias examinadas. Com intuito de melhor elucidar o comportamento do ROI, esta variável foi estimada em função apenas das receitas, custos e despesas operacionais, relativizados pelo ativo total, conforme (3). As Tabelas 2 e 3, apresentam, respectivamente, a estatística descritiva e a correlação entre as variáveis do modelo.

Tabela 2 – Estatística descritiva do conjunto de variáveis do modelo estimado

	Mediana	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
<i>ROI</i>	11,30%	11,02%	-27,94%	33,33%	8,77%
<i>RLPAT</i>	47,00%	47,86%	0,00%	112,83%	29,59%
<i>CPAT</i>	28,86%	33,66%	0,00%	95,18%	25,98%
<i>DOPAT</i>	4,64%	5,37%	-11,12%	53,50%	5,51%

Tabela 3 – Correlação entre as variáveis do modelo

	<i>ROI</i>	<i>RLPAT</i>	<i>CPAT</i>	<i>DOPAT</i>
<i>ROI</i>	1,0000			
<i>RLPAT</i>	0,4510	1,0000		
<i>CPAT</i>	0,2210	0,9513	1,0000	
<i>DOPAT</i>	-0,2057	0,3712	0,3297	1,0000

Estas estatísticas demonstram que, a receita líquida e os custos por ativo total, são as variáveis que apresentam maior desvio padrão e fortemente correlacionadas. Como salientado anteriormente, as receitas são altamente influenciadas pelas variações na quantidade consumida de energia elétrica e os custos são fortemente afetados pelo PLD, que é a expressão econômica do risco hidrológico.

A forte correlação entre custos e receitas é determinada pela forte correlação entre o PLD e a quantidade consumida, avaliada em cerca de 0,8874. Esta relação expressa que entre 2009 e 2014, houve um significativo incremento da quantidade consumida de energia elétrica, de aproximadamente 3,78% ao ano. Concomitantemente a este aumento, o PLD nominal ascendeu em média 147,94% ao ano.

São apresentados nas tabelas seguintes os resultados dos testes de validação da regressão, os parâmetros mensurados das variáveis do modelo e a significância destas estimativas:

Tabela 4 – Correlação entre as variáveis do modelo

	Coefficientes	Erro padrão	Valot t	Significância
<i>RLPAT</i>	0,9663139	0,0400322	24,14	0,000
<i>CPAT</i>	-0,9951016	0,0404992	-24,57	0,000
<i>DOPAT</i>	-0,8927247	0,0431638	-20,68	0,000
<i>Constante</i>	0,0306297	0,0119188	2,57	0,011

Tabela 5 - Testes realizados

	Resultado	Significância
$R^2$		0,8086
$R^2$ between		0,8119
$R^2$ within		0,8229
Teste de Breusch-Pagan para heterocedasticidade	17,79	0,0005
Teste de Pesaran para correlação serial	1,220	0,2226
Teste de Wooldridge para autocorrelação	1,531	0,2216
Teste F	317,55	0,0000

Verifica-se, por meio do Teste de Breusch-Pagan, a violação do pressuposto de homocedasticidade do modelo. O constatado problema de heterocedasticidade foi abordado pela técnica de regressão robusta de White. Conforme Almeida, Lopes, e Corrar (2011), este procedimento não altera os parâmetros estimados, modificando tão somente os coeficientes de erro-padrão, que são corrigidos diretamente nas matrizes de regressão.

Como método de avaliação do ajuste do modelo estimado, será utilizado  $R^2$  da regressão, que, segundo Wooldridge (2006), representa a razão entre a variação explicada e a variação total. São evidenciados na regressão três coeficientes de  $R^2$ , sendo eles denominados *within*, *between* e *overall*. De acordo com Fávero (2013), o primeiro deles representa a variação dos dados de cada indivíduo ao longo do tempo; *between* denota a variação entre indivíduos; e *overall* abrange ambas as variações.

Conclui-se que as variáveis que compõe o modelo explicam 80,86% das variações do retorno sobre investimento do conjunto amostral. Também são elucidadas 82,29% das oscilações do ROI das companhias ao longo do período, e 81,19% das variações entre as organizações.

As variáveis do modelo serão utilizadas de modo a elucidar o comportamento do ROI, demonstrado na Figura 2 por meio do ROI médio e do ROI agregado. A análise será subdividida em quatro períodos

distintos, sendo eles: 2010 e 2011; 2012; 2013 e 2014.

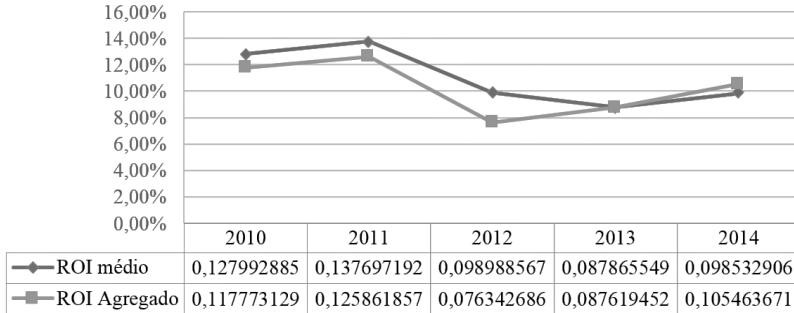


Figura 2 – ROI Médio e ROI agregado entre 2010 e 2014

A variação do ROI entre 2010 e 2011 é motivada sobretudo pelo aumento agregado da receita em 8,47% e ter sido superior ao acréscimo do somatório dos custos e despesas em 6,15%. A ascensão da receita é decorrente dos aumentos da tarifa média, 5,25%, e da quantidade consumida de energia elétrica, 2,66%. Em função disto, a margem apresentou variação de 7,41%, enquanto o giro esteve praticamente inalterado, apresentando variação de -0,51%.

Conforme demonstra o Figura 2, entre 2011 e 2012, houve uma variação de -28,11% no retorno sobre investimento médio, tendo sido essa a maior oscilação ocorrida no período. O PLD é o principal fator explicativo deste decréscimo. Sua ascensão de cerca de 468,61% implicou na elevação dos custos das organizações da amostra em 18,18%. A relação dos custos sobre a receita também variaram 12,59 pontos percentuais.

Tais impactos resultaram na queda do ROI agregado, entre 2011 e 2012, em decorrência da variação de -41,72% na Margem. O Giro neste período foi incrementado em 4,09%, em função dos aumentos de 5,17% nas tarifas de energia e 3,05% na quantidade vendida, amenizando, portanto, a já significativa queda do retorno sobre investimento.

A principal diferença no comportamento do ROI médio e do ROI agregado está em relação ao período de 2013. O ROI médio expõe uma variação de -11,21% em relação ao ano anterior. O ROI agregado, por sua vez, reflete uma ascensão de 1,13 ponto percentual. Esta divergência apenas sobressalta que embora o resultado obtido pelo setor tenha sido superior ao de 2012, esta ascensão não reflete o retorno obtido pela maior parte das companhias.

De fato, em relação a 2011, os lucros agregados das companhias da amostra apresentaram variações nominais de -85,78%, em 2012, e -46,26%, em 2013. Todavia, o número de empresas da amostra

que tiveram prejuízos em suas atividades aumentou de um total de 7, em 2011, para 16, em 2012, e 17, em 2013.

Embora o PLD tenha elevado em 78,22% entre 2012 e 2013, esta ascensão não é capaz de explicar a queda do ROI médio neste mesmo período, posto que a soma dos custos e despesas das organizações apresentaram queda de -7,08%. O consumo de energia elétrica, fator determinante da receita e que apresentou aumento de 2,91%, também se apresenta ineficaz em elucidar esta queda do retorno sobre o investimento médio.

Passaram a vigorar, em 2013, as medidas tomadas pelo Governo Federal promovendo a queda das tarifas de energia. Tais ações implicaram em uma queda tarifária média de 20,2%, de acordo com informações da ANEEL. Este conjunto de medidas é a única fonte de explicação da variação de -4,02% na receita líquida de vendas agregada no exercício social de 2013. A queda da receita contribui para o declínio de 6,18% no Giro, em um momento no qual a Margem apresentava elevação de 23,14% em relação ao ponto de baixa de 2012.

Este cenário motivou a ascensão das tarifas de energia em 2014, quando a tarifa média registrou um acréscimo de 8,85%. A quantidade total consumida de energia obteve elevação de 4,89%. Estes fatores implicaram na ascensão de 23,56% na receita agregada em relação ao ano de 2013.

O Giro, consequentemente, teve um incremento de 18,11%. Os custos e despesas agregados de 2014 também apresentaram uma elevação de 20,84% em relação ao ano anterior. Deste modo, a margem obteve uma elevação menos significativa, cerca de 1,91%.

O ativo total, variável integrante do modelo de análise, apresentou crescimento nominal em 76,92% das companhias da amostra. Em média, as organizações obtiveram aumentos de 9,22% ao ano no valor total de seus ativos, sendo o incremento médio agregado das companhias de 5,27%.

As variações do ativo total, entre 2009 e 2014, são explicadas, principalmente, em função de aumentos dos passivos onerosos, sejam eles de curto ou longo prazo. A correlação entre estas variáveis é de aproximadamente 0,7888, podendo ser tomada como uma forte correlação direta.

De fato, o crescimento nominal dos passivos onerosos é observado em 82,69% das companhias examinadas. Em média, o incremento anual de tais passivos foi de 15,12% entre as companhias da amostra, sendo o crescimento agregado de 9,06% ao ano.

Entre as companhias que obtiveram ROI superior à média do retorno agregado do setor, a participação do capital de terceiros, em relação ao ativo total, corresponde a 37,06%, enquanto que a média é de 29,34% nas companhias com ROI inferior. Esse último conjunto de organizações representa 60,86% das 23 companhias que



apresentavam, em 2014, alavancagem abaixo da média.

Embora a forma de financiamento organizacional não afete o desempenho do ROI, a alavancagem financeira é um fator determinante do retorno sobre o patrimônio líquido.

### 4.3 O retorno sobre o patrimônio líquido

A fim de fundamentar o modelo proposto de análise do ROE, são apresentadas nas Tabelas 6 e 7, respectivamente, a estatística descritiva e a correlação entre as variáveis.

Tabela 6 - Estatística descritiva do conjunto de variáveis do modelo estimado

	Mediana	Média	Mínimo	Máximo	Desvio Padrão
<i>ROE</i>	12,74%	26,02%	-839,32%	1270,00%	139,56%
<i>DESPFIN</i>	-184.929,00	-301.279,56	-2.219.059,54	441.958,00	352.566,07
<i>PO</i>	1.395.617,50	2.448.718,13	0,00	33.681.427,00	4.349.653,27

Tabela 7 - Correlação entre as variáveis do modelo

	ROE	DESPFIN	PO
<i>ROE</i>	1,0000		
<i>DESPFIN</i>	0,5626	1,0000	
<i>PO</i>	0,7829	0,8588	1,0000

Por meio destes dados fica evidenciado que o desvio padrão do ROE, mensurado em 139,56%, é amplamente superior ao desvio padrão do ROI (Tabela 2), avaliado em cerca de 8,77%. Também é importante salientar a forte correlação entre despesa financeira e passivo oneroso, 0,8588, havendo uma relação direta entre estas variáveis.

Nas Tabelas 8 e 9, são apresentados os resultados dos testes de validação da regressão, os parâmetros mensurados das variáveis do modelo e a significância destas estimativas:

Tabela 8 - Testes realizados

	<b>Coefficientes</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>Valor t</b>	<b>Significância</b>
<i>DESPFIN</i>	0,00000165	0,00000029	-5,70	0,005
<i>PO</i>	0,00000037	0,00000006	6,48	0,003
<i>Constante</i>	-0,13843140	0,10458190	-1,32	0,256

Tabela 9 - Testes realizados

	<b>Resultado</b>	<b>Significância</b>
$R^2$		0,6589
<i>Erro Quadrático Médio</i>		0,8183
<i>Teste de Breusch-Pagan para heterocedasticidade</i>	389,85	0,0000
<i>Teste de Pesaran para correlação serial</i>	11,501	0,0000
<i>Teste de Wooldridge para autocorrelação</i>	1,549	0,2190
<i>Teste F</i>	25,09	0,0055

Constata-se nos testes de Breusch-Pagan e de Pesaran a presença, respectivamente, de heterocedasticidade e correlação serial. De acordo com Hoehle (2007), estas violações dos pressupostos do modelo são amenizadas por meio do método Driscoll-Kraay de tratamentos dos erros-padrão, ajustando-os de modo a garantir que a matriz de covariâncias seja consistente.

O  $R^2$  obtido expõe que, aproximadamente, 65,89% das variações totais do conjunto de dados são explicadas pelo modelo de análise.

Ambas as variáveis independentes apresentam coeficientes positivos, o que demonstra que, para a maioria das organizações examinadas, a taxa média de custo dos empréstimos é inferior ao retorno sobre ativo total, sendo a alavancagem favorável a ascensão do ROE. Este dado é crucial para a compreensão do crescimento do passivo oneroso e, conseqüentemente, da própria totalidade do conjunto de ativos.

O comportamento do ROE ao longo do período examinado, exposto no Figura 3, é correlato as variações do ROI anteriormente analisadas. A correlação entre ROI agregado e ROE agregado é avaliada em 0,9660 e a correlação entre ROI médio e ROE médio é de 0,6423.

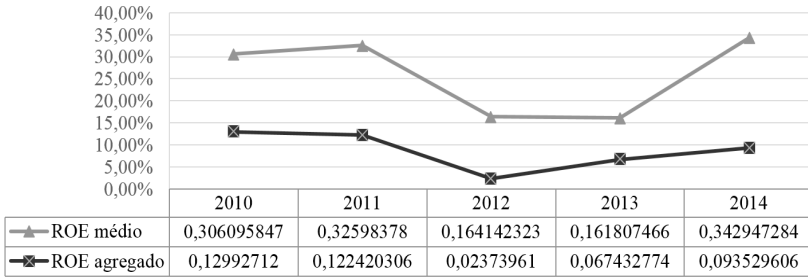


Figura 3 – ROE Médio e ROE agregado entre 2010 e 2014

Deste modo, podemos concluir que as mesmas variáveis que afetaram o desempenho do retorno sobre o investimento, também impactaram o retorno sobre o patrimônio líquido. As significativas diferenças entre os desvios padrão do ROE e ROI, no entanto, são provenientes, sobretudo, dos procedimentos de alavancagem financeira entre as companhias.

No conjunto amostral, das organizações que apresentaram variações anuais do ROI acima da média, a relação entre passivo oneroso e ativo total é 18,27% maior, resultando ainda em um retorno sobre patrimônio líquido 996,71% superior à verificada nas demais companhias.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa objetivou analisar o comportamento do ROI e do ROE das companhias geradoras, transmissoras e distribuidoras de energia elétrica entre os anos de 2009 e 2014, sendo este período marcado por mudanças normativas e por acentuadas variações nominais da tarifa de energia e do PLD.

Conclui-se, inicialmente, que as variações nacionais na quantidade consumida de megawatt-hora são determinantes nas receitas obtidas pelas companhias da amostra. Entretanto, são as alterações tarifárias promovidas pelo Governo Federal, em 2013, que respondem pela queda da receita e da média do retorno sobre o investimento naquele mesmo ano.

As ações governamentais ocorreram em um momento em que o setor de energia elétrica já se encontrava em crise econômica, em função dos aumentos sucessivos do PLD. Este preço é a expressão financeira do risco hidrológico e está fortemente atrelado aos custos das companhias do setor. Sua ascensão é um dos principais fatores determinantes da redução dos retornos das organizações entre 2012 e 2014.

O comportamento do ROE no período de análise é similar ao verificado no ROI, evidenciando que os mesmos fatores impactaram ambas as variáveis. A alavancagem financeira, entretanto, está entre os fatores que fazem com que os valores concernentes ao retorno sobre o patrimônio líquido tendam a ser significativamente superiores aos verificados no retorno sobre investimento, gerando ampla diferença entre os desvios padrão das duas variáveis.

Dada a importância que o setor energético desempenha na economia, a queda dos retornos em função do risco hidrológico e das ações governamentais, pode influenciar em decisões de investimento no setor de energia elétrica e, por conseguinte, na permanente redução tarifária almejada pelo Governo Federal.

As principais limitações desta pesquisa estão relacionadas as diferenças regionais presentes no território nacional, podendo estas estarem presentes nas tarifas do megawatt-hora, no ICMS cobrado sobre elas, no consumo de energia e no próprio PLD. Deste modo, a análise agregada perde em qualidade de dados, o que, em alguma medida, pode afetar os resultados.

Como sugestão para trabalhos futuros, recomenda-se a apuração de como os investimentos nos diferentes setores do mercado de energia é influenciado pelas variações no retorno, observando-se, inclusive, se há preponderância de investimentos públicos no setor, em detrimento da participação privada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR FILHO, F. L. Modelo institucional do setor elétrico brasileiro: análise da capacidade de atração de capital privado para investimentos em geração de energia hidrelétrica. 2007. 198 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-09012008-110052/pt-br.php>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

ALMEIDA, J. E. F. de; LOPES, A. B.; CORRAR, L. J. Gerenciamento de resultados para sustentar a expectativa do mercado de capitais: impactos no índice market-to-book. ASAA-Advances in Scientific and Applied Accounting, v. 4, n. 1, p. 44-62. 2011.

ANDRADE, P. H. A. de; VIEIRA, S. F. A. Remuneração de capital das distribuidoras de energia elétrica: uma análise comparativa. Revista Brasileira de Energia, v. 11, n. 2, p. 249-268. 2004.

ANDRADE, T. A.; LOBÃO, W. J. A. Elasticidade renda e preço da demanda residencial de energia elétrica no Brasil. IPEA, Brasília, 1997. (Texto Para Discussão Nº 489). Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3706](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=3706)>. Acesso em 25 ago. 2015.

ANEEL. Disponível em: <<http://aneel.gov.br>>. Acesso em: 08 ago. 2015.

ANEEL. ANEEL anuncia redução das tarifas de energia elétrica. 2013. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output\\_Noticias.cfm?Identidade=6426&id\\_area=90](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticias.cfm?Identidade=6426&id_area=90)>. Acesso em: 08 ago. 2015.

ASSAF NETO, A. Finanças Corporativas e Valor. São Paulo: Editora Atlas, 2003.

BANCO CENTRAL. Metas para Inflação. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/Pec/relinf/Normativos.asp>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

BANCO CENTRAL. Aviso 1/2016-BCB. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/htms/relinf/carta2016.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

BRAGA, R.; NOSSA, V.; MARQUES, J. A. V. da C. Uma Proposta Para a Análise Integrada Da Liquidez. Revista Contabilidade & Finanças, v. 15, p. 51-64. 2004.

CRUZ, I. S. da; MOURA, F. R. de; SANTANA, J. R. de; RIBEIRO, L. C. de S. Fatores de influência do PIB per capita dos estados brasileiros: uma análise de painel com o uso dos métodos PCSE e FGLS (1991-2009). Revista Análise Econômica, v. 33, n. 63, p. 229-257. 2009.

CCEE. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

CONSELHO MONETÁRIO NACIONAL. Disponível em: <<https://www.bcb.gov.br/?CMN>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

DRUKKER, D. Testing for serial correlation in linear panel data models. The Stata Journal, v. 3, n. 2, p. 168-77. 2003.

FÁVERO, L. P. L. Dados em painel em contabilidade e finanças: teoria e aplicação. Brazilian Business Review, v. 10, n. 1, p. 131-156. 2013.

GADELHA, S. R. de B.; CERQUEIRA, R. M. G. Consumo de eletricidade e crescimento econômico no Brasil, 1952-2010: uma análise de causalidade. Tesouro Nacional, Brasília, 2013. (Textos Para Discussão N.º 16). Disponível em: <[https://srbgadelha.files.wordpress.com/2013/10/td16\\_2013.pdf](https://srbgadelha.files.wordpress.com/2013/10/td16_2013.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2015.

GAMA, F. F.; SANTOS, J. R.; FREITAS, C. D. C.; MURA, J. C. Aplicação de dados polarimétricos de radar aerotransportado (banda P) para estimativa de parâmetros estruturais de florestas tropicais. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 Abril 2005, p. 4413-4420.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6a Edição, Vol. 264. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

HANLON, M.; Heitzman, S. A Review of Tax Research. SSRN eLibrary. 2009. Disponível em: <<http://ssrn.com/paper=1476561>>.

HOECHLE, D. Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. Stata Journal, v. 7, n. 3, p. 281-312. 2007.

IBGE. Banco de Dados. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso: em 08 ago. 2015.

BGE. IPCA. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc\\_ipca/ipca-inpc\\_201712\\_3.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/inpc_ipca/ipca-inpc_201712_3.shtm)>. Acesso em: 08 ago. 2015.

IPEA. IPEA Data. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 08 ago. 2015.

KASSAI, J. R. Conciliação entre TIR e ROI: uma abordagem matemática e contábil do retorno do investimento. São Paulo. Caderno de Estudos, v. 14, p. 1-29. 1996.

KRAUTER, E.; Sousa, A. F. de. (2007). Medidas de avaliação de desempenho financeiro e criação de valor para o acionista: um estudo de caso. In: Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 3., 2006, Seropédica. Anais... Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006, p. 1-7.

LIMA, M. T. da S. L.; SOUZA, M. C. de. Discorrendo sobre o uso das termelétricas no Brasil. Ciência e Natura, v. 37, Ed. Especial UFVJM, p. 17-23. 2014

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Capacidade instalada de geração elétrica: Brasil e Mundo (2014). Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/0/Capacidade+Instalada+de+EE+2014.pdf/cb1d150d-0b52-4f65-a86b-b368ee715463>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

O GLOBO. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/petroleo-e-energia/ministro-diz-que-ciclo-de-alta-de-tarifas-de-energia-estao-fim-17184155>>. Acesso em: 20 ago. 2015.

RICHARDSON, R. J. Pesquisa social: métodos e técnicas. 3a Edição. São Paulo: Editora Atlas, 1999.

ROCHA, K.; BRAGANÇA, G. F. de; CAMACHO, F. Remuneração de capital das empresas distribuidoras de energia elétrica: uma análise comparativa. IPEA, Brasília, 2006. (Texto Para Discussão Nº 1153). Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com\\_content&view=article&id=4320](http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=4320)>. Acesso em: 25 ago. 2015.

ROSA, L. P. Geração hidrelétrica, termelétrica e nuclear. Estudos Avançados, v. 21, n. 59, p. 39-58. 2007.

SAURIN, V.; LOPES, A. L. M.; Costa Júnior, N. C. A. da; Gonçalves, C. A. Medidas de eficiência e retorno de investimento: um estudo nas distribuidoras de energia elétrica brasileiras com base em data envelopment analysis, índice de Malmquist e ROI. Revista de Administração UFSM, v. 6, n. 1, p. 25-38. 2013.

SILVA, W. A. C. Investimento, regulação e mercado: uma análise do risco no setor elétrico. 2007. 451 fls. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/biblioteca/trabalhos/trabalhos/Tese\\_Wendel.pdf](http://www.aneel.gov.br/biblioteca/trabalhos/trabalhos/Tese_Wendel.pdf)>. Acesso em: 25 ago. 2015.

TRIVIÑOS, A. N. S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. 1ª edição. São Paulo: Atlas, 1987.

VARIAN, H. R. Microeconomia: uma abordagem moderna. 8.a edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2012.

WOOLDRIDGE, J. M. Introdução à Econometria: Uma Abordagem Moderna. 2.a edição. São Paulo: Editora Pioneira Thomson, 2006.

