

**UMA ANÁLISE ACERCA DO PERFIL DOS LEILÕES DE ENERGIA ELÉTRICA  
REALIZADOS EM AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADA DE 2005 A 2016**

**AN ANALYSIS OF THE ELECTRIC POWER PUBLIC SALE PROFILE DONE IN  
REGULATED HIRING ENVIRONMENT FROM 2005 TO 2016**

**Carlos Roberto Souza Carmo**

Mestre em Ciências Contábeis (PUC-SP)

Univ. Fed. de Uberlândia (FACIC-UFU) / Fac. de Ciências Agron. (UNESP-BOTUCATU)

carlosjj2004@hotmail.com

**Adriano Dawison de Lima**

Doutor em Agronomia - Energia na Agricultura (UNESP-BOTUCATU)

Universidade de Uberaba (UNIUBE)

adawison@bol.com.br

**Jason Geter da Silva Nunes**

Engenheiro Agrônomo (FIO)

Faculdade de Ciências Agronômicas - Energia na Agricultura (UNESP-BOTUCATU)

jason.geter.agro@gmail.com

**André Luiz Merthan Saad**

Engenheiro Agrônomo (USC).

Faculdade de Ciências Agronômicas - Energia na Agricultura (UNESP-BOTUCATU)

andrelnsaad@gmail.com

**RESUMO:**

Este estudo teve por objetivo inicial realizar uma análise descritiva acerca do perfil dos leilões ocorridos em ambiente de contratação regulada de energia elétrica e, na sequência, avaliar como as variáveis referentes à quantidade de lotes de energia vendidos, aos montantes previstos de investimento a ser realizado pelas entidades vendedoras de energia nos respectivos projetos de geração energética, o intervalo de tempo compreendido entre o ano da realização do leilão e o início do fornecimento da energia, e, ainda, o preço médio contratado por megawatt poderiam estar correlacionados entre si, ao longo do período compreendido entre 2005 e 2016. Com o auxílio de estatísticas descritivas e da análise de correlação, foi possível observar indícios de que, mesmo realizando a contratação de elevadas quantidades a longo prazo, a demanda elétrico-energética nacional tem oscilado para cima, demandando a contratação de energia elétrica adicional a fim mitigar o risco hidrológico da matriz elétrica nacional. Também foram identificados indícios de que o planejamento prévio acerca da demanda futura por energia elétrica, além de permitir contratar energia por um preço médio quase 37% menor, poderia possibilitar a realização de um nível de investimento consideravelmente maior, e isso, por sua vez, poderia se refletir na atividade econômica do país. A análise de correlação revelou que a variável “investimento previsto” foi aquela que apresentou maior relevância, considerada sua significância estatística em relação às demais variáveis analisadas neste estudo de natureza exploratório-descritiva, realizado a partir de dados reais e com o auxílio de métodos quantitativos aplicados.

**Palavras-chave:** Energia. Leilões em ACR. Investimento. Métodos quantitativos aplicados.

## **ABSTRACT:**

The objective of this study was to conduct a descriptive analysis of the sale public profile in a regulated contracting environment of electric energy and then to evaluate how the variables related to the quantity of energy sold, the estimated investment amounts to be realized energy generation projects, the time interval between the year of the auction and the beginning of the energy supply, as well as the average contracted price per megawatt, could be correlated, between 2005 and 2016. Through the use of descriptive statistics and correlation analysis, it was possible to observe indications that, even when contracting high amounts in the long term, national electric-energy demand has oscillated upwards, demanding the contracting of additional electric energy in order to mitigate or hydrological bait of the national electric matrix. It was also identified indications that the previous planning about the future demand for electric energy, besides allowing to contract energy for an average price almost 37% smaller, could allow the realization of a considerably higher level of investment, and this, in turn, could be reflected in the economic activity of the country. The correlation analysis revealed that the variable "predicted investment" was the one that presented the most relevance, considering its statistical significance in relation to the other variables analyzed in this exploratory-descriptive study, based on real data and with the aid of quantitative methods applied.

**Keywords:** Energy matrix. Public sale in ACR. Investment. Quantitative methods applied.

## **1 Introdução**

A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) é uma autarquia vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), em regime especial, que regula o setor elétrico brasileiro desde 1997, conforme estabelecido pela lei nº 9.427/1996 (BRASIL, 1996) e pelo Decreto nº 2.335/1997 (BRASIL, 1997).

Entre outras atribuições, a ANEEL tem por finalidade regular a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, bem como, promover as atividades de outorgas de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviços de energia elétrica, por delegação do Governo Federal.

Nesse sentido, conforme estabelece a lei nº 10.848/2004 (BRASIL, 2004, p. 23), “a comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores, no Sistema Interligado Nacional - SIN, dar-se-á mediante contratação regulada ou livre [...]”.

A partir de 2004, “[...] as concessionárias, as permissionárias, e as autorizadas do serviço público de distribuição de energia do SIN deveriam garantir, por meio de licitação, na modalidade de leilão, o atendimento à totalidade de seu mercado no Ambiente de Contratação Regulada (ACR)” (ANEEL, 2017a, p. 1).

Segundo a ANEEL (2017a), os leilões do ACR têm por objetivo contratar energia pelo menor preço possível, atrair investidores para construção de novas usinas com vistas à expansão da geração e promover a retenção da geração de energia existente.

Ainda segundo a ANEEL (2017b), as informações referentes às licitações para outorga de concessão para exploração de aproveitamentos energéticos e de transmissão realizados são de caráter público e encontram-se disponíveis no seu sítio de internet onde se pode observar, além das datas marco de cada uma das licitações realizadas em ACR, o resultado das mesmas, incluindo os valores mínimos pagos, bem como os respectivos vencedores.

Especificamente ao longo do período compreendido entre os anos 2004 e 2016, segundo os dados da ANEEL (2017b), foram realizados mais de 36 leilões que geraram um

investimento total em projetos de geração de energia próximos de 200 bilhões de reais (R\$ 198.022.570.110,00).

Nesse contexto, este estudo teve por objetivo realizar uma análise descritiva acerca do perfil dos leilões ocorridos em ACR de energia elétrica e, na sequência, avaliar como as variáveis referentes à quantidade de lotes de energia vendidos (em quantidade megawatts médios), o montante investido pelas entidades vendedoras de energia nos respectivos projetos de geração energética (em reais), o intervalo de tempo compreendido entre o ano da realização do leilão e o início do fornecimento da energia contratada, e, ainda, o preço médio contratado por megawatt (R\$/MW) poderiam estar correlacionados entre si, ao longo do período compreendido entre 2005 e 2016, segundo os dados da ANEEL.

A justificativa para o desenvolvimento de um trabalho de pesquisa que visa compreender como interagem algumas das variáveis do setor energético, como é o caso daquelas analisadas neste estudo (preço [R\$/MW], lotes vendidos [MW médio], investimento previsto [R\$] e intervalo de tempo entre o leilão e o início do fornecimento de energia), reside na relevância desse setor enquanto parte essencial da infraestrutura de um país. Afinal, “desde a revolução industrial, a competitividade econômica dos países e a qualidade de vida de seus cidadãos são intensamente influenciadas pela energia” (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007, p. 47).

Ou seja, o setor energético assume papel estratégico na economia de uma nação tanto do contexto nacional quanto internacional, uma vez que envolve variáveis relacionadas à disponibilidade de fontes energéticas, consumo e demandas regionais, entre outras, tudo isso sem mencionar as questões que vão desde a produção energética de maneira sustentável até a sua influência e relevância para o funcionamento dos demais segmentos econômicos.

Afinal, “em um mercado global, e em face das crescentes preocupações com o meio ambiente, essa influência se mostra cada vez mais decisiva”, e, ainda, “nesse contexto, as economias que melhor se posicionam quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e de baixo impacto ambiental obtêm importantes vantagens comparativas.” (TOLMASQUIM; GUERREIRO; GORINI, 2007, p. 47).

## 2 Referencial Teórico

Desde que a lenha foi substituída pelo carvão mineral, a partir da revolução industrial, a participação dos combustíveis fósseis nas matrizes energéticas das economias mundiais se torna cada vez mais relevante e crescente (HOSSAIN *et al*, 2008).

De uma maneira geral, a energia em si constitui-se como fator crítico para o desenvolvimento econômico, sendo que, ultimamente, tal relevância torna-se mais perceptível devido aos aumentos da população mundial e dos níveis de industrialização (HOSSAIN *et al*, 2008).

Pode-se observar um tripé que sustenta e é capaz de integrar grande parte das relações internacionais, se não todas, isto é: meio ambiente, energia e economia global. Sendo que, a questão da sustentabilidade constitui-se num elo entre essas três variáveis, especialmente nos últimos tempos.

O desenvolvimento sustentável, aqui entendido como aquele que permite satisfazer as necessidades da sociedade atual, sem comprometer a capacidade do meio ambiente de suprir a demanda por recursos naturais das gerações futuras (CAVALCANTI, 2003), implica necessariamente na revisão das matrizes energéticas das nações, quer sejam desenvolvidas ou em desenvolvimento.

Conforme explicam Vichi e Mansor (2009, p. 758), “a matriz energética consiste, numa definição simplificada, de uma descrição de toda a produção e consumo de energia de um país, discriminada por fonte de produção e setores de consumo.”

Nesse sentido, a busca pelo desenvolvimento sustentável passa, necessariamente, pela revisão das matrizes energéticas mundiais, ou seja:

Não importa qual a saída adotada, ela necessariamente terá que passar por uma mudança radical na matriz energética mundial, com forte aumento da participação das fontes renováveis.

Neste contexto, o Brasil se destaca dos demais países por um motivo bem simples: a matriz brasileira já é cerca de 46% renovável, comparada à média mundial de 12%.

O Brasil tem, portanto, uma oportunidade ímpar de se firmar como um dos líderes mundiais no setor de energia. Impulsionado por seu gigantesco potencial hídrico e contando com um forte programa de combustíveis alternativos capitaneado pelo etanol, o país sai na frente dos demais. Por outro lado, não podemos desprezar as novas reservas de petróleo recentemente descobertas no litoral brasileiro. Mas, para se manter na frente, serão necessários recursos, muitos recursos: manutenção dos sistemas atuais, modernização dos sistemas e, principalmente, pesquisa e desenvolvimento são algumas das prioridades. (VÍCHI; MANSOR, 2009, p. 757)

Considerando a potencialidade brasileira para se firmar como um dos líderes do setor energético, bem como sua capacidade hídrica e a necessidade e busca por fontes energéticas alternativas, a ANEEL é o órgão nacional criado em 1997 para promover a regulação e regulamentação referentes aos processos de geração, transmissão, distribuição, comercialização de energia elétrica, bem como, promover as atividades de outorgas de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviços de energia elétrica.

Dentre suas atribuições e a fim de atingir seus objetivos, a ANEEL realiza leilões regulados de geração e transmissão de energia (ANEEL, 2017a). Segundo a ANEEL (2017c), uma vez que promovem a concorrência entre os agentes do setor mediante o ingresso de novos concorrentes, tais leilões resultam na redução de custos e prazos para construção de novas instalações de geração e transmissão, o que deve beneficiar o consumidor por meio da modicidade tarifária. E, ainda segundo a (ANEEL, 2017c, p.1):

É por meio dos leilões de energia e de transmissão que o governo coordena a expansão do parque gerador. Nos leilões de energia são negociados contratos de suprimento de energia de longo prazo, contratos que selam o compromisso requerido para que os empreendedores possam realizar investimentos em novas instalações.

De semelhante modo, os leilões de transmissão permitem a seleção de empreendedores (para a construção, operação e manutenção das novas instalações de transmissão) que prestarem o serviço ao menor custo.

Os leilões de energia também são empregados para a recontração de energia. Esse processo de recontração de energia proporciona ao sistema a flexibilidade necessária para lidar com as variações de custos e do consumo de energia. A pressão concorrencial promovida pelo leilão também visa à repactuação das condições a preços competitivos.

Conforme pode-se perceber, alguns elementos ficam evidentes nas assertivas que descrevem o processo e a finalidade dos leilões segundo a ANEEL (2017c, p.1), ou seja: a preocupação com a redução de custos e prazos; a negociação de contratos de suprimento de energia de longo prazo; o investimento em novas instalações; e, finalmente, a flexibilidade necessária para lidar com as variações de custos e do consumo de energia.

Esse conjunto de fatores, abordados na presente pesquisa como variáveis de estudo, remetem ao que foi dito por Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007, p. 47) acerca da vantagem competitiva a ser obtida por aquelas “[...] economias que melhor se posicionam quanto ao acesso a recursos energéticos de baixo custo e de baixo impacto ambiental [...]”.

Nesse sentido, ao abordar os principais aspectos referentes a escolha do formato leilão energético adotado no Brasil, com vistas às peculiaridades da “indústria elétrica” brasileira, Correia, Melo e Costa (2006) discutem os resultados obtidos a partir da conjuntura setorial vigente naquela época e apresentam algumas expectativas dos diferentes agentes envolvidos nesse mercado.

Correia, Melo e Costa (2006, p.527) afirmam que, “resumidamente, leilões são mecanismos de comercialização capazes de conduzir à revelação de preços e custos de bens com valores incertos”, e, complementam, “[...]os leilões realizados obtiveram um sucesso razoável, pois foram capazes de quebrar o viés inflacionário dos preços e de devolver parte da renda extraída dos consumidores durante a crise energética” (CORREIA; MELO; COSTA, 2006, p. 528).

Ao buscar traçar um panorama do setor energético brasileiro por meio de estatísticas relacionadas à evolução da oferta interna de energia e sua perspectiva de evolução até o ano de 2020, abordando particularmente o sistema elétrico com vistas à evolução da capacidade instalada, Tolmasquim (2012, p. 249) afirma :

As conquistas alcançadas no setor elétrico decorrem fundamentalmente da revisão do marco regulatório e institucional ocorrida há oito anos, que propiciou condições favoráveis aos investimentos, como se demonstra na competitividade dos recentes leilões de geração de energia eólica e hidrelétrica [...]. Talvez o setor elétrico brasileiro tenha sido um dos setores no país no qual ocorreu, de forma mais significativa e emblemática, a recuperação da sua capacidade de planejamento e execução das ações planejadas, de forma integrada, governo e iniciativa privada.

Com vistas à perspectiva de ampliação do sistema de transmissão interligado brasileiro, já vislumbrando uma ampliação na sua extensão para cerca de 142.000 km em 2020, Tolmasquim (2012, p. 254) pondera que “[...]a estimativa total de investimentos, considerando o valor acumulado no período 2011-2020, abrangendo também as instalações já licitadas que entram em operação no período decenal, atinge cerca de R\$ 46,4 bilhões, sendo R\$ 30 bilhões em linhas de transmissão e R\$ 16,4 bilhões em subestações[...]”.

A despeito dessas estimativas estarem relacionados ao processo de transmissão, pela própria natureza dos montantes relacionados ao setor elétrico nacional, destaca-se a relevância do investimento realizado.

Especificamente sobre o processo de geração de energia hidroelétrica, Tolmasquim (2012, p. 253) ressalta que, as usinas vão além da geração de eletricidade, pois, elas “[...] constituem, na verdade, vetores do desenvolvimento regional e de preservação ambiental.”

Diante do exposto, além dos aspectos histórico-evolutivos argumentados por Tolmasquim, Guerreiro e Gorini (2007) e Hossain *et al* (2008), e ainda, considerando a importância ecológica atribuída ao tema, conforme observado por Cavalcante (2003) e por Vichi e Mansor (2009), o presente estudo pode contribuir para o debate relacionado às variáveis envolvidas no processo de comercialização de energia elétrica no Brasil via leilões em ACR, ao analisar a existência de possíveis relacionamentos entre algumas das variáveis críticas desses leilões, especificamente, o preço médio (R\$/MW), lotes vendidos (MW médio), investimento previsto para geração da energia contratada, e, ainda, o intervalo de tempo compreendido entre o ano da realização do leilão e o início do fornecimento da energia contratada.

### 3 Meios e Métodos

Para atingir o objetivo proposto para este estudo, inicialmente foram levantados os dados referentes aos leilões de energia elétrica realizados em ACR ao longo do período compreendido entre 2005 e 2016, disponíveis no sítio de internet ANEEL (2017b) em planilha do tipo MS Excel ®.

Uma vez composta a base de dados da pesquisa, foi realizado um estudo exploratório a partir do levantamento do conjunto de estatísticas relacionadas a valores máximos e mínimos, amplitude, média, desvio padrão, coeficiente de variação de Pearson e frequência (quantidade) de observações, para as variáveis referentes ao preço/lote (R\$/MW), à quantidade média de energia por lote vendido (MWmédio) e ao investimento previsto para geração da energia contratada (R\$).

Todas aquelas informações estatísticas foram identificadas de acordo com o perfil geral dos dados referentes aos 36 leilões (todas as observações de forma indiscriminada), bem como, de forma detalhada em função dos três grupos básicos de leilões observados na base de dados deste estudo, separados segundo o intervalo de tempo entre a contratação do fornecimento de energia o respectivo início do fornecimento propriamente dito, ou seja:

- a) leilões de compra de energia elétrica de novos empreendimentos de geração com prazo de 5 anos para início do fornecimento, denominados pela ANEEL como leilões do tipo “A-5”;
- b) leilões de compra de energia elétrica de novos empreendimentos de geração com prazo de 3 anos para início do fornecimento, denominados pela ANEEL como leilões do tipo “A-3”; e
- c) leilões de compra de energia elétrica de reserva, denominados pela ANEEL como leilões do tipo “LER”, cuja contratação teve início a partir de 2008 e têm por objetivo reduzir o risco hidrológico e incorporar a bioeletricidade à matriz elétrica nacional.

Na sequência, foi aplicado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk para avaliar a existência de distribuição simétrica dos dados em torno das respectivas médias. E, uma vez que não foi constatada a simetria naquelas séries de dados, identificou-se a necessidade de se adotar testes de natureza não paramétrica para a continuidade do processo de análise.

Para avaliar como o comportamento das variáveis referentes à quantidade de lotes de energia vendidos (em quantidade megawatts médios), o montante investido pelas entidades vendedoras de energia nos respectivos projetos de geração energética (em reais), o intervalo de tempo compreendido entre o ano da realização do leilão e o início do fornecimento da energia contratada, e, ainda, o preço médio contratado por megawatt (R\$/MW) poderiam estar relacionados entre si, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, considerando um intervalo de confiança de 95%.

Assim, esta pesquisa pode ser classificada como um estudo de natureza exploratório-descritiva realizada a partir de dados reais, com o auxílio de métodos quantitativos aplicados.

#### 4 Análise dos Dados e Resultados

De acordo com a análise inicial acerca do perfil geral dos dados dos 36 leilões integrantes da amostra desta pesquisa, realizada de forma indiscriminada a partir de todas as observações, pode-se perceber que a amplitude compreendida entre os valores mínimo e máximo denota uma variação muito elevada, conforme pode ser visto na Tabela 1. Por exemplo, a divisão da amplitude pelo valor mínimo indica variações relativas nas ordens de 410%, 343% e 11.869% para as variáveis preço (R\$/MW), lotes vendidos (MWmédio) e investimento previsto (R\$), respectivamente.

**Tabela 1** – Estatística descritiva da série completa dos dados analisados

Estatísticas	Preço (R\$/MW)	Lotes Vendidos (MWmédio)	Investimento Previsto (R\$)
Máximo	301,64	27.425	19.018.115.000,00
Mínimo	59,19	8	158.889.070,00
Amplitude	242,46	27.417	18.859.225.930,00
Média	138,62	2.538	5.500.626.947,51
Desvio padrão	51,93	4.943	4.125.666.734,24

Coef. de var.	37%	195%	75%
Frequência	36	36	36

**Fonte:** elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Assim, julgou-se necessário realizar a análise descritiva daqueles 36 leilões de forma mais detalhada, portanto, em função dos três grupos básicos de leilões observados na base de dados deste estudo, isto é, separados segundo o intervalo de tempo entre a contratação do fornecimento de energia, mediante a realização do leilão em ACR, e o início do fornecimento propriamente dito, conforme descrições apresentadas pelas Tabelas 2, 3 e 4, analisadas na sequência.

**Tabela 2** – Estatística descritiva da série de dados referente aos leilões de compra de energia elétrica de novos empreendimentos de geração com prazo de 5 anos para início do fornecimento(A-5)

Estatísticas	Preço (R\$/MW)	Lotes Vendidos (MWmédio)	Investimento Previsto (R\$)
Máximo	221,47	27.425	19.018.115.000,00
Mínimo	71,37	302	1.887.106.930,00
Amplitude	150,10	27.123	17.131.008.070,00
Média	123,02	3.583	7.215.763.379,75
Desvio padrão	41,73	6.898	5.005.885.736,44
Coef. de var.	34%	193%	69%
Frequência	16	16	16

**Fonte:** elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

**Tabela 3** – Estatística descritiva da série de dados referente aos leilões de compra de energia elétrica de novos empreendimentos de geração com prazo de 3 anos para início do fornecimento(A-3)

Estatísticas	Preço (R\$/MW)	Lotes Vendidos (MWmédio)	Investimento Previsto (R\$)
Máximo	190,09	3.143	8.303.489.160,00
Mínimo	99,81	8	158.889.070,00
Amplitude	90,28	3.135	8.144.600.090,00
Média	136,89	807	2.931.428.435,45
Desvio padrão	21,71	912	2.660.153.175,29
Coef. de var.	16%	113%	91%
Frequência	11	11	11

**Fonte:** elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

**Tabela 4** – Estatística descritiva da série de dados referente aos leilões de compra de energia elétrica de reserva (LER)

Estatísticas	Preço (R\$/MW)	Lotes Vendidos (MWmédio)	Investimento Previsto (R\$)
Máximo	301,64	9.540	9.377.851.610,00
Mínimo	59,19	400	3.611.289.780,00
Amplitude	242,46	9.140	5.766.561.830,00
Média	168,46	2.797	5.591.627.027,15
Desvio padrão	80,33	3.205	1.915.126.400,78
Coef. de var.	48%	115%	34%
Frequência	9	9	9

**Fonte:** elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

A opção por realizar a análise descritiva daqueles 36 leilões de forma mais detalhada parece ter sido acertada, uma vez que, salvo no caso do preço médio (R\$/MW) dos leilões de compra de energia elétrica de reserva (LER), em que não houve alteração, a variação relativa calculada a partir da amplitude compreendida entre o menor (mínimo) e o maior (máximo) valores, tomando por base o menor valor observado, foi reduzida em, no mínimo 50%.

A despeito dos valores mínimos e máximos e da respectiva amplitude, a análise dos valores médios descritos nas Tabelas 2, 3 e 4 indica que o maior preço médio pago por megawatt (R\$/MW) nos leilões analisados foi observado na de compra de energia elétrica de reserva (média = R\$168,46).

Vale observar também que, considerando os respectivos desvios padrões, o preço médio que apresentou maior variabilidade em relação à respectiva média, também foi observado nos leilões de compra de energia elétrica de reserva (coeficiente variação de Pearson = [desvio padrão / média] x 100 = 48%).

Em relação à quantidade média de megawatts vendidos por lote negociado (lotes vendidos), pôde-se observar que os leilões do tipo A-5, ou seja, aqueles em que ocorreu a compra de energia elétrica de novos empreendimentos com início da geração num prazo de 5 anos, alcançaram a maior média (3.583 MW/lote). Contudo, os leilões do tipo A-5 tiveram uma média não muito distante dos leilões do tipo LER, cuja média foi de 2.797 MW/lote.

Essa constatação pode ser um indício de que, mesmo realizando a contratação de elevadas quantidades a longo prazo (5 anos) a demanda elétrico-energética nacional tem oscilado para cima, uma vez que foi demandada a contratação de quantidades de energia elétrica adicional muito elevada de forma a permitir reduzir o risco hidrológico da matriz elétrica nacional.

Outra constatação relevante diz respeito ao montante médio do investimento realizado pelos empreendimentos voltados para a geração de energia elétrica ao longo do período em análise neste estudo.

A média dos montantes de investimentos previstos para os leilões do tipo A-5 (R\$ 7.215.763.379,75) foi quase 1,3 vezes maior que o investimento médio previsto para os leilões do tipo A-3.

Tal constatação pode ser um indício de que o planejamento prévio acerca da demanda futura por energia elétrica, além de permitir contratar energia por um preço médio (R\$/MW) quase 37% menor ([Preço médio no leilão “A-5” – Preço médio no leilão “LER”]/Preço média no leilão “A-5”), poderia possibilitar a realização de um nível de investimento consideravelmente maior. E isso, por sua vez, tende a se refletir na atividade econômica tanto regional quanto nacional.

Dando continuidade ao processo de análise, ao buscar avaliar a existência de correlação entre o comportamento das variáveis estudadas nesta pesquisa, a aplicação do coeficiente de correlação Spearman sinalizou a presença de uma correlação significativa entre os montantes de investimento previsto e a quantidade média de megawatts por lote negociado, independentemente do tipo de leilão, conforme pode ser visto no Quadro 1.

**Quadro 1** – Matriz de correlação<sup>a</sup> das variáveis analisadas

Variáveis	Preço (R\$/MW)	Lotes Vendidos (MWmédio)	Investimento Previsto (R\$)	Intervalo
Preço (R\$/MW)	<b>1,00</b>	0,31	-0,16	-0,20
Lotes Vendidos (MWmédio)	0,31	<b>1,00</b>	0,68*	0,26
Investimento Previsto (R\$)	-0,16	0,68*	<b>1,00</b>	0,30
Intervalo	-0,20	0,26	0,30	<b>1,00</b>

(a) coeficiente de correlação de Spearman

(\*) correlação sig. ao nível de 95%

**Fonte:** elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Essa constatação parece coerente, pelo menos do ponto de vista empírico, pois, quanto maiores os montantes de investimentos, maior tende a ser a capacidade instalada, sendo que, o inverso também pode ser verdadeiro, e, assim, a correlação positiva entre essas duas variáveis parece fazer sentido.

Outra constatação importante, que também pode ser observada a partir da aplicação da análise correlação, é que não foi constatada correlação da variável preço médio com nenhuma das demais variáveis analisadas, o que pode se traduzir num indício de que os fatores relacionados à capacidade instalada (investimento), tempo para início do fornecimento (intervalo) ou quantidade de megawatts por lote comercializado, não apresentaram influência sobre o preço final definido nos pregões realizados a partir do ACR, refletindo somente a expectativa dos fornecedores de energia elétrica em relação à cobertura dos respectivos custos de fornecimento, deixando de levar em conta, por exemplo, o custo de oportunidade relacionado ao investimento realizado nos respectivos empreendimentos energéticos.

De forma análoga ao procedimento empregado nas análises de natureza descritiva procedeu-se à aplicação da análise de correlação àqueles 36 leilões de forma mais detalhada, portanto, em função dos três grupos básicos de leilões devidamente separados segundo o intervalo de tempo entre a contratação do fornecimento de energia, mediante a realização do leilão em ACR, e o início do fornecimento propriamente dito (A-5, A-3 e LER), conforme as descrições apresentadas pelos Quadros 2, 3 e 4, analisados na sequência.

**Quadro 2** – Matriz de correlação<sup>a</sup> das variáveis referentes aos leilões de compra de energia elétrica de novos empreendimentos de geração com prazo de 5 anos para início do fornecimento(A-5)

Variáveis	Preço (R\$/MW)	Lotes Vendidos (MWmédio)	Investimento Previsto (R\$)
Preço (R\$/MW)	<b>1,00</b>	0,31	-0,18
Lotes Vendidos (MWmédio)	0,31	<b>1,00</b>	0,70*
Investimento Previsto (R\$)	-0,18	0,70*	<b>1,00</b>
(a) coeficiente de correlação de Spearman (* ) correlação sig. ao nível de 95%			

**Fonte:** elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

**Quadro 3** – Matriz de correlação<sup>a</sup> das variáveis referentes aos leilões de compra de energia elétrica de novos empreendimentos de geração com prazo de 3 anos para início do fornecimento(A-3)

Variáveis	Preço (R\$/MW)	Lotes Vendidos (MWmédio)	Investimento Previsto (R\$)
Preço (R\$/MW)	<b>1,00</b>	-0,24	-0,67*
Lotes Vendidos (MWmédio)	-0,24	<b>1,00</b>	0,72*
Investimento Previsto (R\$)	-0,67*	0,72*	<b>1,00</b>
(a) coeficiente de correlação de Spearman (* ) correlação sig. ao nível de 95%			

**Fonte:** elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

**Quadro 4** – Matriz de correlação<sup>a</sup> das variáveis referentes aos leilões de compra de energia elétrica de reserva (LER)

Variáveis	Preço (R\$/MW)	Lotes Vendidos (MWmédio)	Investimento Previsto (R\$)
Preço (R\$/MW)	<b>1,00</b>	0,70*	0,47

Lotes Vendidos (MW médio)	0,70*	<b>1,00</b>	0,68**
Investimento Previsto (R\$)	0,47	0,68**	<b>1,00</b>
(a) coeficiente de correlação de Spearman (* ) correlação sig. ao nível de 95% (**) correlação sig. ao nível de 90%			

**Fonte:** elaborado pelos autores, com base nos dados da pesquisa.

Para as três categorias de leilões realizados em ACR pela ANEEL foi confirmada a presença de correlação significativa entre os montantes de investimento previsto e a quantidade média de megawatts por lote negociado. Contudo, especificamente, no caso dos leilões do tipo A-3 pôde ser observada a correlação entre a variável investimento e o preço médio. Sendo que, no caso dos leilões de compra de energia elétrica de reserva (LER) também foi observada tal correlação, porém, com uma significância estatística ligeiramente inferior a 95%, mas especificamente, 94,97% uma vez que o respectivo valor-*p* do coeficiente de correlação entre essas duas variáveis foi de 0,0503.

Entretanto, no caso dos leilões tipo A-3 foi constatada a correlação inversa entre a variável preço médio e o investimento previsto. Isso pode ser um indício de que os fornecedores de energia elétrica levaram em conta a influência da variável prazo em relação ao investimento demandado, ao negociarem seus preços nos respectivos pregões. Ou ainda, que uma vez instalada determinada capacidade, a variável preço deixa de ser influenciada, no mesmo sentido, pelo comportamento da variável investimento.

Contudo, essa última consideração, assim como todas aquelas levantadas acerca das correlações observadas, merecem ser alvo de estudos mais aprofundados no futuro, mediante o emprego metodologias próprias para o diagnóstico de relações do tipo “causa e efeito”, pois, a análise de correlação avalia somente semelhanças e diferenças significativas entre o comportamento das variáveis analisadas.

Por outro lado, os indícios observados nesta investigação sugerem que a compreensão e a estimativa da demanda energética é uma variável relevante e que merece ser alvo de estudos mais aprofundados, pois, essa informação pode subsidiar a tomada de decisão voltada para planejamento, tanto dos operadores do setor energético quanto pelas empresas fornecedoras participantes dos leilões.

## 5 Considerações Finais

A despeito da relevância econômica do setor energético, a busca por estudos de natureza correlata à esta investigação, para composição do respectivo referencial teórico, revelou que ainda pode ser maior a atenção dada especificamente à temática envolvendo os leilões de energia em ACR, pois, não foram identificados muitos trabalhos sobre o tema.

Devido a esse motivo, e, ainda, considerando a natureza analítico-descritiva da presente pesquisa, ela foi classificada como um estudo de natureza exploratória. Mas, acredita-se que os resultados alcançados neste estudo possam ter fornecido indícios suficientes para sua continuidade e, ainda, para futuros aprofundamentos no debater acerca dessa temática.

Conforme ressaltado por Tolmasquin (2012, p. 249) “as conquistas alcançadas no setor elétrico decorrem fundamentalmente da revisão do marco regulatório e institucional ocorrida há oito anos, que propiciou condições favoráveis aos investimentos [...]”. Nesse sentido, a análise descritiva realizada nesta investigação revelou a dimensão dos montantes investidos nesse segmento econômico. Da mesma forma, a análise de correlação revelou que essa (investimento) foi a variável que apresentou significância estatística em relação a outras

duas variáveis aqui analisadas, isto é, o preço médio e quantidade média de megawatts por lote vendido nos leilões em ACR da ANEEL.

Como principal limitação desta pesquisa, destaca-se o fato de terem sido analisadas as variáveis “Preço (R\$/MW)”, “Lotes Vendidos (MWmédio)” e “Investimento Previsto (R\$)”, separadas de acordo como intervalo de tempo de contratação (A-5, A-3 e LER), referentes aos resultados totais e macros dos respectivos leilões.

Diante disso, para continuidade desse estudo, sugere-se a realização de pesquisas científicas dessa mesma natureza, porém, considerando os resultados detalhados por fornecedor, uma vez que essa informação é disponibilizada pela ANEEL.

Ainda como sugestão para a continuidade e aprofundamento deste estudo inicial exploratório, recomenda-se o desenvolvimento de investigações que contemplem variáveis relacionadas a preços contratados e fontes de energia (biomassa, eólica, térmica, etc.), pois, tais informações também são disponibilizadas pela ANEEL.

Independentemente da natureza exploratória deste trabalho de investigação científica, cabe destacar que os indícios levantados podem ser somados aos resultados de outros estudos de natureza correlata e, assim, subsidiar o aprofundamento do tema bem como a continuidade do debate relacionado às variáveis do setor energético brasileiro, bem como, seu posicionamento estratégico no contexto global.

## Referências

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Leilões de geração**. Brasília: Secretaria Executiva de Leilões (SEL) - publicado: 13/11/2015 13:30, última modificação: 02/06/2017(a) 11:16. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/geracao4>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Resultado de Leilões**. Brasília: Secretaria Executiva de Leilões (SEL) - publicado: 01/03/2016 09:37, última modificação: 18/09/2017(b) 00:17. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/resultados-de-leiloes>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

ANEEL, Agência Nacional De Energia Elétrica. **Leilões**. Brasília: Secretaria Executiva de Leilões (SEL) - publicado: 13/11/2015 00:55, última modificação: 05/07/2016(c) 00:20. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/leiloes>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia - MME. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, de 27 dez. 1996, p. 28653. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9427cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427cons.htm)>. Acesso em: 14 nov. 2017.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia - MME. Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, de 07 out. 1997, p. 22377. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d2335.HTM](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2335.HTM)>. Acesso em: 14 nov. 2017.

BRASIL, Ministério de Minas e Energia - MME. Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004 **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, de 16 mar. 2004, p. 23. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.848.htm)>. Acesso em: 14 nov. 2017.

CAVALCANTI, C.. Sustentabilidade da economia: paradigmas alternativos de realização econômica. In: CAVALCANTI, C. (Coord.). **Desenvolvimento e natureza**: estudos para sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 2003.

CORREIA, T. B. ; MELO, E.; COSTA, A. M. da. Análise e avaliação teórica dos leilões de compra de energia elétrica proveniente de empreendimentos existentes no Brasil. **Economia**, Brasília(DF), v.7, n.3, p. 509–529, set./dez. 2006. Disponível em: <[http://anpec.org.br/revista/vol7/vol7n3p509\\_529.pdf](http://anpec.org.br/revista/vol7/vol7n3p509_529.pdf)>. Acesso em 18 dez. 2017.

HOSSAIN, A. B. M. S.; SALLEH, A.; BOYCE, A. N.; CHOWDHURY, P.; NAQQIUDIN. M.. Biodiesel fuel production from algae as renewable energy. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology**, [S. l.], v. 4, n. 3 p.250-254, 2008. DOI: 10.3844/ajbbbsp.2008.250.254. Disponível em: <<http://thescipub.com/PDF/ajbbbsp.2008.250.254>>.pdf. Acesso em 19 dez. 2017.

TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos Avançados**, São Paulo (SP), v. 26, n. 74, p. 247-260, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100017>. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/viewFile/10636/12378>> . Acesso em 12 dez. 2017.

TOLMASQUIM, M. T.; GUERREIRO, A.; GORINI, R.. Matriz energética brasileira: uma prospectiva. **Novos estudos – CEBRAP**, São Paulo, n.79, p. 47-69, Nov.-2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/nec/n79/03.pdf>>. Acesso em: 19 dez.2017.

VICHI, F. M.; MANSOR, M. T. C.. Energia, meio ambiente e economia: o Brasil no contexto mundial. **Química Nova**, v.32, n.3, p.757-767, 2009. DOI: 10.1590/S0100-40422009000300019. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v32n3/a19v32n3.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2017