



Congresso Internacional de Administração
ADM 2021

Administração Ágil
Inovação e Trabalho Remoto

25 a 27
de outubro

Ponta Grossa - Paraná - Brasil

DESÁGIOS NOS LEILÕES DE ENERGIA ELÉTRICA: UMA AVALIAÇÃO DAS FONTES DE ENERGIAS RENOVÁVEIS

DISCOUNTS IN ELECTRICITY AUCTIONS: AN ASSESSMENT OF RENEWABLE ENERGY SOURCES

ÁREA TEMÁTICA: FINANÇAS

Antônio Vinicius Silva Caldas, Universidade Federal de Sergipe, Brasil, aulasdefinancas@gmail.com

Lourrana Teixeira Santana, Universidade Federal de Sergipe, Brasil, lourranatss@gmail.com

Resumo

Este trabalho tem como objetivo verificar como os deságios ofertados pelos projetos vencedores dos leilões de energia eólica e fotovoltaica, realizados entre 2011 e 2015, contribuíram para a ocorrência da maldição do vencedor. Quanto aos aspectos metodológicos, essa pesquisa é classificada como descritiva e de natureza quantitativa. Para a coleta de dados foi utilizada a pesquisa documental, fazendo uso de dados secundários disponibilizados no website da ANEEL e outras informações no ONS. No tratamento dos dados, foi calculado o tempo de atraso e o valor do deságio nos certames. Como forma de evitar o problema de dimensionamento dos dados, as variáveis analisadas no estudo (preço, megawatts, investimento, atraso e deságio) foram padronizadas, sendo empregadas duas técnicas de análise, o *clustering* e a regressão logística. Os resultados encontrados indicam que não há associação entre os deságios e os atrasos, ou seja, não foi possível identificar a ocorrência da maldição do vencedor nos leilões de energia eólica e fotovoltaica analisados.

Palavras-chave: Energia Renovável; Leilões de Energia; Atraso; Deságio; Maldição do vencedor.

Abstract

This work aims at verifying how the discounts offered by the winning projects of the wind and photovoltaic energy auctions, held between 2011 and 2015, contributed to the occurrence of the winner's curse. As for the methodological aspects, this research is classified as descriptive and quantitative in nature. For data collection, documentary research was used, making use of secondary data available on the ANEEL website and other information on the ONS. In the treatment of the data, the delay time and the discount value in the bids were calculated. In order to avoid the data dimensioning problem, the variables analyzed in the study (price, megawatts, investment, delay and discount) were standardized, using two analysis techniques, clustering and logistic regression. The results found indicate that there is no association between discounts and delays, that is, it was not possible to identify the occurrence of the winner's curse in the analyzed wind and photovoltaic energy auctions.

Keywords: Renewable Energy; Energy auction; Delay; Discount; Winner's curse.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, é fácil perceber como os leilões estão presentes nos mais diversos setores da economia, a exemplo dos realizados pelos órgãos públicos para contratação de serviços de geração e distribuição de energia elétrica. Um leilão é uma modalidade de processo licitatório baseada em um conjunto de regras estabelecidas pelo leiloeiro e divulgadas previamente aos licitantes com a finalidade de alocação ou concessão de produtos ou serviços (Maurer & Barroso, 2011).

De acordo com Ferreira, Patah e Faria (2017), o Brasil possui dois mercados quando se fala em energia elétrica. O primeiro é baseado na oferta e demanda (mercado aberto) e o segundo, em leilões, tendo a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) como o órgão responsável pelos registros dos seus contratos, conforme determinado pelo Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. Entretanto, além da comercialização, destaca-se a importância das linhas de transmissão para que a energia contratada possa chegar até o consumidor final.

As linhas de transmissão de energia do sistema elétrico brasileiro são consideradas fundamentais para o alcance e interligação dos recursos nos locais mais afastados, que resultam ainda numa economia ao comparar com a instalação de uma nova usina. Com isso, é através dos leilões de transmissão que ocorrem a comercialização e, conseqüentemente, a distribuição da energia contratada. Ainda nesses leilões, é possível perceber que existe uma tendência de alguns licitantes ofertarem preços bem distantes do inicialmente previsto, chegando a ser significativamente maiores do que os apresentados pelos outros participantes do mesmo certame, são os chamados deságios (Carlos, 2008; Rocha, Moreira & Limp, 2013).

Segundo França e Nogueira (2020), o deságio é definido como uma discrepância entre o que foi negociado e o seu valor nominal, ou seja, a cada leilão um valor da Receita Anual Permitida (RAP) é estabelecido como teto, se tornando ganhador o licitante que ofertar o lance com menor RAP, conseqüentemente, um deságio mais elevado sobre esse valor teto. De acordo com Carlos (2008), os valores dos deságios são tão elevados que chegam a ser destoantes do valor teto inicial.

Apesar dos deságios serem uma variável desejada pelos órgãos contratantes, Rocha et al. (2013) alertam que valores muito além do preço teto podem significar que o licitante responsável pelo lance vencedor tinha expectativas ou interesses naquele lote, apresentando até mesmo tendências de uma situação conhecida como “maldição do vencedor”.

Termo cunhado por Thaler (1988), a maldição do vencedor (*winner's curse*), adaptada para a realidade dos leilões de energia e tomando como base o comportamento dos licitantes, ocorre quando o vencedor é aquele com menor preço ofertado no certame. Apesar de ser bem-visto aos olhos do órgão licitante, nem sempre é algo positivo para quem ganhou o certame, tendo em vista que o valor ofertado ser bem menor do que o teto estabelecido no edital, o que pode gerar um prejuízo para o licitante. Em outras palavras, a empresa vencedora fica insatisfeita, o que leva à sua decepção e ao seu arrependimento.

Neste sentido, alguns autores, a exemplo de Kreiss, Ehrhart e Haufe (2017), atestam que os deságios elevados (*underbidding*) podem influenciar negativamente os projetos ganhadores, por serem motivadores de atrasos na entrega das obras, tais como as usinas elétricas, o que potencializa o risco da sua não realização.

Com base nos dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) (2020), no período de 2009 a 2016 ocorreram 25 leilões de transmissão de energia elétrica, totalizando 225 lotes ofertados e desses, 140 negociados. O deságio médio mais alto, 53,3%, foi encontrado no leilão nº 001/2011. Em contrapartida, os menores deságios médios foram em 2012 e 2015, 1,0% e 0,6%, respectivamente. Segundo Cazzaro (2017), esse cálculo é baseado na média dos descontos do total de lotes comprados.

Caldas e Silva (2020) analisaram a taxa de sucesso e fracasso dos vencedores dos leilões de energia de reserva (LER), ocorridos no período de 2011 a 2015, para contratação de projetos de usinas eólicas. Esses LER resultaram na contratação de 150 projetos, dos quais 47 acabaram não se concretizando em usinas, o que causou uma taxa de fracasso de 31,33%. Os autores concluíram que os deságios estavam relacionados com os atrasos nas entregas das usinas, 2,5 anos em média, mas não foi constatado a sua significância estatística com o fracasso ou sucesso na implementação das usinas. Entretanto, em estudo anterior, Caldas e Silva (2019) constataram que os percentuais de deságio não foram determinantes para os atrasos nos projetos fotovoltaicos.

Diante do exposto, levantou-se a seguinte questão norteadora: como os deságios ofertados pelos projetos vencedores dos leilões de energia eólica e fotovoltaica, realizados entre 2011 e 2015, contribuíram para a ocorrência da maldição do vencedor?

Este estudo objetiva precipuamente verificar como os deságios ofertados pelos projetos vencedores dos leilões de energia eólica e fotovoltaica, realizados entre 2011 e 2015, contribuíram para a ocorrência da maldição do vencedor. Secundariamente, buscou-se ainda determinar os comportamentos dos projetos frente ao binômio atraso x deságio.

Vislumbra-se que este trabalho traz como contribuição teórica a possibilidade de constar a existência efetiva de uma relação dos deságios sobre os atrasos nas entregas das usinas eólicas e fotovoltaicas, mormente na identificação da existência da maldição do vencedor.

Além da presente introdução, este trabalho está dividido em quatro partes. A primeira traz o referencial teórico. A segunda, a metodologia utilizada. A terceira, apresentação dos resultados. A quarta destina-se às conclusões, limitações e sugestões para estudos futuros.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Energias renováveis

As energias renováveis são adquiridas por meio de fontes inacabáveis e possuem algumas vantagens no seu uso como a pouca ou praticamente nenhuma emissão de poluentes, reservas infinitas e a não dependência de importações. A utilização das fontes renováveis como geração de energia, apesar de possuírem valor mais elevado em comparação às outras fontes, demonstra uma atenção maior com as próximas gerações, com o meio ambiente e com a busca por uma matriz elétrica diversa (Magalhães, Soares & Lira, 2016; Nascimento, 2017).

Segundo França e Nogueira (2020), a geração de energia elétrica no Brasil tem como fonte principal as hidrelétricas, com cerca de 60% de participação, mas há também outras fontes renováveis que compõem a matriz energética brasileira: o gás, a biomassa, a nuclear, a solar e eólica que mesmo em menor número estão sempre se desenvolvendo. Visto que o Brasil está envolvido com a 21ª Conferência das Partes, fica clara a necessidade de um maior investimento em energias renováveis assim como de incentivar o consumo dos biocombustíveis, visando o objetivo de reduzir a emissão dos gases poluentes que causam o efeito estufa e contribuem para o aquecimento global (Ferraz & Codiceira, 2017). A Figura 1, com base em estudo realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) (2020), mostra a participação das fontes renováveis e não renováveis no Brasil em 2019.

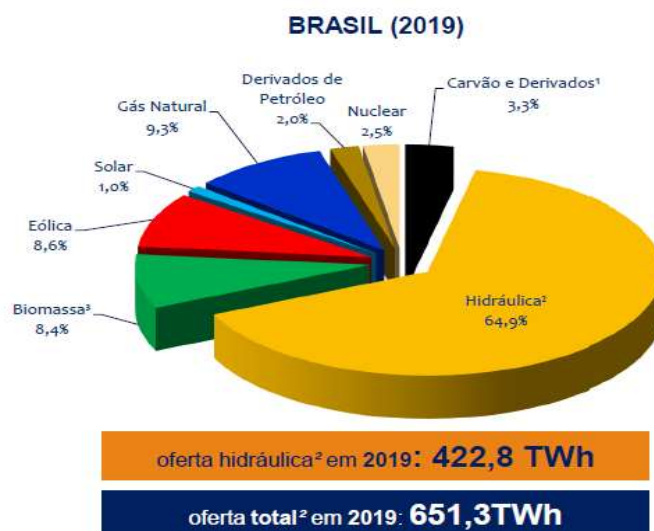


Figura 1 – Matriz elétrica brasileira em 2019

Mesmo com tanta participação no mercado energético, as usinas hidrelétricas levam cerca de 4,5 anos a mais para sua finalização quando comparadas com as eólicas, além da dependência das condições do tempo, visto que a chuva influencia diretamente na produção e posteriormente na distribuição e transmissão dessa energia. Os ventos no Brasil, responsáveis pela energia eólica, têm uma presença cerca de duas vezes maior do que a média mundial, além da variação da sua velocidade que em épocas de estiagem tende a ser maior. Graças a isso, as usinas eólicas conseguem operar em sistema complementar às usinas hidrelétricas, ou seja, ao mesmo tempo em que utiliza os ventos como energia está preservando a água restante na temporada de pouca chuva (Agência Nacional de Energia Elétrica [ANEEL], 2008; Ferraz & Codiceira, 2017).

De acordo com Nascimento (2017), a energia solar traz inúmeras contribuições sejam elas no quesito elétrico ou no socioambiental e econômico, como diversificação da matriz energética local, redução dos gases poluentes, aumento de investimentos, entre outros. Ainda segundo o autor, mesmo com um potencial significativo na geração de energia elétrica no Brasil, por possuir intensos níveis de irradiação solar no país, essa energia não tem ainda a mesma importância, desenvolvimento e disseminação quando comparada a outros países e a outras fontes como a biomassa e a eólica, mas sua expansão é cada vez mais notória em potência instalada.

Segundo Azuela et al. (2014), a principal forma de contratação de energia no Brasil é por meio dos leilões. Com relação às energias renováveis, dois desses leilões acabam tendo uma maior importância quanto ao desenvolvimento dessas energias, o Leilão de Energia Nova (LEN) e o Leilão de Energia de Reserva (LER).

2.2 Leilões de energia

Um leilão é baseado em um conjunto de regras estabelecidas pelo leiloeiro e divulgadas previamente aos licitantes com a finalidade de alocação ou concessão de produtos ou serviços (Maurer & Barroso, 2011). De acordo com Varian (2012), os leilões foram divididos de acordo

com seus diversos formatos e regras, sendo alguns deles considerados clássicos como Leilão aberto ascendente ou Leilão inglês, Leilão aberto descendente ou Leilão holandês, Leilão fechado de primeiro preço, Leilão fechado de segundo preço ou Leilão de Vickrey.

A partir de 2004, com a comercialização de energia elétrica prevista na Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, o Brasil adotou o modelo de leilões no setor elétrico, tanto para geração como transmissão de energia, proporcionados pela ANEEL e operacionalizados pela CCEE. Essa comercialização deve ocorrer em ambientes de contratação regulada e de contratação livre, objetivando o menor preço da energia elétrica entre os competidores para que a população como consumidora final, tenha acesso a uma tarifa mais baixa (Ferreira, Blasques & Pinho, 2014). Nos leilões um aspecto importante também acompanha alguns lances ofertados pelos licitantes, os chamados deságios.

2.3 Os deságios nos leilões de energia

De acordo com França e Nogueira (2020), a ANEEL define que para cada lote disponível no leilão um valor teto da Receita Anual Permitida (RAP) será estabelecido, sendo alcançada a vitória no determinado certame aquela empresa que ofertar a menor RAP, conseqüentemente o deságio mais alto sobre o valor teto da RAP definido. Cazzaro (2017) mostra em seu estudo que a RAP e os investimentos estão diretamente relacionados. À medida que os investimentos no sistema de transmissão aumentam, os valores da RAP também aumentam. Segundo Carlos (2008), os valores dos deságios chegam a ser tão elevados que se tornam destoantes do valor teto inicial.

Nascimento (2012) em sua análise verificou algumas variáveis que eram estatisticamente significantes e que influenciaram os deságios nos leilões estudados entre 1999 e 2010 e destacaram-se: o número de proponentes, visto que quanto maior o número de competidores, maiores são os deságios ofertados; os investimentos, já que um investimento maior em determinado lote acaba gerando lances com deságios também maiores e a predominância de subestações no lote, que apresentam deságios elevados em comparação às linhas de transmissão explicada pela menor complexidade em licenciamento ambiental assim como maior atratividade e possíveis ampliações. Em paralelo, Rocha et al. (2013) analisaram os determinantes dos altos deságios nos leilões de energia elétrica no Brasil, no período de 1999 a 2010, por meio de um modelo econométrico que analisou a heterogeneidade entre os lances vencedores e os perdedores e concluiu que apesar dos deságios serem uma variável desejada pelos órgãos contratante, alertam que valores muito aquém do preço teto podem significar que o licitante responsável pelo lance vencedor tinha expectativas ou interesses naquele lote, apresentando até mesmo tendências de uma situação conhecida como “maldição do vencedor”.

2.4 A maldição do vencedor

Segundo Thaler (1988), a maldição do vencedor (*winner's curse*), conceito abordado nos leilões baseado no comportamento dos licitantes, foi estudada inicialmente em 1971 por um grupo de engenheiros em um leilão de petróleo nos Estados Unidos e pode ser considerada uma anomalia, já que requer um pouco de irracionalidade por parte desses licitantes, e que normalmente espera-se dois tipos de comportamentos deles. De um lado a aversão ao risco, com a insegurança e

lances abaixo do real valor e, do outro; a euforia do vencedor que posteriormente pode virar arrependimento.

Ainda de acordo com Bullock e Klemperer (2002), pressupõe-se que os licitantes devem dar lances de maneira mais conservadora à medida que houver uma maior quantidade de concorrentes, visto que há mais chances da ocorrência da maldição do vencedor. Porém, essa ocorrência da maldição do vencedor acaba equilibrando o fato da concorrência estar maior porque consequentemente os lances esperados podem diminuir a depender do licitante.

Para Bose e Sarkar (2019), essa maldição trata-se de uma consequência do *underbidding*, que acontece quando o custo médio esperado é menor que o custo médio real, por parte dos desenvolvedores que estão desesperados para garantir os projetos. Além disso, os leilões e-reverso, que podem ser considerados leilões “*pay-as-bid*” ou traduzindo de forma literal “pague como lance”, ajudam a diminuir os riscos de ocorrência da maldição e ao mesmo tempo garantindo tarifas competitivas, mas não significa que outras questões não resultem em atrasos ou cancelamentos dos projetos.

Ferreira et al. (2017) também buscaram em sua pesquisa as evidências da maldição do vencedor em projetos eólicos e fotovoltaicos que foram vencedores no 8º leilão de energia reserva que poderão servir de parâmetro ou comparação na análise dessa pesquisa. Segundo Kreiss et al. (2017), os deságios elevados podem influenciar de maneira negativa nos projetos vencedores, por serem motivadores de atrasos na entrega das obras, o que potencializa o risco da sua não realização e que pode levar à ocorrência da maldição do vencedor para este licitante. Por isso, as pré-qualificações citadas pelos autores são requisitos que os licitantes devem cumprir para garantir que o lance é aceitável, não geram despesas adicionais e de alguma forma diminuem as incertezas e os riscos.

Ainda de acordo com Ferreira et al. (2017), uma possível identificação da maldição do vencedor é a inviabilidade na entrega da usina elétrica. Essa ideia é corroborada por Mora et al. (2017) ao informarem que, por conta da subestimação dos custos, há uma majoração na probabilidade de não implementação dos projetos.

3. METODOLOGIA

Este estudo classifica-se como uma pesquisa de caráter descritivo. As pesquisas descritivas têm como principal finalidade, segundo Gil (2008, p. 28), “a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis”.

Quanto à abordagem, é de natureza quantitativa, que de acordo com Prodanov e Freitas (2013, pp. 69-70) significa “traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (percentagem, média, moda, mediana, desvio-padrão, coeficiente de correlação, análise de regressão etc.)”. Significa também que é necessário a formulação de hipóteses e analisar as variáveis e suas relações para que não ocorram erros e os resultados sejam precisos.

Para a coleta de dados desse estudo utilizou-se a pesquisa documental, que pode ser entendida como as informações que não passaram por um processo analítico ou até mesmo aquelas que carecem de uma reelaboração (Gil, 2008). Deste modo, fez uso de fontes secundárias. Os dados

utilizados nesta pesquisa foram coletados no website da ANEEL, sendo esses de uso público, no qual são apresentados os resultados dos leilões de energia renovável relativos ao período de 2011 a 2015. É importante salientar que a escolha do período se justifica devido a maioria dos leilões serem do tipo A5, ou seja, o prazo de implementação das usinas foi de cinco anos. Logo, não se poderia verificar o efeito da maldição do vencedor em um espaço de tempo maior do que 2016, pois estaria dentro do prazo contratado.

Para cada leilão, foram coletadas as seguintes informações por fonte de geração de energia, no site da ANEEL (2021): preço do projeto vencedor, megawatts a ser fornecido, investimento total, atraso para que o projeto se concretizasse em usina, o deságio ofertado no momento da realização dos leilões e a situação de cada projeto (se conseguiram ser efetivados em usinas). É importante salientar que as informações relativas ao tempo de atraso e à situação de cada projeto foram coletadas nos boletins de geração de energia eólica e fotovoltaica disponibilizados no site do Operador Nacional do Setor Elétrico (ONS) (2021).

O universo desse estudo foi formado pelo total de leilões de energia renovável, relativos às fontes eólica e fotovoltaicas, ocorridos no período de 2011 a 2015. No total, ocorreram 150 projetos eólicos e 94 fotovoltaicos. A amostra neste estudo foi o próprio universo analisado, visto que foi utilizado o total dos projetos apresentados. Importante ressaltar que apenas os projetos eólicos ocorreram durante o período de 2011 a 2015; enquanto os fotovoltaicos, nos anos de 2014 e 2015.

Para calcular o tempo de atraso, considerou-se como linha de corte a data coleta dos dados, 05/03/2021, momento da realização desta pesquisa. Diminuindo-se a citada data do dia em que a usina deveria entrar em operação, conforme prazo acordado nos leilões. O valor do deságio foi calculado considerando-se a variação existente entre o preço vencedor do leilão e o preço teto previsto neste mesmo certame.

A fim de determinar os comportamentos dos projetos frente ao binômio atraso x deságio, foi realizado uma análise de *cluster*, considerando apenas as citadas variáveis. Segundo Hamilton (2013, p. 313), o *clustering* “ao invés de combinar variáveis, a análise de *cluster* combina observações, encontrando tipologias ou grupos não sobrepostos, empiricamente baseados”. Importante ressaltar os estudos de Nogueira e Munita (2020) e Brusco, Singh, Cradit e Steinley (2017) que reforçam a importância da padronização dos dados antes de realizar uma análise de *cluster*, no caso de haver diferenças de escalas entre as variáveis, por proporcionar uma melhora no grau de separabilidade e no cálculo da compactação dos agrupamentos.

Complementando a análise de *cluster*, o pseudo-F de Calinski-Harabasz é uma das várias maneiras dos dados dizerem qual seria a melhor opção, a melhor medida de ajuste, tendo como base a quantidade de *clusters* e de dados. Aquele que der como resultado o maior pseudo-F seria a escolha mais viável de número de *clusters* a serem analisados (Halpin, 2016).

Tomando como premissa as informações de Ferreira et al. (2017) e Mora et al. (2017), segundo as quais é possível associar a maldição do vencedor à não-entrega das usinas, foi realizada uma regressão logística, tendo como predictoras o preço, o megawatt, o investimento e o deságio, e como variável dependente, a situação de cada usina (em funcionamento – 1 ou

paralisada/descontratada/outorga revogada – 0), sendo essa última informação disponibilizada pelo ONS (2021).

Na regressão logística a variável dependente é binária (0 ou 1), podendo os preditores serem métricos ou não, mesmo que não distribuídos normalmente (Hair, Black, Babin, Anderson & Tatham, 2009). Sur e Candès (2019) esclarecem a necessidade de padronização dos dados, casos as variáveis analisadas tenham dimensões diferentes. Ratificando essa assertiva, Hair et al. (2009) atestam que esse procedimento não altera as características dos dados. Os autores ensinam que para padronizar deve-se diminuir o valor original de cada variável de sua respectiva média e dividir pelo respectivo desvio padrão.

Para a realização da regressão logística foi empregado o algoritmo não supervisionado Logit. Segundo Bello, Oguntolu, Adetutu e Ojedokun (2016), o Logit é a função mais empregada quando se deseja medir a probabilidade de um evento ocorrer ou não, sendo entendido como o logaritmo natural da razão das probabilidades de ocorrência da variável dependente. A equação da regressão logística, resolvida por estimativa de máxima verossimilhança, tem a seguinte forma:

$$\ln[p/(1-p)] = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_n X_n \quad (1)$$

Os dados foram tratados na planilha Excel e no software estatístico Stata 16.1.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise descritiva dos projetos

A Tabela 1 apresenta um resumo dos valores encontrados nos resultados dos leilões de energia eólica ocorridos entre 2011 e 2015.

| VARIÁVEIS | PROJETOS | MÉDIA | DESVIO PADRÃO | MIN | MAX |
|--------------|----------|-------------|---------------|------------|-----------------|
| Preço | 150 | 127,00 | 33,70 | 96,97 | 212,39 |
| Megawatt | 150 | 1.963.467,1 | 608.990,08 | 333.108 | 2.927.844 |
| Investimento | 150 | 93.209.571 | 28.921.775 | 28.686.580 | 145.000.000.000 |
| Atraso | 150 | 2,21 | 2,44 | 0 | 6,68 |
| Deságio | 150 | 0,10 | 0,12 | 0 | 0,33 |

Tabela 1 - Resumo dos valores encontrados nos leilões de energia eólica

Dentre os 150 projetos eólicos analisados, o preço médio foi de R\$ 127,00 com um desvio padrão de R\$ 33,70, com preços mínimo e máximo de R\$ 96,97 e R\$ 212,3, respectivamente. A média de geração contratada, em megawatts, foi de 1.963.467,10, com um desvio padrão de 608.990,08, um valor mínimo de 333.108 e o máximo de 2.927.844. No investimento, o valor máximo foi de R\$ 145.000.000.000; enquanto o mínimo, R\$ 28.686.580.

No atraso foi possível perceber uma média de 2,21 anos, com um desvio padrão de 2,44 anos. Como valor mínimo foi zero, o que significa que houve pelo menos um projeto que foi entregue dentro do prazo contratado. Por outro lado, houve aqueles cujo prazo contratual venceu há 6,68 anos. O deságio teve uma média de 10% e um desvio padrão de 12%. O valor mínimo chegou a zero em, pelo menos, um projeto não houve deságio, e seu valor máximo chegou a 33%.

A Tabela 2 apresenta um resumo dos valores encontrados nos resultados dos leilões de energia fotovoltaica ocorridos entre 2014 e 2015.

| VARIÁVEIS | PROJETOS | MÉDIA | DESVIO PADRÃO | MIN | MAX |
|--------------|----------|-----------------|---------------|------------|-----------------|
| Preço | 94 | 271,75 | 39,905 | 200,82 | 305,51 |
| Megawatt | 94 | 1.270.883,50 | 308.111,98 | 210.384 | 1.648.008 |
| Investimento | 94 | 137.000.000.000 | 35.651.863 | 20.180.000 | 208.100.000.000 |
| Atraso | 94 | 0,97 | 1,24 | 0 | 3,60 |
| Deságio | 94 | 0,18 | 0,04 | 0,125 | 0,24 |

Tabela 2 - Resumo dos valores encontrados nos leilões de energia fotovoltaica

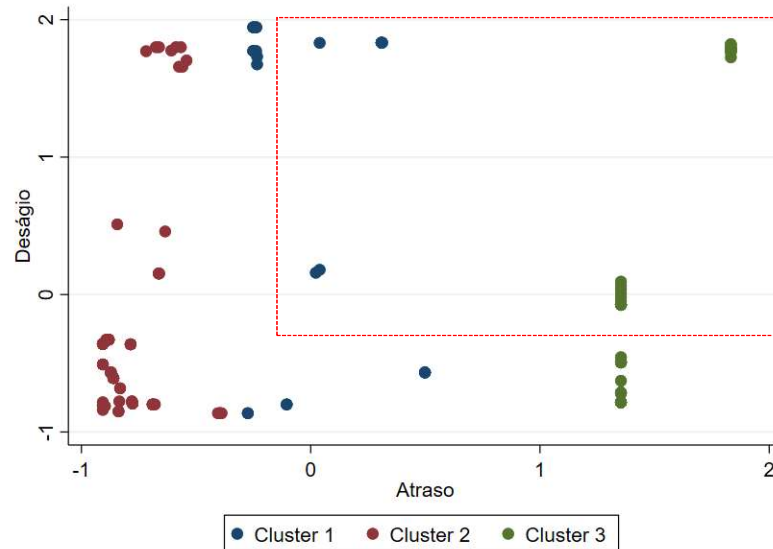
Dentre os 94 projetos fotovoltaicos analisados, ficou explanado na Tabela 3 que na variável preço a média obtida foi de R\$ 271,75, com um desvio padrão de R\$ 39,90 e os preços mínimo e máximo foram R\$ 200,82 e R\$ 305,51, respectivamente. Na geração contratada, medida em megawatts, obteve-se uma média de 1.270.883,50, desvio padrão de 308.111,98, valor mínimo de 210.384 e o máximo de 1.648.008. No investimento, o valor máximo foi superior ao eólico, R\$ 208.100.000.000, enquanto o mínimo foi de R\$ 20.180.000.

No atraso percebeu-se uma média de 0,97 anos (11 meses e 6 dias), com um desvio padrão de 1,24 anos. Como valor mínimo tem-se zero, o que significa que houve projetos nos quais não ocorreram atrasos, foram entregues no prazo estabelecido, mas, houve aqueles que deveriam ter sido entregue há 3,6 anos. O deságio teve uma média de 18% e um desvio padrão de 4%. O valor mínimo chegou a 12,5% e seu valor máximo chegou a 24%.

Em comparação com a Tabela 1, os preços nos projetos fotovoltaicos foram, em média, 113,97% maiores, e ocorreram deságios em todos os casos. Esses preços elevados, de acordo com Bezerra (2020), são explicados pelo fato da energia solar só começar a fazer parte dos leilões de energia no Brasil em 2014, por incentivo do Governo, e com preços bem significativos nos dois primeiros anos, que foram os utilizados na análise. Já o valor mínimo do atraso analisado nas duas Tabelas foi zero, significando que em alguns projetos não ocorreram atrasos, porém, nos projetos eólicos os atrasos foram maiores.

4.2 Determinação do comportamento dos projetos eólicos

Dando seguimento à análise, após a correlação, foi realizada a análise de *cluster* no Stata 16.1 e ficou demonstrado que a melhor quantidade de *clusters* a serem analisados seriam 3, visto seu pseudo-F de Calinski-Harabasz, 1526,31, ser o maior dentre os outros. No Gráfico 1, que traz o deságio no eixo y e o atraso no eixo x, pode-se analisar o que de fato cada *cluster* demonstra a partir das variáveis estudadas.

Gráfico 1 - Análise de *clusters* nos projetos eólicos

De acordo com Kreiss et al. (2017), maiores deságios podem ter uma influência negativa nos projetos vencedores e acabar gerando atrasos mais elevados nas suas implementações, o que pode causar a maldição do vencedor para esse licitante. O Gráfico 1 demonstrou que, a partir dos *clusters* analisados, poucos projetos apresentaram atrasos mais elevados associados a maiores deságios, estando os mesmos destacados nos *clusters* 1 e 3. Assim, possivelmente, não ocorreu a maldição do vencedor nos projetos eólicos destacados nos citados aglomerados. Além disso, boa parte dos projetos apresentaram deságios e atrasos abaixo da média.

A Tabela 3 detalha a quantidade de projetos que fazem parte de um mesmo *cluster* em cada situação de deságio e atraso, com dados não padronizados, visto que no Gráfico 1 não é possível mensurar corretamente esses projetos.

| SITUAÇÃO | CLUSTER | QUANTIDADE DE PROJETOS | DESÁGIO MÉDIO NÃO PADRONIZADO | ATRASSO MÉDIO NÃO PADRONIZADO |
|------------------------|---------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Deságio >0 e Atraso >0 | 1 | 7 | 0,2601505 | 5,124592 |
| Deságio >0 e Atraso <0 | 3 | 14 | 0,2784514 | 1,029899 |
| Deságio <0 e Atraso <0 | 1 | 4 | 0,0266809 | 0,3389754 |
| Deságio <0 e Atraso >0 | 2 | 69 | 0,0505649 | 5,322789 |

Tabela 3 - Quantidade de projetos por *cluster* nas situações deságio x atraso dos projetos eólicos

Ao analisar os dados da Tabela 3, percebe-se que apenas 14%, ou seja, 21 dos 150 projetos, apresentaram maiores deságios associados a atrasos elevados, em média, 5,12 anos. Entretanto, os atrasos mais elevados, 5,32 anos, foram encontrados nos 33 projetos que venceram os leilões a que concorreram com um deságio médio de 5,06%. Por outro lado, os menores deságios

médios, 2,67%, foram oferecidos por 73 projetos, 48,67% do total, gerando, em média 4 meses de atraso (0,3390 anos). Visando clarificar o entendimento sobre a relação deságio e atraso, foi realizada a mesma análise nos projetos fotovoltaicos.

4.3 Determinação do comportamento dos projetos fotovoltaicos

Realizada a análise de *cluster* nos projetos fotovoltaicos ficou demonstrado que o número mais apropriado de agrupamentos seriam 4, visto que o maior pseudo-F de Calinski-Harabasz foi de 1472,73. No Gráfico 2, que traz novamente o deságio no eixo y e o atraso no eixo x, pode-se analisar também o que cada *cluster* demonstra quando analisado a partir dessas variáveis.

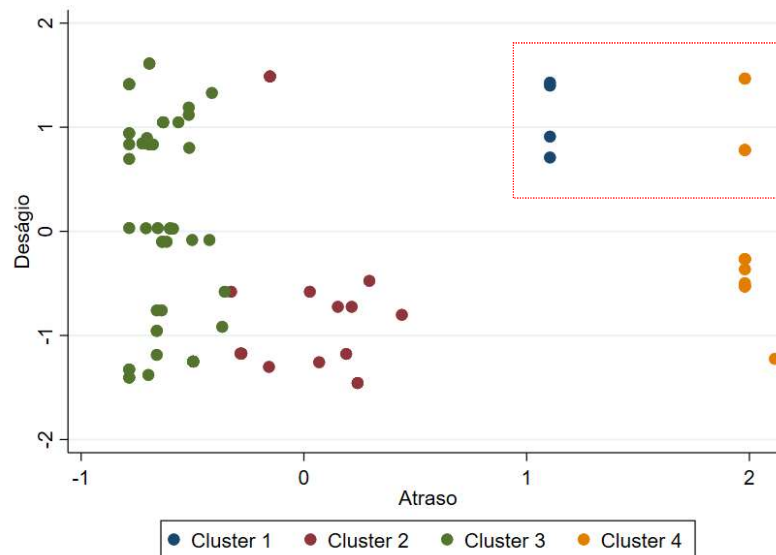


Gráfico 2 - Análise de *clusters* nos projetos fotovoltaicos

O Gráfico 2 demonstrou que os *clusters* 3 e 2 contemplam a maioria dos projetos fotovoltaicos que apresentaram atrasos menores que a média. Observando-se os atrasos maiores que a média, percebe-se que a associação com os deságios maiores que a média é bastante pontual, o que pode significar a não ocorrência da maldição do vencedor. Para se ter uma visão mais clara da quantidade de projetos na relação deságio versus atraso, é apresentada a Tabela 4.

| SITUAÇÃO | CLUSTER | QUANTIDADE DE PROJETOS | DESÁGIO MÉDIO NÃO PADRONIZADO | ATRASSO MÉDIO NÃO PADRONIZADO |
|------------------------|---------|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Deságio >0 e Atraso >0 | 1 | 4 | 0,2190816 | 2,945205 |
| Deságio >0 e Atraso <0 | 2 | 3 | 0,2117225 | 0,192618 |
| Deságio <0 e Atraso <0 | 3 | 33 | 0,1434413 | 0,311384 |
| Deságio <0 e Atraso >0 | 4 | 11 | 0,1529209 | 2,446849 |

Tabela 4 - Quantidade de projetos por *cluster* nas situações deságio x atraso dos projetos fotovoltaicos

A Tabela 4 ratifica o entendimento da Tabela 3, tendo em vista que há uma aparente desassociação entre os deságios e os atrasos. Apenas 9 dos 94 projetos, 9,57%, apresentam maiores deságios, 21,91%, associados a atrasos mais elevados, 2,95 anos. Entretanto, houve 36 projetos, 38,30%, com um deságio médio de 21,17%, que apresentaram um atraso médio de 2 meses (0,192618 anos). O mesmo ocorreu com os dois grupos seguintes nos quais os deságios médios de 14,34% e 15,29% apresentaram atrasos médios de 3,7 meses (0,311384 anos) e 2,45 anos, respectivamente.

4.4 Verificação da ocorrência da maldição do vencedor

A Tabela 5 apresenta os resultados da regressão logística para os projetos eólicos, tendo como variável dependente a situação de cada usina (em funcionamento – 1 ou paralisada/descontratada/outorga revogada – 0).

| SITUAÇÃO | COEFICIENTE | ERRO PADRÃO | Z | P>Z | INTERVALO DE CONFIANÇA | |
|--------------|-------------|-------------|-------|-------|------------------------|-----------|
| Preço | 2,5661550 | 0,792034 | 3,24 | 0,001 | 1,013797 | 4,118513 |
| Megawatt | 1,9096680 | 0,5167393 | 3,70 | 0,000 | 0,8968774 | 2,922458 |
| Investimento | -0,8050599 | 0,5055304 | -1,59 | 0,111 | -1,795881 | 0,1857615 |
| Deságio | 0,45045960 | 0,3140986 | 1,43 | 0,152 | -0,1651622 | 1,066082 |
| Constante | 1,97713400 | 0,4078773 | 4,85 | 0,000 | 1,177709 | 2,776559 |

Tabela 5 – Resultado da regressão logística para os projetos eólicos

A partir dos dados da Tabela 5, percebe-se que apenas as predictoras preço e megawatt foram estatisticamente significativas, a um nível de 5%, para a implantação da usina e, conseqüentemente, da não ocorrência da maldição do vencedor. Mantidas as demais variáveis constantes, R\$ 1,00 de aumento no preço implica uma majoração de 2,57 no logit estimado. Da mesma forma, cada megawatt a mais proporciona uma elevação de 1,91 no logit estimado. Como os coeficientes são positivos, em termos marginais, isso indica, respectivamente, 27,41% e 20,40% mais chances da usina ser implementada. Com relação ao deságio, a sua insignificância estatística na determinação da situação da usina implica a sua irrelevância para a ocorrência da maldição do vencedor nos projetos eólicos, reforçando a desassociação percebida no Gráfico 1 e na Tabela 3.

A Tabela 6 apresenta os resultados da regressão logística para os projetos fotovoltaicos.

| SITUAÇÃO | COEFICIENTE | ERRO PADRÃO | Z | P>Z | INTERVALO DE CONFIANÇA | |
|--------------|-------------|-------------|-------|-------|------------------------|-----------|
| Preço | 1,23213 | 0,3465599 | 3,56 | 0,000 | 0,553068 | 1,911558 |
| Megawatt | 0,7561843 | 0,4071331 | 1,86 | 0,063 | -0,0417819 | 1,554151 |
| Investimento | 0,1178695 | 0,4332324 | 0,27 | 0,786 | -0,7312503 | 0,9669894 |
| Deságio | -0,6039413 | 0,4246131 | -1,42 | 0,155 | -1,436168 | 0,228285 |
| Constante | 2,0933294 | 0,4583495 | 4,57 | 0,000 | 1,194946 | 2,991643 |

Tabela 6 – Resultado da regressão logística para os projetos fotovoltaicos

Da mesma forma que ocorreu nos projetos eólicos, o preço mostrou-se estatisticamente significativo, a um nível de 5%, para determinação da situação da usina. O aumento de R\$ 1,00 nos preços majoram em 1,23 vezes o logit estimado, o que implica 12,04% a mais de chances da usina ser implementada e de não ocorrer a maldição do vencedor, mantidas as demais variáveis constantes. As demais preditoras não foram estatisticamente significativas. A variável deságio ratifica a desassociação com a situação da usina, mormente no caso de sua não implementação, o que significaria a ocorrência da maldição do vencedor.

O percebido neste estudo complementa os resultados obtidos na pesquisa desenvolvida por Ferreira et al. (2017), ao analisarem os projetos eólicos e fotovoltaicos vencedores do 8º LER (ocorrido em 2015). Segundo os autores, apesar de haver indícios, não ficou clara a ocorrência da maldição do vencedor.

Conclusão

O objetivo deste trabalho foi verificar como os deságios ofertados pelos projetos vencedores dos leilões de energia eólica e fotovoltaica, realizados entre 2011 e 2015, contribuíram para a ocorrência da maldição do vencedor. Os principais resultados mostraram que a variável mais importante na determinação da situação de uma usina (implementada ou não) foi o preço. Maiores preços ofertados diminuem as chances de uma usina não ser implementada. Entretanto, percebeu-se a desassociação entre os percentuais dos deságios e as situações de implementação de uma usina e, conseqüentemente, com a ocorrência da maldição do vencedor nas duas fontes de energia analisadas.

As limitações deste estudo referem-se à dificuldade no acesso às informações relativas aos leilões de energia renovável no website das agências responsáveis ou mesmo a quantidade de estudos que abordam essa temática. Para estudos futuros, recomenda-se ampliar a análise para os anos posteriores além de analisar o efeito do deságio em outras fontes de energias renováveis e aprofundar sobre a maldição do vencedor nos leilões de energia elétrica no Brasil.

REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Energia Elétrica. (2008). *Atlas de Energia Elétrica do Brasil* (3ª. ed.). Recuperado de https://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/2008_AtlasEnergiaEletricaBrasil3ed/297ceb2e-16b7-514d-5f19-16cef60679fb.
- Agência Nacional de Energia Elétrica. (2020). *Resultados de Leilões*. Recuperado de <https://www.aneel.gov.br/resultados-de-leiloes>.
- Agência Nacional de Energia Elétrica. (2021). *Leilões de Geração*. Recuperado de <https://www.aneel.gov.br/geracao4>.
- Azuela, G. E., Barroso, L., Khanna, A., Wang, X., Wu, Y., & Cunha, G. (2014). Performance of renewable energy auctions: Experience in Brazil, China and India. *World Bank Group*. doi: <https://doi.org/10.1596/1813-9450-7062>.
- Bello, A. O., Oguntolu, F. A., Adetutu, O. M., & Ojedokun, J. P. (2016). Application of Bootstrap Re-sampling Method to a Categorical Data of HIV/AIDS Spread across different Social-Economic Classes. *arXiv preprint arXiv:1609.07806*.

- Bezerra, F. D. (2020). Energia Solar, (110). *Caderno Setorial ETENE*. Recuperado de <https://g20mais20.bnb.gov.br/s482-dspace/handle/123456789/227>.
- Bose, A. S., & Sarkar, S. (2019). India's e-reverse auctions (2017–2018) for allocating renewable energy capacity: An evaluation, *112*, 762-774. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.06.025>.
- Brusco, M. J., Singh, R., Cradit, J.D., & Steinley, D. (2017). Cluster analysis in empirical OM research: survey and recommendations, *37*(3), 300-320. *International Journal of Operations & Production Management*. doi: [10.1108/IJOPM-08-2015-0493](https://doi.org/10.1108/IJOPM-08-2015-0493).
- Bulow, J., & Klemperer, P. (2002). Prices and the winner's curse, *33*(1), 1-21. *The RAND Journal of Economics*. Recuperado de https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr10/cos444/papers/bulow_klempererWinnersCurse02.pdf.
- Caldas, A. V. S., & Silva, A. F. A., Jr. (2019). Fatores determinantes de sucesso e fracasso: Uma análise dos projetos eólicos e fotovoltaicos dos leilões de energia de reserva da ANEEL. *XLIII ENANPAD*, São Paulo.
- Caldas, A. V. S., & Silva, A. F. A., Jr. (2020). Fatores determinantes de sucesso: Uma análise dos projetos eólicos dos leilões de energia de reserva da ANEEL, *18*, 1-13. *Contextus – Revista Contemporânea de Economia e Gestão*. doi: <https://dx.doi.org/10.19094/contextus.2020.42457>.
- Carlos, A. P. (2008). O comportamento estratégico dos lances ganhadores nos leilões de linhas de transmissão de energia elétrica no Brasil, *10*. *XXX Encontro Brasileiro de Econometria*. Recuperado de <http://bibliotecadigital.fgv.br/ocs/index.php/sbe/EBE08/rt/context/595/0/1537>.
- Cazzaro, P. M. (2017). *Análise da dinâmica dos investidores nos leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil entre 1999 e 2017*. (Dissertação de Mestrado, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo). doi: 10.11606/D.106.2018.tde-19022018-202041.
- Dancey, C. P., & Reidy, J. (2006). *Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows*. Porto Alegre, RS: Artmed.
- Empresa de Pesquisa Energética. (2020). *Balço Energético Nacional*. Recuperado de https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-479/topico-521/Relato%CC%81rio%20Si%CC%8Intese%20BEN%202020-ab%202019_Final.pdf.
- Ferraz, R., & Codiceira, A. (2017). Diversificação da Matriz de Energias Renováveis no Brasil: O Desenvolvimento das Novas Fontes de 2010 a 2016, *2*(4), 110-117. *Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada*. doi: <https://doi.org/10.25286/rep.v2i4.890>.
- Ferreira, A. C.; Blasques, L. C. M., & Pinho, J. T. (2014). Avaliações a respeito da evolução das capacidades contratada e instalada e dos custos da energia eólica no Brasil: do PROINFA aos leilões de energia, *5*(1), 82-91. *Revista Brasileira de Energia Solar*. Recuperado de <https://rbens.emnuvens.com.br/rbens/article/view/111>.
- Ferreira, H. L.; Patah, L. A., & Faria, R. M. (2017). Winner's curse: Evidências da maldição do vencedor entre empreendimentos eólicos e fotovoltaicos vencedores do 8º leilão de energia reserva, 1-16. *Anais do VI SINGEP*, São Paulo. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/321003264_WINNER'S_CURSE_EVIDENCIAS_DA_MALDICA_O_DO_VENCEDOR_ENTRE_EMPREENDIMENTO_EOLICOS_E_FOTVOLTAICOS_VENCEDORES_DO_8_LEILAO_DE_ENERGIA_RESERVA.

- França, A. L., & Nogueira, R. L. S. (2020). Análise da antecipação da implantação de linhas de transmissão sob a ótica do gerenciamento de projeto, (13), 46-62. *Revista Boletim do Gerenciamento*. Recuperado de <https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/305/252>.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas da pesquisa social*. São Paulo, SP: Atlas.
- Hair, J. F., Jr., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2009). *Análise multivariada de dados* (6ª.ed.). Porto Alegre, RS: Bookman.
- Halpin, B. (2016). *Cluster Analysis Stopping Rules in Stata*. Departamento de Sociologia: Universidade de Limerick, Recuperado de <http://ulsites.ul.ie/sociology/sites/default/files/wp2016-01.pdf>.
- Hamilton, L. C. (2013). *Statistics with Stata: Updated for 12 version*. Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Kreiss, J.; Ehrhart, K. M., & Haufe, M. C. (2017). Appropriate design of auctions for renewable energy support – Prequalifications and penalties, 101, 512-520. *Energy Policy*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.11.007>.
- Magalhães, A. L. C.; Soares, G. F. & Lira, M. A. T. (2016). Evolução Histórica do Potencial de Energia Renovável do Piauí. *CONTEC-Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia*. Recuperado de <https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/contecc2016/eletrica/evolu%c3%a7%c3%a3o%20hist%c3%b3rica%20do%20potencial%20de%20energia%20renov%c3%a1vel%20do%20piaui%c3%ad.pdf>.
- Maurer, L., & Barroso, L. (2011). Electricity Auctions: An Overview of Efficient Practices. *The World Bank*. Recuperado de <https://documents.worldbank.org/pt/publication/documents-reports/documentdetail/114141468265789259/electricity-auctions-an-overview-of-efficient-practices>.
- Mora, D., Kitzing, L., Soysal, E. R., Steinhilber, S., Río, P. D., Wigand, F., ... & Woodman, B. (2017). *Auctions for renewable energy support-Taming the beast of competitive bidding*. AURES Report D9, 2.
- Nascimento, R. L. (2012). *Análise dos fatores de influência nas propostas ofertadas nos leilões de transmissão de energia elétrica*. (Dissertação de Mestrado, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília, Brasília). Recuperado de <https://repositorio.unb.br/handle/10482/11348>.
- Nascimento, R. L. (2017). *Energia solar no Brasil: situação e perspectivas*. Consultoria Legislativa. Câmara dos Deputados. Recuperado de https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/32259/energia_solar_limp.pdf?sequence=1.
- Nogueira, A. L., & Munita, C. S. (2020). Quantitative methods of standardization in cluster analysis: finding groups in data, 325, 719-724. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*. doi: [10.1007/s10967-020-07186-6](https://doi.org/10.1007/s10967-020-07186-6).
- Operador Nacional do Sistema Elétrico. (2021). Acervo Digital. *Documentos e Publicações*. Disponível em: <http://www.ons.org.br/paginas/conhecimento/acervo-digital/documentos-e-publicacoes>.
- Prodanov, C. C., & Freitas, E. C. (2013). *Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico*. (2ª. ed.). Novo Hamburgo: Universidade Feevale,

Rocha, K.; Moreira, A., & Limp, R. (2013). Determinantes dos altos deságios nos leilões de transmissão de energia elétrica no Brasil entre 1999-2010, *67*(2), 235-249. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro. doi: <https://doi.org/10.1590/S0034-71402013000200005>.

Sur, P., & Candès, E. J. (2019). *A modern maximum-likelihood theory for high-dimensional logistic regression*. Proceedings of the National Academy of Sciences, *116*(29), 14516-14525.

Thaler, R. H. (1988). Anomalies: the winner's curse. *Journal of Economic Perspectives*, *2*(1), 191-202. doi: 10.1257/jep.2.1.191.

Varian, H. R. (2012). *Microeconomia: uma abordagem moderna*. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier.