

Fatores Determinantes de Sucesso e Fracasso: Uma Análise dos Projetos Eólicos e Fotovoltaicos dos Leilões de Energia de Reserva da ANEEL

Autoria

Antonio Vinícius Silva Caldas - aulasdefinancas@gmail.com

Núcleo de Pós-Grad em Admin - NPGA/UFBA - Universidade Federal da Bahia

Professor Efetivo/UFS - Universidade Federal de Sergipe

Antonio Francisco de Almeida da Silva Junior - afranc13@hotmail.com

Núcleo de Pós-Grad em Admin - NPGA/UFBA - Universidade Federal da Bahia

Resumo

Este estudo tem como objetivo estimar os fatores que se mostraram mais determinantes para que os projetos de usinas eólicas e fotovoltaicas vencedores dos leilões de energia de reserva da ANEEL tivessem maiores probabilidades de sucesso, considerado os dados reais dos certames ocorridos entre 2011 e 2015. Trata-se de um estudo quantitativo e exploratório no qual foram consideradas as informações de 150 empreendimentos eólicos e 94 fotovoltaicos. Utilizou-se a análise dos componentes principais como ferramenta de identificação dos fatores que diferenciaram os projetos que foram capazes de gerar energia elétrica daqueles que fracassaram neste intento. Os projetos eólicos e fotovoltaicos que apresentaram os escores médios mais elevados para as componentes principais criadas neste estudo obtiveram, respectivamente, probabilidades de 88,51% e 94,55% de se tornarem bem-sucedidos.

PALAVRAS-CHAVE: Projetos de investimentos. Leilões de energia de reserva. Usinas eólicas e fotovoltaicas. Análise dos componentes principais.



Fatores Determinantes de Sucesso e Fracasso: Uma Análise dos Projetos Eólicos e Fotovoltaicos dos Leilões de Energia de Reserva da ANEEL

RESUMO

Este estudo tem como objetivo estimar os fatores que se mostraram mais determinantes para que os projetos de usinas eólicas e fotovoltaicas vencedores dos leilões de energia de reserva da ANEEL tivessem maiores probabilidades de sucesso, considerado os dados reais dos certames ocorridos entre 2011 e 2015. Trata-se de um estudo quantitativo e exploratório no qual foram consideradas as informações de 150 empreendimentos eólicos e 94 fotovoltaicos. Utilizou-se a análise dos componentes principais como ferramenta de identificação dos fatores que diferenciaram os projetos que foram capazes de gerar energia elétrica daqueles que fracassaram neste intento. Os projetos eólicos e fotovoltaicos que apresentaram os escores médios mais elevados para as componentes principais criadas neste estudo obtiveram, respectivamente, probabilidades de 88,51% e 94,55% de se tornarem bem-sucedidos.

PALAVRAS-CHAVE: Projetos de investimentos. Leilões de energia de reserva. Usinas eólicas e fotovoltaicas. Análise dos componentes principais.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, a queima de carvão continua a ser a principal forma de produção de energia elétrica, causando danos ao planeta devido à emissão de gases de efeito estufa. Neste sentido, os esforços em busca de fontes de energias limpas encontram-se alicerçados na necessidade de serem diminuídas as agressões ao meio ambiente, além de atender à crescente demanda oriunda da dinamicidade econômica. Diante desse cenário, o Brasil ganha destaque no uso de energias renováveis, principalmente as convencionais, como é o caso das hidroelétricas. Essas compõem 64% da matriz energética brasileira, o que deixa o país à mercê dos ciclos das chuvas. Um exemplo disso é que o valor dos contratos de energia e a quantidade de suprimento termoelétrico que pode ser adquirido pelas distribuidoras para cumprir suas obrigações são determinados por modelos matemáticos baseados na estimativa pluviométrica para os próximos cinco anos (GONZÁLEZ et al., 2015; CAMPOS; RAMOS; AZEVEDO, 2016; BONDARIK; PILATTI; HORST, 2018; SOARES; CAMPOS, 2018).

Visando à necessidade de diversificação da matriz energética, o Brasil é um dos pioneiros na utilização de fontes de energia limpas tidas como não convencionais, a exemplo da eólica e da fotovoltaica. Como meios de fomentar os investimentos nessas fontes de energia, o governo brasileiro faz uso de alguns mecanismos de dinamização, a exemplo do pagamento de tarifas prêmio (*feed-in tariff*), do incentivo fiscal, do financiamento público a taxas mais baixa e dos leilões de energia de reserva (LER's). Os LER's ocorrem em um ambiente de contratação regulada (ACR) e são promovidos, direta ou indiretamente, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) visando à contratação de energia por um preço mais acessível e atrair o interesse dos investidores, por meio da garantia na estabilidade nas tarifas e da compra da energia gerada por um período de vinte anos (VARGAS et al., 2016; CARMO et al., 2018;).

Segundo dados da Aneel (2019), durante o interstício de 2011 a 2015, foram realizados cinco LER's que possibilitaram a contratação de duzentos e quarenta e quatro empreendimentos, sendo cento e cinquenta eólicos e noventa e quatro fotovoltaicos. De acordo

com informações do Organizador Nacional do Sistema (ONS, 2019), considerando-se apenas o período supracitado, até janeiro de 2019, 34% dos projetos de usinas eólicas e 30,85% de fotovoltaicas não foram capazes de entrar em operação comercial, ou seja, não geraram energia elétrica, o que os tornou inviáveis.

Diante do exposto, levantou-se a seguinte questão norteadora: quais os fatores, dentre os apresentados nos resultados dos leilões de energia de reserva da ANEEL, que se mostraram mais determinantes para que os projetos de usinas eólicas e fotovoltaicas tivessem maiores probabilidades de serem bem-sucedidos?

Este estudo objetiva estimar os fatores que se mostraram mais determinantes para que os projetos de usinas eólicas e fotovoltaicas tivessem maiores probabilidades de lograrem êxito, considerado os dados dos leilões de energia de reserva ocorridos entre 2001 e 2015.

Neste sentido, foi levantada a hipótese de que a dimensão do projeto e a incerteza relacionada ao fluxo de caixa são fatores determinantes para que se tenha uma maior probabilidade de sucesso na efetivação da usina. Como proxy da dimensão do projeto foram utilizadas variáveis como MWh, investimento inicial e fluxo de caixa livre. Como proxy da incerteza, foi utilizada a variável volatilidade do fluxo de caixa descontado.

Vislumbra-se que este trabalho possa trazer como contribuição teórica e empírica a possibilidade de poder identificar as características que majoram a probabilidade de um projeto de usina eólica ou fotovoltaica ser bem-sucedido. Os resultados encontrados poderão servir como base na tomada de decisão de um empreendedor ao cogitar a possibilidade de participar de um leilão de energia de reserva da ANEEL, em complemento às abordagens de avaliação de projetos de investimento, a exemplo do valor presente líquido e da teoria das opções reais.

Além da presente introdução, este trabalho está dividido em quatro partes. A primeira traz o referencial teórico. A segunda apresenta os aspectos metodológicos. A terceira faz a análise e discussão dos dados. A quarta destina-se às considerações finais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As energias renováveis se apresentam como uma solução bastante viável para os problemas ambientais, principalmente os associados à utilização de combustíveis fósseis, a exemplo do petróleo, gás mineral e o carvão, sendo esse último atualmente a principal forma de produção de energia elétrica, causando danos ao planeta devido à emissão de gases de efeito estufa (AGATON; KARL, 2018).

Apesar de contar com fontes bastante renováveis, a matriz energética brasileira possui uma forte participação da energia hidráulica (NASCIMENTO, 2017). Segundo dados da Rede de Políticas de Energia Renováveis para o Século XXI (REN21, 2018), o Brasil é o segundo país que mais investe em hidroelétricas, só perdendo para a China. As usinas hidroelétricas fornecem mais de 60% da energia elétrica que é consumida no Brasil, entretanto o ciclo das chuvas e a possibilidade no aumento da demanda são riscos que podem afetar o suprimento de energia (RIBEIRO, 2016). Neste sentido, existe a importância de diversificar o portfólio por meio das tecnológicas renováveis, a exemplo da eólica e da fotovoltaica, a fim de evitar a dependência exclusiva da água (CUERVO; BOTERO, 2016). Essa diversificação é um dos objetivos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE, 2017) ao elaborar o Plano Decenal de Expansão de Energia 2026 (PDE 2026), conforme apresentado nas figura 1 a seguir:

Figura 1 – Evolução da capacidade instalada de fontes renováveis

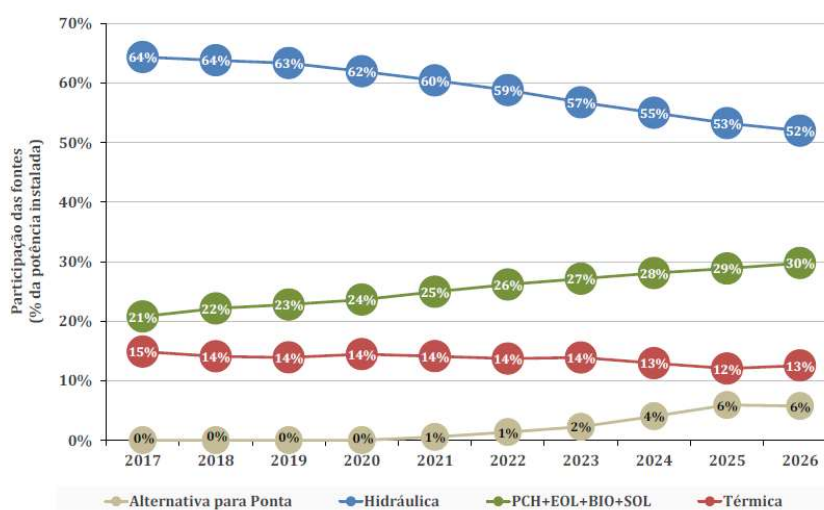
FONTE ^(a)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
RENOVÁVEIS	118.445	127.711	136.886	141.212	143.548	146.974	150.687	154.477	158.383	162.489	166.690
HIDRO ^(b)	89.698	94.846	99.846	102.008	102.008	102.008	102.150	102.268	102.501	102.937	103.466
OUTRAS RENOVÁVEIS	28.747	32.865	37.040	39.204	41.540	44.966	48.538	52.209	55.882	59.552	63.223
PCH e CGH	5.820	6.052	6.270	6.393	6.658	6.658	6.958	7.258	7.558	7.858	8.158
EÓLICA	10.025	12.843	15.598	16.645	17.645	19.450	21.254	23.058	24.862	26.666	28.470
BIOMASSA ^(c)	12.881	13.010	13.182	13.506	13.577	14.199	14.666	15.234	15.802	16.368	16.936
SOLAR CENTRALIZADA	21	960	1.990	2.660	3.660	4.660	5.660	6.660	7.660	8.660	9.660

Fonte: EPE (2017, p. 102)

Na figura 1, observa-se que, ao se comparar 2016 com 2026, é almejado um crescimento de 40,73% na capacidade instalada total das energias renováveis. Sendo 15,35% para as fontes controláveis e 119,93% para as não controláveis (pequenas centrais hidroelétricas - PCH, eólicas, biomassa e solar).

A figura 2 apresenta como está planejada a participação das fontes no PDE 2026.

Figura 2 - Participação das fontes



Fonte: EPE (2017, p. 78)

Conforme figura 2, por meio do PDE 2026, pretende-se diminuir a participação das fontes de energia hidráulicas e majorar as demais, com foco nas não controláveis que, em 2026, aumentarão as suas participações para 30% da matriz energética. De acordo com a REN21(2018), dos US\$ 279.8 bilhões investidos globalmente na geração deste tipo de energia, 38% e 57%, respectivamente, foram destinados a fontes eólicas e fotovoltaicas. Segundo dados da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR, 2019), a geração de energia fotovoltaica tem se consolidando e se tornado mais competitiva, principalmente devido à possibilidade de integração à rede. Além disso, o Brasil possui um nível de irradiação solar superior ao dos países nos quais a geração de energia termoeletrica e fotovoltaica já está consolidada (NASCIMENTO, 2017). No tocante à energia eólica, existe uma complementariedade com as hidrelétricas, posto que os ventos mais fortes ocorrem nos períodos de menos chuvas (RODRIGUES; PEROBELLI; VASCONCELOS, 2017).

A energia eólica vem conquistando espaço na matriz energética brasileira e seus custos são competitivos em relação às outras tecnologias tradicionais na geração de energia, como o uso de termoeletricas, apesar de ainda carecer de uma maior potência e variabilidade em sua produção (EPE, 2017). Além disso, acarreta um impacto ambiental menor do que a fotovoltaica e outras formas de energia limpa (TORINELLI; ANDRADE, 2018). É oportuno salientar que o Brasil é o maior mercado da América Latina na geração deste tipo de energia (REN21, 2018).

A geração de energia fotovoltaica apresenta um alto investimento com relação às outras tecnologias (CUERVO; BOTERO, 2016). Esse é um fator que dificulta a sua expansão, o que motivou a realização dos primeiros leilões da ANEEL no ano de 2014 (RIBEIRO, 2016), dando uma maior competitividade ao sistema (COUNCIL, 2016). Em decorrência disso, em 2017, o Brasil tornou-se o segundo país na América Latina, depois do Chile, a exceder 1 GW de instalações solares (REN21, 2018). Saliente-se que, apesar do retornos obtidos serem inferiores aos proporcionados pelas termoeletricas, a redução dos custos dos módulos de geração pode motivar o aumento na participação da energia solar na matriz energética (RIBEIRO, 2016). É oportuno destacar que à medida que existir uma expansão, o ganho de escala e os avanços tecnológicos serão capazes de reduzir os custos (NASCIMENTO, 2017). Essa assertiva está ratificada pelo PDE 2026, segundo o qual existe a possibilidade de uma redução de 30% a 40% nos custos de implantação, no período de dez anos (EPE, 2017). A ABSOLAR (2019) apresenta uma confirmação empírica da minoração dos custos ao afirmar que geração de energia fotovoltaica é atualmente uma das fontes com preço mais competitivo de energia renovável,

Como uma forma de fomentar os investimentos em energia eólica e fotovoltaica, o governo brasileiro vem utilizando o *feed-in tariff* (RIBEIRO; QUINTELLA, 2018). Esse é um sistema no qual toda a energia injetada na rede é remunerada por uma tarifa prêmio, de forma a garantir uma taxa interna de retorno satisfatória para os investidores (NASCIMENTO, 2017). Isso ocorre porque essa tarifa prêmio tem um valor mais elevado do que o cobrado na rede pública, o que torna vantajoso vender para rede toda a energia que foi gerada (ALVES, 2011). Segundo a REN21 (2018), o *feed-in tariff* é um componente vital no desenvolvimento de sistemas de energias renováveis de pequena escala em países em desenvolvimento.

Outra maneira de dinamização encontrada pelo governo é o financiamento de projetos a uma taxa de juros mais baixa (RIBEIRO; QUINTELLA, 2018). Existe ainda o incentivo fiscal e o financiamento público para fomentar a geração a energia eólica. Apesar do desafio, também é crescente o interesse privado em financiar esse tipo de energia (TORINELLI; ANDRADE, 2018). Por fim, destaca-se os leilões promovidos pela ANEEL por meio dos quais, apenas nos anos de 2011 e 2016, durante o interstício de 2011 a 2015, foram realizados cinco LER's que possibilitaram a contratação de duzentos e quarenta e quatro empreendimentos, sendo cento e cinquenta eólicos e noventa e quatro fotovoltaicos (ANEEL, 2019).

Os leilões são uma espécie de licitação por meio da qual ocorrem as contratações dos projetos de geração e transmissão de energia elétrica, e são compostos por três grandes grupos de energia: nova, existente e reserva. Esses grupos são subclasificados em A-1, A-3 e A-5, sendo que esses números representam o prazo que os projetos precisam entrar em funcionamento depois da realização dos certames (RIBEIRO, 2016).

De acordo com a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE, 2015), a energia de reserva é adicionada à oferta das usinas concedidas e autorizadas, após ser sido verificada a garantia de suprimento do Sistema Integrado Nacional (SIN), e não pode ser revendida após a compra.

O Decreto 6.353, de 16 de janeiro de 2008, trata a energia de reserva da seguinte forma:

A energia de reserva será contratada mediante leilões a serem promovidos pela ANEEL, direta ou indiretamente, conforme diretrizes do MME. Entende-se por energia de reserva aquela destinada a aumentar a segurança no fornecimento de energia elétrica ao SIN, proveniente de usinas especialmente contratadas para este fim (BRASIL, 2008).

É oportuno destacar que a CCEE registra todos os contratos de comercialização de energia elétrica, independente do segmento, seja em um ambiente de contratação livre (ANL) ou em um ambiente de contratação regulada (ACR). É nesse último ambiente que ocorrem os leilões da ANEEL (LIMA, 2018).

Com relação à energia eólica, os primeiros leilões ocorreram em 2009, tiveram um preço médio de R\$ 148,39/ MWh e serviram como modelo para os demais leilões do setor elétrico (PINTO; MARTINS; PEREIRA, 2017). O governo federal também fomenta o desenvolvimento da geração deste tipo de energia por meio do financiamento subsidiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES). Esse somatório de esforços garante a estabilidade nos preços e a compra da energia nos próximos vinte anos, o que minora o risco do negócio (TORINELLI; ANDRADE, 2018).

Segundo Nascimento (2017), em 2013 ocorreu o primeiro leilão da ANEEL para contratação da geração de energia fotovoltaica, mas não houve vencedores devido aos altos preços cobrados. O 6º e o 7º LER's foram realizados em 2014 e 2015, respectivamente. Nesses leilões, os preços estipulados pela ANEEL para a energia reserva foram R\$ 262,00/MWh e R\$ 348,90/MWh, com preços médios praticados de 215,12/MWh e 301,79/MWh, em 2014 e 2015, respectivamente, sendo que os aumentos de preços foram decorrentes da alta do câmbio (RIBEIRO, 2016). Nos contratos de energia de reserva, esses preços são reajustados por meio do Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) (SOUZA, 2017).

Os últimos LER's da ANEEL ocorreram em 2018 para contratação de 82 projetos, sendo 52 de usinas eólicas e 32 de fotovoltaicas, nos grupos A-4 e A-6. Saliente-se que o MME editou a Portaria 293/2017, de 4 de agosto de 2017, ampliando os prazos dos leilões por meio dos grupos A-4 e A-6, pois os anteriormente concedidos não estarem sendo suficientes para o cumprimento efetivo do projeto (LIMA, 2018).

3. METODOLOGIA

Este estudo exploratório e quantitativo objetivou determinar, por meio da técnica da análise dos componentes principais (ACP), os fatores que se mostraram mais relevantes para que os projetos eólicos e fotovoltaicos tivessem maiores probabilidades de sucesso, com base nos dados dos leilões de energia de reserva da ANEEL, ocorridos entre 2011 e 2015. Considerou-se como bem-sucedidos, os projetos que foram capazes de entrar em atividade comercial até janeiro de 2019.

O motivo da escolha da ACP neste estudo é que ela é capaz de fazer a junção de elementos baseada na variação de suas características. Por meio da ACP, é possível verificar relações que não estavam muito claras entre as variáveis, o que amplia a capacidade de interpretação do conjunto observado (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2017).

A ACP é uma técnica estatística multivariada utilizada para redução da dimensionalidade de um conjunto de dados, de forma que a sua variabilidade seja preservada o máximo possível. Logo, os dados originais são dispostos em uma matriz de rotação, ou seja, transformados

linearmente em um outro conjunto menor de variáveis escolhidas entre aquelas com a maior variância, de forma a capturar a essência dos dados originais, o que possibilita a análise conjunta de diversos fatores. Cada combinação linear corresponde a uma componente principal cujo o número total é igual à quantidade das variáveis utilizadas. A primeira componente principal é aquela que representa a maior variância de dados, ao passo que a segunda é perpendicular à primeira e abrange a segunda maior variância, e assim sucessivamente até que se chegue à última componente (JOLLIFFE; CADIMA, 2016; HONGYU; SANDANIELO, 2016).

Foram utilizadas as seguintes variáveis na ACP: investimento, valor presente dos fluxos de caixa livre (VPE), megawatts-hora (MWh) e volatilidade. Essas variáveis foram as que se conseguiu extrair dos dados disponibilizados nos projetos de energia eólica e fotovoltaica vencedores nos certames da ANEEL. Por esse motivo, possíveis problemas com fornecedores, licenças ambientais e outras questões alheias aos dados inerentes aos resultados dos LER's não foram consideradas neste estudo. Para verificar se as variáveis selecionadas poderiam ser aplicadas na ACP, Lee (2014) recomenda a utilização prévia do teste de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e da esfericidade de Bartlett. Para Kaiser (1974), o KMO desejável é o superior a 0.7, podendo ser aceitas variáveis que gerem um KMO superior a 0.5. Hair Jr et al. (2010) esclarecem que a hipótese nula do teste Bartlett (H_0 = variáveis não são intercorrelacionadas) deve ser rejeitada (p -valor < 5% de significância). Para os autores, pelo menos algumas das variáveis devem ser correlacionadas.

Para a escolha da quantidade das componentes principais a serem retidas na ACP, utilizou-se o critério de Kaiser. Segundo Naik (2017), esse critério indica que só são relevantes as componentes principais que tenham os autovalores (*eigenvalue*) maiores do que 1, por apresentarem as maiores variâncias. Foram considerados como determinantes os autovetores (*eigenvector*) cujas cargas se apresentaram superiores a 0.5 em módulo, conforme orientado por Maskey, Fei e Nguyen (2018) e por Lai, Cheng e Yeung (2004).

É oportuno destacar que a matriz de rotação gerada na ACP é resolvida por meio de uma equação de autovetores e autovalores. Por autovetores se entende o resultado da multiplicação da matriz de rotação por uma matriz coluna (vetor) cujo resultado é um múltiplo desse mesmo vetor. Já os autovalores podem ser entendidos como a máxima variância que se busca nos dados originais para cada componente principal. Quanto maior o autovalor, maior o autovetor. Assim, na primeira componente principal se encontram o par dos maiores autovetores e autovalores. Outrossim, a segunda componente expressa o segundo maior par, e assim por diante (JOLLIFFE; CADIMA, 2016).

Quanto à coleta de dados, este estudo fez uso de fontes secundárias oriundas de uma pesquisa documental, conforme ensinam Lakatos e Marconi (2003). Os resultados dos LER's da ANEEL são considerados de uso público e estão disponíveis no site <http://www.aneel.gov.br/leiloes>, onde foram identificados os projetos vencedores dos certames ocorridos entre 2011 e 2015, além dos valores dos investimentos, dos MWh e dos preços regulados para cálculo do valor presente dos fluxos de caixa livre. Foi considerado que as receitas de cada projeto seguiam um movimento browniano, e que houve um gasto de 0,5% com manutenção, conforme indicado por Ribeiro (2016). Os valores relativos à taxa livre de risco (4,59% aa), ao custo de capital próprio (12,34% aa) e ao nível de endividamento das usinas (50%) foram retirados da Resolução Normativa nº 608, de 25 de março de 2014, da ANEEL (ANEEL, 2014), sendo os mesmos para todos os projetos de usinas. Foram consideradas perdas de potência anuais de 2,5% para energia eólica e de 0,65% para a fotovoltaica, conforme ensinado por Lindemeyer (2018) e Ribeiro (2016), respectivamente. Por meio das informações constantes nos atlas brasileiros de energia eólica e solar, foram consideradas as variações médias da velocidade do vento (14,25%) e da irradiações médias solar (25%), conforme disposto em Amarante et al. (2001) e Pereira et al. (2006), respectivamente. Por fim, fez-se uso

dos dados relativos às datas em que as usinas entraram em operação comercial, estando essas disponíveis no site <http://ons.org.br/paginas/resultados-da-operacao/boletins-da-operacao>.

No tocante ao tratamento de dados, a volatilidade foi calculada por meio do método da abordagem consolidada da incerteza proposto por Copeland e Antikarov (2001). Esse método apresenta uma medida bastante satisfatória, sendo aplicável a qualquer tipo de investimento (KIM; PARK; KIM, 2017; HAAHTELA, 2014). Os preços estipulados nos contratos foram atualizados durante vinte anos com base no IPCA, conforme determinado na Resolução 780, de 25 de julho de 2017, da ANEEL (ANEEL, 2017). Para utilização da ACP, conforme orientado por Jolliffe e Cadima (2016), as variáveis volatilidade, investimento, VPE e MWh foram padronizadas a fim de corrigir as diferenças nas escalas, garantir que elas tivessem o mesmo peso e evitar a distorção no cálculo das variâncias. Para tanto, subtraiu-se cada variável de sua respectiva média e dividiu-se o resultado pelo desvio padrão. A variável objetivo (dependente) não foi considerada porque a ACP não é um algoritmo supervisionado.

Utilizou-se a planilha Excel e o software estatístico Stata 15.1 para o tratamento das variáveis e da ACP, respectivamente.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As tabelas 1 e 2 apresentam, respectivamente, as situações das gerações de energia eólica e fotovoltaica fruto dos LER's da ANEEL realizados entre 2011 e 2015.

Tabela 1 – Dados da geração de energia eólica

Situação	Estados							Total
	BA	CE	MA	PE	PI	RN	RS	
0	23	12	0	0	0	12	4	51
1	46	1	1	10	17	19	5	99
Total	69	13	1	10	17	31	9	150

Fonte: Elaboração Própria

As situações 0 e 1 indicam, respectivamente, a situação de fracasso e de sucesso, considerando-se esse último como o cenário no qual os projetos foram efetivados em usinas que conseguiram entrar em atividade comercial até janeiro de 2019. A tabela 1 demonstra que dos 150 projetos vencedores dos LER's, 51 deixaram de gerar energia eólica, o que significa uma taxa global de fracasso de 34%. O principal estado na geração de energia foi a Bahia, se propondo a sediar de 46% das usinas. Dos 69 empreendimentos, o citado estado teve sucesso na implementação de 66,67%. Proporcionalmente ao número de projetos que receberam, os estados de Pernambuco, Piauí e Maranhão foram os que obtiveram mais êxito, alcançando a taxa de sucesso de 100%. Antagonicamente, o Ceará teve uma taxa de fracasso de 92,31%, posto que dos 13 projetos recebidos, apenas 1 foi capaz de gerar energia. Os estados do Rio Grande do Norte e do Rio Grande do Sul apresentaram taxas de fracasso de 38,71% e 44,44%, respectivamente.

Tabela 2 – Dados da geração de energia fotovoltaica

Situação	Estados										Total
	BA	CE	GO	MG	PB	PE	PI	RN	SP	TO	
0	8	2	1	1	2	4	0	2	5	4	29
1	24	4	0	16	3	0	9	4	5	0	65
Total	32	6	1	17	5	4	9	6	10	4	94

Fonte: Elaboração Própria

No tocante à geração de energia fotovoltaica, dos 94 projetos ganhadores, 29 deixaram de ser implementados, o que significa uma taxa global de fracasso de 30,85%. A Bahia consolidou-se com a localidade que mais atraiu projetos, respondendo por 34,04% do total e tendo êxito em 75% deles. Considerando-se apenas o número de projetos recebidos, os estados que apresentaram melhores resultados foram Piauí e Minas Gerais, que obtiveram taxas de sucesso de 100% e 94,12%, respectivamente. Destacaram-se negativamente os estados de Goiás, Pernambuco e Tocantins, tendo em vista que nenhum dos projetos recebidos foi implementado. Os estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e São Paulo alcançaram taxas de fracasso de 33,33%, 40%, 33,33% e 50%, respectivamente.

A partir da análise das tabelas 1 e 2, pode-se concluir que existe uma taxa global de fracasso relevante na implementação dos projetos das usinas, independentemente de serem eólicas ou fotovoltaicas. Observou-se também que mesmo sendo um dos estados mais pobre da Federação, e tendo atraído 74,26% a menos do que a quantidade de projetos captados pela Bahia, o estado do Piauí foi o único a obter uma taxa de sucesso de 100% nas duas fontes de geração de energia. Outrossim, não se pode concluir que a experiência de sucesso na implantação de uma determinada fonte de energia vá se repetir em outra, posto que, dentre os projetos analisados, o estado de Pernambuco obteve taxas máximas de êxito e de fracasso na implementação de usinas eólicas e fotovoltaicas, respectivamente.

Os possíveis fatores determinantes de sucesso e fracasso nos projetos de usinas eólicas e fotovoltaicas foram estimados por meio da ACP, tendo os seguintes atributos comuns a todos os projetos: volatilidade (vol), valor presente dos fluxos de caixa livres (VPE), investimento e megawatts-hora (mwh). Todas essas variáveis foram calculadas a partir dos dados disponibilizadas nos LER's da ANEEL.

Inicialmente foram realizados os testes de esfericidade de Bartlett e da adequação da amostra de KMO, conforme figura 3.

Figura 3 – Testes Bartlett e KMO – projetos de usinas eólicas

```

Bartlett test of sphericity

Chi-square      =      235.135
Degrees of freedom =      6
p-value         =      0.000
H0: variables are not intercorrelated

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy
KMO             =      0.709
  
```

Fonte: Elaboração Própria

A figura 3 apresenta um p-valor não significativo estatisticamente a 5%, o que refuta a hipótese nula. Logo, as variáveis escolhidas são colineares e não são oriundas de uma matriz de identidade. O teste KMO no valor de 0.709 atende ao sugerido por Kaiser (1974) para adequação das variáveis, tornando as mesmas válidas para serem aplicadas na ACP. Deste modo, procedeu-se aos cálculos dos autovalores e os autovetores das componentes principais, conforme figuras 4 e 5, respectivamente.

Figura 4 – Autovalores – projetos de usinas eólicas

Principal components/correlation		Number of obs	=	150
		Number of comp.	=	4
		Trace	=	4
Rotation: (unrotated = principal)		Rho	=	1.0000

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	2.46507	1.59915	0.6163	0.6163
Comp2	.865921	.399369	0.2165	0.8327
Comp3	.466552	.264099	0.1166	0.9494
Comp4	.202453	.	0.0506	1.0000

Fonte: Elaboração Própria

Figura 5 – Autovetores – projetos de usinas eólicas

Principal components (eigenvectors)					
Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Unexplained
vol	-0.2979	0.9466	0.0929	0.0812	0
investimento	0.5553	0.2736	-0.4358	-0.6533	0
vpe	0.5162	0.0870	0.8473	-0.0900	0
mwh	0.5800	0.1468	-0.2891	0.7473	0

Fonte: Elaboração Própria

Com pode ser visto na figura 4, das quatro componentes principais geradas na ACP, apenas uma atendeu ao critério de Kaiser, ou seja, foi superior a 1. Essa componente consegue captar 61,63% da variância dos dados originais. Desde modo, as componentes 2, 3 e 4 foram descartadas.

Na figura 5, a componente principal 1 (Comp1) mostra que a volatilidade adota uma postura contrária às demais variáveis, apesar de ter uma carga pouco significativa (menor que 0.5 em módulo). Isso significa que quanto maiores forem os demais atributos, menor será a volatilidade. Os atributos MWh, investimento e VPE foram os que apresentaram as maiores capacidade de explicação da variância, com cargas de 0.58, 0.5563 e 0.5162, respectivamente. Assim, os projetos eólicos que possuíam essas três variáveis com valores mais elevados foram aqueles que mais se diferenciaram dentre os analisados. Por isso, denominou-se a Comp1 de “Maior Geração com Mais Riqueza - MGMR”.

Os escores de cada projeto eólico podem ser encontrados a partir da ponderação de cada variável por sua respectiva carga de autovetor, conforme equação (1).

$$MGMR = -0.2979 \times VOL + 0.5553 \times \text{Investimento} + 0.5162 \times VPE + 0.58 \times MWh \quad (1)$$

Como as variáveis que nominaram a MGMR foram positivas, os projetos de usinas com os escores mais elevados e maiores do que zero dessa componente tendem a ter mais probabilidade de sucesso, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Aplicação da MGMR nas usinas eólicas

Número de Usinas	Escore médio	Não Geraram	Geraram	Taxa de Fracasso	Taxa de Sucesso
87	1.0759	10	77	11.49%	88.51%
63	-1.4857	41	22	65.08%	34.92%

Fonte: Elaboração Própria

Na tabela 3, pode ser observado que 87 usinas tiveram escores de MGMR positivos, 1.0759 em média, sendo que dessas 88,51% conseguiram gerar energia eólica. As 63 restantes que tiveram escores de MGMR negativas, -1.4857 em média, apenas 22 entraram em atividade comercial, ou seja, uma taxa de sucesso de 34,92%. Deste modo, pode-se afirmar que as usinas que empreenderam mais recursos, se comprometeram a gerar mais MWh e geraram mais caixa livre estiveram sujeitas a uma menor incerteza e tiveram uma maior probabilidade de se tornarem exitosas. As demais, com menos recursos, menor quantidade de MWh a ser gerada e fluxo de caixa livre menores, tiveram 65,08% de probabilidade de fracasso, e estiveram sujeitas a maiores incertezas.

Figura 6 - Testes Bartlett e KMO – projetos de usinas fotovoltaicas

```

Bartlett test of sphericity

Chi-square      =      324.890
Degrees of freedom =      6
p-value         =      0.000
H0: variables are not intercorrelated

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy
KMO              =      0.566
    
```

Fonte: Elaboração Própria

Da mesma forma que ocorreu nos projetos de usinas eólicas, as variáveis apresentadas pelos fotovoltaicos apresentaram-se adequadas para o uso da ACP, tendo em vista que a H0 de Bartlett foi refutada e o índice KMO foi superior a 0.5.

Deste modo, foram realizados os cálculos dos autovalores e autovetores conforme figuras 7 e 8.

Figura 7 – Autovalores - usinas fotovoltaicas

Principal components/correlation		Number of obs	=	94
		Number of comp.	=	4
		Trace	=	4
Rotation: (unrotated = principal)		Rho	=	1.0000

Component	Eigenvalue	Difference	Proportion	Cumulative
Comp1	2.51676	1.22055	0.6292	0.6292
Comp2	1.29621	1.18958	0.3241	0.9532
Comp3	.106632	.0262376	0.0267	0.9799
Comp4	.080394	.	0.0201	1.0000

Fonte: Elaboração Própria

Figura 8 – Autovetores - usinas fotovoltaicas

Principal components (eigenvectors)					
Variable	Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Unexplained
vol	-0.5009	0.4967	0.5700	0.4214	0
investimento	0.1988	0.8191	-0.5381	-0.0011	0
vpe	0.6093	-0.1116	0.0536	0.7832	0
mwh	0.5817	0.2645	0.6186	-0.4572	0

Fonte: Elaboração Própria

A figura 7 apresenta que, diferentemente do ocorrido nas usinas eólica, o critério de Kaiser aponta a escolha de duas componentes principais. A primeira explica 62,92% da variância e a segunda, 32,41%, o que perfaz 95,32% da variância dos dados originais.

A figura 8 traz as cargas dos autovetores. Na primeira componente principal, destacam-se as variáveis VPE, MWh e VOL, por terem os pesos mais significativos, 0.6093, 0.5817 e -0.5009, respectivamente. A característica predominante é que as usinas fotovoltaicas com os maiores valores presentes dos fluxos de caixa futuros e geração de MWh mais elevada, possuem uma menor exposição às incertezas (VOL na direção contrária às demais variáveis), o nome dado à Comp1 foi “Maiores Fluxos com Menos Incertezas - MFMI”. Na Comp2, o investimento destaca-se quase que isoladamente, com uma carga de autovetor de 0.8191, sendo acompanhado pela volatilidade com carga de 0.4967. A essa componente foi dado o nome de “Investimentos Arriscados- IA”.

Com base nas cargas dos autovetores das componentes MFMI e IA, foram definidas as suas respectivas equações.

$$\text{MFMI} = -0.5009 \times \text{VOL} + 0.1988 \times \text{Investimento} + 0.6093 \times \text{VPE} + 0.5817 \times \text{MWh} \quad (2)$$

$$\text{IA} = 0.4967 \times \text{VOL} + 0.8191 \times \text{Investimento} - 0.1116 \times \text{VPE} + 0.2645 \times \text{MWh} \quad (3)$$

A partir das equações 2 e 3, foram criados os escores das componentes MFMI e IA, conforme tabelas 4 e 5. Como as variáveis mais representativas nas componentes foram positivas, adotou-se como linha de corte para ambas os escores maiores do que zero.

Tabela 4 – Aplicação da MFMI nas usinas fotovoltaicas

Número de Usinas	Escore médio	Não Geraram	Geraram	Taxa de Fracasso	Taxa de Sucesso
55	1.1539	3	52	5,45%	94,55%
39	-1.6273	26	13	66,67%	33,33%

Fonte: Elaboração Própria

Os projetos de usinas fotovoltaicas que apresentaram maiores probabilidades de ser bem-sucedidos foram aqueles com maiores valores da componente MFMI, ou seja, as que tiveram os escores positivos. Das 55 usinas que se enquadraram nessa situação, 52 geraram energia, o que representa uma taxa de sucesso de 94,55%. Considerando os 39 projetos de usinas que ficaram com escores negativos, apenas 13 geraram energia, o que representa uma taxa de fracasso de 66,67%.

Tabela 5 – Aplicação da IA nas usinas fotovoltaicas

Número de Usinas	Escore médio	Não Geraram	Geraram	Taxa de Fracasso	Taxa de Sucesso
50	0.7918	21	29	42%	58%
44	-0.8979	8	36	18,18%	81,82%

Fonte: Elaboração Própria

A tabela 5 informa que 50 projetos de usinas que se destacaram por possuírem os maiores escores de IA, 0.7918 em média, mas desses apenas 29 geraram energia, o que significa uma taxa de sucesso de 58%. Entretanto, das 44 usinas com os menores escores de IA, -0.8979 em média, 36 foram capazes de gerar energia, uma taxa de sucesso de 81,82%. A partir da análise do comportamento dos projetos de usinas fotovoltaicas com relação à componente IA, pode-se afirmar que aqueles que tiveram maior probabilidade de gerar energia foram os que tiveram um investimento mais modesto e foram menos expostos às incertezas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os fatores que estão mais associados à probabilidade de os projetos de usinas eólica terem sucesso é que eles tenham escores positivos da componente “Maior Geração com Mais Riqueza”, sendo essa caracterizada por projetos que, mesmo necessitando de um maior investimento, possuíam maiores demandas de MWh e geraram fluxos de caixa livre mais elevados. Além disso, esses projetos também estiveram menos expostos às incertezas.

No tocante aos projetos de usinas fotovoltaicas, foram bem-sucedidos aqueles que apresentaram escores positivos da primeira componente principal “Maiores Fluxos com Menos Incertezas”, ou seja, maiores valores presentes dos fluxos de caixa futuros e geração de MWh mais elevada, com menor exposição às incertezas. Além disso a segunda componente principal “Investimentos Arriscados” atesta que os projetos mais exitosos foram aqueles que adotaram uma posição contrária a essa componente, ou seja, foram mais conservadores e tiveram investimentos iniciais menores.

Este estudo demonstra que a análise de viabilidade econômica do projeto deve ser complementada com a análise de características como tamanho e incerteza associada ao projeto. As variáveis de produção de energia, investimento inicial, fluxo de caixa livre estão associadas ao tamanho do projeto, enquanto a variável volatilidade do valor presente descontado caracteriza a incerteza associada ao projeto.

Deste modo conclui-se que os projetos eólicos e fotovoltaicos têm em comum os seguintes fatores associados a uma maior probabilidade de sucesso: menores exposições às incertezas, demandas mais elevadas de MWh e maiores valores de fluxo de caixa livres. Consequentemente, a hipótese levantada por este estudo, de que a dimensão do projeto e a incerteza relacionada ao fluxo de caixa são fatores determinantes para que se tenha uma maior probabilidade de sucesso na efetivação da usina, fica comprovada. Interessante salientar que na questão da dimensão dos projetos, os valores dos investimentos das usinas que tiveram sucesso mostraram-se mais elevados para as eólicas e mais modestos para as fotovoltaicas.

Nos estudos futuros, pode-se adotar uma regressão logística tendo como variável dependente a situação de gerar ou não energia e como preditora as componentes que foram denominadas neste trabalho. Com isso, será possível determinar a probabilidade de outras usinas eólicas e fotovoltaicas terem maiores condições de entrar em atividade comercial. Além disso, pode-se procurar abordagens heurísticas que permitam a associação entre o VPL do projeto e suas características, a fim de tornar o processo decisório mais eficiente.

REFERÊNCIAS

- AGATON, C. B.; KARL, H. A real options approach to renewable electricity generation in the Philippines. **Energy, Sustainability and Society**, v. 8, n. 1, dez. 2018.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Informações do setor elétrico**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 01 fev. 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Resolução Normativa nº 608, de 25 de março de 2014. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, nº 71, p.75, 14 abr.2014.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Resolução Normativa nº 780, de 25 de julho de 2017. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, nº 144, p.68, 28 jul.2017
- ALVES, E. D. Portaria Nº. 3.060 de 28 de novembro de 2007. **Revista Eletrônica Gestão & Saúde**, v. 1, n. 1, p. 22, 24 abr. 2011.
- AMARANTE, O. A. et al. Atlas do potencial eólico brasileiro. In: **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA - ABSOLAR. **Perspectivas para a geração de energia centralizada solar fotovoltaica no Brasil**. Disponível em: <http://www.absolar.org.br/noticia/artigos-da-absolar/perspectivas-para-a-geracao-centralizada-solar-fotovoltaica-no-brasil.html>. Acesso em: 02 mai. 2019.
- BONDARIK, R.; PILATTI, L. A.; HORST, D. J. Uma visão geral sobre o potencial de geração de energias renováveis no brasil. **Interciência**, v. 43, n. 10, p. 680-688, 2018.
- BRASIL. Decreto no 6.353, de 16 de janeiro de 2008. Regulamenta a contratação de energia de reserva. **Diário Oficial da União**. seção 1, Brasília, DF.
- CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. **Infoleilão. 8º Leilão de Energia de Reserva**. n. 16. Nov. 2015. Disponível em: <http://www.ccee.org.br>. Acesso em 18 set. 2018.
- CAMPOS, F. L. S.; RAMOS, F. L.; AZEVEDO, B. M. Análise de viabilidade econômica regulatória à criação de cooperativa de consumo de energia elétrica—o caso do setor elétrico brasileiro na segunda década do século XXI. **Revista Produção Online**, v. 16, n. 3, p. 966-987, 2016.
- CARMO, C. R. S. et al. An analysis of the electric power public sale profile done in regulated hiring environment from 2005 to 2016. **RAGC**, v. 6, n. 23, 2018.
- CARVALHO SOARES, T. M.; CAMPOS, C. P. Energia eólica na Bahia – seus parques e sua contribuição para a matriz energética do estado. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, n. 5, p. 1318, 10 dez. 2018.
- COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. **Real Options: A Practitioner's Guide**. Texere, 2001.
- COUNCIL, W. E. World energy resources 2016. **World Energy Council, London, UK**, 2016.
- CUERVO, F. I.; BOTERO, S. B. Wind power reliability valuation in a Hydro-Dominated power market: The Colombian case. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 57, p. 1359–1372, maio 2016.

EMPRESA DE PESQUISAS ENERGÉTICAS - EPE. Plano Nacional de Expansão de Energia 2011-2020. **Brasília: Ministério de Minas e Energia**, 2011.

GONZÁLEZ, A. et al. Optimal sizing of a hybrid grid-connected photovoltaic and wind power system. **Applied Energy**, v. 154, p. 752-762, 2015.

HAAHTELA, T. **Simulation methods in real option valuation**. Society 40 th Anniversary Workshop–FORS40. **Anais...**2014

Hair Jr, J.F. et al. **Multivariate Data Analysis**. Seventh Edition. Pearson New International Edition, 2010.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M. Principal Component Analysis: theory, interpretations and applications. **Engineering and Science**, v. 1, p. 8, 2016.

JOLLIFFE, I. T.; CADIMA, J. Principal component analysis: a review and recent developments. **Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 374, n. 2065, p. 20150202, 13 abr. 2016.

KAISER, H. F. An index of factorial simplicity. **Psychometrika**, v. 39, n. 1, p. 31–36, mar. 1974.

KIM, K.; PARK, H.; KIM, H. Real options analysis for renewable energy investment decisions in developing countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 918–926, ago. 2017.

LAI, K.-H.; CHENG, T. E.; YEUNG, A. C. An empirical taxonomy for logistics service providers. **Maritime Economics & Logistics**, v. 6, n. 3, p. 199–219, 2004.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

LEE, G. **E-Commerce, E-Business and E-Service**. CRC Press, 2014.

LIMA, R.C. **A indústria de aerogeradores e o desenvolvimento regional: Perspectivas de consolidação na Bahia**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador-BA, 2018.

LINDEMAYER, R. M. **Aplicação da teoria de opções reais na avaliação de um complexo eólico**. Dissertação (Mestrado em Economia). Escola de Economia de São Paulo. Fundação Getúlio Vargas, SÃO PAULO, 2018.

MASKEY, R.; FEI, J.; NGUYEN, H.-O. Use of exploratory factor analysis in maritime research. **The Asian Journal of Shipping and Logistics**, v. 34, n. 2, p. 91–111, jun. 2018.

NAIK, G. R. **Advances in Principal Component Analysis: Research and Development**. [Springer, 2017.

NASCIMENTO, R. L. **Energia solar no Brasil: situação e perspectivas**. Estudo Técnico. Câmara dos Deputados, Mar. 2017.

OLIVEIRA, E. M. de; OLIVEIRA, F. L. C. Padrões de variabilidade em vazões afluentes a usinas hidrelétricas e associações com massas de ar. **Cadernos do IME-Série Estatística**, p. 18, 2017.

ORGANIZADOR NACIONAL DO SISTEMA - ONS. **Boletim mensal de geração de energia**. Disponível em: www.ons.gov.br. Acesso em: 02 fev. 2019.

PEREIRA, E. B. et al. **Atlas brasileiro de energia solar**. Inpe, São José dos Campos, 2006.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 12, n. 6, p. 1082, 23 nov. 2017.

RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY - REN21. **Renewables 2018**. Global status report. REN21 secretariat, Paris, 2018.

RIBEIRO, S.S. **Avaliação de Políticas Promovidas pela ANEEL para Incentivo da Geração de Energia Elétrica por Fonte Solar**. In: Encontro da Associação dos Programas de pós-Graduação em Administração, XL., 2016. Costa do Sauípe-BA. **Anais...** Costa do Sauípe-BA: ENANPAD, 2016.

RODRIGUES, L. B.; PEROBELLI, F. F. C.; VASCONCELOS, S. Geração de energia eólica no Brasil: um investimento viável? **Revista Brasileira de Economia de Empresas**, v. 17, n. 2, 2017.

SOARES, T. M. C.; CAMPOS, C. P. Energia eólica na Bahia: seus parques e sua contribuição para a matriz energética do estado. **Cadernos de Prospecção**, v. 11, n. 5, 2018.

RIBEIRO, S. S. Avaliação de Leilões de Energia Solar Utilizando Opções Reais. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Estratégico, 10., 2016. Gramado-RS. **Anais...** Gramado-RS: CNPE, 2016.

RIBEIRO, S. S.; QUINTELLA, V. M. Evaluation of Brazilian Auctions for Photovoltaic Projects Using Traditional and Real Option Approaches. **SSRN Electronic Journal**, 2018. Disponível em: at: <https://www.researchgate.net/publication/323704278>. Acesso em 12 junho 2018.

RIBEIRO, S. S. Avaliação de Leilões de Energia Solar Utilizando Opções Reais. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Estratégico, 10., 2016. Gramado-RS. **Anais...** Gramado-RS: CNPE, 2016.

SOUZA, A. P. de. **Aplicação da Teoria de Opções Reais na análise de investimento em geração de energia elétrica a partir de madeira de eucalipto**. 2017. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2017.

TORINELLI, V. H.; ANDRADE, J. C. Wind power energy in Brazil: public financing and future perspectives. **Latim American J. Management for Sustainable Development**, v. 4, n. 1, p. 41-54, 2018.

VARGAS, A. et al. Latin American energy markets: Investment opportunities in nonconventional renewables. **IEEE Power and Energy Magazine**, v. 14, n. 5, p. 38-47, 2016.