

AVALIAÇÃO DA CONCORRÊNCIA COM A INTRODUÇÃO DE UM MERCADO DE CAPACIDADE ENERGÉTICA NO BRASIL.

EVALUATION OF COMPETITION WITH THE INTRODUCTION OF AN ENERGY CAPACITY MARKET IN BRAZIL

THÁIS MÉLEGA PRANDINI

FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E CONTABILIDADE - USP

MOACIR DE MIRANDA OLIVEIRA JUNIOR

USP - UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ALINE MARIANE DE FARIA

CENTRO UNIVERSITÁRIO DA FEI

Agradecimento à órgão de fomento:

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

AVALIAÇÃO DA CONCORRÊNCIA COM A INTRODUÇÃO DE UM MERCADO DE CAPACIDADE ENERGÉTICA NO BRASIL.

Objetivo do estudo

Este artigo analisa a necessidade de estabelecer um mercado de capacidade no setor elétrico do Brasil para melhorar a segurança, competitividade e atrair investimentos, abordando principalmente a transição de um mercado de energia "puro" para um que inclua capacidade.

Relevância/originalidade

Este estudo tem relevância prática por oferecer uma discussão abrangente sobre a implementação de um mercado de capacidade de energia no Brasil, avaliando as oportunidades e desafios envolvidos. Além disso, contribui ao comparar o caso brasileiro com as melhores práticas mundiais.

Metodologia/abordagem

Esta pesquisa utilizou uma abordagem exploratória e descritiva para aprofundar o entendimento dos tópicos e investigar as informações relevantes ao estudo. A metodologia se baseou em entrevistas com principais stakeholders do setor elétrico, incluindo geradores, distribuidores, consumidores, consultores, e reguladores.

Principais resultados

O estudo oferece insights para solidificar um mercado de capacidade competitivo, enfocando áreas como a distinção entre a divisão de energia base e o mercado de capacidade, estruturação de leilões e regulamentação, planejamento de longo prazo, e métodos para calcular a demanda.

Contribuições teóricas/metodológicas

Esse artigo contribui para a literatura fazendo um apanhado de casos sobre o desenvolvimento de mercado de capacidade em países desenvolvidos.

Contribuições sociais/para a gestão

Como contribuição prática, traz detalhes sobre o benefício da implementação de um mercado de capacidade no caso brasileiro.

Palavras-chave: mercado de capacidade, mercado puro, mercado de energia

EVALUATION OF COMPETITION WITH THE INTRODUCTION OF AN ENERGY CAPACITY MARKET IN BRAZIL

Study purpose

This article analyzes the need to establish a capacity market in Brazil's electricity sector to improve security, competitiveness and attract investment, mainly addressing the transition from a "pure" energy market to one that includes capacity.

Relevance / originality

This study is significant as it offers a comprehensive discussion on the implementation of an electricity capacity market in Brazil, evaluating the opportunities and challenges therein. It further contributes by comparing the Brazilian case to best practices in developed countries.

Methodology / approach

This research used an exploratory and descriptive approach to deepen the understanding of the topics and investigate the relevant information to the study. The methodology was based on interviews with key stakeholders in the electricity sector, including generators, distributors, consumers, and consultants.

Main results

The study offers insights into solidifying a competitive capacity market, focusing on areas such as the distinction between the base energy split and the capacity market, auction structuring and regulation, long-term planning, and methods for calculating demand.

Theoretical / methodological contributions

This article contributes to the literature by surveying cases on capacity market development in developed countries.

Social / management contributions

As a practical contribution, it provides details on the benefit of implementing a capacity market in the Brazilian case.

Keywords: capacity market, pure market, energy market

AValiação DA CONCORRÊNCIA COM A INTRODUÇÃO DE UM MERCADO DE CAPACIDADE ENERGÉTICA NO BRASIL.

1 Introdução

Uma série de melhorias diversas (como, por exemplo, na geração e nos circuitos) é essencial para a expansão de um sistema elétrico de maneira que possa satisfazer a demanda de forma confiável e econômica. No entanto, esses objetivos são contraditórios: para melhorar a confiabilidade do fornecimento de energia são necessários novos investimentos, o que resulta em aumento de custos. Além disso, se essa melhoria for ecologicamente sustentável, resultará em tarifas e preços mais altos para o consumidor. A busca constante na indústria de energia elétrica é encontrar um equilíbrio entre preços moderados e incentivo à competição, alcançando um padrão de qualidade de serviço satisfatório de maneira sustentável (JOSKOW, 2008). Isso leva a uma busca por modelos de mercado que balanceiem o trilema de confiabilidade, sustentabilidade e acessibilidade econômica.

Uma opção frequentemente escolhida é a mudança de um mercado de energia "pura" para um modelo que também inclua um mercado de capacidade. Segundo a literatura, mercados de energia "pura" são aqueles nos quais o único fator que influencia os investimentos é o preço previsto da energia, sem mercados complementares ou acordos bilaterais (DE VRIES, 2003). Mercados de capacidade de eletricidade, por outro lado, são modelos de mercado projetados para assegurar que os investidores construam a capacidade adequada conforme as preferências de confiabilidade dos consumidores (CRAMTON, 2013). A implementação de um mercado de capacidade é uma solução para o trilema mencionado, pois enfrenta esses desafios de maneira mais direta do que o mercado de energia "pura" (JOSKOW, 2008).

O Brasil ainda não possui um mercado de capacidade implantado e regulamentado. No entanto, mercados de capacidade bem estabelecidos em outros países podem servir de exemplo para o contexto brasileiro. Os países nórdicos, por exemplo, adotaram o mercado de capacidade e agora possuem um dos mercados de energia elétrica mais robustos do mundo, com vários produtos físicos e financeiros (BREDESEN, 2016).

Então, a implementação de um mercado de capacidade poderia beneficiar o sistema elétrico brasileiro? Este estudo argumenta que sim. Assim, o propósito deste trabalho é discutir a implantação do mercado de capacidade, destacando oportunidades e desafios na estruturação deste novo modelo de mercado no Brasil. Para tanto, foi realizado um estudo do caso brasileiro, comparando-o a uma base de avaliação internacional das melhores práticas desse mecanismo nos mercados europeus e norte-americanos.

Esta pesquisa contribui para a literatura fornecendo uma revisão do caso de desenvolvimento do mercado de capacidade em países desenvolvidos. Além disso, trazemos, como contribuição prática, detalhes sobre os benefícios da implementação de um mercado de capacidade no contexto brasileiro.

O estudo é composto por cinco seções: introdução, revisão de conceitos e teorias relevantes, descrição do método de pesquisa, apresentação dos cenários brasileiro e internacional, e a sugestão de um novo modelo para o mercado de energia brasileiro. Finalmente, concluímos e fazemos sugestões para futuras pesquisas.

2 Referencial teórico

2.1 Teoria do Desenho de Mercado e o cenário atual

As reformas setoriais que ocorreram a partir dos anos 90 centraram-se na introdução da concorrência, com a desagregação dos segmentos, como na geração, sendo visto como eficiente este novo modelo de comercialização. Havia a confiança de que os novos mercados, por si só, seriam capazes de garantir a segurança no suprimento de oferta, com base nos desenhos de mercado então existentes. Naturalmente, essa crença de que o problema poderia ser resolvido "pelo mercado" não foi totalmente bem-sucedida, nem mesmo em termos conceituais. Assim, muitos mercados de eletricidade reestruturaram seu modelo para enfrentar os desafios da operação e expansão do sistema, buscando garantir a segurança a um preço competitivo. Na Teoria do Desenho de Mercado, existem duas abordagens básicas para lidar com a questão do suprimento adequado ("Supply Adequacy"): (i) Preços altos no Energy-Only Market; e (ii) Preços da quantidade no Mercado de Capacidade (CRAMTON, 2013).

Os mercados de eletricidade reestruturados atuais demonstram a importância e a eficácia de um desenho de mercado bem projetado. Nos últimos 25 anos, os mercados de eletricidade evoluíram para enfrentar desafios econômicos e de engenharia complexos, tais como mudanças em suas matrizes e novas demandas na infraestrutura existente.

Embora tenham havido contratemplos no percurso, os mercados alcançaram seu objetivo de fornecer eletricidade confiável ao menor custo para os consumidores. Esta não é uma tarefa fácil. A cada segundo, no mercado de energia elétrica, a oferta e a demanda devem estar em equilíbrio de acordo com as leis da física. Milhares de recursos e restrições de rede devem ser atendidos. E o mercado deve enviar os sinais de preço corretos para motivar a geração eficiente e o investimento em recursos ao longo do tempo (CRAMTON, 2017).

Dependendo do design do mercado adotado, a segmentação dos produtos de energia se expande. A complexidade do problema econômico que o mercado precisa resolver inevitavelmente torna o design do mercado mais desafiador. Historicamente, o investimento na geração de eletricidade era realizado por empresas monopolistas. O valor da energia era basicamente um repasse de custos do gerador, que era regulado em alguns fatores, como rentabilidade e custos (BUSHNELL, FLAGG & MANSUR, 2017).

No entanto, três novas perspectivas se desenvolveram. Na reestruturação da eletricidade, os pagamentos recebidos pelos investidores na capacidade de geração são baseados no preço de mercado da energia produzida. Nos mercados de energia pura - "energy only", todos os pagamentos são baseados no valor da energia e serviços ancilares, fornecidos pelo gerador. Embora os mercados de curto prazo sejam a base para o valor da energia, muitos investimentos em geração são garantidos por contratos bilaterais, como acontece no Brasil. Finalmente, nos mercados de capacidade, as unidades de geração são remuneradas como um valor implícito da capacidade de sua usina, além das receitas obtidas pela comercialização de energia e venda de serviços ancilares. Este avanço nas práticas com o mercado de capacidade é ilustrado (ALEXANDRE GUEDES VIANA et al., 2022).

A motivação para a mudança são os novos desafios impostos aos mercados. Os principais impulsionadores são: (i) mudanças nas matrizes com a introdução massiva de energias renováveis intermitentes; e (ii) novas demandas na infraestrutura existente - transmissão, gasodutos e combustíveis.

O valor da capacidade é definido através de mercados específicos do produto capacidade ou por meio de requisitos de adequação dos recursos sistêmicos. As entidades compradoras de energia devem adquirir capacidade suficiente para atender aos requisitos de planejamento

(FALK, 2010). O investimento significativo em geração ocorreu em todos os três paradigmas nos últimos 15 anos, com aspectos positivos e negativos.

2.2 A transição competitiva para o mercado de capacidade

O principal objetivo de um sistema elétrico competitivo é incentivar a produção de energia com o menor custo possível para o consumidor, mantendo-se de maneira segura e otimizada. A complexidade envolvida no planejamento e operação deve considerar vários elementos, tais como as características das fontes de energia, limites de fluxo de energia, perfil de consumo, segurança energética, entre outros.

O design do mercado deve sempre buscar transmitir sinais de preço de maneira transparente, a fim de aumentar a eficiência do sistema (CRAMTON, 2017). A aplicação ideal dos recursos para a expansão do sistema necessita suporte na tomada de decisões, alinhando o planejador com o operador.

O desafio de planejar e operar um sistema complexo, como o brasileiro, que possui uma diversidade de fontes de energia e uma rede de transmissão interconectada de grande escala, não se limita apenas à expansão da capacidade instalada para atender à demanda total, mas também à coordenação da operação.

No contexto brasileiro, as decisões sobre a operação do sistema estão temporalmente e geograficamente acopladas devido à interconexão de bacias e reservatórios, sua multiplicidade de proprietários e usos. Para o planejamento de expansão, entender a capacidade energética do sistema é crucial e as regras para o planejamento das operações elétricas e energéticas são determinantes.

No atual cenário de mercados de energia estabelecidos, o alcance do Mercado de Capacidade pode ser amplo ou marginal na contratação. Do ponto de vista da oferta, a disponibilidade de geração tem valor para a sociedade e aumenta a segurança do suprimento elétrico e energético, portanto, todos os geradores deveriam ser compensados pela sua disponibilidade. Do lado da demanda, apenas recursos novos ou estratégicos existentes devem receber, pois seria um excesso de renda desnecessário para aqueles sustentados pela receita de energia tradicional.

Quando se opta por uma abordagem ampla, é necessário discutir os contratos herdados existentes, o que requer uma reforma completa visando a separação das receitas por energia e capacidade em cada contrato. Uma solução prática adotada é um Mercado de Capacidade com abordagem de contratação marginal - apenas os novos ativos de geração, ou estratégicos existentes, com volume e métricas estabelecidas pelo operador e planejador, conforme métricas estabelecidas em procedimentos aprovados pela regulação e pelo mercado. Portanto, o papel do operador e planejador é fundamental no Mercado de Capacidade. O cálculo para alcançar as métricas de confiabilidade estabelecidas é uma atribuição técnica destas instituições.

Nesse contexto de múltiplas responsabilidades para as fontes de geração, podemos citar o Planejamento Integrado de Recursos (PIR), que envolve a seleção da expansão da oferta de energia elétrica, visando satisfazer as necessidades de energia elétrica local (temporal e geográfica). Os processos do PIR avaliam o planejamento de maneira integrada, onde se considera o aumento da capacidade instalada juntamente com outros temas, como conservação e eficiência energética, autoprodução e fontes renováveis. Este planejamento busca garantir a confiabilidade da entrega de energia considerando aspectos técnicos, econômico-financeiros e socioambientais (UDAETA, 2001). Nesse sentido, é importante a visão e o papel do planejador, em sincronia com o operador, no contexto do novo design do Mercado de Capacidade.

3 Metodologia

A abordagem metodológica visa apresentar a fundamentação teórica e questões pertinentes ao propósito deste artigo, que é identificar os elementos necessários para melhorar o mercado brasileiro de energia elétrica. Neste segmento, são detalhados os procedimentos metodológicos, bem como os métodos e técnicas de pesquisa empregados para atingir o propósito deste estudo. Como meta para a criação deste artigo, propomos a Pesquisa Aplicada. O estudo é categorizado como pesquisa aplicada, pois pretende sugerir uma estratégia para a implementação de um mercado de capacidade no Brasil, explorando as etapas de diagnóstico do layout atual, identificação dos problemas associados à falta de competitividade, receitas apropriadas para garantir a confiabilidade, entre outros. O estudo propõe medidas para resolver problemas associados à implementação de aprimoramentos no mercado de capacidade, como o gerenciamento de contratos herdados, a implementação extensa de remuneração aos usuários pela segurança do sistema, entre outros.

Em termos da categorização da escolha do objetivo do estudo, foi empregado um estudo de caso. Um estudo de caso é uma análise empírica que investiga um fenômeno específico, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto de vida real, onde as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que se encontra não são claramente evidentes. Trata-se de um exame detalhado de um ou mais objetos (casos) que permite o seu conhecimento extenso e minucioso (GIL, 1991).

O caso examinado neste estudo é o Brasil, no que tange à implementação de um mercado de capacidade. As técnicas de coleta de dados são um conjunto de regras ou processos utilizados por uma ciência, ou seja, refere-se à parte prática da coleta de dados (LAKATOS & MARCONI, 2010). Utilizaram-se entrevistas, pesquisa bibliográfica e pesquisa documental.

As entrevistas foram realizadas com especialistas em várias áreas do setor elétrico, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Lista de Entrevistados

Nome	Instituição	Cargo	Obs.
Xisto Vieira	ABRAGET	Presidente	Ex-secretário de Energia do MME
Rubens Parreira	Delta Energia	Sócio presidente	Fundador do grupo delta
Roseane Santos	CCEE	Conselheira	Ex-diretora jurídica - grupo Bolonhesi
Reginaldo Medeiros	ABRACEEL	Presidente	
Rogério Jorge	AES	Diretor	
Alexandre Viana	Thymos	Sócio-Diretor	
Luiz F. L. Viana	Delta Geração	Presidente	Ex-presidente de Copel, ITAIPU, APINE
Joisa Saraiva	FGV	Diretor	Ex-diretora da ANEEL
Hermes Chipp		Consultor	Ex-presidente, Operador nacional do Sistema
Mario Santos	Enel	Presidente - Conselho	Ex-presidente do Operador nacional do Sistema
Elbia Ganoun	ABEEOLICA	Presidente	
Gláucia Roveli	GM	Diretora de Energia	

Fonte: Elaborado pelos autores.

4 Análise

4.1 Situação Brasileira

No contexto brasileiro, a competição se estabeleceu com a estrutura chamada "mercados paralelos", onde os mercados de energia, livre e cativo, coexistem. Este processo se originou a partir da Lei 9.074/95, que instituiu a figura do consumidor livre de energia (MELLO, 2008).

O modelo atual do setor elétrico brasileiro, estabelecido pela Lei 10.848/04 e Decreto 5.163/14, é dividido em dois espaços para a contratação de energia: o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). A principal distinção entre ACR e ACL reside no modo de aquisição de energia. No ACR, a compra é realizada predominantemente por meio de leilões públicos, enquanto no ACL é feita por negociação livre. A transação de energia pode ser direta ou realizada por meio de comercializadores.

Toda a energia do SIN é contabilizada na CCEE, apesar de a maior parte desta energia ser negociada através de contratos bilaterais. Assim, os contratos de energia representam acordos financeiros, sem obrigações físicas. As necessidades líquidas do mercado, considerando a dedução de vendas e compras cobertas por contratos bilaterais, são liquidadas financeiramente na CCEE e estão sujeitas ao preço de curto prazo (PLD – Preço de Liquidação de Diferenças) (CCEE, 2022).

O valor destes pagamentos depende da exposição volumétrica de cada agente e do preço em vigor no momento. Apenas os fluxos de energia não contratados estão sujeitos ao PLD, porém todos os fluxos de energia são considerados para definir a programação de geração ideal, e o PLD resultante, baseado na otimização hidrotérmica do sistema.

Em suma, o mercado competitivo brasileiro é um "mercado de liquidação de diferenças" administrado pela CCEE, no qual os contratos bilaterais são acordos financeiros que protegem contra a exposição ao PLD, negociados entre as partes interessadas com processos próprios no ACR (leilões públicos) e ACL.

O mercado de energia brasileiro atual é um "Mercado de Energia Pura", no qual o preço da energia em R\$/MWh engloba toda a receita dos geradores. Uma visão abrangente da relação entre vendedores e compradores ("ACR e ACL") é ilustrada na Figura 1. Todo este fluxo comercial é registrado e monitorado na CCEE, que realiza a contabilização e liquidação em tempo real, e liquida a diferença, ao preço spot (PLD), entre o mundo físico e os contratos registrados.

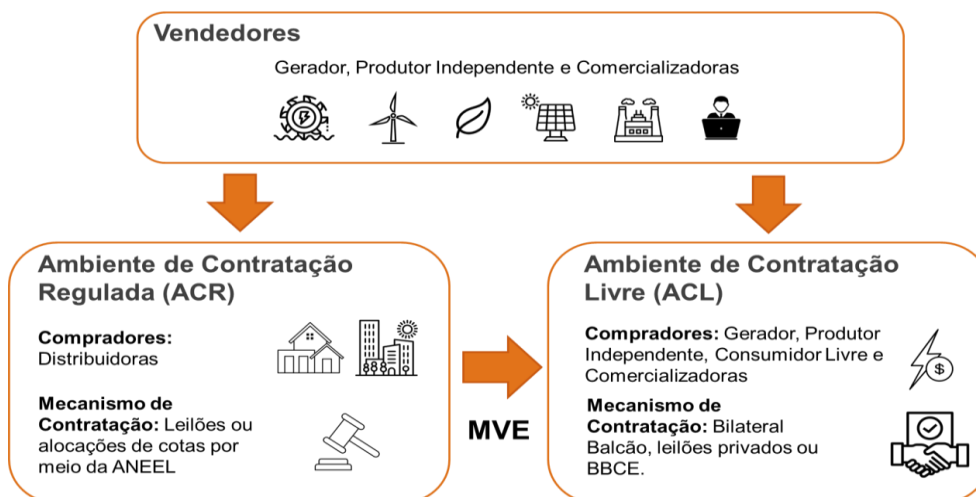


Figura 1 - Relações Comerciais no SIN
 Fonte: Thyms 2021

Este modelo de mercado tem sido gradualmente ajustado, incluindo alguns pontos destacados que foram necessários para se adaptar desde sua criação em 2004, como:

- As distribuidoras podem vender excedentes para o ACL por meio do Mecanismo de Venda de Excedentes (MVE).
- O processo de migração reduziu o nível mínimo de consumo. Para migrar para o ACL, é necessário ter demanda de 1 MW. Os consumidores entre 0,5 MW - 1 MW podem

migrar para o ACL, mas são considerados especiais e devem comprar energia incentivada.

- Os consumidores livres podem transferir energia entre si.
- Existem diferentes tipos de leilões de energia para o ACR e diferentes calendários.
- Existem vários tipos de cotas, introduzidas pela Lei 12.873/13 (MP579), que são reguladas pela ANEEL.

O PLD, calculado diariamente em base horária, reflete o custo marginal da operação do sistema, considerando custos incrementais de geração térmica (CVU) e custos de déficit. Embora leve em consideração algumas restrições de transmissão, é transparente e acessível a todos os agentes do mercado.

4.2 Situação em países estrangeiros desenvolvidos

Numa visão geral da evolução dos modelos de mercado, observa-se como a trajetória dos mercados de energia indica um maior nível de competição.

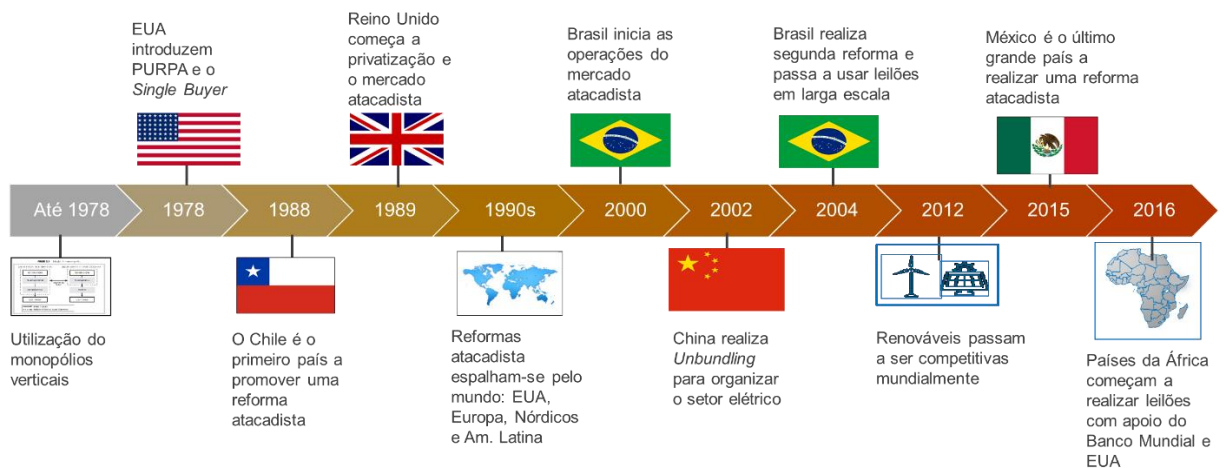


Figura 2 - Linha de Tempo da Evolução dos Mercados

Fonte: Adaptado de Thyms (2021) pelos autores.

Na prática, os quatro desenhos canônicos se transformam em cinco diferentes abordagens a nível internacional, como mostra a Figura 3. Nota-se que na América do Norte (Estados Unidos e Canadá), os desenhos de mercado seguem a regulamentação por estado ou província, e a figura escolheu adotar o design menos avançado em algumas das regiões.

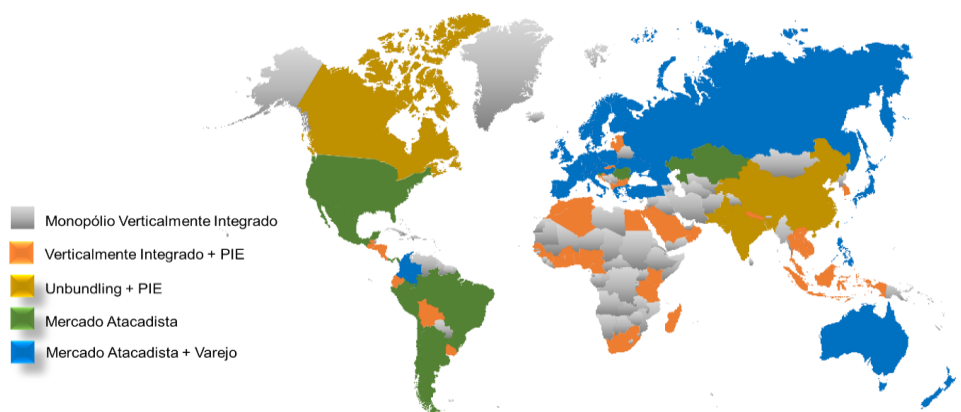


Figura 3 - Visão Mundial dos Desenhos de Mercados.

Fonte: Hunt (2002)

4.3 Mercado de capacidade em países estrangeiros desenvolvidos

O mercado de capacidade tem sido usado como uma ferramenta adicional ao mercado único de energia - "energy only" em muitos países, com o objetivo de aumentar a confiabilidade do sistema. Este capítulo aborda a experiência dos Mercados Europeus, com foco na Alemanha, Reino Unido e Países Nórdicos; e na América do Norte, com foco nos Estados Unidos, como experiências relevantes deste modelo de mercado.

4.3.1 Mercado Europeu

O quadro elétrico europeu projeta uma predominância de fontes renováveis até 2030, incentivando a inclusão dessas energias (NEWBERY et al., 2018). Para evitar a situação de "free-rider", onde uma nação não implementa um mecanismo de capacidade mas se beneficia da energia importada de países que o fazem, o mercado europeu está incentivando a instauração de mercados de capacidade entre seus membros. Até 2025, é mandatório a implementação de algum sistema de remuneração de capacidade nos mercados europeus. Há uma discussão sobre a contratação a médio e longo prazo (mercado de capacidade) e a curto prazo (serviços ancilares) no contexto europeu, visando assegurar flexibilidade competitiva e a disponibilidade de serviços ancilares necessários, com ajustes de mercado baseados em propostas adicionais desses serviços. A Figura 4 exibe a extensão dos mercados de capacidade na Europa. Uma síntese da situação em cada país é fornecida na Tabela 2 (NEUHOFF et al., 2016).

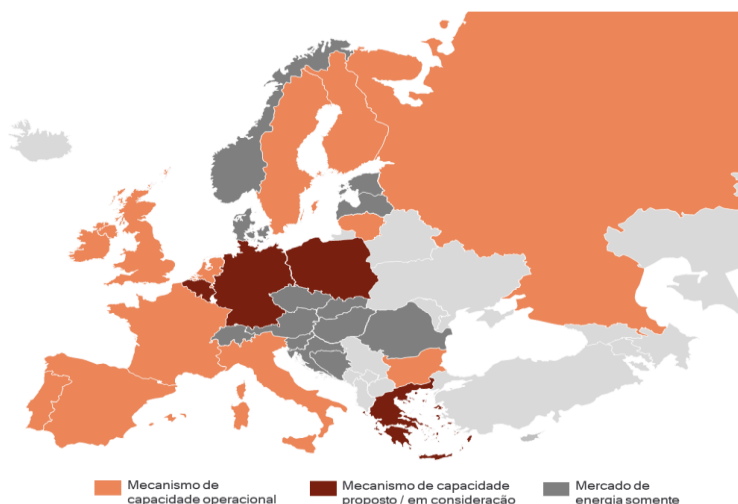


Figura 4 - Mercados de Capacidade Europeus

Tabela 2 - Características dos Mercado de Capacidade Europeus

Mercado	Característica
Portugal	Pagamentos de capacidade (desde 2010 parcialmente suspensos entre 05/2011 e 10/2014)
Espanha	Pagamentos de capacidade (desde 2008)
França	Requisitos de capacidade (certificação iniciada em 1º de abril de 2015)
Irlanda	Pagamentos de capacidade (desde 2007) considerando opções de confiabilidade
Reino Unido	Leilão de capacidade (desde 2014 - primeira entrega em 2018/19)
Holanda	Reserva estratégica (desde 1 de novembro de 2014)
Grécia	Mecanismo de capacidade em avaliação pela DG COMP (pagamentos de capacidade, 2006-2014)
Itália	Opções de confiabilidade (primeira entrega da capacidade contratada 2020)
Bulgária	Leilão (desde novembro de 2013)
Lituânia	Reserva estratégica

Polônia	Reserva estratégica (a partir de 2016)
Alemanha	Reserva estratégica (a partir de 2014)
Suécia	Reserva estratégica (desde 2004)
Finlândia	Reserva estratégica (desde 2007)

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3.1.1 Alemanha

Depois de desativar grande parte de sua produção nuclear em 2012, a Alemanha se voltou para as fontes renováveis, que hoje representam 47% da capacidade, com uma projeção de crescimento nos próximos anos (TIMERA ENERGY, 2020). Em 2019, a Comissão de Carvão da Alemanha recomendou a eliminação gradual da capacidade de produção de energia a partir de carvão e lignite até 2038.

Para enfrentar a variabilidade das fontes de energia renovável e o risco de congestionamento na transmissão e falhas no abastecimento, a Alemanha instituiu a Reserva Estratégica (BHAGWAT & DE VRIES, 2013; BUBLITZ et al., 2015). Esta reserva estratégica contrata uma parcela da capacidade de produção de energia que não é ofertada no mercado de energia do dia seguinte (day-ahead).

As usinas que participam da Reserva Estratégica geralmente têm um alto custo variável e são raramente despachadas no mercado day-ahead. Os lucros gerados pelo operador do sistema ao vender essa energia a preços elevados durante períodos de escassez são usados para diminuir os custos da contratação da Reserva Estratégica.

A Reserva Estratégica foi inicialmente implementada na região sul em 2011 e se expandiu a partir de 2014, tendo realizado nove leilões de contratação até 2019 (BUNDESNETZAGENTUR, 2019). As usinas contratadas, principalmente termelétricas, são escolhidas levando em consideração simulações de invernos extremos e cenários de redução ou falta de importação de energia (BUBLITZ et al., 2015).

4.3.1.2 Países Nórdicos

A partir da desregulamentação do setor elétrico na Noruega na década de 1990 e das reformas similares na Suécia, que incluíram a desvinculação e privatização das empresas estatais de eletricidade, surgiu o mercado de energia nórdico, um dos mais exitosos (NORDPOOLGROUP, 2018). Desde 2000, este mercado, gerenciado pela Nord Pool e incorporando TSOs dos países membros, expandiu-se ao incluir outros países e passou a ser um provedor de serviços para outros mercados europeus e internacionais.

A maioria das empresas de energia nos países nórdicos são estatais, porém operam como empresas competitivas, com uma gestão profissional e uma estrutura de conselho. A reforma do mercado de energia facilitou a liberalização do mercado, que levou apenas dois anos, e incentivou a liquidez por meio de iniciativas como a distribuição da capacidade de transmissão entre as áreas de mercado (BREDESEN, 2016).

A região possui mercados de energia elétrica robustos, com produtos físicos e financeiros negociados em duas bolsas de energia, Nasdaq Commodities e EEX. Enquanto a Suécia e a Finlândia operam mercados de capacidade, a Noruega, com sua grande capacidade de exportação e fornecimento de energia hidrelétrica e renovável, não adotou este modelo por ter uma oferta superior à demanda local.

4.3.3 América do Norte

A crise elétrica da Califórnia em 2000 e 2001, causada por uma regulamentação falha e manipulação do mercado por empresas como a ENRON, resultou na implementação de mecanismos de capacidade e reformas no mercado de energia. Atualmente, os EUA apresentam

diferentes modelos de mercados entre os estados, com a PJM Interconnection e a Califórnia se destacando como os principais operadores com mecanismos de capacidade.

Os mercados de energia elétrica atacadista, nos quais as empresas de serviços públicos são integradas verticalmente, predominam principalmente no sudeste, sudoeste e noroeste (FERC, 2019). Apesar da tendência histórica para transações bilaterais e acordos de pool de energia, a indústria está se movendo em direção à liberalização do mercado. Nesse contexto, as Organizações de Transmissão Regionais (RTOs) e as Organizações de Sistemas Independentes (ISOs) são incentivadas a operar os sistemas de transmissão de maneira independente e a promover a concorrência (FERC, 2019).

Os mercados de capacidade proporcionaram maior estabilidade ao fornecimento de energia a longo prazo, apesar de problemas como a alta volatilidade dos preços e críticas em relação a lucros excessivos para os proprietários de usinas de energia. Recentemente, uma significativa atualização do PJM foi introduzida para melhorar o desempenho e a confiabilidade dos fornecedores de capacidade e aumentar as penalidades por não entrega.

Conforme ilustrado na Figura 5 (FERC, 2019), embora partes significativas do país operem sob estruturas de mercado mais tradicionais, dois terços da carga de eletricidade da nação são atendidos nas regiões da RTO. A imagem representa a divisão dos mercados por região e empresas nos Estados Unidos, mostrando a adoção de mercados de capacidade em alguns dos principais mercados dos EUA para garantir a confiabilidade num contexto competitivo.

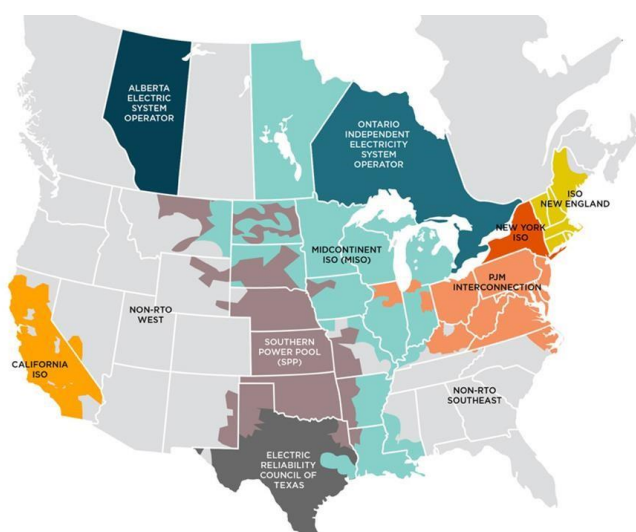


Figura 5 - Mercados Regionais de Energia nos Estados Unidos

Fonte: FERC (2019)

5. Debate Sobre Novo Modelo Brasileiro

Em vista da complexidade técnica e regulamentar do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), principalmente em relação à configuração do mercado, a implementação de um novo mercado provavelmente levantará questões e debates importantes, que devem ser resolvidos com o objetivo de alcançar a eficiência alocativa. Isso implica custos que podem ser pagos num cenário de fomento à competição sempre que possível.

5.1 Distinguindo a Separação de Lastro e Energia do Mercado de Capacidade

No SEB, as discussões sobre a adoção de um mercado de capacidade precederam aquelas sobre a separação de lastro e energia, que visava resolver problemas pontuais,

principalmente energéticos, até o final dos anos 90. O debate sobre a separação de lastro e energia emergiu na segunda metade dos anos 2000, após a aprovação da Lei nº 10.848/2004. A contratação conjunta desses componentes é realizada através da determinação de uma cobertura de 100% por consumidores e vendedores.

Apesar de o mercado permitir a negociação de contratos seguindo uma lógica financeira, há uma relação entre o consumo e o lastro físico de uma usina. A separação de lastro e energia e o mercado de capacidade têm uma base conceitual e teórica semelhante, já que a contratação de energia elétrica deve ser entendida como uma commodity negociada entre os agentes do SEB.

No estágio atual do debate no SEB, há diferenças específicas entre a separação de lastro e energia e o mercado de capacidade, incluindo o tratamento dos contratos legados, a manutenção da Garantia Física (GF) para fins de comercialização e a ideia de uma renda universal pela confiabilidade para todas as usinas.

A separação de lastro e energia também leva à discussão de quem deve suportar os custos dos contratos legados. Para evitar a judicialização deste problema, este artigo sugere abordar o problema dos "Contratos Legados" apenas em sincronia com a ampliação da abertura do mercado livre. O papel da GF nos aspectos comerciais também é uma discussão relevante, embora no mercado de capacidade atual haja uma perda de relevância da GF.

Por fim, a ideia de uma renda universal pela confiabilidade para todas as usinas diferencia a separação de lastro e energia do mercado de capacidade. A solução apresentada pela Lei 14.120/21 resolve as bases de um mercado de capacidade marginal, mas o "Projeto de Modernização Setorial" sugere que esta é uma solução transitória até a implementação da "separação de lastro e energia".

5.2 Desenho do Leilão e Regulação da Contratação – Expansão

A expansão da matriz energética brasileira nas últimas duas décadas ocorreu através de leilões de "energia nova", que incentivaram a diversidade tecnológica e financiabilidade. Hoje, essa tendência está mudando devido ao crescimento do Ambiente de Contratação Livre (ACL), geração distribuída (GD) no varejo, e aprendizados como a sobrecontratação das distribuidoras. As térmicas, que eram o principal foco no Ambiente de Contratação Regulada (ACR), agora se concentram na segurança do sistema. No ACL, os agentes mantêm o controle sobre contratação de energia nova com produtos como Contratação Bilateral, Leilões Privados e Autoprodução, gerenciando os riscos de contratação.

A Figura 6 ilustra um portfólio de produtos “energia” que estarão disponíveis em cada ambiente nos próximos anos.

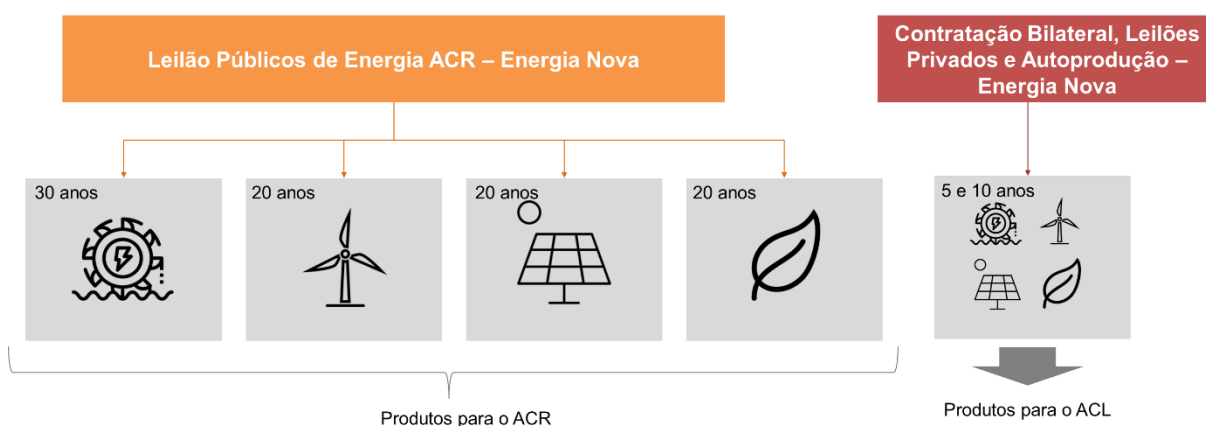


Figura 6 - Expansão do Produto Energia - ACR e ACL – Tendências de Produtos

O conceito de "energia nova" se refere à atual regulamentação do Ambiente de Contratação Regulada (ACR), que divide os produtos de energia em "nova" e "existente". No entanto, no Ambiente de Contratação Livre (ACL), essa distinção não existe, sendo a origem da compra determinada pelo agente. A questão crucial é se as condições para expandir a matriz energética estão sendo mantidas. Esta expansão não deve ser problemática, pois haverá um mercado competitivo em ambos os ambientes, embora com diferenças em termos de duração, indexação, contrapartes, garantias e financiamento.

As usinas termelétricas focarão mais na segurança, provavelmente contratadas por meio de Leilões de Reserva de Capacidade, um novo método de contratação que se concentra na garantia de capacidade fornecida ao ONS, com energia sendo um subproduto. Este é um benefício claro para o sistema e para todos os consumidores, tanto no ACR quanto no ACL.

A combinação de capacidade e energia em futuros Leilões de Reserva de Capacidade será um tópico a ser explorado. As soluções serão personalizadas de acordo com a necessidade de segurança do poder concedente. Considerando as características técnicas das usinas do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) e seus custos, algumas adaptações são necessárias para o mercado de capacidade, especialmente em relação aos produtos e à indexação do componente combustível na Receita Fixa.

No que se refere a produtos, propõe-se a adoção de três produtos visando uma diversidade de portfólio e uma maior flexibilidade na operação do sistema pelo Operador Nacional do Sistema (ONS): Reserva de Capacidade Ultrarrápida; Reserva de Capacidade Rápida e Reserva de Capacidade Estrutural.

- Reserva de Capacidade Ultrarrápida: Quando acionada, deve entregar a potência em até 1 hora, indicada para suprir falhas improváveis de equipamentos, consequentemente esta flexibilidade reflete-se em preços mais elevados.
- Reserva de Capacidade Rápida: Quando acionada, deve entregar potência em até 5 horas, sendo indicada para suprir potência quando a margem de potência atingir níveis críticos (<3%, por exemplo), com tendência de custos moderados.
- Reserva de Capacidade Estrutural: Quando acionada, deve entregar potência em até um número determinado de 10 horas e a depender da tecnologia da máquina há um reflexo no tempo mínimo de manutenção do despacho (time on) e para eventual religamento. Seria indicada para suprir potência quando a margem de potência atinge níveis baixos (<5%, por exemplo) e possui custos mais baixos.

A diversidade de portfólio é essencial para o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), devido à variedade de tecnologias e custos, e à importância da hidroeletricidade na geração de energia. Sugere-se que a componente inflexível na Receita Fixa seja mantida, pelo menos durante um período de transição, indexada ao combustível no mercado internacional, conhecido como "fator i", para mitigar o risco de despacho imprevisível de capacidade.

O mercado de capacidade foi originalmente concebido para mercados com "hard currency" e um mercado de combustível líquido, elementos que não estão presentes no SEB. Entretanto, o mercado de capacidade não é exclusivo para usinas térmicas; outras tecnologias estarão disponíveis à medida que se tornem competitivas, controláveis e maduras.

O papel das hidrelétricas – grandes, médias e pequenas – é importante. Apesar do grande potencial do Brasil, os custos socioambientais e logísticos têm tornado sua expansão menos atrativa. No entanto, o parque existente é essencial para o setor energético nacional.

É crucial encontrar uma combinação de receitas para as hidrelétricas existentes, que inclui o pagamento pela capacidade e serviços auxiliares. A motorização de algumas usinas hidrelétricas pode ser uma boa solução temporária para o mercado de capacidade nacional, mas não é uma solução estrutural.

5.3 Projeto de Mercado a Longo Prazo

Há uma inquietação no Sistema Elétrico Brasileiro (SEB) de que o mercado de capacidade, projetado a longo prazo, possa favorecer projetos e tecnologias pouco eficientes, elevando os custos para os consumidores. Uma perspectiva a longo prazo na estruturação do mercado é essencial, levando em conta a capacidade de escolha do consumidor e a flutuação dos preços da energia.

O projeto do mercado de capacidade não deve restringir as opções do consumidor nem obstar a incorporação de novas tecnologias. Também é necessário evitar o envio de sinais equivocados para a operação do sistema que impactem o Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) ou a utilização do mercado de capacidade como substituto da necessidade de segmentação de serviços.

Deve-se resistir à tentação de utilizar o mercado de capacidade como solução para todos os custos irreversíveis, evitando assim um sistema ineficiente que contrate serviços e tecnologias desnecessários. É imperativo criar "procedimentos de capacidade", similares aos já existentes procedimentos de rede, que estabeleçam critérios, ferramentas e dados para calcular indicadores de adequação aos novos critérios de garantia de suprimento.

5.4 Procedimento para Cálculo de Demanda no Mercado de Capacidade

Uma crítica dirigida ao mercado de capacidade brasileiro é a possível criação de cenários futuros excessivamente negativos por parte das entidades governamentais centrais, gerando custos desnecessários para os consumidores. Propõe-se um "Procedimento para Cálculo de Demanda do Mercado de Capacidade", a ser aprovado e discutido publicamente, semelhante aos "Procedimentos de Rede" do ONS e aos "Procedimentos de Comercialização" da CEEE.

O planejamento de um sistema elétrico resiliente tornou-se mais complexo devido a incertezas, cenários disruptivos e mudanças climáticas. Novos critérios de garantia de suprimento foram aprovados pelo CNPE em 2019, que revisaram o critério de fornecimento energético e adicionaram critérios para assegurar o fornecimento de potência.

Estes critérios aplicam conceitos como CVaR (ENS - energia não suprida) e CVaR (CMO) para o fornecimento de Energia, e CVaR (PNS - potência não suprida) e LOLP (probabilidade de perda de carga) para o fornecimento de Potência. Estes são utilizados na avaliação das decisões de investimento na expansão da oferta de energia elétrica.

A conformidade com estes critérios é crucial, tendo em vista a introdução de fontes renováveis intermitentes e a dependência crescente de fontes com alta variabilidade do recurso energético primário, tornando o SIN mais vulnerável a eventos climáticos.

6. Conclusão

Este trabalho buscou analisar questões ligadas à necessidade de criação de um mercado de capacidade no setor elétrico brasileiro, com o objetivo de garantir a segurança do sistema, aumentar a competitividade do mercado em benefício dos consumidores de energia, e também atrair investimentos para os segmentos de oferta desta indústria.

No início da estruturação, propusemos uma introdução sobre as necessidades e problemas associados às estruturas competitivas no setor elétrico. O texto também apresentou uma análise das principais estruturas econômicas e os principais tipos de regulação utilizados na reestruturação do setor elétrico, globalmente e no Brasil.

O ponto principal do debate discutido neste trabalho foi a transição de um mercado "apenas de energia" para um mercado de capacidade. O trabalho contextualiza as necessidades reais do setor elétrico brasileiro, avalia as melhores práticas internacionais de modelos de mercado, bem como avalia a eficácia da implementação de um mercado de capacidade no Brasil.

Contamos com a participação de importantes atores do setor, incluindo geradores, comerciantes, consumidores, distribuidores de energia, agentes reguladores, operadores de sistema e consultores.

Destaca-se que o Brasil precisa de grandes reformas estruturais e a adoção de um mercado de capacidade seria um passo importante para permitir a expansão do mercado livre, garantindo a segurança do sistema, dada a atual matriz elétrica brasileira.

Foram discutidos temas como a possibilidade de um mercado de energia baseado em ofertas por preços, um tema que ainda requer muitos estudos relacionados ao poder de mercado dos agentes, tratamento de contratos legados, necessidade de reformulação das bases existentes para a implementação de um mercado de capacidade, necessidade de revisão da contratação de energia com contratos de longo prazo.

Como resultado, procuramos apresentar contribuições significativas que devem ser consideradas para a consolidação do mercado de capacidade em um ambiente competitivo, com vistas à sua continuidade no médio e longo prazo. Estas contribuições estão alinhadas com um contexto de SEB que demanda cada vez mais um projeto e arquitetura de mercado flexíveis para acomodar novas tecnologias e modelos de negócios: (i) diferenças entre a separação de lastro e energia e o mercado de capacidade; (ii) projeto do leilão e regulação da contratação; (iii) projeto do mercado a longo prazo; e (iv) procedimento para cálculo da demanda do mercado de capacidade.

Discutem-se algumas questões e possíveis soluções para um mercado de capacidade no Brasil, em consonância com a nova regulamentação oferecida recentemente ao mercado brasileiro com a Lei 14.120/21.

As análises e propostas apresentadas demonstram a complexidade do tema da competitividade no setor elétrico. Como temas para futuras pesquisas podem ser listados: (i) modelo de precificação de atributos de fontes / serviços ancilares; (ii) avaliação dos riscos, benefícios para uma modelagem de preço por oferta, incluindo análise de poder de mercado e como desenvolver mecanismos de mitigação; e (iii) aperfeiçoamento de modelos e produtos para resposta da demanda.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. BIG - Banco de Dados da Geração. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em 30.set.2017

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. (2014). *AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA*. Fonte: <http://www.aneel.gov.br/>; <http://www.aneel.gov.br/>

AUSTRÁLIA – Australian Government: Department of Industry, Innovation and Science. Energy in Australia, 2015. Canberra, 2016.

BBCE. (22 de 06 de 2014). *BBCE*. <http://www.bbce.com.br/produtos-e-servicos/>

Bushnell, J., Flagg, M., & Mansur, E. (2017). Capacity Markets at a Crossroads. *Energy Institute at Haas*.

CANADA – Minister of Natural Resources. Energy Fact Book 2015-2016. Disponível em: <https://www.nrcan.gc.ca/sites/www.nrcan.gc.ca/files/energy/files/pdf/EnergyFactBook_2015-Eng_Web.pdf>. Acesso em 01.abr.2017.

Canadian Electricity Association. (15 de junho de 2014). Fonte: <http://www.electricity.ca/>: <http://www.electricity.ca/industry-issues/electricity-incanada/industry-overview.php>

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. (Janeiro de 2022). <https://www.ccee.org.br>. Fonte: CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica: <https://www.ccee.org.br/mercado/leilao-mercado>

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica. InfoMercado – Dados Gerais – 2015 (XLSX). São Paulo, Brasil. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-quefazemos/infomercado?_adf.ctrlstate=gt9hic0lv_49&tipo%3DResultado+Consolidado%26assunto%3DLeil%3%A3o%26=&_afLoop=338770627527772>. Acesso em 28 ago.2016.

CCEE. (setembro de 2011). www.ccee.org.br.

CCEE. (Novembro de 2012). Construindo um mercado inteligente de energia elétrica no Brasil. CCEE. (06 de 2014). www.ccee.org.br. Fonte: CCEE: www.ccee.org.br

Central Energía. (2014). *Central Energía*. Fonte: <http://www.centralenergia.cl/biblioteca/estadisticas-de-energia-en-chil>

Comisión Nacional de Energía (CNE). (2009). *NON-CONVENTIONAL RENEWABLE ENERGY IN THE CHILEAN ELECTRICITY MARKET*.

Cramton, P. (02 de novembro de 2017). Electricity market design. *Oxford Review of Economic Policy*, pp. 589–612.

Cramton, P. (02 de Novembro de 2017). Electricity market design. *Oxford Review of Economic Policy*, pp. 589–612.

CRAMTON, P. O. (2013). Capacity Market Fundamentals. *Economics of Energy & Environmental Policy*, pp. 27-46. Fonte: <http://www.jstor.org/stable/26189455> Department of Energy & Climate Change. (2014). *Implementing Electricity Market Reform (EMR)*.

DE VRIES, L.J., 2003. The Instability of Competitive Energy-Only Electricity Markets. Research Symposium on European Electricity Markets, The Hague, Netherlands.

DOE - Department of energy. (2014). <http://www.energy.gov/>. Fonte: <http://www.energy.gov/>:

EDELMAG. (2014). *EDELMAG*. Fonte: <http://www.edelmag.cl/>: <http://www.edelmag.cl/mercadoelectrico/Paginas/SistemasElectricos.aspx> Edison Electric Institute. (2008). *Demand Response Review*.

EEX. (2014). *EEX*. Fonte: <https://www.eex.com/>: <https://www.eex.com/en>

EIA – US. Energy Information Administration. U.S. electric system is made up interconnections and balancing authorities. Washington, 2016b. Disponível em:<<https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=27152>>. Acesso em 09.abr.2017.

ELETRORAS. (2014). www.eletroras.com.

ENEL. Enel Green Power with Nareva and Siemens awarded preferred bidder status for 850 MW of wind capacity in Morocco. Rome, Italy, 10 March 2016. Disponível

em:<<http://www.enel.com/en/media/press/d201603-enelgreen-power-with-narevaand-siemens-awarded-preferred-bidder-status-for-850-mw-of-wind-capacity-in-morocco.html>>
Acesso em 16.jun.2017.

European Commission. (2020). *Methodology for the European resource adequacy assessment*.

EUROSTAT. (14 de 06 de 2014). *EUROSTAT*. Fonte: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/>;
<http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=0&language=en&pcode=ten00117>

Eurostat. (maio de 2013). *Eurostat*. Fonte: www.eurostat.com: www.eurostat.com

Falk, J. (10 de 2010). Capacity Markets: Prices vs. Quantities. *Energy Market Insights*.

Federal Energy Regulatory Commission. (2014). *Federal Energy Regulatory Commission*.
Fonte: www.ferc.gov.br: <https://www.ferc.gov/legal/maj-ord-reg/land-docs/rm95-800w.txt>

FERC – Federal Energy Regulatory Commission. Electric Power Markets: National Overview.

FERC. (fevereiro de 2019). *FERC*. Fonte: <https://www.ferc.gov>:
<https://www.ferc.gov/marketoversight/mkt-electric/overview.asp?csrt=6010182456890351226>

Financial Services Authority (FSA). (s.d.). *Financial Services Authority (FSA)*. Fonte:
<http://www.fsa.gov.uk/>: <http://www.fsa.gov.uk/>

FSA. (2007). *Analysis of activity in the energy markets 2007*.

GIL, A. (1991). *Como elaborar projetos de pesquisa*.

International Energy Agency. (2005). *Lessons from liberalised electricity markets*.

LIMA, W. C. (2014). EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. *UNTER BOOKS EDITORA*,

KING, R., et al. The Debate About Demand Response and Wholesale Electricity Markets. *SPEER*, 2015.

Kopsakangas-Savolainen, M., & Svento, R. (30 de Novembro de 2010). Real-Time Pricing in the Nordic Power Markets.

Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relationship between Energy and GNP. *Journal of Energy and Development* 3, pp. 401–403.

Lakatos, E. M., & MARCONI, M. D. (2010). *Fundamentos de metodologia científica*. Editora Atlas S.A.

Lima, A. A. (Abril de 2012). State and Electricity Sector in Brazil: Privatization and Reform in Perspective. *International Journal of Social Science Tomorrow*.

LIN, J., MAGNAGO, F. H. *Electricity Markets: Theories and Applications*. IEEE Press, 2017

Mello, J. C. (novembro de 2008). Comercialização de Energia: A Interação Atacado & Varejo. *I SINREM – Simpósio Nacional de Regulação, Economia e Mercados de Energia*.

NASDAQ OMX. (03 de 07 de 2014). *NASDAQ OMX*. Fonte: <http://ir.nasdaqomx.com>:
<http://ir.nasdaqomx.com/releasedetail.cfm?ReleaseID=449910>

Nery, E. (2012). *Mercados e Regulação de Energia Elétrica*. Interciência.

NEWBERY, D. Predicting market power in wholesale electricity markets. European University Institute. EUI Working Paper RSCAS 2009/03. Florence, 2009.

- Nord Pool Spot. (2014). *Nord Pool Spot*. Fonte: <http://www.nordpoolspot.com/>:
<http://www.nordpoolspot.com/>
- PRAHALAD, C. K., & HAMEL, G. (1990). *The Core Competence of the Corporation*. New York.
- PRANDINI, T. M. (2014). *REGULAÇÃO E COMPETIÇÃO NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO*.
- Robert H. Frank, B. S. (2012). *Princípios de Economia*. McGraw Hill Brasil.
- Shuttleworth, S. H. (1996). *Competition and Choice in Electricity*. John Wiley & Sons.
- TERNA. Italian Capacity Market. Bruxelles, April 14, 2015. Disponível em: <http://ec.europa.eu/competition/sectors/energy/capacity_mechanisms_working_group_12.pdf> Acesso em 11.set.2016.
- THYMOS ENERGIA. Mercado Livre X Mercado Cativo de Energia: Desafios e Perspectivas. São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.demarest.com.br/ptbr/publicacoes/Documents/PossibilidadesdeReducaoCustoEnergiaMicroMiniGeracaodeMercadoLivre/Mercado%20Livre%20de%20Energia_Demarest_30_06_16_v2.pdf>. Acesso em 06.ago.2017
- TREACY, M., & WIESERMA, F. (1995). *A disciplina dos líderes de mercado: escolha seus clientes, direcione seu foco, domine seu mercado*. Rio de Janeiro: Rocco.
- U.S. Energy Information Administration. (14 de 06 de 2014). *Monthly Energy Review May 2014*. Fonte: www.eia.gov: <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/pdf/sec7.pdf>
- Udaeta, M. E. (2001). *PLANEJAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS ENERGETICOS - PIR - PARA O SETOR ELETRICO*.
- Viana, A. (20 de 01 de 2022). Mercado de Capacidade. (T. M. Prandini, Entrevistador)