

# Principais barreiras para implementação de um mercado de serviços ancilares no Brasil

O. DelPuppo, E. E. Rego, V. Parente

**Abstract**--The global energy transition has driven the integration of variable renewable sources, such as wind and solar, into Brazil's National Interconnected System (SIN). This scenario presents significant challenges for the reliability and stability of the electrical system, particularly due to the intermittent nature of these sources. This work aims to identify the main regulatory barriers and gaps that need to be addressed for the implementation of specific regulations for the ancillary services market in Brazil. The methodology includes a documentary analysis of contributions from various sector entities, as well as a literature review of international regulatory models. The results highlight the need to update procurement and remuneration mechanisms, the inclusion of new technologies, and the decentralization of the provision of these services. The discussions emphasize the importance of a regulatory environment that promotes competition and efficiency. It is concluded that creating an ancillary services market with proper pricing is essential to ensure the safety and reliability of the SIN, promoting a more sustainable electricity matrix.

**Index Terms**--Variable renewable sources, ancillary services market, remuneration mechanisms.

## I. INTRODUCTION

A crescente participação de fontes renováveis variáveis, como a solar e a eólica, não só na matriz elétrica brasileira, como também no mundo, tem promovido uma significativa mudança no perfil de geração de energia elétrica. Essas fontes, apesar de contribuírem para a sustentabilidade ambiental, trazem desafios operacionais para a manutenção da confiabilidade e segurança do sistema elétrico devido à sua intermitência.

A matriz elétrica brasileira em 2004, ano em que estava sendo desenhado o atual modelo de contratação de energia elétrica no país, detinha mais de  $\frac{3}{4}$  da capacidade instalada oriunda da fonte hidráulica (74,3% hídrica > 30 MW e 1,8% PCH <30), com forte predomínio para grandes centrais geradoras com potência maior que 30 MW [1]. Ademais, as fontes de energia alternativa que eram vistas como viáveis eram somente as termelétricas, ou seja, toda a fonte de energia elétrica disponível e potencialmente disponível era considerada

como sendo controlável (despachável). A Figura 1 apresenta a oferta interna de energia brasileira por fonte para o ano de 2004.

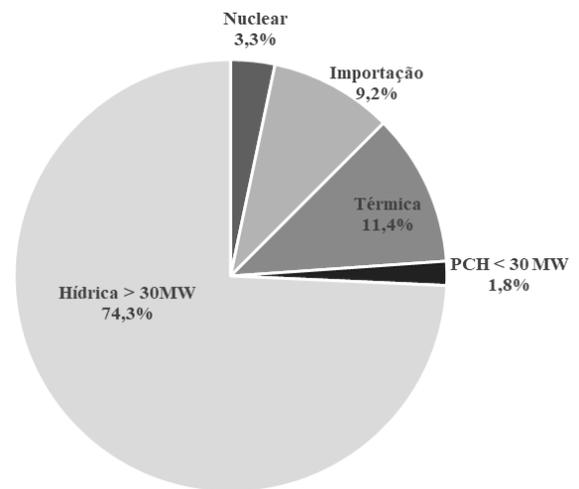


Fig. 1. Oferta interna de energia elétrica – 2004

A diversificação da oferta interna de energia elétrica nos últimos 20 anos se deu devido não só à implantação da sistemática de leilões como forma principal de contratação da expansão do parque gerador de eletricidade, mas sobretudo por meio do conjunto de políticas públicas<sup>1</sup> que foram aplicadas nas esferas estaduais e federais [2]. Através da Figura 2 pode-se observar o desenvolvimento das fontes renováveis variáveis, eólica e solar, desde 2013 até junho de 2023. Como o Brasil possui uma geração elétrica predominantemente hidráulica, a Figura 2 tem como foco apresentar a evolução das fontes solar e eólica em detrimento ao gás natural (historicamente a segunda maior fonte em capacidade instalada no país) no período de 2013 a 2023.

O. DelPuppo, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo – USP (e-mail: delpuppo@usp.br)

E. E. Rego, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP (e-mail: erikreg@usp.br)

V. Parente, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo – USP (e-mail: vparente@iee.usp.br)

<sup>1</sup> Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), em 2002, Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento de

Infraestrutura (Reidi) e o Convênio ICMS no 101/1997, que previu a isenção do Imposto sobre Operações Relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestações de Serviços de Transporte Interestadual, Intermunicipal e de Comunicação (ICMS) para determinados equipamentos que fazem parte de usinas de fontes renováveis. Bem como, vários estados brasileiros concederam isenção de ICMS para atrair a instalação de usinas eólicas e solares

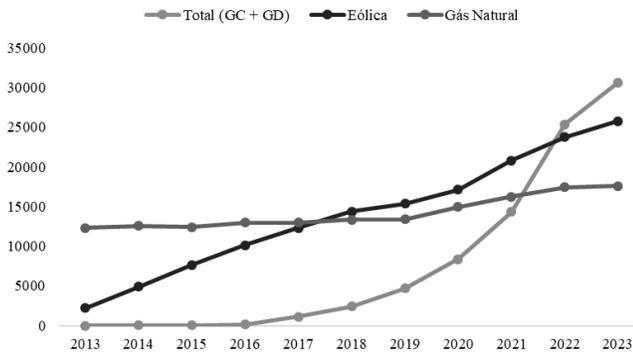


Fig. 2. Evolução das fontes solar e eólica em comparação com o gás natural

Como observado na Figura 2, a evolução quase que exponencial da fonte solar, especificamente por meio da Geração Distribuída (GD) e o crescimento da fonte eólica, alterou de forma significativa do mix elétrico do Brasil, que em 2023 detinha mais de ¼ da sua oferta interna de energia elétrica oriunda de fontes variáveis, com projeções crescentes. A Figura 3 ilustra que apesar da fonte hidro, a qual contempla Usinas Hidrelétricas de Energia (UHE), Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH) e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), possuir praticamente metade da capacidade instalada de geração de energia elétrica no país, este número é sensivelmente menor do que os mais de 76% da oferta interna de energia elétrica apresentada em 2003 (Gráfico 1). Ainda mais relevante, é que essa redução percentual da fonte hidro se deu devido ao aparecimento e forte expansão das fontes eólica e solar. Há de se destacar, que a característica de intermitência das fontes eólica e solar diverge da característica despachável da fonte hidro, não podendo assim serem fontes suplementares na geração de energia elétrica e na organização do despacho.

Devido à forte inserção das fontes renováveis variáveis, a prestação de serviços<sup>2</sup> ancilares se tornam cada vez mais essenciais para o balanceamento da rede elétrica entre geração e demanda. Desde os anos 2000 quando foram feitas as primeiras regulamentações dos serviços ancilares, com a Resolução Normativa ANEEL nº 265/2003, o foco esteve na garantia da estabilidade e confiabilidade do sistema em um contexto dominado por usinas hidrelétricas e térmicas.

A consolidação das regras ocorreu com a Resolução Normativa ANEEL nº 697/2015, que detalhou os procedimentos para a prestação e remuneração dos serviços ancilares. No entanto, essa regulação já mostrava sinais de inadequação frente à crescente inserção de fontes renováveis variáveis, como solar e eólica, que exigem novos arranjos para assegurar a confiabilidade do SIN [4].

Apesar das tentativas de modernização, como o aperfeiçoamento da Resolução Normativa ANEEL nº 1.030/2018 e a Consulta Pública MME nº 145/2022, o atual quadro regulatório ainda não proporciona uma remuneração justa e eficaz para a oferta de serviços ancilares. As tarifas e os mecanismos de remuneração não refletem as complexidades e os custos associados às novas tecnologias e às características das fontes renováveis variáveis. Por outro lado, a remuneração é baseada em custos, focada no aproveitamento dos ativos adquiridos através da expansão do sistema segundo critérios energéticos. Além disso, nos casos em que há competição pela remuneração, a receita obtida tem baixa representatividade, especialmente quando comparada à receita usualmente obtida com a comercialização da garantia física de energia [5].

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é identificar as principais barreiras e lacunas regulatórias para a implementação de um mercado de serviços ancilares no Brasil, que seja capaz de atender às demandas de um sistema elétrico cada vez mais complexo e diversificado.

## II. METODOLOGIA

Para identificar as barreiras e lacunas regulatórias na implementação de uma regulação específica para o mercado de serviços ancilares no Brasil, foi adotada uma abordagem metodológica multifacetada. Esta metodologia inclui a análise documental, revisão de literatura e uma análise comparativa de modelos internacionais.

A análise documental envolveu principalmente a avaliação das contribuições dos principais agentes do setor elétrico brasileiro submetidas à Consulta Pública nº 145/2022 do Ministério de Minas e Energia (MME). Essa análise permitiu identificar as percepções, preocupações e sugestões das principais partes interessadas do setor. Foi realizada uma revisão abrangente da literatura acadêmica e técnica sobre serviços ancilares, incluindo artigos científicos, relatórios de pesquisa e documentos regulatórios internacionais. A revisão focou em modelos regulatórios de mercados de serviços

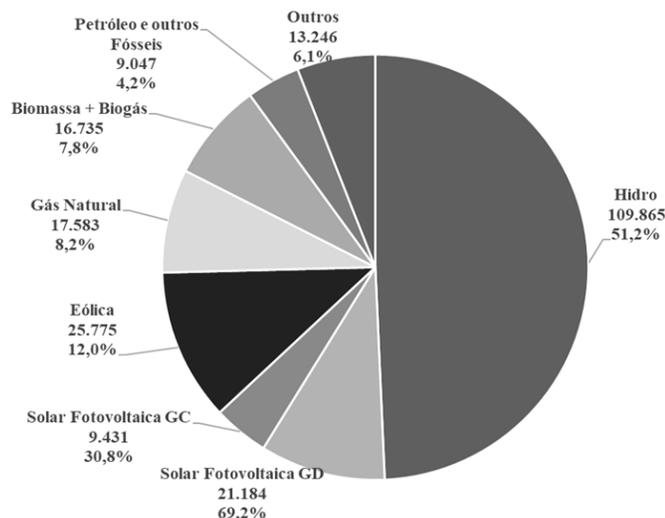


Fig. 3. Oferta interna de energia do Brasil em 2023

<sup>2</sup> De acordo com o ONS (2024) são serviços suplementares aos prestados pelos agentes de geração e de distribuição, conforme regulamentação pertinente, que compreendem os controles primário e secundário de frequência

das unidades geradoras, e suas respectivas reservas de potência; a reserva de prontidão; o suporte de reativos, o sistema especial de proteção – SEP e o autorrestabelecimento (black start) de unidades geradoras.

ancilares bem-sucedidos, como os da Califórnia (CAISO) e Alberta (AESO). Este levantamento forneceu uma base teórica sólida e permitiu a identificação de práticas regulatórias eficazes que poderiam ser adaptadas ao contexto brasileiro.

A análise comparativa envolveu a comparação entre as práticas regulatórias brasileiras e aquelas identificadas em mercados internacionais. Foram analisadas as diferenças e semelhanças em termos de definição de serviços, mecanismos de contratação, remuneração, incentivos e penalidades. Essa comparação permitiu identificar lacunas na regulação brasileira e sugerir adaptações de práticas internacionais que poderiam ser implementadas no Brasil.

Com base nos dados coletados e nas análises realizadas, foi feita uma síntese das principais barreiras e lacunas regulatórias identificadas. A partir dessa síntese, foram formuladas recomendações práticas e viáveis para a criação de uma regulação específica para o mercado de serviços ancilares no Brasil. Essas recomendações visam promover um ambiente regulatório que incentive a competição, a eficiência e a inovação, garantindo a confiabilidade e a segurança do SIN.

### III. CONTEXTO DOS SERVIÇOS ANCILARES NO BRASIL

Como já apresentado, a regulamentação dos serviços ancilares no Brasil foi moldada em um contexto de predominância de usinas hidrelétricas e térmicas, que apresentam maior previsibilidade na geração de energia. As tarifas e os mecanismos de remuneração estabelecidos refletem essa realidade, não levando em consideração as características específicas e os custos associados à integração de fontes renováveis variáveis [6][7].

Adicionalmente, a regulação vigente não contempla plenamente o potencial de novas tecnologias, como baterias de armazenamento e sistemas de resposta da demanda, que podem oferecer soluções mais eficientes e econômicas para a prestação de serviços ancilares. Essas tecnologias enfrentam barreiras regulatórias que limitam sua participação no mercado, impedindo que seus benefícios sejam plenamente aproveitados [6].

Outro desafio identificado é a centralização da prestação de serviços ancilares nos agentes de geração, o que limita a competição e impede a redução de custos. A descentralização da prestação desses serviços, permitindo que consumidores e novos provedores de tecnologia participem ativamente do mercado, é essencial para promover um ambiente competitivo e inovador [7].

### IV. PANORAMA INTERNACIONAL

Modelos de regulação de mercados de serviços ancilares bem-sucedidos em regiões como a Califórnia (CAISO) e Alberta (AESO) demonstram a importância de um ambiente regulatório que incentiva a inovação, a eficiência e a

competitividade. Esses mercados internacionais têm implementado mecanismos de contratação e remuneração que consideram a volatilidade e a intermitência das fontes renováveis, além de fomentar a participação de novas tecnologias, como armazenamento de energia e resposta da demanda.

No contexto do CAISO (California Independent System Operator), operador da rede de transmissão da Califórnia nos Estados Unidos, os serviços ancilares são geridos de forma a complementar a entrega de energia, ajudando a manter o equilíbrio entre oferta e demanda, estabilidade da rede e a confiabilidade do sistema. Há um mercado específico para serviços ancilares na Califórnia que foi criado em 2010, quando foi observado a necessidade de precificar de forma mais assertiva os produtos negociados devido ao forte crescimento das renováveis variáveis na região e a necessidade de manter a confiabilidade da rede [8].

O objetivo deste mercado é adquirir os SA, que não são autofornecidos<sup>3</sup> pelos Coordenadores de Agendamento<sup>4</sup> (Scheduling Coordinators – SC, sigla em inglês), de forma competitiva objetivando a confiabilidade do sistema ao menor custo para os clientes finais. O CAISO é responsável por adquirir 100% dos seus requisitos de serviços ancilares no mercado do dia seguinte (Day-Ahead Market – DAM, sigla em inglês) com base na previsão de carga. Todavia, pode haver a necessidade de adquirir serviços ancilares no mercado em tempo real (Real-Time Market – RTM, sigla em inglês) [8].

No CAISO os serviços ancilares comercializados são: (i) regulação para cima (regulation up), (ii) regulação para baixo (regulation down), (iii) reserva giratória (spinning reserve), e (iv) reserva não giratória (non-spinning reserve). Ademais, a precificação dos serviços ancilares é um processo complexo que envolve várias etapas e considerações, todas baseadas no conceito de Locational Marginal Pricing (LMP)<sup>5</sup> [9].

A remuneração dos serviços ancilares no CAISO é baseada nos preços de liquidação determinados pelos mercados DAM e RTM e o pagamento é realizado ao agente após a confirmação da entrega dos serviços. Os custos dos serviços ancilares são inicialmente pagos pelo CAISO e depois repassados aos consumidores por meio das tarifas de transmissão e distribuição de energia elétrica [10].

Já no AESO (Alberta Electric System Operator), operador da rede de transmissão em Alberta no Canadá, os serviços ancilares operadores são Reserva Operativa (Operating Reserve), Operação Obrigatória de Transmissão (Transmission Must-Run), reestabelecimento (Blackstart) e Serviço de Desligamento de Carga para Importações (Load Shed Services for Imports). A contratação destes serviços em sua maioria ocorre via contratos bilaterais firmados diretamente entre o AESO e o fornecedor do serviço. Apenas para a Reserva Operativa que a contratação é realizada via Watt Exchange

<sup>3</sup> O Serviço Ancilar autofornecido ocorre quando a tecnologia já tem obrigação contratual de fornecer Energia e o Coordenador de Programação fornecer ao CAISO uma Submissão para autofornecimento de um Serviço Auxiliar.

<sup>4</sup> Os Coordenadores de Agendamento atuam como intermediários essenciais entre os participantes do mercado de energia e o operador do sistema.

<sup>5</sup> Metodologia utilizada para determinar os preços da energia e serviços ancilares em diferentes regiões dentro da rede do CAISO, de forma que a precificação reflita as condições locais de oferta, demanda e transmissão, garantindo que os preços desses serviços sejam alinhados com os custos marginais de fornecimento.

Limited<sup>6</sup> (Watt-Ex) [11].

A precificação dos serviços ancilares no AESO pode ocorrer de três formas: (i) Custo Mais Margem (Cost-Plus Pricing), onde os preços são estabelecidos com base nos custos operacionais acrescidos de uma margem de lucro e em sua maioria ocorre na negociação dos contratos bilaterais; (ii) Preço de Mercado (Market-Based Pricing) que ocorre no Watt-Ex; e (iii) Pagamentos por Desempenho<sup>7</sup> (Performance-Based Payments), em que os preços são ajustados com base na qualidade e na confiabilidade dos serviços prestados [11]. E assim como no CAISO os custos são repassados aos consumidores por meio das tarifas de energia elétrica.

## V. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A regulação atual dos serviços ancilares no Brasil possui várias barreiras e lacunas que limitam sua eficácia. As análises das contribuições de diversas entidades do setor elétrico brasileiro revelam desafios significativos. Pode-se observar a necessidade de revisão dos mecanismos de contratação e remuneração, a inclusão de novas tecnologias, a descentralização da prestação de serviços, a definição clara de atributos técnicos e a criação de uma estrutura robusta de incentivos e penalidades.

Neste contexto, os resultados e discussões a seguir exploram detalhadamente essas barreiras e lacunas, proporcionando uma visão abrangente das mudanças regulatórias necessárias para promover um mercado de serviços ancilares mais eficiente, competitivo e alinhado com a transição para uma matriz energética mais sustentável e diversificada no Brasil.

- Barreira 1: Atualização dos Mecanismos de Contratação e Remuneração

As atuais tarifas de serviços ancilares foram estabelecidas em um contexto de predominância de usinas hidráulicas e térmicas, que possuem maior previsibilidade de geração. Com a inclusão crescente de fontes renováveis variáveis, é necessário revisar esses mecanismos para garantir a adequação da remuneração e incentivar a provisão desses serviços por novos agentes e tecnologias

- Barreira 2: Inserção de Novas Tecnologias

A regulamentação vigente ainda não considera plenamente o potencial das novas tecnologias, como baterias de armazenamento e sistemas de resposta da demanda, para a prestação de serviços ancilares. Essas tecnologias podem oferecer soluções mais eficientes e econômicas, mas enfrentam barreiras regulatórias que limitam sua participação no mercado.

- Barreira 3: Descentralização da Prestação de Serviços

Atualmente, a prestação de serviços ancilares está concentrada principalmente nos agentes de geração. Há uma necessidade urgente de descentralizar essa prestação, permitindo que consumidores e novos provedores de tecnologia participem ativamente do mercado, promovendo competição e redução de custos.

- Barreira 4: Definição de Atributos e Requisitos Técnicos

A falta de clareza na definição dos atributos e requisitos técnicos para a prestação de serviços ancilares é uma lacuna regulatória significativa. É essencial que o Operador Nacional

do Sistema (ONS), em conjunto com a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), defina claramente esses atributos para permitir uma adequada contratação e remuneração dos serviços

- Barreira 5: Estrutura de Incentivos e Penalidades

A inexistência de uma estrutura robusta de incentivos e penalidades para assegurar a prestação contínua e de qualidade dos serviços ancilares representa uma lacuna crítica. A criação de mecanismos financeiros que garantam a confiabilidade dos serviços, como penalidades por falhas na prestação, é fundamental para a segurança operativa do sistema.

## VI. CONCLUSÕES

A transição para uma matriz energética mais sustentável no Brasil requer uma atualização significativa da regulamentação dos serviços ancilares. As principais barreiras incluem a necessidade de revisão dos mecanismos de contratação e remuneração, a inserção de novas tecnologias e a descentralização da prestação desses serviços. As lacunas regulatórias identificadas incluem a definição clara de atributos técnicos e a criação de uma estrutura robusta de incentivos e penalidades. Para superar esses desafios, é crucial que o ambiente regulatório promova a competição e a eficiência, garantindo a segurança e a confiabilidade do SIN em um contexto de crescente participação de fontes renováveis variáveis. A criação de um mercado de serviços ancilares bem estruturado é essencial para alcançar esses objetivos, contribuindo para a modernização do setor elétrico brasileiro e a promoção de uma matriz energética mais sustentável.

## VII. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) por meio do Programa de Excelência Acadêmica (PROEX).

## VIII. REFERÊNCIAS

- [1] MME, Ministério de Minas e Energia, "Balanço Energético Nacional 2004," Brasília, 2004.
- [2] L. Losekann and M. Hallack, "Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades," *Desafios da nação: artigos de apoio*, vol. 2, pp. 678, 2018. Available: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8446>.
- [3] EPE, Empresa de Pesquisa Energética, "Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2023," Rio de Janeiro. Available: <https://dashboard.epe.gov.br/apps/anuario-livro/#Apresentação, 2023>.
- [4] EPE, Empresa de Pesquisa Energética, "Sistemas de Armazenamento em Baterias – Aplicações e Questões relevantes para o Planejamento," 2019.
- [5] EPE, Empresa de Pesquisa Energética, "EPE-DEE-NT-090/2021: Serviços Ancilares sob a ótica de Planejamento da Expansão," 2021.
- [6] CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, "Contribuições à Consulta Pública MME Nº 145/2022,"

<sup>6</sup> Plataforma eletrônica especializada em compra e venda de serviços ancilares e outros produtos de mercado de energia.

<sup>7</sup> Na precificação por desempenhos os fornecedores que excedem os padrões de desempenho podem receber pagamentos adicionais.

- 2022.
- [7] ABRACE, Associação Brasileira de Grandes Consumidores Industriais de Energia e de Consumidores Livres, "Contribuições à Consulta Pública MME Nº 145/2022," 2022.
- [8] CAISO, California Independent System Operator, "Business Practice Manual for Reliability Requirements," 2023a.
- [9] CAISO, California Independent System Operator, "Fifth Replacement FERC Electric Tariff, Chapter 8 - Ancillary Services," 2023b.
- [10] CAISO, California Independent System Operator, "Fifth Replacement FERC Electric Tariff, Chapter 27 - Markets and Processes," 2023c.
- [11] AESO, Alberta Electric System Operator, "ISO Tariff – Section 8 - Ancillary Services," 2023.

Vice-Coordenadora do Núcleo de Pesquisa em Política e Regulação de Emissões de Carbono (NUPPREC).

## IX. BIOGRAFIA



**Olivia DelPuppo** Estudante de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Energia da IEE/USP, com foco na análise regulatória do mercado de serviços ancilares. Atualmente, em 2024, está como pesquisadora visitante na Universidade de Michigan/EUA. Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos pela UNICAMP (2021), com ênfase na área de energia, leilões de energia e leilões para várias fontes. Com experiência em projetos de PD, tendo participado no mestrado como pesquisadora do convênio de PD ANEEL em parceria com a empresa privada CPFL

Energia, cujo objetivo foi propor uma nova sistemática para os leilões reversos combinatórios, focando na atuação das regras de atividade durante a etapa aberta. Possui experiência na área de regulação econômica para fontes de energia fósseis e fontes de energia renováveis. Consultora na área de petróleo e gás voltada para transporte e distribuição de gás.



**Erik Rego** Especialista e gestor do mercado de energia, fortes habilidades de apresentação e fala em público. Acumula experiência de mais de 20 anos em banco de investimento, empresa de consultoria e empresa pública (ex-diretor da EPE, liderando equipe de cerca de 90 engenheiros, e trabalhando em cooperação com MME, ONS, CCEE e ANEEL). Na academia participa de grupos de trabalho multidisciplinares. Atualmente ainda é membro, por notório saber, do Conselho Estadual de Política Energética

CEPE, sendo que já foi membro do Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico CMSE, e membro de comitê de investimentos.



**Virginia Parente** Possui Pós-Doutorado em Energia pela USP (2003), Doutorado em Finanças e Economia pela FGV-SP (1999) com Intercâmbio na Universidade de Nova York (1997), e Mestrado em Administração pela UFBA (1988). Professora Doutora, do Instituto de Energia e Ambiente da USP, atuando no Programa de Pós-Graduação em Energia e, também, nas Graduações da FEA e da Poli/USP. Foi membro do Conselho de Administração da Eletrobras; presidente do Comitê Estratégico em Energia da

Amcham; e diretora da Sociedade Brasileira de Planejamento Energético, tendo sido responsável pela Revista Brasileira de Energia. De 2013 a 2018 atuou foi