

## 16º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2025

### ESTUDO DO MERCADO LIVRE DE ENERGIA E DE INOVAÇÕES NO SETOR ELÉTRICO FOCADOS NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA PARA UMA POSSÍVEL IMPLANTAÇÃO NO CÂMPUS IFSP-PEP

GUSTAVO S. MAGNANI<sup>1</sup>, TIAGO V. ORTUNHO<sup>2</sup>

1 Graduando em Bacharelado Engenharia Elétrica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Campus Presidente Epitácio, gustavo.magnani@aluno.ifsp.edu.br.

2 Docente no curso Bacharelado Engenharia Elétrica, Campus Presidente Epitácio, tiago.veronese@ifsp.edu.br.

**RESUMO:** O mercado livre de energia elétrica é um ambiente no qual os consumidores têm a possibilidade de escolher livremente seu fornecedor de energia. No Brasil, essa alternativa ainda está restrita, atualmente, aos grandes consumidores. Entretanto, diante do crescente interesse da sociedade por essa modalidade de contratação, o governo vem sinalizando a ampliação desse mercado para abranger um número maior de consumidores. Este trabalho tem como objetivo analisar a estrutura institucional do setor elétrico brasileiro, abrangendo seus sistemas tarifários e o modelo de comercialização de energia. Também serão abordados o mercado cativo e a evolução histórica do processo de abertura do mercado de energia elétrica no país. O estudo apresentará o funcionamento, as principais características e o cenário atual do mercado livre, possibilitando a avaliação de suas vantagens e desvantagens, bem como a identificação dos benefícios e riscos associados à migração para esse ambiente. Além disso, será examinado o processo de transição de consumidores do mercado cativo para o ambiente de contratação livre, bem como as inovações e tecnologias aplicadas ao setor elétrico, com destaque para os conceitos e práticas relacionados à transição energética.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mercado Livre de Energia. Mercado Cativo. Setor Elétrico Brasileiro. Comercialização de Energia.

#### ANALYSIS OF THE FREE ENERGY MARKET AND ELECTRICAL SECTOR INNOVATIONS IN THE CONTEXT OF THE ENERGY TRANSITION: A FEASIBILITY STUDY FOR THE IFSP-PEP CAMPUS.

**ABSTRACT:** The free electricity market is an environment in which consumers can freely choose their energy supplier. In Brazil, this option is currently restricted to large consumers. However, with the growing interest in this contracting model, the government has indicated its intention to expand the market to include a broader range of consumers. This paper analyzes the institutional structure of the Brazilian electricity sector, including its tariff systems and energy commercialization framework. It also examines the regulated (captive) market and the historical evolution of electricity market liberalization in Brazil. The study addresses the operation, characteristics, and current status of the free electricity market, providing an assessment of the advantages and disadvantages of migration, as well as identifying the associated benefits and risks. Furthermore, it discusses the process by which regulated consumers transition to the free contracting environment, and explores the innovations and technologies implemented in the electricity sector, with particular emphasis on concepts related to the energy transition.

**KEYWORDS:** Free Energy Market. Regulated Energy Market. Brazilian Electric Sector. Energy Commercialization.

## INTRODUÇÃO

A indústria de energia é uma das mais importantes e complexas dentro de toda economia, tanto na esfera macroeconômica como na esfera microeconômica. Qualquer país que anseie se desenvolver deve contar com uma indústria energética consolidada para mover seus setores produtivos e proporcionar a seus cidadãos o acesso à energia. Além disso, qualquer empresa que busque sucesso financeiro e consuma energia, independentemente de seu mercado de atuação, deverá saber como administrar os gastos provenientes da utilização da energia em suas cadeias produtivas.

Neste contexto, este trabalho apresenta um estudo aprofundado sobre os mecanismos de comercialização de energia elétrica no Brasil, com foco no mercado livre de energia, analisando suas oportunidades, desafios e perspectivas. Também é realizada uma investigação sobre a estrutura das faturas de energia elétrica, abordando suas principais componentes e produtos faturáveis.

Além disso, o estudo tem como objetivo explicar o funcionamento dos diferentes ambientes de contratação, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), bem como caracterizar os diferentes perfis de consumidores de energia no país. A análise inclui ainda a decomposição da tarifa de energia elétrica, identificando os encargos, tributos e demais componentes que influenciam na formação do preço final pago pelo consumidor.

Por fim, é realizada uma estimativa comparativa dos custos de energia nos ambientes ACR e ACL, com o propósito de avaliar qual modelo apresenta maior viabilidade econômica. Essa análise visa subsidiar uma possível transição do Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Presidente Epitácio para o Ambiente de Contratação Livre, contribuindo para a eficiência energética e a redução de custos operacionais da instituição.

## MATERIAL E MÉTODOS

Ao longo dos anos, diversas mudanças foram implementadas no modelo do mercado livre de energia. As principais alterações ocorridas durante o processo de reformulação do Setor Elétrico Brasileiro (SEB) estão sistematizadas no Quadro 1, elaborado pelos autores a partir de dados da CCEE (2021). O Novo Modelo contribuiu para o desenvolvimento do ACL, ao estabelecer regras mais claras e previsíveis, criando condições mais favoráveis à realização de investimentos (VASCONCELLOS et al., 2012). Esse ambiente passou a atrair um número maior de consumidores interessados na redução de custos operacionais e em maior controle sobre seu consumo e contratos de energia.

| Aspecto                       | Modelo Antigo<br>(até 1995)                                 | Modelo de Transição /<br>Merc. Livre (1995 a 2003)                                     | Novo Modelo<br>(a partir de 2004)                                                                                                          |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Estrutura das Empresas</b> | Empresas verticalizadas<br>(todas as atividades integradas) | Empresas separadas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização | Empresas separadas por atividade, incluindo importação e exportação de energia                                                             |
| <b>Fonte de Financiamento</b> | Exclusivamente por recursos públicos                        | Recursos públicos e privados                                                           | Recursos públicos e privados                                                                                                               |
| <b>Perfil das Empresas</b>    | Predominantemente estatais                                  | Ênfase na privatização e abertura de mercado                                           | Convivência entre estatais e privadas                                                                                                      |
| <b>Concorrência</b>           | Monopólio – ausência de competição                          | Início da competição na geração e comercialização                                      | Competição consolidada na geração e comercialização                                                                                        |
| <b>Tipos de Consumidores</b>  | Apenas consumidores cativos                                 | Consumidores cativos e livres                                                          | Consumidores cativos, livres e especiais                                                                                                   |
| <b>Formação de Preços</b>     | Tarifas reguladas em todos os segmentos                     | Preços livremente negociados na geração e comercialização                              | <b>ACL:</b> preços negociados livremente na geração e comercialização<br><b>ACR:</b> leilões e licitação com contratação pela menor tarifa |

Quadro 1. Principais mudanças do Setor Elétrico Brasileiro.

## AMBIENTES DE COMERCIALIZAÇÃO

A comercialização de energia elétrica, realizada entre agentes concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações, bem como entre estes e seus consumidores, está organizada em duas esferas de mercado: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL) (CCEE, 2021). A Figura 1, demonstra a diferença entre esses ambientes.

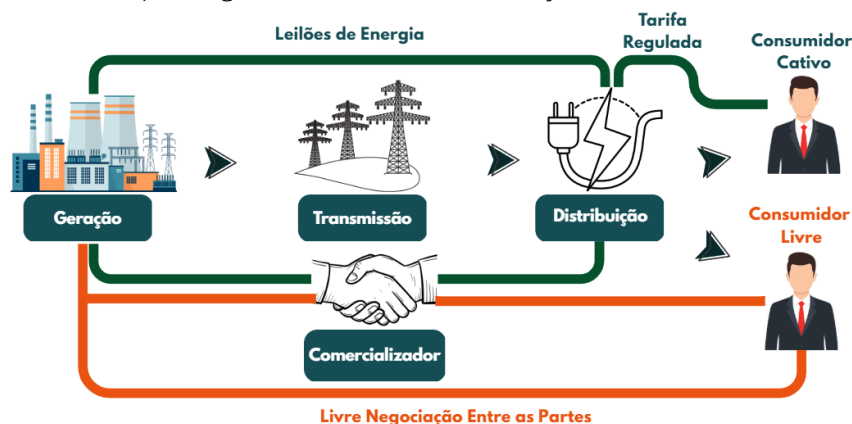


FIGURA 1. Esquema simplificado dos ambientes de comercialização no Brasil.

### Ambiente de Contratação Regulada (ACR)

O ACR é o ambiente onde consumidores de energia, em sua maioria residenciais, comerciais e industriais de menor porte, adquirem eletricidade por meio das distribuidoras locais. Essas distribuidoras participam de leilões promovidos pela ANEEL e pela CCEE, firmando contratos de longo prazo com geradores para garantir o fornecimento contínuo de eletricidade (CAMPAGNANI, 2021).

Neste ambiente, as tarifas são definidas regulatoriamente e consideram o custo de geração, o uso dos sistemas de transmissão e distribuição, encargos setoriais e tributos. Esse modelo proporciona previsibilidade e segurança, protegendo o consumidor contra oscilações de preços no curto prazo, mas limita a flexibilidade para negociação direta ou escolha do fornecedor.

Além disso, no ACR, o consumidor não pode escolher a fonte de energia nem adaptar as condições contratuais às suas necessidades específicas, o que o distingue do ACL, onde há maior autonomia e possibilidade de gestão estratégica do consumo.

### Ambiente de Contratação Livre (ACL)

O ACL, conhecido como Mercado Livre de Energia, é o ambiente em que consumidores, geradores, comercializadores e importadores/exportadores podem negociar livremente todas as condições contratuais, incluindo preço, prazo, volume de energia, sazonalidade e fonte de geração.

Esse mercado tem se destacado nos últimos anos, principalmente no setor industrial. Segundo o boletim de dados da Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (ABRACEEL, 2024), o ACL já representa cerca de 43% de toda a energia consumida no país e é responsável por aproximadamente 93% da energia transacionada no setor industrial. Apenas em 2024, movimentou R\$ 193 bilhões, com crescimento de 67% em relação ao ano anterior, evidenciando a expansão e atratividade do modelo. Entre as principais vantagens do ACL destacam-se:

**Liberdade de escolha:** o consumidor decide seu fornecedor e a fonte de energia, podendo optar por fontes renováveis incentivadas, contribuindo para práticas de sustentabilidade;

**Competitividade:** a concorrência entre geradores e comercializadores tende a reduzir preços e estimular a inovação;

**Flexibilidade contratual:** todas as condições podem ser negociadas de acordo com o perfil de consumo do agente;

**Previsibilidade de custos:** contratos com preços pré-definidos reduzem impactos de revisões tarifárias;

**Ausência de bandeiras tarifárias:** o valor da energia contratada não sofre variações mensais relacionadas ao custo de geração, ao contrário do ACR.

Apesar das vantagens, o ACL também apresenta desafios. A participação exige maior gestão e monitoramento do consumo, além da possibilidade de exposição ao Mercado de Curto Prazo (MCP) caso não sejam cumpridas as quantidades contratadas. Ademais, o acesso ao mercado livre está

condicionado ao atendimento de critérios técnicos e de demanda mínima estabelecidos pela legislação vigente, limitando inicialmente a participação de alguns consumidores (MOREIRA, 2020).

A migração para o Mercado Livre de Energia é uma possibilidade aberta ao consumidor brasileiro que atenda aos requisitos técnicos definidos pela legislação vigente. Trata-se de uma decisão voluntária, normalmente motivada por vantagens econômicas, sendo o incentivo à migração associado à possibilidade de reduzir custos com energia elétrica (TRAVASSOS, 2019).

De acordo com a Portaria MME nº 50, e demais regulamentações, a elegibilidade para ingressar no ACL depende do nível de tensão de conexão e da demanda contratada da unidade consumidora, observando-se as seguintes categorias:

**Consumidor Livre:** A Portaria MME nº 465/2019 estabeleceu que, consumidores com carga mínima de 500 kW podem ingressar nessa categoria.

**Consumidor Especial:** deve possuir demanda contratada de no mínimo 500 kW, sendo obrigatória a aquisição de energia proveniente de fontes incentivadas. Todo Consumidor Especial pertence ao Grupo A.

**Consumidor Varejista:** unidades consumidoras com demanda inferior a 500 kW devem ser, obrigatoriamente, representadas por uma comercializadora varejista para atuar no ACL.

Quando uma unidade consumidora não atinge individualmente a demanda mínima exigida, é possível aderir ao mercado livre por meio da comunhão de carga com outras unidades, desde que o total contratado seja igual ou superior a 500 kW e cada unidade possua demanda mínima de 30 kW. Existem dois tipos de comunhão:

**Comunhão de fato:** unidades consumidoras localizadas em áreas contíguas, ou seja, vizinhas ou que compartilham fronteira física sem separação por vias públicas;

**Comunhão de direito:** unidades com a mesma raiz de CNPJ, situadas no mesmo submercado.

Essas regras visam garantir que apenas consumidores com perfil de carga adequado possam participar do ACL, preservando o equilíbrio do sistema e incentivando a competitividade no setor elétrico (CAMPAGNANI, 2021).

O Governo estabeleceu um programa para incentivar a expansão de geradores que utilizam fontes renováveis de energia com potência limitada a 30 MW, como Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), biomassa, eólica e solar. A energia produzida por essas fontes é denominada energia incentivada. Para torná-la mais competitiva, o comprador dessa energia recebe descontos na Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), que podem ser de 50%, 80% ou até 100% (FILHO, 2021). No ACR, pode ser cobrada a Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão (TUST), destinada a cobrir os custos do transporte de energia em alta tensão entre as usinas e os pontos de consumo. A Tarifa de Energia (TE) corresponde ao valor da eletricidade efetivamente consumida, ou seja, ao custo da energia elétrica utilizada. A Figura 2 apresenta a diferença dos encargos entre os ambientes de contratação.

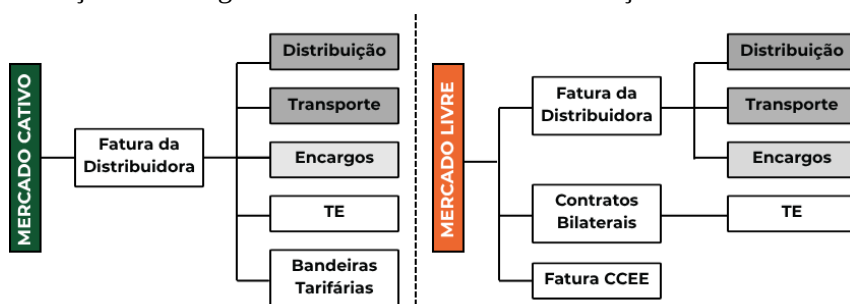


FIGURA 2. Composição da fatura de energia em cada ambiente.

Os agentes responsáveis pela geração de energia elétrica, sejam concessionários, permissionários, autorizados ou detentores de registro, compõem o grupo denominado agentes geradores, que podem atuar tanto no ACR quanto no ACL. Esses agentes são classificados em três principais categorias:

**Concessionário de Serviço Público de Geração:** pessoa jurídica detentora de concessão outorgada pelo Poder Concedente para explorar a geração de energia elétrica como serviço público, operando ativos destinados ao atendimento da demanda do sistema elétrico.

**Produtor Independente de Energia (PIE):** agente, individual ou consorciado, autorizado por meio de concessão, permissão ou autorização, conforme previsto na Lei nº 9.074/1995, a produzir

energia elétrica para comercialização por sua conta e risco, sem obrigação de atender diretamente o serviço público.

**Autoprodutor:** agente que, mediante concessão ou autorização da ANEEL, gera energia elétrica prioritariamente para consumo próprio, com possibilidade de comercializar eventuais excedentes, desde que autorizado pelo órgão regulador.

## PROSPECÇÃO

As transações no mercado livre de energia podem ocorrer de duas formas principais: via negociação bilateral direta entre compradores e vendedores, ou por meio de plataformas digitais. Nessas plataformas, empresas especializadas conduzem leilões online. Nesses leilões, quando o objetivo é a compra de energia, os geradores que oferecem o menor preço são os vencedores, um processo semelhante aos leilões do ACR. Já para a venda de energia, a competição se dá entre consumidores e comercializadores que buscam o preço mais baixo (CAMPAGNANI, 2021).

Para entrar no mercado livre, um consumidor precisa de um planejamento detalhado e constantemente atualizado. Esse planejamento envolve tanto a previsão do consumo quanto as estratégias de compra de energia. É fundamental considerar variáveis do mercado, como o regime hidrológico e o nível dos reservatórios, para desenvolver estratégias que garantam a segurança do fornecimento e a rentabilidade (MENDONÇA, 2022).

O processo de migração do mercado cativo para o livre começa com um levantamento de dados do perfil de carga e consumo do cliente, geralmente usando o histórico das 12 últimas faturas de energia. Esses dados são usados para verificar o enquadramento tarifário de cada unidade consumidora.

Nessa análise, são identificadas informações importantes como o nível de tensão, a demanda contratada (dentro e fora do horário de ponta), o consumo por período e a modalidade tarifária atual. Em seguida, avalia-se qual combinação de demanda e modalidade tarifária (verde ou azul) é a mais vantajosa. A escolha da melhor opção depende da relação entre as tarifas de cada modalidade, considerando tanto o consumo quanto a demanda. Por fim, calculam-se os valores da TUSD e da TE para simular os custos em ambos os cenários (consumidor cativo e consumidor livre). A Figura 3 ilustra as principais etapas desse processo de migração para o ACL.

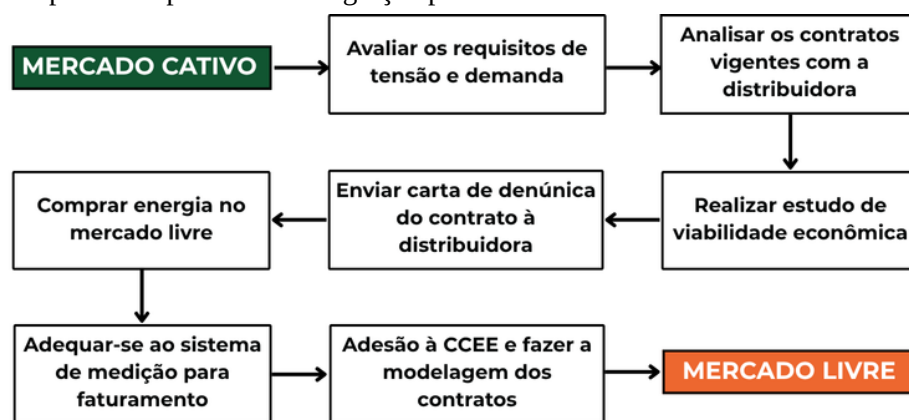


FIGURA 3. Etapas para adesão ao ACL.

## CONCLUSÕES

A expansão gradual do Mercado Livre e o aumento do número de agentes participantes reforçam sua relevância no atual modelo do SEB. Com regras claras e condições bem definidas, o ACL se consolida como alternativa estratégica para consumidores e para o desenvolvimento do setor.

Entre seus principais benefícios estão preços mais competitivos em relação ao mercado cativo, maior previsibilidade orçamentária, liberdade de escolha e nenhuma exposição ao sistema de bandeiras tarifárias. Contudo, sua adoção exige gestão eficiente dos contratos, dimensionamento adequado dos volumes de energia, monitoramento contínuo do consumo e conhecimento das normas vigentes, a fim de evitar riscos como a exposição ao MCP.

Os resultados deste estudo, baseados em dados do boletim da ABRACEEL, da CCEE e em levantamentos realizados no próprio site do Mercado Livre de Energia, demonstram que a migração para o ACL tem proporcionado reduções significativas nos custos de energia elétrica, alcançando cerca de 30% em alguns casos, impulsionada por avanços tecnológicos, inserção de fontes renováveis

competitivas e amadurecimento do mercado. Esse ambiente favorece a concorrência, estimula investimentos e contribui para a melhoria da qualidade dos serviços.

Embora o Brasil ainda mantenha parte do setor sob regulação, há uma tendência clara de ampliação da abertura, com previsão de novas regras para 2028. Experiências internacionais indicam que a maior liberalização pode ampliar oportunidades e eficiência. Assim, mesmo sem previsão exata sobre o grau de maturidade que será alcançado, é possível afirmar que o ACL se encontra em trajetória de expansão contínua e consolidará, nos próximos anos, seu papel como peça-chave na modernização e competitividade do setor elétrico nacional.

## CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

O presente trabalho servirá como base para uma pesquisa mais aprofundada a ser desenvolvida no Trabalho de Conclusão de Curso, contribuindo de forma significativa para o aprimoramento acadêmico dos autores. Além disso, a investigação da viabilidade técnica e econômica da migração do Instituto Federal de São Paulo – Câmpus Presidente Epitácio para o Mercado Livre de Energia poderá trazer benefícios relevantes tanto para a economia e o crescimento da instituição quanto para o próprio setor energético. Para isso, novas pesquisas e estratégias serão exploradas. Todos os autores contribuíram com a revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) Câmpus Presidente Epitácio, pela disponibilidade estrutural e recursos técnicos que foram essenciais para a realização deste trabalho. Minha gratidão também ao orientador.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA (ABRACEEL). **Boletim Abraceel – Março 2024**. 2024. Disponível em: <https://abraceel.com.br/wp-content/uploads/post/2025/03/Boletim-Anual-Abraceel-2024.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Portaria nº 50/GM/MME, de 27 de setembro de 2022**. Altera o cronograma de abertura do ambiente de contratação livre. Brasília, DF: MME, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-50/gm/mme-de-27-de-setembro-de-2022-432543419>. Acesso em: 02 jun. 2025.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (CCEE). In: **Onde Atuamos**. CCEE, c2021. Disponível em: [https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/com\\_quem\\_se\\_relaciona](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/com_quem_se_relaciona). Acesso em: 02 abr. 2025.

CAMPAGNANI, Matheus Carneiro. **Análise da expansão do mercado livre de energia no Brasil**: incluindo mercado varejista. 2021. Projeto de Graduação (Graduação em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2021.

MAGALHÃES FILHO, Cláudio César Martins. **Análise de viabilidade de migração para o mercado livre de energia**: um estudo de caso das unidades consumidoras do grupo A da secretaria da saúde do estado do Ceará. 2021. 147 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

MENDONÇA, Hítalo Furtado. **Análise de viabilidade econômica de migração do Instituto Federal do Espírito Santo Campus Guarapari e Campus Vitória para o mercado livre de energia**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Elétrica) – Instituto Federal do Espírito Santo, Guarapari, 2022.

MOREIRA, Sedimar Augusto Chaves. **Redução dos custos de energia elétrica através do mercado livre de energia**: estudo de caso da Universidade Federal do Paraná. 2021. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – UFPR, Curitiba, 2021.

TRAVASSOS, A. B. **Mercado Livre de Energia no Ceará**: Concentração e Poder de Mercado. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia) – Curso de Pós-Graduação em Economia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

VASCONCELLOS, A. et al. Análise da migração de uma unidade consumidora para o mercado livre de energia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS ELÉTRICOS (SBSE), 4., 2012, Cuiabá. **Anais eletrônicos...** Cuiabá: SBSE, 2012.