

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

TIAGO PAIXÃO DE CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE CONTRATAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE
ENERGIA NO AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE: UM ESTUDO
DE CASO**

PATO BRANCO

2021

TIAGO PAIXÃO DE CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE CONTRATAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA NO
AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE: UM ESTUDO DE CASO**

**Energy contracting and marketing strategies in the free procurement
environment: a case study**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador(a): Marcelo Gonçalves Trentin

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TIAGO PAIXÃO DE CARVALHO

**ESTRATÉGIAS DE CONTRATAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA NO
AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE: UM ESTUDO DE CASO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentada como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Engenharia Elétrica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 30/novembro/2021

César Augusto Portolann
Mestrado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Marcelo Gonçalves Trentin
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ricardo Vasques de Oliveira
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2021

Dedico este trabalho à minha família.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho em primeiro a lugar aos meus pais Edna Almeida e Francisco Carvalho, por todo o suporte que proporcionaram e por acreditarem sempre no meu potencial de seguir em frente, apesar de todas as adversidades. Aos meus irmãos Caique e Guilherme, por terem feito parte dessa trajetória e por oferecerem o porto seguro que precisei durante toda a jornada acadêmica para alcançar meus objetivos

Inúmeras pessoas cruzaram o meu caminho durante a graduação e tornaram essa experiência extremamente enriquecedora, certamente não conseguirei citar todos. Todo momento desses últimos anos foi de grande valor para meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional

Agradeço ao meu orientador(a) Prof.(a) Dr.(a) Marcelo Trentin, por todo suporte e conhecimento compartilhados durante o período em que estivemos juntos, juntamente com todo o corpo docente que me capacitou para que esse momento fosse alcançado.

Aos meus amigos por terem sido minha segunda família durante todo o período, em especial os colegas do Microrolês e a Mariana Freitas, que nas maiores adversidades foram fontes de força e incentivo para que esse ciclo se encerrasse.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização da minha pesquisa.

RESUMO

É notável o crescimento do número de agentes que tem migrado para o ambiente de contratação livre de energia nos últimos anos. Apesar de haver regras claras de comercialização (apresentadas pela CCCE), há riscos importantes a serem gerenciados na comercialização neste mercado. Entender quais os riscos associados à atuação como consumidor livre, as metodologias e estratégias aplicadas pelas empresas nas operações como agente comercializador e/ou consumidor, e entender as principais técnicas apresentadas pela literatura torna-se parte importante desse novo cenário de consumidores no Brasil. Este trabalho busca, por meio de uma revisão da literatura e um estudo de caso, identificar quais os desafios enfrentados pelos agentes comercializadores de energia e os riscos associados à atuação no mercado livre. Apresentam-se os pontos importantes para tomada de decisão no ACL e, por fim, apresenta-se a discussão a respeito das diferenças entre o que é apresentado pela literatura e o que é aplicado por uma empresa que possui unidades consumidoras e geradoras, atuante no mercado livre de energia. Dessa forma identificou-se os riscos da atuação no mercado livre de energia, técnicas relacionadas a previsão de preços no mercado de curto prazo, e estratégias utilizadas por uma empresa na sua tomada de decisão.

Palavras-chave: Comercialização de Energia; Mercado livre de energia

ABSTRACT

The growth in the number of agents that has migrated to the energy-free contracting environment in recent years is remarkable. Although there are clear trading rules (recognized by the CCCE), there are important risks managed below when trading in this market. Understanding the risks associated with acting as a free consumer, the methodologies and applying operations in operations as a trading agent and/or consumer, and understanding the main techniques in the literature becomes an important part of the new consumer scenario in Brazil. This work seeks, through a literature review and a case study, to identify the challenges faced by energy trading agents and the risks associated with operating in the free market. The important points for decision-making in the ACL are presented and, finally, the discussion about the differences between what is presented in the literature and what is exhibited by a company that has consumer and generating units, active in the market, is presented. free of energy. Thus, the risks of operating in the free energy market were identified, techniques related to forecasting prices in the short-term market, and used by a company in its decision-making process.

Keywords: Energy market; Energy trading.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura institucional do Setor Elétrico.....	17
Figura 2 - Relações entre o mercado os agentes da CCEE.....	20
Figura 3 – Número de consumidores livres.....	20
Figura 4 – PLD Projetado no início do ano x efetivo	25
Figura 5 – Histórico de inadimplência.	26
Figura 6 – Liquidações no mercado de curto prazo	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de consumo de duas unidades consumidoras	34
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRACEEL	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
ANEEL	Agência nacional de Energia Elétrica
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CMO	Custo Marginal de operação
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
EEX	<i>European Energy Exchange</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPEX SPOT	<i>European Power Exchange</i>
KEPCO	<i>Korean Electric Power Corporation</i>
KPX	<i>Korean Power Exchange</i>
MME	Ministério de Minas de Energia
NGET	<i>National Grid Electricity Transmission</i>
ONS	Operador Nacional do Sistema
PLD	Preço de Liquidação de Diferenças
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
SIN	Sistema Interligado Nacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	O MERCADO DE ENERGIA NO MUNDO	13
1.2	O MERCADO DE ENERGIA NO BRASIL	16
2	OBJETIVOS E METAS	22
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
3.1	FUNCIONAMENTO MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA.....	23
3.2	RISCOS NA COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA	24
3.2.1	CONTRATOS DE COMPRA E VENDA DE ENERGIA.....	28
3.3	ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO.....	29
4	METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS	32
5	RESULTADOS.....	33
5.1	ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA COMERCIALIZADORA NO MERCADO LIVRE DE ENERGIA	33
5.2	COMPARAÇÃO ENTRE LITERATURA E EMPRESA ATUANTE NO MERCADO	37
6	CONCLUSÃO (OU CONSIDERAÇÕES FINAIS)	39
	REFERÊNCIAS.....	41
	APÊNDICE A - Roteiro da entrevista	45
	ANEXO B -Direitos autorais - Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998	

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista a importância do custo da energia nos orçamentos das indústrias, chegando a 40% do custo operacional (FIRJAN 2017), o aumento do consumo (EPE 2020), os desdobramentos da transição energética e das reformas implementadas no setor elétrico nas últimas décadas, a discussão da otimização no gerenciamento de consumo de energia torna-se fundamental. Diante do custo elevado da energia no mercado cativo, a migração para o ambiente livre surge como alternativa para diversos consumidores, de forma que o uso de mecanismos para otimizar as negociações nesse mercado vem crescendo nos últimos anos (LOSEKANN e HALLACK, 2018; SICSÚ e BEMFICA, 2021).

Considerando esse cenário, este projeto se propõe a analisar como empresas de grande porte realizam suas operações e tomadas de decisão nas operações de compra e venda de energia. Para contextualização, será estudado inicialmente alguns aspectos gerais do funcionamento do mercado de energia no exterior, com destaque para o Reino Unido - um dos pioneiros na reforma do setor elétrico. Também será revisado alguns aspectos importantes sobre o Setor Elétrico Brasileiro (SEB), seu funcionamento desde a reestruturação da década de 90 e algumas tendências recentes que têm levado a um novo posicionamento das empresas no mercado de energia (CASTRO, 2017; SICSÚ e BEMFICA, 2021).

1.1 O MERCADO DE ENERGIA NO MUNDO

O setor de energia, historicamente, foi constituído por monopólios verticalizados que, em sua maioria, eram estatais. Essas empresas tinham sob sua responsabilidade o fornecimento de energia, incluindo geração, transmissão e distribuição. Porém, fatores como os altos custos relacionados à operação, construção de novas instalações e altos preços do varejo pressionaram por reestruturações que impactassem na redução dos custos de eletricidade (JOSKOW, 2002).

Nesse processo, o objetivo principal era criar um Marco Regulatório do Setor Elétrico, de forma a permitir benefícios à sociedade no longo prazo, estimulando a

melhoria da qualidade dos serviços ao consumidor (CASTRO e DANTAS, 2018; JOSKOW, 2002).

O Reino Unido foi um dos primeiros países a atuar na reestruturação do setor elétrico através da liberalização do mercado de energia. Essa metodologia de mercado apresenta algumas vantagens, como preços mais baixos, regras não discriminatórias e maior eficiência (ROTARU, 2013). As reformas naquele país tornaram-se referência ao redor do mundo. Segundo Castro e Dantas (2018) e Joskow (2002), seus principais elementos estruturais são:

- a) A desverticalização da indústria elétrica na geração, transmissão, distribuição e comercialização;
- b) Privatização das empresas;
- c) Restruturação horizontal da geração;
- d) Monopólios naturais mantidos no setor de transmissão e distribuição;
- e) O Estado, através da agência reguladora, determina as tarifas dos monopólios naturais;
- f) Operador independente executa as operações do sistema elétrico;
- g) Mercado atacadista é criado, no qual geradores vende grandes quantidades de energia;
- h) Ampla competição no mercado de varejo através da liberalização dos consumidores, tornando a escolha do comercializador de serviço livre;

Com as reformas, o Reino Unido passou a ter dois mercados de energia, o atacadista e o de varejo. No mercado atacadista, as negociações são realizadas por meio de contratos ou no mercado de curto prazo. Os contratos têm a flexibilidade quanto ao período de duração, podendo ser de um dia ou até anos, e são também caracterizados por serem transações bilaterais. Como o país possui interligações com a Holanda, França e Irlanda, podem existir comercializações de importação ou exportação de energia. A NGET atua como operador do sistema, tem como responsabilidade buscar o equilíbrio entre o consumo, contratos e real produção de energia, e também é responsável pelo fornecimento de energia, atendendo a demanda em tempo real. Além disso, a ELEXON, entidade responsável por administrar o mercado de diferenças, busca o equilíbrio entre oferta e demanda e calcula o preço de equilíbrio realizando uma comparação entre a energia comprada e vendida por cada agente e a energia contratada, os agentes de mercado ficam

expostos nos casos em que o consomem/geram energia superior ou inferior à do contrato (CPFL;USP;GESEL;GEPEA, 2014; OFGEM, 2013).

O mercado de varejo possui ampla concorrência desde 1999, de forma que os consumidores finais podem contratar livremente a energia pelo comercializador de sua escolha. Esses vão ao mercado atacadista, contratam energia e repassam aos consumidores finais, tendo a liberdade para estabelecer o preço a ser cobrado por este serviço. (OFGEM, 2013; ROTARU, 2013)

De forma semelhante, na Alemanha existem dois grandes mercados onde são realizadas as negociações de energia. No mercado de varejo, são os consumidores finais que escolhem qual serviço contratará do próprio comercializador de energia, enquanto no mercado atacadista são realizadas comercializações de grandes quantidades de energia. Essas negociações podem ser feitas no mercado *spot* ou entre os agentes através de contratos bilaterais. As negociações de comercialização de energia entre produtores e compradores é realizada por dois operadores. A *European Energy Exchange* (EEX) – maior operador do mercado atacadista de energia alemão - é responsável pela administração da plataforma de negociações bilaterais de produtos, pelo mercado *spot* e também pelo mercado de derivativos. Por outro lado, a *European Power Exchange* (EPEX SPOT) é a plataforma de mercado *spot*, e tem como responsabilidade realizar as operações no mercado de dia seguinte, onde é comercializada a energia a ser despachada - através de leilões - nas 24 horas do dia seguinte à transação. Além disso, são realizadas as operações do mercado intra diário com outros países da Europa, como Suíça e Áustria (CPFL;USP;GESEL;GEPEA, 2014; INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2013)

Na Ásia, a Coréia do Sul iniciou uma importante reestruturação no início do século XXI. O plano inicial passaria por 3 etapas: a primeira consistia em inserir competição no setor de geração, seguido pela inserção de competição no atacado e depois no varejo. Porém, após fortes pressões, a reestruturação foi suspensa depois da implementação da primeira etapa. Dessa forma o Setor Elétrico Sul-Coreano tem como modelo a competição entre os agentes geradores para vender a energia para *Korean Electric Power Corporation* (KEPCO), empresa monopolista dos demais segmentos. No mercado de curto prazo, um dia antes do despacho, a *Korean Power Exchange* (KPX) recebe a disponibilidade de geração pelas unidades geradoras e

também realiza o cálculo da demanda. Em seguida, o Comitê de Estimação de Custos calcula o preço da oferta para cada unidade geradora, levando em consideração os custos de cada usina. Estes custos correspondem ao custo incremental, custo sem carga e o custo de inicialização. Dado o valor do custo de oferta, os geradores informam a capacidade que podem vender a energia, e com essa informação é realizado o despacho por ordem de mérito (CASTRO, 2017).

1.2 O MERCADO DE ENERGIA NO BRASIL

Devido ao baixo poder de investimento do Estado e o endividamento das empresas, que não tinham mais condições de atender ao plano de expansão no início da década de 90, o setor elétrico se viu diante de um cenário de estagnação naquele período. Por isso, mudanças buscando uma maior eficiência e competitividade no setor foram implementadas. A reestruturação do setor enfatizou a importância da iniciativa privada, a necessidade de desverticalização, o fortalecimento do produtor independente e o livre acesso à transmissão (LORENZO, 2001; SILVA, 2011).

No início dos anos 2000, a crise energética e os grandes racionamentos de energia reforçaram a necessidade de estabelecer mudanças para um maior fortalecimento do setor. Dessa forma, em 2004, o governo propôs através das Leis nº 10.847/04, 10.848/04 e pelo Decreto nº 5.163/04, um novo modelo para o Sistema Elétrico Brasileiro (SEB), visando obter uma maior segurança no fornecimento de energia e modicidade tarifária. Algumas características desse novo modelo se diferem do anterior, como a segregação dos setores de geração, transmissão e distribuição, a centralização da operação, regulação e planejamento, a concorrência por meio de leilões para geração, a livre comercialização entre geradores, consumidores livres e comercializadores, entre outras (RIZKALLA, 2018; WALVIS e GONÇALVES, 2014).

Com a reestruturação do setor elétrico, foram criados novos agentes, trazendo maior robustez e controle ao sistema. O Novo Modelo do Setor Elétrico, implementado em 2004, manteve a Aneel, agência reguladora, e o Operador Nacional do Sistema (ONS), responsável pela coordenação e supervisão da operação centralizada do Sistema Nacional Interligado (SIN). Um dos novos agentes

criados foi a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), vinculada ao Ministério de Minas e Energia (MME), que realiza estudos voltados ao planejamento da expansão do sistema elétrico. Com o intuito de acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do abastecimento eletroenergético em todo território, foi criado o Conselho de monitoramento do Setor Elétrico (CMSE). Já a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) tem como responsabilidade promover os leilões de compra e venda de energia, e gerenciar o Ambiente de Contratação Livre (ACL) e o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) (CPFL;USP;GESEL;GEPEA, 2014).

A figura 1 reproduz a atual estrutura institucional do setor elétrico.

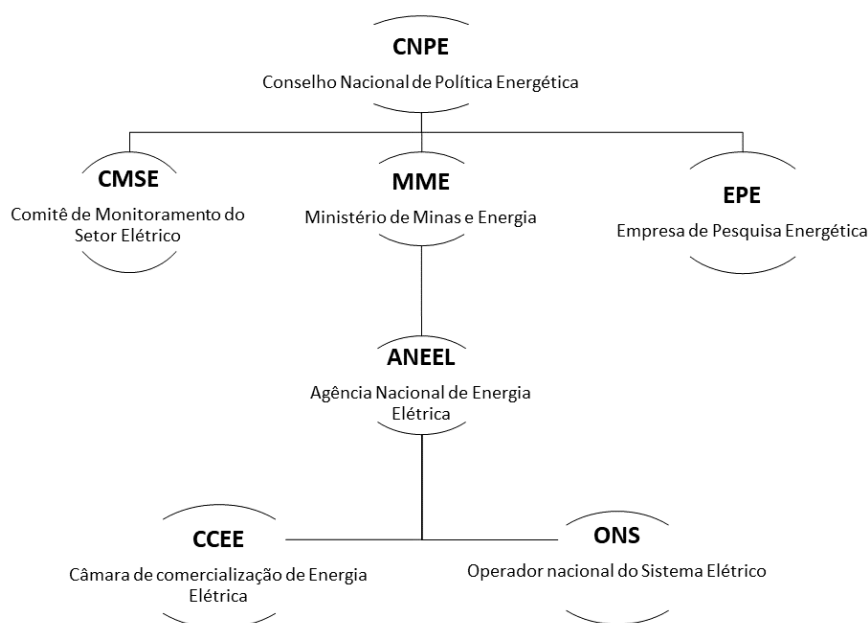


Figura 1 – Estrutura institucional do Setor Elétrico
Fonte: Adaptado de CCEE

No Brasil, as relações comerciais no setor elétrico são realizadas no Ambiente de Contratação Regulado - ACR e no Ambiente de Contratação Livre - ACL. Os contratos são registrados na Câmara de Comercialização de Energia - CCEE.

O Ambiente de Contratação Regulada tem como objetivo realizar operações de compra e venda de energia entre agentes vendedores e agentes de distribuição, promovendo uma maior concorrência na geração, a fim de garantir o melhor preço final ao consumidor. Após a reforma realizada em 2004, as distribuidoras não podem

realizar contratos de compra de energia fora do ACR. Os leilões de compra e venda de energia, delegados pela Aneel, são realizados de forma a atender as demandas declaradas pelas distribuidoras ao MME (CPFL;USP;GESEL;GEPEA, 2014; SILVA, 2011).

Com a demanda informada pelas distribuidoras, são realizados os leilões de energia. O governo tenta reduzir o valor máximo pago pela energia, e os geradores efetuam lances de quantidade de energia que venderiam pelos valores propostos pelo governo. Quando se atinge o equilíbrio entre a oferta e demanda é realizado o contrato entre as partes. O tempo de duração dos contratos é determinado pelo tipo de leilão. Os leilões de energia velha são oriundos de empreendimentos de geração já existentes e os leilões de energia nova são destinados a construção de novos empreendimentos de geração. Com base nos resultados dos preços dos leilões, as tarifas são repassadas aos consumidores cativos, que são caracterizados por não poderem escolher o seu fornecedor de energia, tendo portanto o planejamento de fornecimento de energia atrelado a distribuidora de sua região (ABRACEEL, 2017; RAMOS e BETTEGA, 2001; SILVA, 2011).

O ACL é o segmento que trata das operações de compra e venda de energia, através de contratos bilaterais e livremente negociados entre os agentes. Os contratos celebrados no ACL podem ser de curto prazo (6 meses), ou de longo prazo (superiores a 3 anos). A CCEE é responsável pela medição dos montantes que efetivamente foram produzidos ou consumidos pelos agentes e realiza a apuração em relação aos contratos. Os preços podem ser determinados por um valor nominal ou indexados ao Preço de Liquidação de Diferenças (PLD), que por sua vez é apurado com base nos Custos Marginais de Operação (CMO). O CMO estabelece quanto custa produzir um Megawatt-hora (MWh) adicional ao sistema elétrico brasileiro e é base para o PLD, conforme previsto na legislação. O PLD valora a energia no mercado de curto prazo ou mercado *spot*, sendo determinado por faixa horaria e tendo seus valores de máximos e mínimos definidos pela ANEEL e é resultado de um calculo que determina os valores de energia que foi produzida, mas não foi contratada pelos agentes do mercado. Neste calculo são levados em consideração a contabilização das diferenças entre os montantes de energia contratados pelos agentes, e os montantes geradores e de consumo devidamente

verificados e atribuídos os seus agentes. (CPFL;USP;GESEL;GEPEA, 2014; SILVA, 2011)

Entre os agentes participantes do ACL, encontram-se consumidores livres, consumidores especiais, geradores, exportadores, importadores e comercializadores energia. Para se caracterizar um consumidor livre é necessário que o mesmo possua demanda superior a 3MW e opte por adquirir energia do ACL. Criado em 2016, o consumidor especial tem como característica ser uma forma de estímulo à aquisição de energia oriunda de fontes incentivadas, como PCH (Pequenas Centrais Hidrelétricas), Eólica, Biomassa, entre outras. Além de adquirir energia dessas respectivas fontes, é necessário que tenha uma demanda superior a 500kW e inferior a 2500kW. Outra flexibilidade que o ACL oferece é a Comunhão de Carga para consumidores especiais, dessa forma consumidores que possuem o mesmo CNPJ ou estão localizados em áreas sem separação por vias públicas podem unir suas cargas para atingir o nível mínimo de demanda.

Após migrar para o ACL o consumidor pode contratar energia de fontes convencionais, que correspondem a usinas hidrelétricas de grande porte ou usinas termelétricas, ou de fontes incentivadas, que dão ao consumidor o direito a descontos entre 50 e 100% no custo do transporte de energia. Outra opção é realizar a compra com comercializadores, que são agentes do mercado livre que, apesar de não possuírem usinas geradoras, adquirem energia de fornecedores diferentes (ABRACEEL, 2017; UNIFESP e PAULO, 2012).

A Figura 2, apresenta a estrutura que resume as formas de comercialização de energia no Brasil.

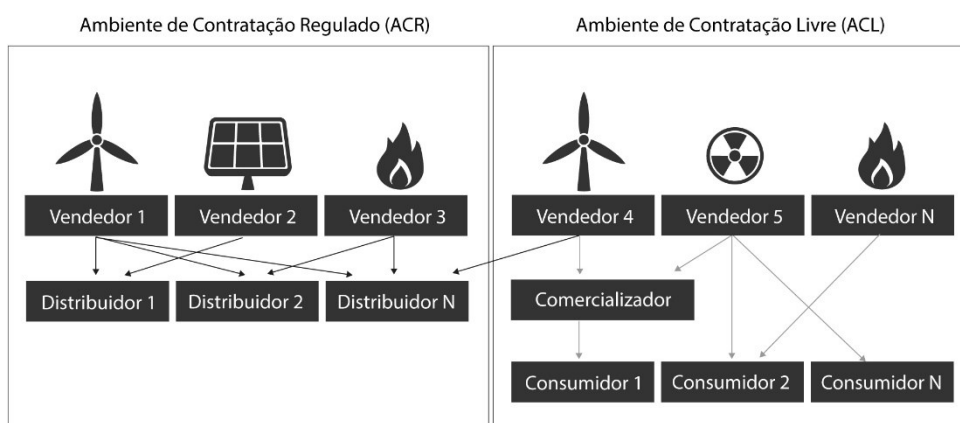


Figura 2 - Relações entre o mercado os agentes da CCEE
Fonte: Adaptado de CCEE

Segundo a EPE, em seu anuário estatístico, o número de consumidores livres vem apresentando um crescimento representativo. Entre 2018 e 2019, o crescimento foi de 25,3%, conforme apresentado na Figura 3 (EPE, 2020). Cerca 72% dos novos empreendimentos, entre 2021 e 2025, que estão em construção serão destinados ao mercado livre de energia (ABRACEEL, 2020).

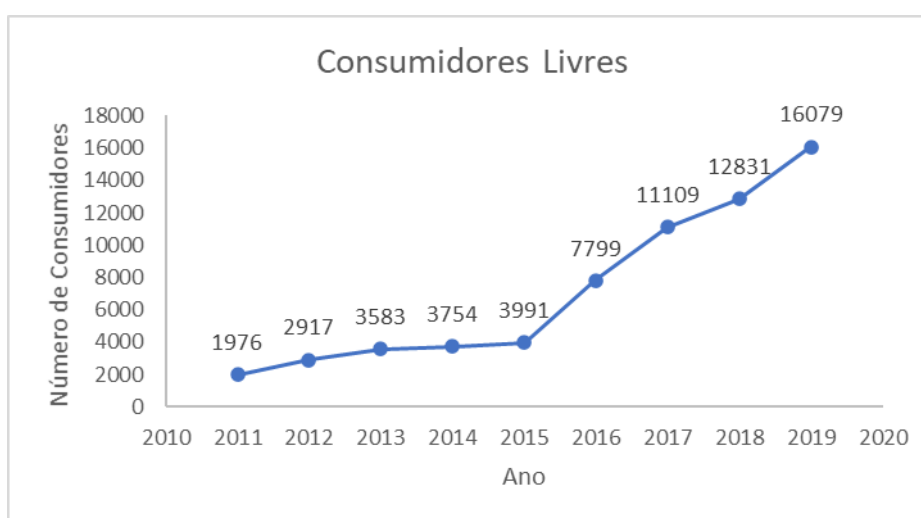


Figura 3 – Número de consumidores livres
Fonte: Autoria própria adaptado de EPE (2020)

Segundo a Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia (ABRACEEL), o mercado livre de energia brasileiro movimentou cerca de R\$122 bilhões em 2020, e desde 2003 o mercado livre ofereceu, em média, uma economia 29% em comparação ao mercado cativo (ABRACEEL, 2017, 2020).

Alguns trabalhos analisaram a viabilidade de migrar consumidores cativos para o mercado livre. Utilizando a análise *Break-even point*, ou ponto de equilíbrio, Rizkalla (2018) buscou determinar, em valores monetários, um ponto em que a compra de energia tanto no mercado livre quanto no mercado regulado não haja diferença, e partir desse ponto foi analisado qual seria a melhor opção para a unidade consumidora. Na análise, levou-se em consideração o preço praticado pela distribuidora local e estimativas de preços do mercado livre de energia. Obteve-se que a migração para o mercado livre geraria uma economia de cerca de 44%. De forma semelhante, Alixandre (2019) estimou, em um cenário conservador, uma economia potencial mensal de 28% em caso de migração para o mercado livre de

energia em um centro de eventos. Segundo o Boletim anual de 2020 da ABRACEEL, consumidores do mercado livre totalizaram uma economia R\$225 bilhões em suas contas de energia (ABRACEEL, 2020).

Apesar do desenvolvimento do mercado livre de energia, alguns desafios ainda se apresentam, como a inadimplência no mercado *spot* causada pela volatilidade do PLD, a busca por maior competitividade da indústria brasileira frente a concorrentes estrangeiros através da redução tributária e de encargos no setor, e a dificuldade de redução temporária da demanda contratada (CLÍMACO, 2010).

O crescimento das fontes renováveis na matriz energética brasileira, conforme apresentado no Plano Decenal de Expansão, terá impacto significativo no preço da energia, visto que ocorrerá uma exaustão dos reservatórios de água. Dessa forma o mercado livre se apresenta como a principal fonte de aumento de competitividade e redução de custos (AMARAL, 2018; EPE e MME, 2020; MUNHOZ, 2018; SICSÚ e BEMFICA, 2021)

Diante do cenário de transição energética, somado ao grande número de consumidores migrando ao Mercado Livre, torna-se necessário identificar as recomendações e critérios estabelecidos por meio da literatura, bem como identificar como estes são conduzidos na prática pelas empresas participantes.

2 OBJETIVOS E METAS

O presente trabalho tem como principal objetivo analisar os métodos e estratégias aplicadas na comercialização de energia elétrica, identificando quais pontos são levados em consideração para compra e venda de energia e as premissas consideradas para tomada de decisões.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar as regulamentações referentes a comercialização de energia;
- Identificar metodologias utilizadas no mercado e na academia, por meio de revisão bibliográfica sobre técnicas relacionadas a comercialização, compra e venda de energia;
- Analisar as estratégias utilizadas por empresas atuantes no mercado de energia;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo tem como objetivo apresentar o estado da arte em relação as estratégias de comercialização de energia, bem como entender a atuação das empresas na sua tomada de decisão no ACL.

3.1 FUNCIONAMENTO MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA

Após diversas reformas realizadas no setor elétrico, as operações comerciais no setor passaram a ser realizadas pela CCEE. Sendo assim, todos os agentes de comercialização, distribuição, geração e clientes mensalmente cadastram suas informações sobre os dados de compra e venda de energia, geração e insumos. Com esses dados, realiza-se a apuração de cada agente a fim de identificar o superávit ou déficit de suas operações (FERNANDEZ, 2010; FERNANDEZ e LYRA, 2010).

As diferenças são contabilizadas por horário apurando o desequilíbrio entre consumo, geração e contratos, e são valoradas em relação ao PLD, que é determinado pelo submercado tendo como base o custo marginal de operação (CMO). A liquidação financeira de cada agente pode ser positiva, correspondente às “vendas” das diferenças, ou negativa, correspondente às “compras” para proteção contra exposições. (FERNANDEZ e LYRA, 2010; RIBEIRO, 2015).

Para operar no mercado livre, os agentes são obrigados a disponibilizar dados referentes geração (para agentes geradores e comercializadores) e contratos de compra de energia suficientes para cobrir o consumo do seu último ano (agentes comercializadores, geradores e consumidores). Essa restrição é chamada obrigatoriedade de lastro de energia e foi criada com o objetivo de reduzir risco de desabastecimento do mercado consumidor, evitando que agentes fiquem realizando apenas operações no curto prazo. (MUNHOZ, 2018; RIBEIRO, 2015).

Outra restrição importante é a obrigatoriedade de lastro de potência no patamar de carga pesada, que impõe que cada consumidor ou agente comercializador deve ter geração ou contrato de compra de energia suficiente para cobrir o consumo ou a venda no patamar pesado. Os patamares de carga são agrupamentos de cargas de energia em intervalos horários, e estes são pré-

estabelecidos com o objetivo de simplificar a quantidade de informações utilizadas nas análises e procedimentos relacionados a fenômenos que ocorrem nas operações de sistemas elétricos. O intervalo de patamar pesado encontra-se entre as 18h00 e as 20h59 de segunda à sexta-feira (CLÍMACO, 2010; MUNHOZ, 2018).

A gestão dos contratos de energia para comercialização é parte fundamental das operações no ambiente de contratação livre, tornando-se então um problema de alocação de recursos financeiros. Dado que os compromissos de compra e venda já foram assumidos, a fonte ou o contrato que lastreia a operação fica em segundo plano, visto que o importante é o resultado da contabilização final. (FERNANDEZ e LYRA, 2010).

Entretanto, antes da realização da gestão dos contratos, é necessário entender quais os riscos das operações de comercialização no ambiente de contratação livre.

3.2 RISCOS NA COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA

A análise de riscos é parte relevante quando se trata de comercialização de energia. Entre os principais riscos, temos a exposição ao PLD e riscos associados à estruturação do ACL. Como já citado anteriormente, os contratos são realizados de forma bilateral entre os agentes. Nas operações de balcão, portanto, não há um agente responsável por aplicar uma política de conduta no mercado - administrando a posição de cada agente, verificando inadimplências, centralizando as negociações, contabilizando e organizando as operações (CASTRO, 2019).

Para a ilustrar as possíveis exposições ao mercado livre, a figura 4 apresenta uma comparação entre o PLD projeto para o ano de 2021 e o praticado. As revisões e projeções são refeitas com frequência. A própria CCEE disponibiliza em seu site um simulador de PLD. Na figura é possível observar as grandes diferenças entre o que foi projetado pela CCEE e o praticado durante o ano de 2021. Essas variações tem impacto significativo no preço dos contratos de energia praticados pelo mercado e conseqüentemente nos orçamentos dos agentes atuantes no ACL.

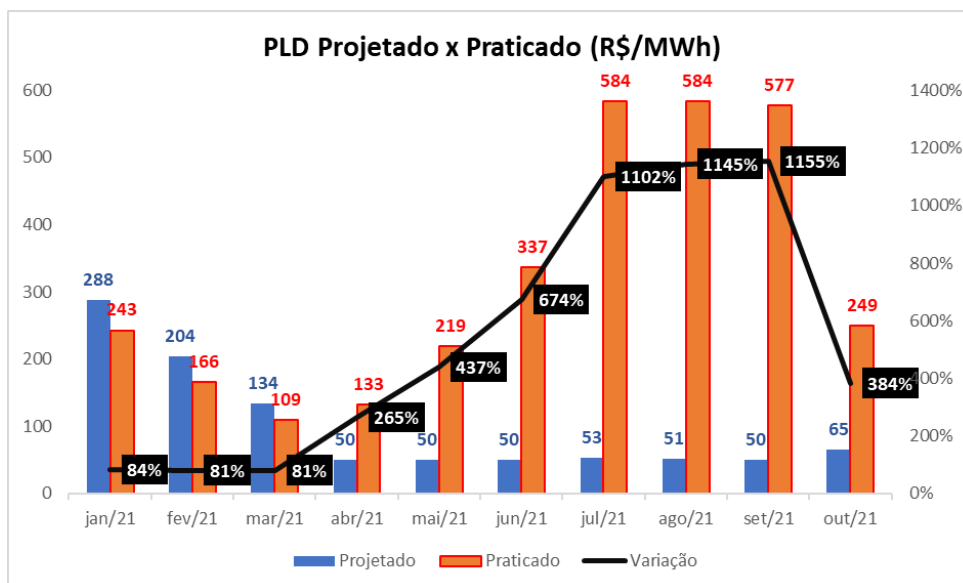


Figura 4 – PLD Projetado no início do ano x efetivo
Fonte: Autoria própria, dados e projeções CCEE (2021)

Há também o risco de registro, que está associado à não contabilização do contrato por parte da CCEE. De forma geral, isso acontece quando o contrato é realizado entre as partes, e há o pagamento antecipado deste contrato. Porém, existe o risco de o contrato não ser registrado na CCEE, e a parte compradora fica exposta, necessitando solicitar estorno do pagamento, ou negociar novamente um contrato. O não registro junto a CCEE pode se dar por diversos motivos, um deles seriam erros dentro do próprio contrato que não são corrigidos há tempo de registro para início de sua validade (CASTRO, 2019).

Riscos entre as contrapartes geralmente são mitigados entre os próprios agentes com garantias estabelecidas bilateralmente. Algumas dessas garantias são boas práticas aplicadas entre os agentes, como o pagamento prévio do contrato antes do registro na CCEE. Além disso, alguns agentes utilizam para contratos muito longos a solicitação de pagamento de um mês como garantia da operação (CASTRO, 2019; CPFL; USP; GESEL; GEPEA, 2014).

Lyra e Fernandez (2010) destacam algumas incertezas do mercado de energia, que colocam risco à comercialização: os preços de liquidação horários, previamente desconhecidos e, por vezes, imprevisíveis; o consumo de cada cliente; e os montantes de contratos, muitas vezes sujeitos a flexibilização por parte dos parceiros. Pelo sistema vigente, os registros dos volumes contratados são feitos após a conclusão de cada mês, o que pode mitigar o risco de exposição dos agentes de comercialização e clientes livres porque a quantidade de energia consumida já é

conhecida. Entretanto, cabe ressaltar que podem existir variações de volumes de geração, preços, e consumo em horários que podem prejudicar o resultado financeiro (FERNANDEZ, 2010; RIBEIRO, 2015).

Alguns riscos de comercialização são mitigados pela contabilização horária. Atualmente, com o despacho otimizado da geração no Sistema Interligado Nacional (SIN), os preços horários são definidos através de modelos matemáticos que levam em consideração o atendimento da carga e as restrições elétricas. Esses preços variam e são divulgados diariamente através do PLD horário (CLÍMACO, 2010; MUNHOZ, 2018).

Outro risco de atuação no mercado está relacionado as inadimplências dos agentes. Os pagamentos realizados na CCEE apresentam um historio de inadimplências alto. A figura 5 esboça os valores contabilizados na Câmara entre os anos de 2009 e 2018.

Valores Liquidados e Inadimplência (R\$ em bilhões)

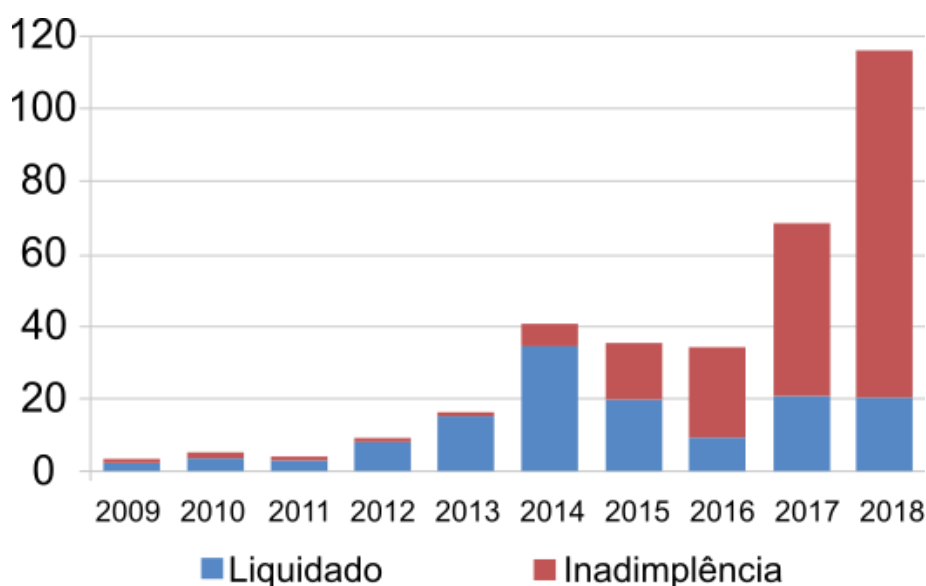


Figura 5 – Histórico de inadimplência.
Fonte: (CASTRO, 2019)

É necessário esclarecer como são contabilizados os valores abertos na CCEE. Dessa forma, ocorrendo valores em abertos por qualquer razão, os mesmos entram na contabilização do mês seguinte. Se essa situação não é regularizada no segundo mês, os valores entram na contabilização do mês seguinte até que a inadimplência seja regularizada.(CASTRO, 2019; MUNHOZ, 2018)

Com os dados apresentados pela CCEE em 2020 é possível observar uma grande movimentação no mercado de curto prazo, essas liquidações chegaram a 19,2 bilhões de reais observado na figura 6.



Figura 6 – Liquidações no mercado de curto prazo
Fonte: (CCEE 2020)

Apesar da grande movimentação, apresentados da figura 5, expõe um dos grandes riscos relacionados a comercialização de energia que é a inadimplência dos agentes. Uma mesa não centralizadora das negociações implica uma falta de regulamentação específica para lidar com esses casos, visto que os agentes ainda podem ser atuantes no mercado livre de energia.

A CCEE não possui mecanismos que permitam avaliar previamente as medições e antecipar exposições ao mercado de curto prazo, tornando inviável a exigência de garantias antecipada. Uma maneira de mitigar esse risco seria a implementação de um balcão que centralizaria o registro dos contratos em uma entidade, essa ficaria responsável por ser administrador e conhecer as posições contratuais dos agentes, de modo a restringir os que se desenquadrem de critérios pré-estabelecidos. (CASTRO, 2019)

Para mitigar os riscos associados aos contratos e melhor atuação nas operações de compra e venda de energia, é necessário entender como são formulados os contratos e quais são suas principais características.

3.2.1 CONTRATOS DE COMPRA E VENDA DE ENERGIA

Em geral no ACL existem Contratos de Comercialização de Energia em Ambiente Livre – CCEAL divididos em subespécie de contratos: os Contratos Bilaterais de Cessão de Energia Elétrica e os Contratos de Comercialização de Energia Incentivada - CCEI(GOMES, 2013; MUNHOZ, 2018)

No mercado livre, os contratos são feitos para garantir renda fixa aos fornecedores de energia, mas também funcionam como uma proteção para os consumidores contra elevações do PLD, além disso garantem uma maior clareza em relação os custos, já que possuem valor fixo e constante.(GOMES, 2010; MUNHOZ, 2018; RIBEIRO, 2015)

Quanto maior o período de contratação, menor a exposição a variações. Porém existe a possibilidade de o preço baixar devido à grande oferta por parte dos geradores. Nesses casos, a atuação junto ao mercado spot surge como uma oportunidade para trading de energia visando maior resultado financeiro (ABRACEEL, 2013; RIBEIRO, 2015).

Pela perspectiva de agentes vendedores, existe o interesse em vender contratos de longo prazo para se proteger as oscilações do preço no mercado spot. Contudo, utilizando desse racional para tomada de decisões, o agente pode vender toda sua garantia física, o que pode implicar na necessidade de comprar energia do mercado de curto prazo, em momentos em que a geração for inferior a energia assegurada, e houver necessidade de complemento de montantes (RIBEIRO, 2015).

Cenários de crise energética, nos períodos em que os reservatórios estão em baixa, com vazões muito abaixo da média de longo termo, implicam na elevação do PLD. Períodos como esses, com um cenário hidrológico desfavorável, podem perdurar muito meses, de forma que os riscos financeiros para os agentes aumentam. Com isso, é frequente geradores hidráulicos renunciarem vender toda a sua garantia física em contratos de longo prazo, deixando assim, uma margem da energia assegurada propositalmente sem contratos e assumindo perdas decorrentes dessa tomada de decisão (LAZO, 2012; RIBEIRO, 2015)

Quando o agente é um gerador térmico, o risco é menor, visto que nos períodos de preço de curto prazo elevado a planta está gerando sua capacidade máxima, portanto atendendo seu contrato. O risco para uma hidrelétrica nesses casos é substancial, pois em períodos de preços elevados no mercado spot, são

justamente os períodos de seca severa onde a produção diminui. (MUNHOZ, 2018; RIBEIRO, 2015). No caso de plantas eólicas e de biomassa, sempre que sua geração for inferior ao montante contratado, o agente fica exposto ao mercado de curto prazo quando o preço *spot* da energia estão superiores.

Contratos de compra e venda de energia são baseados em três principais variáveis: preço, prazo e volume. O preço é o valor em R\$/MWh da energia comercializada. O prazo é a duração do contrato, e o volume é a quantidade de energia em MWh que foi comercializada, potencializada associada, em MW, e questões de flexibilidade, modulação e sazonalidade. (FERNANDEZ, 2010; MUNHOZ, 2018)

Além dessas três principais características, são importantes na formação de preço a data de início de suprimento e o ponto de entrega. O início do suprimento do contrato é um parâmetro importante visto que define a proximidade entre a data em que o contrato foi fechado e a da entrega efetiva da energia, com isso as incertezas e os riscos associados a diferença entre essas datas podem ter impacto significativo no preço do contrato. (GOMES, 2013)

O local de entrega da energia também é relevante. A entrega pode ser na barra da carga, no centro de gravidade do submercado, no centro de gravidade do submercado de geração ou na barra de geração, e isso definirá o responsável por assumir as perdas técnicas (ou perdas elétricas) naturais da operação, além de definir qual parte fica exposta a possíveis diferenças de preços nos submercados. (CASTRO, 2019; GOMES, 2010; RIBEIRO, 2015)

3.3 ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO

Inúmeros artigos apresentam estratégias e mecanismos para suporte nas operações no ambiente de contratação livre. Pontos de tomada de decisão são muito frequentes e importantes para uma melhor gestão dos contratos. Essa tomada de decisão em relação aos contratos dos consumidores livres deve ser realizada de forma dinâmica, levando em consideração o portfólio de contratos as projeções de cargas e perfil de risco do consumidor.

As grandes incertezas associadas a demanda futura, tanto devido as oscilações do PLD quanto do preço dos contratos bilaterais, levam alguns consumidores a terem um perfil mais avesso ao risco. Isto é, esses consumidores

aceitam mitigar os riscos de exposições mesmo que isso implique em aumento no custo da energia. Por outro lado, existem consumidores mais suscetíveis ao risco que buscam operações com maior redução do custo global da energia, mesmo que isso acarrete em maiores exposições financeiras. (MUNHOZ, 2018)

Com a contratação de curto prazo, o agente consegue fazer uma melhor previsão do consumo, contratando um montante mais ajustado ao seu perfil de carga e reduzindo a possibilidade de sobras. Entretanto esse tipo de atuação deixa o consumidor desprotegido contra elevações bruscas do PLD, que conseqüentemente impacta o preço dos contratos bilaterais. Quando se trata de estratégias de longo prazo, o agente tem maior previsibilidade do custo da energia, e se protege contra elevações de preços, porém não consegue aproveitar oportunidades de contratar energia a preços baixíssimos quando houver sobra de energia no mercado.

Outra opção seria utilizar a contratação parcial da carga, dessa forma o agente opera com contratos curtos (bimestrais, por exemplo) que são praticamente precificados ao PLD. Sendo assim, a agente aposta em uma condição conjuntural de curto prazo mais atraente no futuro, com o PLD atingindo valores menores. Como resultado, a exposição proposital nessa estratégia tem como consequência uma diminuição do custo global da energia (CASTRO, Roberto e LYRA FILHO, 2005a; MUNHOZ, 2018)

Tendo em vista os riscos relacionados às migrações para o mercado livre de energia, como penalidades e exposição ao mercado de curto prazo, alguns trabalhos propõem métodos de suporte às decisões relacionadas à comercialização de energia. Castro e Filho (2005) estimaram o preço da energia no mercado de curto prazo e produziram uma função densidade de probabilidade para resultados financeiros atrelados a cenários de preços futuros. Os autores aplicaram o método de análise de risco - *Value at Risk* - para atribuir pesos (critério multiobjetivo) a sua função objetivo, e subsidiar a tomada de decisões (CASTRO, Roberto e LYRA FILHO, 2005b). Já Fernandez (2010) investiga como comercializadores maximizam os resultados financeiros na realização de transações de energia, simulando cenários alternativos para consumo, variações de preço e opções de contrato e em seguida realizar comparações entre os diversos cenários e optar pela melhor alternativa de operações no mercado (FERNANDEZ, 2010).

De modo semelhante, Gonçalves (2013) elaborou um modelo numérico que define qual a contratação de energia mensal em um cenário de 2 anos. Utilizando um cenário hipotético e comum a uma comercializadora de energia, o modelo procura atender questões regulatórias, e busca encontrar melhores resultados financeiros evitando assim, a exposição do comercializador (GONÇALVES, 2013).

Trabalhos já publicados referente a atuação de operações no ACL, em sua maioria, tentam prever o cenário de preços de curto e longo prazo, empregando modelos matemáticos para encontrar a melhor solução de compra e venda de energia com base no preço futuro, preço atual, e consumo do agente no prazo pré-estabelecido na análise. Outro ponto comum entre estes trabalhos é avaliar os riscos relacionados as operações e, nesse ponto, estabelecer os critérios para maximizar os resultados financeiros de acordo com o perfil de cada agente (CASTRO, 2019; CASTRO, Roberto e LYRA FILHO, 2005b).

4 METODOLOGIAS E PROCEDIMENTOS

Para o desenvolvimento deste trabalho, primeiro foi necessária uma revisão bibliográfica e documental a respeito das regras de comercialização. Sendo assim, foram utilizados documentos como relatórios, boletins, anuários, regulamentos, leis, resoluções e outros, divulgados por empresas e órgãos do setor como ANEEL, EPE, CCEE, ONS. Em seguida, foi realizada uma pesquisa a respeito das metodologias e estratégias de comercialização de energia, através de artigos, dissertações de mestrado, teses de doutorado. O objetivo dessa etapa foi desenvolver e destacar as principais estratégias utilizadas, levando em consideração os riscos atrelados a elas e as premissas de cada uma.

Através de uma análise exploratória, foi realizado um estudo de caso referente à metodologia utilizada para tomada de decisão de uma companhia que atua em negociações de compra e venda junto ao Mercado Livre de Energia. A análise foi feita em duas unidades, uma geradora e uma consumidora, entretanto os dados de apenas duas unidades se mostraram insuficientes para compreender as estratégias utilizadas pela empresa na atuação ACL. Sendo assim, para complementar as informações não obtidas pelos dados, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com três pessoas para identificar as ações e análises praticadas pela empresa que atua comercializando energia, e assim entender também a regulação, as implicações junto aos órgãos reguladores, e o impacto nas estratégias nas suas diversas unidades.

Após a realização da pesquisa referente ao estado da arte sobre comercialização de energia e o estudo de caso, foi discutido quais são as estratégias e dificuldades de implementação das metodologias encontradas, visando entender as divergências e os pontos críticos que impactam em suas implementações. Assim, foi possível relacionar as implicações, estratégias, metodologias e critérios, estabelecendo a relação entre o sugerido na literatura/academia, e o realizado por uma empresa atuante no mercado.

5 RESULTADOS

Inicialmente, a análise proposta seria feita em cima dos dados de duas unidades para entender a perspectiva de atuação da empresa de duas óticas diferentes, de uma unidade geradora e outra consumidora. Dessa forma seriam necessários dados de consumo, demanda, preço, entre outros. Os dados apresentados de apenas duas unidades se mostraram insuficientes para identificar as estratégias utilizadas na tomada de decisões. Sendo assim, através de entrevistas semiestruturadas foi possível obter maiores informações sobre as análises realizadas pela empresa.

5.1 ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA COMERCIALIZADORA NO MERCADO LIVRE DE ENERGIA

A equipe de gestão de energia é responsável por fazer análise dos contratos existentes e oferecer *inputs* para a equipe de *trading* de energia, indicando qual a melhor fonte de energia deve ser comprada para atender a demanda. Essa equipe está na estrutura de energias renováveis, dentro da diretoria de vendas, marketing e *trading* de energia. É composta por dois analistas de planejamento de bioenergia e um analista de suporte comercial, que são responsáveis por realizar todo o planejamento de demanda de energia das unidades da empresa.

A análise é feita sobre 42 unidades da empresa, participantes do mercado livre de energia. Sendo assim, a centralização dessa análise se torna um mecanismo interessante para atuar de forma mais precisa e identificar maiores oportunidades de negociação devido ao maior volume.

Além das 42 unidades consumidores que fazem parte do ACL, a empresa iniciou em 2021 a gestão de energia de clientes que tem interesse em migrar para ACL. Dessa forma, tem expandido o portfólio de comercialização no mercado livre de energia. As atividades relacionadas a gestão de energia envolvem estudo de viabilidade de migração para o mercado livre, gestão de contratos, entre outras.

Com os dados obtidos junto a empresa, é possível observar que os insights nos relatórios para compra de energia variam mês a mês. Nesses relatórios, são sugeridas as fontes de energias (incentivadas, convencionais, cogeração, entre

outras) a serem compradas para cada unidade, caso necessário. Entretanto, a análise realizada para as unidades consumidoras é feita de forma centralizada. Sendo assim, observar os dados de apenas duas unidades para identificar estratégias se mostrou insuficiente. Nem todas as informações foram disponibilizadas, tornando a análise dos dados prejudicada.

No processo, não existe uma ordem preferencial que defina qual unidade receberá qual contrato de energia. Assim, são consolidados os dados de consumo de todas as unidades participantes do mercado livre, juntamente com os contratos já firmados. Em seguida os montantes de energia já contratados são distribuídos, de forma automatizada e centralizada, para as unidades consumidoras. Quando o volume consumido no mês é superior ao volume contratado, tem-se a necessidade de realizar novos contratos ou operar no mercado de curto prazo. Como a distribuição dos montantes já contratados não é realizado seguindo uma ordem específica das unidades, seria necessário analisar os dados de todas as unidades consolidadas para entender como são tomadas as decisões, o que se mostrou inviável por conta da exposição de dados da empresa.

Dessa forma, além de apresentar os dados disponibilizados, optou-se por realizar uma entrevista semiestruturada que identificou as principais estratégias utilizadas na atuação no mercado livre de energia. A seguir serão apresentadas as informações obtidas.

A tabela 1 apresenta os dados disponibilizados pela empresa referente às duas unidades. Conforme citado anteriormente, uma unidade é geradora e consumidora, e a outra é apenas consumidora.

Tabela 1 – Dados de consumo de duas unidades consumidoras

Unidade	Consumo (MWh)	Fonte	Mês	Preço (R\$/MW)	Preço mercado (R\$/MW)
UNIDADE X	156,7	CQ1	set/19	277,1	324,57
UNIDADE Y	95,8	i5	set/19	211,1	258,57
UNIDADE X	144,3	CQ1	out/19	280,6	382,39
UNIDADE Y	101,6	i5	out/19	214,6	316,39
UNIDADE X	71,7	CQ1	nov/19	288,1	433,28
UNIDADE Y	94,7	i5	nov/19	222,1	367,28
UNIDADE X	130,5	CQ1	dez/19	289,3	344,57
UNIDADE Y	101,7	i5	dez/19	223,3	278,57
UNIDADE X	678,6	Conv	jan/20	176,6	327,38

UNIDADE Y	95,4	i5	jan/20	233,1	383,88
UNIDADE X	2215,0	Conv	fev/20	176,6	154,44
UNIDADE Y	85,6	I5	fev/20	227,0	204,83
UNIDADE X	3220,0	Conv	mar/20	176,6	81,86
UNIDADE Y	78,3	I5	mar/20	227,4	132,57
UNIDADE X	1397,5	CQ5	abr/20	212,1	39,68
UNIDADE Y	59,1	I5	abr/20	216,6	79,68
UNIDADE X	215,8	i1	mai/20	290,1	185,45
UNIDADE Y	69,1	I5	mai/20	211,3	106,57
UNIDADE X	194,4	i1	jun/20	295,3	230,61
UNIDADE Y	70,0	I5	jun/20	217,6	155,74

Fonte: Autoria própria (2021)

Os dados de consumo são retirados da base de dados, registrados pela CCEE, através da SCDE – Sistema de Coleta de Dados de Energia, que é responsável por registrar, através da comunicação com o medidor na unidade, o consumo.

A coluna com o item “fonte” apresentada na tabela 1 informa qual fonte de geração oferece o menor preço para a respectiva unidade no respectivo mês. Conv são fontes convencionais de geração, que não oferecem descontos de transmissão e distribuição. I1 e I5 são fontes de energia incentivadas, que possuem descontos de 100% e 50% respectivamente nas tarifas de transmissão e distribuição. Já a fonte CQ5 é relacionada a cogeração qualificada que envolve a produção de duas ou mais formas energia a partir de um mesmo combustível e também possui 50% de desconto nas tarifas de transmissão e distribuição. A coluna “Preço” informa o valor do preço da energia já contratada, e o a coluna “Preço Mercado” é o valor da energia no mercado de curto prazo ou valor da energia para uma possível realização de novo contrato de curto prazo.

Para o consumo registrado é feita uma estimativa, pois a apuração da distribuidora se dá com dados integralizados de 15 em 15 minutos, enquanto os dados da CCEE são apurados de hora em hora, gerando uma pequena diferença. Dessa forma, o pico máximo de consumo é determinado como a demanda registrada.

Para evitar exposições ao mercado de curto prazo, a estratégia utilizada se concentra em realizar múltiplos contratos. O maior destes tem como objetivo cobrir quase todo o consumo e é chamado de “contrato chapéu”. A estratégia de compra

parcial do volume necessário oferece ao agente capturar oportunidades no mercado de curto prazo, visto que boa parte do volume necessário já está coberto pelo contrato chapéu.

Essas oportunidades são captadas e analisadas mês a mês de acordo com o preço de contrato juntamente em comparação os preços de mercado e de contratos menores. De modo geral, caso o PLD atinja seu limite máximo, a empresa está protegida devido ao contrato chapéu. Em contrapartida, se o PLD cair ao preço mínimo, devido à grande oferta de energia no mercado, a empresa analisa a oportunidade de revender a energia já contratada e comprar energia no mercado *spot*.

Como a tomada de decisão leva em consideração o preço do mercado no momento comparado a energia já contratada pela companhia, é realizado um balaço matemático de custos, com base no preço dos contratos já realizados, PLD e preços da energia incentivada (I5 e I1 e CQ5), escolhendo assim a combinação que gera o menor preço.

No curto prazo, as decisões são realizadas até o 6º dia útil de cada mês, prazo estipulado pela CCEE, para fechar as operações de compra e venda de energia e registrá-las. Devido a esse prazo, os preços nesse período tendem a aumentar, visto que há uma maior demanda no mercado. Logo, antecipar a previsão de consumo se torna parte importante do processo para aproveitar as oportunidades.

Outro fator importante para definição dos contratos é identificar o perfil de carga das unidades consumidoras, considerando a sazonalidade de cada uma. Esse processo é realizado anualmente, de modo a entender previsões de aumento ou diminuição de carga. Outro ponto importante é que as unidades sinalizam, de forma antecipada, instalações de novas máquinas ou paralisação da unidade, tendo em vista o impacto que essas alterações podem ter no consumo. De forma similar, mensalmente o consumo é acompanhado entendendo as variações que ocorrem que tem impacto nos contratos realizados para essas unidades.

As unidades geradoras em sua maioria têm como fonte de geração a biomassa, utilizando bagaço da cana de açúcar. Os riscos são majoritariamente associados a produção anual de derivados do açúcar (açúcar e etanol). Desse

modo, o controle do plantio e condições meteorológicas tem impacto direto na geração.

Para a gestão das unidades geradoras, são realizados contratos de longo prazo que visam maximizar o lucro da companhia. Nos contratos realizados, não é utilizada toda a garantia física das unidades geradoras. Essa faixa varia entre 70% e 90%, de acordo com a estratégia e com o preço praticado no mercado. Essa estratégia é utilizada para se proteger quando o preço da energia praticado no ACL dispara. Sendo assim, esse percentual restante da garantia física é utilizado para gerar energia para as próprias unidades consumidoras que não estão cobertas pelo “contrato chapéu”.

Em uma das operações recentes, a empresa realizou um contrato de geração de energia de pelo menos 20 anos. Movimentos como esse visam aumentar as relações contratuais de atuação no mercado livre de energia. No longo prazo a empresa tem como objetivo se estabelecer como grande *player* do ACL.

Quando existem contratos que suprem toda a demanda das unidades consumidoras, e o preço do mercado está aumentando, a garantia física restante também é utilizada como estratégia de *trading* para maximizar os lucros da companhia. Geralmente são realizados contratos de curto prazo, entre 3 e 5 meses, para aproveitar o momento de preços altos.

5.2 COMPARAÇÃO ENTRE LITERATURA E EMPRESA ATUANTE NO MERCADO

Entre os artigos encontrados relacionados à comercialização e atuação no mercado livre de energia e a entrevista semiestruturada numa empresa que atua no ACL, observa-se que ambos atuam de formas diferentes para atingir seus objetivos financeiros.

De modo geral, as análises desenvolvidas nos artigos publicados, em sua maioria, envolvem modelos matemáticos que tentam suportar a tomada de decisão com base em algumas premissas. Entre elas, o cenário futuro de preços se destaca, pois a assertividade nessas previsões tem impacto significativo no lucro dos contratos. Nesse quesito, a empresa não utiliza de modelos matemáticos para projetar preços futuros, porém realiza análises dos preços atuais e previsão de consumo para otimizar seus lucros. A análise é realizada com base histórico do

PLD, que historicamente tem valores menores nos períodos de chuvas. Apesar de não utilizar modelos matemáticos, a empresa usa dados de agências especializadas do setor que fornecem informações relacionadas a alterações de preços de tarifas, taxas e outros encargos.

Outro fator utilizado para tomada de decisões é a análise de riscos. Essa análise é feita tanto tentando identificar o perfil de aversão a risco do cliente ou unidade consumidora, como também o risco do próprio comercializador que gerencia os contratos de suas inúmeras unidades e de clientes terceiros. Nesse sentido, a técnica *Value at Risk* é uma das mais utilizadas na literatura pra prever e identificar quantitativamente os melhores e piores cenários.

Quando se trata da atuação da empresa na análise de risco de contrato e das operações, essa análise é feita de forma implícita nas tomadas de decisões realizadas mês após mês. Observa-se nos contratos realizados uma estratégia de compra parcial da demanda necessária, implicando que pequena parte da demanda ainda está exposta a contratos menores ou ao PLD. Dessa forma, identifica-se oportunidades momentâneas para maximizar o lucro.

Nota-se que, pelas estratégias que utiliza, a empresa atende a demanda de energia existentes em suas unidades, mas não foi possível identificar com os dados e nas entrevistas, o quão profunda é a análise sobre os riscos pertinentes a atuação de comercializador.

6 CONCLUSÃO

Com o número crescente de agentes atuando no mercado livre de energia pode-se observar uma tendência no aumento de estudos relacionados a otimização na contratação de energia. Dessa forma, entender o perfil de carga da unidade consumidora, o perfil do cliente, prever cenários de preços no ACL torna-se parte fundamental dessa análise.

Os riscos associados a atuação no mercado livre são muitos, desde a não existência de uma mesa que centralize a negociação de contratos, a inadimplência dos agentes, a oscilação do preço no mercado spot. A compreensão desses riscos faz-se necessária para uma melhor atuação no ACL, evitando exposições financeiras.

Não foram possíveis identificar todos os pontos de tomadas de decisão utilizados pela empresa, pois a empresa enxergou riscos em expor dados de mais unidades e estratégias num mercado que tem se tornado tão concorrido ao longo dos últimos anos.

Entre os métodos praticados identificados no estudo de caso, foi possível constatar que o componente financeiro é o principal foco na tomada de decisões, porém quando comparado aos artigos e trabalhos já publicados nota-se que ainda não são utilizadas metodologias que levam em consideração cenário futuros de preços e aversão a risco das unidades e clientes, já que a empresa atua como comercializadora e gestora de contratos de energia de novos agentes.

A análise realizada, mês a mês, mostra oportunidades de compra, através de novos contratos, ou venda de energia de acordo com o PLD. Entretanto, como nem toda a carga está coberta pelo “contrato chapéu”, cenários de crescimento de PLD como o que aconteceu durante o ano de 2021 implicam em exposições financeiras significativas, o que torna importante identificar quais as possíveis variáveis que impactam no preço, e também a importância na assertividade de previsões de preços e carga das unidades.

A não existência de uma mesa que centraliza as negociações dos contratos bilaterais registrados na CCEE, torna-se difícil o acesso as informações de negociações de contratos. Como futuro trabalhos, sugere-se identificar a regulamentação e a atuação de comercializadores de energia em países que

contém um maior número de agentes livres atuantes trará uma visão mais ampla de oportunidades a serem aplicadas no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABRACEEL. **Boletim Abraceel da Energia Livre**. p. 2, 2020. Disponível em: <<https://abraceel.com.br/wp-content/uploads/post/2020/08/Boletim08-Agosto.pdf>>.

ABRACEEL. **Condições Gerais ABRACEEL para Contratação de Compra e Venda de Energia Elétrica (V1 . 2) ALERTA AOS USUÁRIOS : jurídica própria visando proteger e assegurar seus interesses em face deste documento . destas Condições Gerais não se responsabilizam , pera**. p. 1–35, 2013.

ABRACEEL. **Mercado Livre**. 2017. Disponível em: <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-783681287-monitor-crt-17-_JM>.

AMARAL, Alessandra. **Os desafios da comercialização no setor elétrico brasileiro**. p. 2018–2019, 2018.

CASTRO, Nivalde. **Experiências Internacional em Geração Distribuída: Motivações, Impactos e Ajustes**. [S.l: s.n.], 2018.

CASTRO, Nivalde. **Os mecanismos de comercialização de energia no atacado no Brasil**. 2019.

CASTRO, Nivalde. **TDSE 62: A Formação do preço da energia elétrica - Experiências internacionais e o modelo brasileiro**. GESEL- Grupo de Estudos do Setor Elétrico, 2014.

CASTRO, Nivalde. **TDSE 75: Análise comparativa internacional e desenhos de mercados atacadistas de energia**. GESEL- Grupo de Estudos do Setor Elétrico, 2017. , v. 75, p. 1–52Disponível em: <http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/25_tdse75.pdf>.

CASTRO, Roberto e LYRA FILHO, Christiano. **Um método de suporte a decisões sobre investimento e comercialização de energia elétrica no Brasil**. Sba: Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica, 2005a.

CASTRO, Roberto e LYRA FILHO, Christiano. **Um método de suporte a decisões sobre investimento e comercialização de energia elétrica no Brasil**. Sba:

Controle & Automação Sociedade Brasileira de Automatica, v. 16, n. 4, p. 478–494, Dez 2005b. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-17592005000400008&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 3 mar 2021.

CLÍMACO, Fernando. **Gestão de Consumidores Livres de Energia Elétrica**. p. 113, 2010.

CPFL;USP;GESEL;GEPEA. **Características Dos Sistemas Elétricos E Do Setor Elétrico De Países E / Ou Estados**. 2014.

EPE. **2020 Statistical Yearbook of electricity: 2019 baseline year**. p. 256, 2020. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>.

EPE e MME. **Plano de Expansão de Energia 2029**. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética, p. 393, 2020.

FERNANDEZ, Marcelo Richter. **Contratação Ótima para Comercialização de Energia Elétrica**. p. 113, 2010.

FERNANDEZ, Marcelo Richter e LYRA, Christiano. **Operação Ótima de Contratos de Compra e Venda de Energia Elétrica**. p. 1–6, 2010.

GOMES, Gabriel. **Relações Contratuais de Comercialização na Regulação Jurídica do Mercado Brasileiro de Energia Elétrica**. 2013.

GOMES, LEONARDO LIMA. **Otimização de Carteiras de Contratos de Energia Elétrica Através da Medida Ômega**. Brazilian Review of Finance, v. 8, n. 1, 2010.

GONÇALVES, Tiago Henrique. **Otimização de portfólio na comercialização de energia incentivada**. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2013.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Energy Policies of IEA Countries: Germany 2013 Review**. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2013/sweden2013_excerpt.pdf>.

JOSKOW, P L. **Electricity Market Liberalization: Lessons Learned**. The Energy

Journal, v. 29, n. SI2, p. 9–41, 2002. Disponível em: <http://econ-www.mit.edu/faculty/index.htm?prof_id=pjoskow&type=paper>.

LAZO, JUAN. **Análise de um modelo inteligente de contratação de energia elétrica no curto prazo para distribuidoras**. Controle y Automacao, v. 23, n. 6, 2012.

LORENZO, Helena Carvalho De. **O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO : PASSADO E FUTURO A formação do setor elétrico brasileiro e a atuação das concessionárias estrangeiras**. Perspectivas: Revista de Ciências Sociais, p. 147–170, 2001.

LOSEKANN, Luciano e HALLACK, Michelle. **Novas energias renováveis no Brasil: desafios e oportunidades**. Desafios da nação: artigos de apoio, v. Volume 2, p. 678, 2018.

MUNHOZ, Letícia Leite. **Análise de portfólio de contratação na comercialização de energia no ACL com avaliação de riscos**. 2018.

OFGEM. **Wholesale power market liquidity : final proposals for a ' Secure and Promote ' licence condition - Draft Impact Assessment**. n. February 2012, p. 1–63, 2013.

RAMOS, FABIO e BETTEGA, RENE. **O Impacto da Comercialização no Mercado Spot de Energia na Análise de Viabilidade de Hidrelétricas**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 6, n. 1, p. 43–70, 2001.

RIBEIRO, Luísa Helena Machado. **Risco De Mercado Na Comercialização De Energia Elétrica: Uma Análise Estruturada Com Foco No Ambiente De Contratação Livre-Acl**. **تفتيش**, v. 62, n. 1, p. 2015, **تفتيش**. Disponível em: <http://www.debralieberman.com/downloads/courses/625/Cosmides_Tooby_2000.pdf>https://books.google.no/books/about/Handbook_on_Emotion_Regulation.html?id=WdD8rQEACAAJ&redir_esc=y<<http://dx.doi.org/10.1016/j.copsy.2014.12.004>><<http://psych.stanford.edu/>>.

RIZKALLA, Felipe Farage. **MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE DE ENERGIA: ESTUDO DE CASO DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE**

FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. UFRJ, p. 121, 2018.

ROTARU, Delia Vasilica. **The UK Electricity Market Evolution During the Liberalization Process.** CES Working Papers, p. 267–278, 2013.

SICSÚ, Bernardo e BEMFICA, Danyelle. **Mercado livre é solução para reduzir custo de energia.** 2021.

SILVA, Bruno Gonçalves Da. **Evolução do setor elétrico brasileiro no contexto econômico nacional: uma análise histórica e econométrica de longo prazo.** p. 162, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-12032012-091848/>>.

UNIFESP, S ã O Paulo e PAULO, Hospital S ã O. **Universidade Federal De.** n. 11, p. 7162, 2012. Disponível em: <https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?>>.

WALVIS, Alida e GONÇALVES, Edson Daniel Lopes. **Avaliação das reformas recentes no setor elétrico brasileiro e sua relação com o desenvolvimento do mercado livre de energia.** p. 1–63, 2014. Disponível em: <http://ceri.fgv.br/sites/ceri.fgv.br/files/arquivos/avaliacao_das_reformas_recentes_no_setor_eletrico_brasileiro.pdf>.

Ministério da Educação

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Secretaria de Gestão Acadêmica
Departamento de Biblioteca

APÊNDICE A - Roteiro da entrevista

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Quantas unidades participam do mercado livre?
2. Como é estimado o consumo?
 - 2.1. Existe alguma simulação pra prever consumo?
 - 2.2. As unidades informam ações que impactam no consumo? Por exemplo, instalação de novas máquinas, ou interrupção por conta de obras.
3. Como são definidas as estratégias da área?
4. É utilizado alguma técnica pra prever o cenário de preços?
 - 4.1. São realizadas simulações de preços futuros? Se sim, o que é levado em consideração?
5. Como são definidos os contratos? E quais os principais pontos realização desses contratos?
6. O que é levado em consideração na tomada de decisão sobre compras e vendas de energia?
 - 6.1. Essa análise é feita por unidade ou de forma centralizada?
 - 6.2. São utilizados softwares?
 - 6.3. Existe algum modelo matemático utilizado para essa tomada de decisão?
 - 6.4. Quais os riscos dessas operações?
7. Quais são os riscos de atuação do ACL?
 - 7.1. Quais estratégias são utilizadas para mitigar esses riscos?

ANEXO B - Direitos autorais - Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998



**Presidência da República
Casa Civil
Subchefia para Assuntos Jurídicos**

LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998¹.

Mensagem de veto

Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Título I - Disposições Preliminares

Art. 1º Esta Lei regula os direitos autorais, entendendo-se sob esta denominação os direitos de autor e os que lhes são conexos.

Art. 2º Os estrangeiros domiciliados no exterior gozarão da proteção assegurada nos acordos, convenções e tratados em vigor no Brasil.

Parágrafo único. Aplica-se o disposto nesta Lei aos nacionais ou pessoas domiciliadas em país que assegure aos brasileiros ou pessoas domiciliadas no Brasil a reciprocidade na proteção aos direitos autorais ou equivalentes.

Art. 3º Os direitos autorais reputam-se, para os efeitos legais, bens móveis.

Art. 4º Interpretam-se restritivamente os negócios jurídicos sobre os direitos autorais.

Art. 5º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - publicação - o oferecimento de obra literária, artística ou científica ao conhecimento do público, com o consentimento do autor, ou de qualquer outro titular de direito de autor, por qualquer forma ou processo;

II - transmissão ou emissão - a difusão de sons ou de sons e imagens, por meio de ondas radioelétricas; sinais de satélite; fio, cabo ou outro condutor; meios óticos ou qualquer outro processo eletromagnético;

III - retransmissão - a emissão simultânea da transmissão de uma empresa por outra;

IV - distribuição - a colocação à disposição do público do original ou cópia de obras literárias, artísticas ou científicas, interpretações ou execuções fixadas e fonogramas, mediante a venda, locação ou qualquer outra forma de transferência de propriedade ou posse;

V - comunicação ao público - ato mediante o qual a obra é colocada ao alcance do público, por qualquer meio ou procedimento e que não consista na distribuição de exemplares;

VI - reprodução - a cópia de um ou vários exemplares de uma obra literária, artística ou científica ou de um fonograma, de qualquer forma tangível, incluindo qualquer armazenamento permanente ou temporário por meios eletrônicos ou qualquer outro meio de fixação que venha a ser desenvolvido;

VII - contrafação - a reprodução não autorizada;

VIII - obra:

a) em co-autoria - quando é criada em comum, por dois ou mais autores;

b) anônima - quando não se indica o nome do autor, por sua vontade ou por ser desconhecido;

c) pseudônima - quando o autor se oculta sob nome suposto;

d) inédita - a que não haja sido objeto de publicação;

e) póstuma - a que se publique após a morte do autor;

f) originária - a criação primígena;

g) derivada - a que, constituindo criação intelectual nova, resulta da transformação de obra originária;

h) coletiva - a criada por iniciativa, organização e responsabilidade de uma pessoa física ou jurídica, que a publica sob seu nome ou marca e que é constituída pela participação de diferentes autores, cujas contribuições se fundem numa criação autônoma;

i) audiovisual - a que resulta da fixação de imagens com ou sem som, que tenha a finalidade de criar, por meio de sua reprodução, a impressão de movimento, independentemente dos processos de sua captação, do suporte usado inicial ou posteriormente para fixá-lo, bem como dos meios utilizados para sua veiculação;

IX - fonograma - toda fixação de sons de uma execução ou interpretação ou de outros sons, ou de uma representação de sons que não seja uma fixação incluída em uma obra audiovisual;

X - editor - a pessoa física ou jurídica à qual se atribui o direito exclusivo de reprodução da obra e o dever de divulgá-la, nos limites previstos no contrato de edição;

XI - produtor - a pessoa física ou jurídica que toma a iniciativa e tem a responsabilidade econômica da primeira fixação do fonograma ou da obra audiovisual, qualquer que seja a natureza do suporte utilizado;

XII - radiodifusão - a transmissão sem fio, inclusive por satélites, de sons ou imagens e sons ou das representações desses, para recepção ao público e a transmissão de sinais codificados, quando os meios de decodificação sejam oferecidos ao público pelo organismo de radiodifusão ou com seu consentimento;

XIII - artistas intérpretes ou executantes - todos os atores, cantores, músicos, bailarinos ou outras pessoas que representem um papel, cantem, recitem, declamem, interpretem ou executem em qualquer forma obras literárias ou artísticas ou expressões do folclore.

Art. 6º Não serão de domínio da União, dos Estados, do Distrito Federal ou dos Municípios as obras por eles simplesmente subvencionadas.

¹ Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19610.htm.