



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E
TERRITÓRIO (ILATITI)**

ENGENHARIA DE ENERGIA

**MIGRAÇÃO PARA O AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE: ESTUDO DE CASO DE
UMA UNIDADE CONSUMIDORA COM DEMANDA ABAIXO DE 500 KW**

EVELYN CRYSTYNE LIZZI DA SILVA

Foz do Iguaçu
2022



**INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE
TECNOLOGIA, INFRAESTRUTURA E
TERRITÓRIO (ILATITI)**

ENGENHARIA DE ENERGIA

**MIGRAÇÃO PARA O AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE: ESTUDO DE CASO DE
UMA UNIDADE CONSUMIDORA COM DEMANDA ABAIXO DE 500 KW**

EVELYN CRYSTYNE LIZZI DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia e Infraestrutura da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador: Jorge Javier Gimenez Ledesma

Foz do Iguaçu
2022

EVELYN CRYSTYNE LIZZI DA SILVA

**MIGRAÇÃO PARA O AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE: ESTUDO DE CASO DE
UMA UNIDADE CONSUMIDORA COM DEMANDA ABAIXO DE 500 KW**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Tecnologia e Infraestrutura da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Energia.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Jorge Javier Gimenez Ledesma
UNILA

Prof. M.e Rodrigo Delfim Guarizi
UNILA

Prof. Dr. Wesley Peres
UFSJ

Foz do Iguaçu, 25 de Março de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças para prosseguir e perseguir meus sonhos durante estes anos.

Agradeço especialmente à minha família de três pessoas e três cachorros que foi meu pilar durante todos esses anos, em especial minha mãe, Ivanete, que sempre priorizou pela escolha da educação como ferramenta de transformação. Agradeço também aos amigos e professores que fizeram parte dessa jornada de alguma forma e que me ajudaram em momentos difíceis, compartilharam experiências e pontos de vista durante esta longa jornada.

Por último, porém não menos importante, meus agradecimentos ao senhor orientador, ou como gosto de chamá-lo, docente Jorge, por ser meu guia durante esta jornada de 64 páginas.

SILVA, Evelyn Crystyne Lizzi da. **Migração para o ambiente de contratação livre: estudo de caso de uma unidade consumidora com demanda abaixo de 500 kW.** 2022. 65 pag. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2022.

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo de caso referente a migração para o ambiente de contratação livre de energia de um supermercado localizado no município de Foz do Iguaçu no estado do Paraná, com demanda contratada abaixo de 500 kW. O método utilizado foi o do ponto de equilíbrio tarifário, ou do inglês *break-even point*, utilizado como métrica inicial para verificar a possibilidade de migração, através do estudo de dados do consumo de energia anual da unidade consumidora. Através do ponto de equilíbrio tarifário, foi possível observar o valor máximo que pode ser pago pelo consumidor no ambiente livre de modo que não haja ganhos ou perdas do ponto de vista econômico. Por meio do método simplificado o valor que representa o ponto de equilíbrio tarifário médio referente ao ano analisado foi de 447,1 R\$/MWh. Além do método simples, levando em conta somente o consumo a demanda e suas respectivas tarifas, o método do ponto de equilíbrio incluindo o valor referente ao desconto na parcela TUSD, para consumidores de fontes incentivadas, e os gastos referentes a Câmara de Comercialização de Energia foi aplicado, tendo como resultado o valor de 493,52 R\$/MWh. Por meio dos resultados obtidos foi possível verificar que a migração é viável e, por fim, foi feita uma estimativa da economia referente ao valor final da conta de energia elétrica que pode ser obtida com a migração utilizando a plataforma Dcide, uma ferramenta que compartilha estimativas de preços da energia comercializada diariamente no ambiente livre. Os resultados obtidos mostram que é possível obter uma economia em torno de 39% considerando contratos de curto prazo e 23% considerando contratos de longo prazo.

Palavras-chave: Ambiente de Contratação Livre; Mercado Livre de Energia; Ponto de Equilíbrio Tarifário; Consumidor livre.

SILVA, Evelyn Crystyne Lizzi da. **Migração para o ambiente de contratação livre: estudo de caso de uma unidade consumidora com demanda abaixo de 500 kW.** 2022. 65 pag. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Energia) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2022.

ABSTRACT

This work presents a case study on the possibility of a migration process to the free energy market of a supermarket located in Foz do Iguaçu, Paraná, with a demand below 500 kW. The method applied is the break-even point, which is often used as an initial metric to verify the viability of the migration process using energy consumption data provided by the consumer of the study case. The maximum value of the break-even point represents the price that can be paid by the consumer in the free energy market where there are no gains or losses from an economic point of view. Through the simplified method, the value referring to the average break-even point value for the year analyzed was 447,1 R\$/MWh. In addition to the usual method taking into account only consumption, demand, and their respective tariffs, the break-even method including the TUSD discount for incentivized energy and the expenses related to the CCEE was applied, resulting in the value of 493,52 R\$/MWh. Through the results obtained, it was possible to verify that migration is viable. At the end, an estimate of the savings that can be obtained with the migration was made using the Dcide platform, a tool that shares estimate prices of the energy bought daily in the free market. The results were almost 40% of savings for short period contract and 23% for longer contracts.

Key words: Free Energy Market; Break-even Point; Free Consumer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Instituições reguladoras do Sistema Elétrico Brasileiro.....	7
Figura 2 – Diferenças entre consumidor em modalidade livre e especial.....	15
Figura 3 – Balanço energético realizado no mercado de curto prazo.....	16
Figura 4 – Etapas do processo de migração.....	18
Figura 5 – Divisão tarifária do ambiente de contratação regulado.....	23
Figura 6 – Fluxograma referente ao método utilizado.....	24
Figura 7 – Fluxograma referente ao método do ponto de equilíbrio modificado.....	27
Figura 8 – Imagem de referência da unidade consumidora.....	33
Figura 9 – Histórico de consumo da unidade em kWh.....	35
Figura 10 – Demanda mínima exigida para migração e demanda mensal atual.....	35
Figura 11 – Curva foward do ACL para energia incentivada.....	46
Figura 12 – Comparativo mensal de preços para ambos os ambientes.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais instituições presentes no modelo atual do SEB.....	8
Tabela 2 – Principais agentes que compõe o setor elétrico atualmente.....	9
Tabela 3 – Níveis de tensão de fornecimento.....	10
Tabela 4 – Definição dos grupos tarifários conforme a faixa.....	10
Tabela 5 – Subdivisões do Grupo A conforme a tensão de atendimento.....	11
Tabela 6 – Subdivisões do Grupo B conforme o tipo de consumidor.....	11
Tabela 7 – Características das tarifas horosazonais e convencional.....	12
Tabela 8 – Postos tarifários vigentes no Brasil conforme a ANEEL.....	13
Tabela 9 – Bandeiras tarifárias vigentes no Brasil.....	13
Tabela 10 – Descrição das principais estratégias de contratação.....	17
Tabela 11 – Benefícios e riscos da migração para o mercado livre.....	17
Tabela 12 – Formulação referente aos métodos de análise financeira.....	21
Tabela 13 – Dados de consumo e demanda utilizados no estudo.....	34
Tabela 14 – Valores de TE e TUSD para subgrupo A4.....	37
Tabela 15 – Alíquotas dos tributos governamentais referentes ao período de estudo.....	37
Tabela 16 – Valor total e TUSD com e sem tributos para os meses subsequentes.....	38
Tabela 17 – Valor final e ponto de equilíbrio para os meses subsequentes.....	39
Tabela 18 – Resultados referentes as parcelas TE e TUSD e seus respectivos tributos...	41
Tabela 19 – Valores referentes aos tributos governamentais e valor total no ACR.....	42
Tabela 20 – Valor do ESS em R\$/MWh durante o período de 2019 a 2021.....	43
Tabela 21 – Valores médios anuais de contribuição associativa.....	43
Tabela 22 – Resultados referentes aos impostos relacionados a TUSD.....	44
Tabela 23 – Resultados obtidos através do Ponto de equilíbrio tarifário modificado.....	45
Tabela 24 – Comparação dos valores de ICMS para as três modalidades apresentadas.	47
Tabela 25 – Economia aproximada considerando as modalidades de estudo.....	48

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
COFINS	Contribuição para Financiamento da Seguridade Social
COPEL	Companhia Paranaense de Energia
CUSD	Contratos de Uso do Sistema de Distribuição
CUST	Contratos de Uso do Sistema de Transmissão
DEVEC	Declaração de Valor de Aquisição de Energia Elétrica
EER	Encargos de Energia Reserva
ESS	Encargos de Serviço de Sistema
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadoria e Serviços
MCP	Mercado de Curto Prazo
MME	Ministério de Minas e Energia
PIS	Programa de Integração Social
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
SIN	Sistema Interligado Nacional
SMF	Sistema de Medição e Faturamento
TIR	Taxa Interna de Retorno
TUSD	Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição
TUST	Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	2
1.2	OBJETIVOS.....	3
1.3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	5
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1	O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	6
2.2	AMBIENTES DE CONTRATAÇÃO.....	9
2.2.1	Ambiente de Contratação Regulado.....	9
2.2.2	Ambiente de Contratação Livre.....	14
2.3	ETAPAS DA MIGRAÇÃO.....	18
2.4	MÉTODOS APLICADOS A MIGRAÇÃO.....	20
2.4.1	Ponto de equilíbrio tarifário.....	20
2.4.2	Métodos de análise econômica.....	21
3	MÉTODO PROPOSTO.....	22
3.1	JUSTIFICATIVA E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	22
3.2	EQUAÇÕES DO MÉTODO DO PONTO DE EQUILÍBRIO.....	23
3.3	APRIMORAMENTOS DO PONTO DE EQUILÍBRIO.....	26
3.4	COMPARAÇÃO DE PREÇOS E CÁLCULO DO ICMS.....	31
4	RESULTADOS.....	33
4.1	ESTUDO DE CASO.....	33
4.2	ANÁLISE PRELIMINAR.....	34
4.2.1	Cenário utilizado no estudo de caso.....	36
4.2.2	Método do ponto de equilíbrio.....	37
4.2.3	Método do ponto de equilíbrio com adequações.....	40
4.2.4	Resultados referentes a comparação de preços.....	46
5	CONCLUSÕES.....	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

A rápida evolução tecnológica e o crescimento populacional dos últimos anos no Brasil são os principais fatores relacionados ao aumento do consumo de energia. Este aumento acarreta na expansão do sistema elétrico para atender a crescente demanda, além de uma dependência ainda maior da matriz energética em fontes hídricas.

Atualmente, o Brasil vive uma forte crise hídrica, com as vazões observadas em algumas bacias hidrográficas das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentando valores abaixo das médias históricas. A bacia hidrográfica mais afetada é a bacia do rio da Prata, formada pelos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, que abrange parte dos estados do Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, além da totalidade do estado de Mato Grosso do Sul. A bacia do Prata ocupa pouco mais de 17% do território brasileiro e nela é gerada 64% da energia elétrica de fonte hidráulica por meio de 84 usinas hidrelétricas de grande porte (DINIZ, 2021).

A consequência direta dessa crise é o aumento no custo da energia, visto que a geração de energia através das termoeletricas, acionadas caso a demanda energética não consiga ser suprida pelas hidrelétricas, é mais cara que a de fontes hídricas. O custo adicional referente ao acionamento de termoeletricas é realizado por meio das bandeiras tarifárias. Consequentemente, consumidores de grandes blocos de energia, como indústrias e comércios buscam alternativas para redução de custos.

Atualmente existem dois ambientes de contratação vigentes no Brasil, sendo eles o Ambiente de contratação Livre (ACL), onde a compra de energia é realizada por meio de contratos bilaterais, e o Ambiente de contratação Regulado (ACR), onde o consumidor final que não possui os pré-requisitos mínimos para adesão ao ACL deve adquirir sua energia por meio das distribuidoras locais, de acordo com seu estado. Buscando alternativas, alguns consumidores optam pela geração da própria de energia com sistemas fotovoltaicos, por exemplo, que tem experimentado um aumento significativo nos últimos dez anos. Porém, mesmo com expansão produção de energia para consumo próprio, muitas vezes ACL é considerado uma alternativa vantajosa para o consumidor final, em especial aqueles com alto consumo e demanda, porém, é necessário que a unidade consumidora atenda os pré-requisitos para migração, seja como consumidor livre, ou consumidor especial.

No ano de 2020, o ambiente de contratação livre correspondia a mais de 30% do consumo nacional, sendo que devido ao seu alto consumo energético, mais de 80% da energia elétrica contratada por indústrias é realizada por meio deste ambiente. Atualmente existem mais de 2000 empresas geradoras e comercializadores que podem oferecer energia elétrica aos consumidores no mercado livre graças ao Sistema Interligado Nacional (ABRACEEL, 2020).

Mesmo com todas as possíveis vantagens econômicas o ACL pode proporcionar, é necessário um gerenciamento adequado do consumidor através de um estudo referente a demanda e uma comparação com o mercado cativo e a segurança que o mesmo oferece.

O processo de migração do ambiente regulado para o livre requer não somente uma análise detalhada do aspecto econômico da migração, mas também uma série de adaptações e documentos necessários para a segurança e qualidade do serviço recebido. Mesmo com as inúmeras vantagens de contratar energia diretamente do fornecedor, como a ausência de bandeiras tarifárias aplicadas pela ANEEL e o valor constante da energia independentemente do horário de utilização, a migração deve ser estudada com cautela, pois os prazos particulares de cada um dos ambientes deve ser respeitado.

A bandeira tarifária Escassez Hídrica, criada em agosto de 2021 e com vigência até abril de 2022, acarreta em um acréscimo de R\$ 14,20 a cada 100 kWh consumidos, o que representa uma fatura com aumento superior a 6%. Levando em consideração este contexto, o presente documento apresenta um estudo de caso referente a um supermercado, localizado no município de Foz do Iguaçu, no estado do Paraná. Através dos dados de consumo cedidos pela unidade consumidora, o estudo tem como objetivo avaliar a viabilidade da migração por meio do método do ponto de equilíbrio tarifário. Após verificada a viabilidade, será realizada uma estimativa da economia que o consumidor pode vir a obter ao realizar a migração através da plataforma Dcide, que disponibiliza estimativas de preços da energia elétrica no mercado livre em contratos de curto e longo prazo, tanto para fontes incentivadas quanto convencionais.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

O Brasil possui uma matriz energética majoritariamente renovável graças a ampla utilização das hidrelétricas no país. Entretanto, nos últimos anos a crise hídrica que tem

sido um fator importante para o aumento das tarifas de energia elétrica em todo país. Justamente este aumento que acarreta na busca por alternativas viáveis economicamente. No caso dos consumidores com demanda superior a 500 kW existe a possibilidade de migração para o ambiente livre de contratação, sendo uma prática comum entre consumidores de grandes blocos de energia. Entretanto, como o sistema elétrico tem passado por diversas reformas, a possibilidade de migração para consumidores de médio porte tem se tornado cada vez mais real. Portanto, conhecer as particularidades deste ambiente se faz fundamental no contexto atual do sistema elétrico brasileiro.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente documento é verificar a viabilidade de migração através do método do ponto de equilíbrio tarifário, utilizado para análise de migração para o ACL. Primeiramente tem-se o método simplificado, seguido pelo mesmo método, porém, considerando os demais fatores presentes no ambiente livre, como desconto da parcela TUSD para fontes incentivadas e outros gastos presentes em tal ambiente que não são levados em conta pelo método simples. Caso a migração seja viável, uma estimativa da economia será feita utilizando dados da plataforma Dcide.

Para contextualização do objetivo principal do trabalho é cumprir alguns objetivos específicos, sendo estes:

- Abordar o contexto do SEB e introduzir as principais diferenças entre o ACR e ACL utilizando diferentes bibliografias disponibilizadas por agências que realizam tal migração e determinar os pré-requisitos que um consumidor deve possuir para efetuar a mudança.
- Apresentar um método utilizado atualmente por agentes comercializadores para avaliar possibilidade de migração de consumidores para o ACL.
- Discutir os resultados e verificar se a migração é viável ou não para o estudo de caso selecionado.

1.3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O trabalho de (MARTIGNAGO; LORANDI; FREITAS, 2017) apresenta um estudo para verificar se o ambiente de contratação livre é viável do ponto de vista econômico para pequenas e médias empresas. O estudo foi realizado em Santa Catarina por meio de pesquisa com abordagem quantitativa, a coleta de dados foi feita em uma empresa gestora de energia localizada no município de Blumenau, onde obteve-se um resultado favorável para a migração, com 30,02% de diferença de preços entre o ambiente livre e o cativo.

A cartilha Mercado Livre de Energia Elétrica, elaborada pelo (FIESP, 2017) em parceria com a ABRACEEL e a CCEE apresenta os conceitos referentes a ambos os ambientes de contratação além de um guia com as etapas que o consumidor que deseja realizar a migração deve seguir.

O trabalho de (RIZKALLA, 2018) apresenta um estudo de caso de migração para o ambiente de contratação livre envolvendo o centro tecnológico da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), através do método do Ponto de Equilíbrio Tarifário, do inglês *break-even point*, apresentando previamente uma contextualização referente a ambos os ambientes de contratação, suas particularidades e diferenças de modo a introduzir ao leitor conceitos essenciais para o processo de migração, obtendo resultados favoráveis a migração para o caso da UFRJ obtendo uma economia de 23% no valor final da conta de energia. Além da realização de um estudo utilizando métodos de análise econômica, um estudo referente a mudança de modalidade tarifária da tarifa horosazonal azul para verde foi realizado.

O trabalho de (OLIVEIRA, 2019) apresenta um estudo de caso utilizando método *break-even point*, além de apresentar uma vasta revisão bibliográfica e contextualização sobre os ambientes de contratação. O estudo realizado através dos métodos de análise econômica verificou que a migração apresentou ser vantajosa para dois dos três casos analisados, chegando a R\$1.624.797,78 de economia em um período de 6 anos para o primeiro caso.

O trabalho de (SANTOS, 2019) apresenta uma comparação entre o ponto de equilíbrio tarifário utilizando tarifas de diferentes distribuidoras conforme a região do país além de trazer uma revisão bibliográfica bastante completa e essencial.

Outro documento importante na concepção deste trabalho é a Cartilha do Consumidor Livre publicada pela Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia, a ABRACEEL (2020). Esta cartilha apresenta um material didático e informativo, a fim de esclarecer dúvidas referentes a aspectos gerais do ACL em si, além de servir

como uma introdução a conceitos essenciais para compreensão das diferenças entre ambos os ambientes de contratação e os consumidores que podem ou não fazer a migração.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O primeiro capítulo é de cunho introdutório, apresentando uma breve contextualização sobre o tema proposto além dos objetivos que devem ser alcançados ao final deste documento.

O segundo capítulo trata de um referencial teórico visando apresentar ao leitor a base para compreensão do trabalho em si, de modo a introduzir conceitos que serão utilizados ao longo dos demais capítulos, como as particularidades de cada ambiente de contratação, suas vantagens e desvantagens de modo geral.

A escolha da metodologia aplicada e as justificativas para a escolha efetuada são tratadas no terceiro capítulo, além de um aprofundamento em conceitos relacionados com tal metodologia, como equações e uma explicação mais detalhada de seu funcionamento.

O quarto capítulo trata dos resultados obtidos no estudo de caso em si, sendo estes baseados na metodologia selecionada no terceiro capítulo.

As considerações finais se encontram no capítulo cinco, seguido pelo compilado das referências utilizadas no presente trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo se encontra uma breve introdução sobre o setor elétrico no contexto atual, algumas das principais mudanças ocorridas ao longo dos anos e conceitos fundamentais para compreensão do capítulo seguinte, como as particularidades referentes a cada um dos ambientes de contratação que vigoram atualmente no país.

2.1 O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Historicamente, o setor de energia do Brasil era dominado por grandes estatais integradas. Esse modelo foi responsável pela execução de investimentos importantes, incluindo a usina hidrelétrica de Itaipu e Tucuruí, além do estabelecimento de uma ampla rede de transmissão e distribuição (ENERGÉTICA, 2020).

De acordo com Dadald e Costa (2019), o setor elétrico do país vem passando por reestruturações e modernizações desde da década de 90. A primeira reforma teve como objetivo a criação de um mercado de energia competitivo por meio da desverticalização, tanto das atividades quanto das empresas, promovendo a separação dos setores de geração, onde há competitividade e variedade, transmissão e distribuição, setores caracterizados por um monopólio natural do estado. A segunda reforma ocorreu em 2003 e buscou restaurar funções para o Estado na parte de demanda para expansão da infraestrutura de oferta em atendimento ao mercado regulado.

Algumas das principais mudanças estão relacionadas a privatização das companhias operadoras, sendo iniciada por meio da Lei nº 9.427, de dezembro de 1996, que instituiu a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e determinou que o direito à exploração de recursos fosse concedida por meio concorrência ou leilão. A segunda ocorreu em 2004, com a introdução do Novo Modelo do Setor Elétrico, que teve como objetivos principais garantir a segurança no fornecimento de energia, ajustes tarifários e a inserção social (ANEEL, 2008).

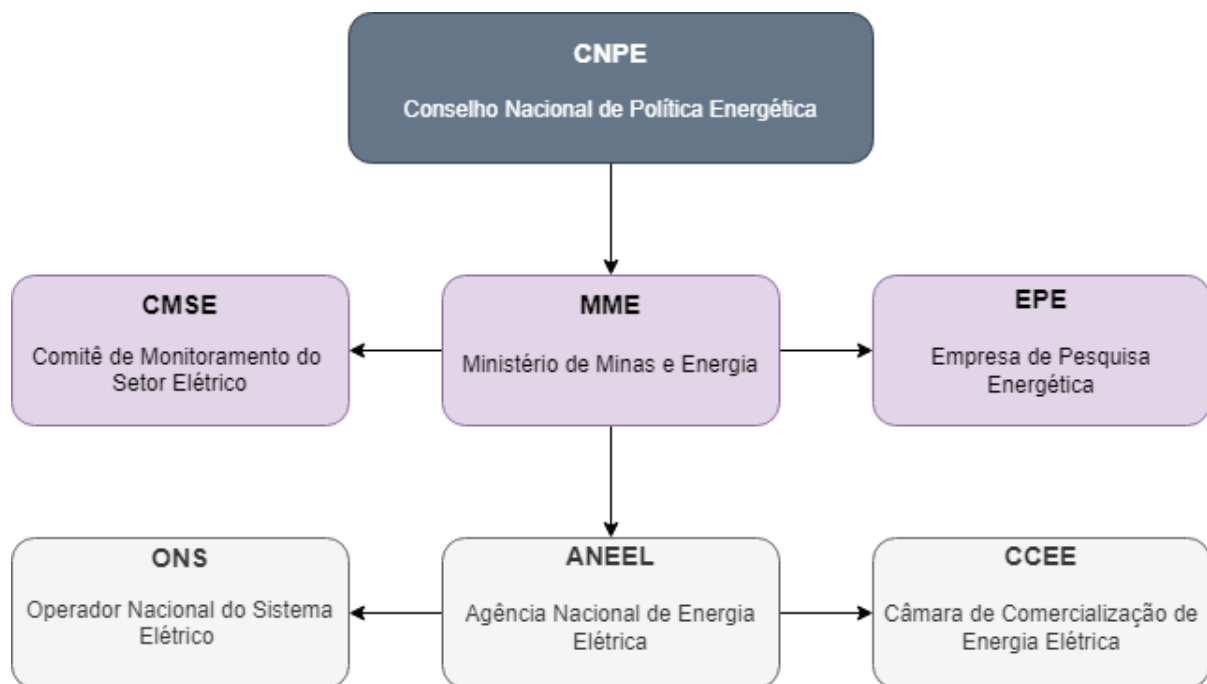
A Constituição Federal brasileira atribui a responsabilidade de regulamentação do setor elétrico ao Governo Federal. O atual marco legal é definido pela Constituição de 1988 e complementado por leis ligadas a concessões, permissões e serviços públicos. Com a implementação do Novo Marco Regulatório de 2004, ocorreu uma reestruturação do mercado e foram criados os ambientes de contratação vigentes atualmente, sendo

estes o Ambiente de Contratação Livre (ACL) e o Ambiente de Contratação Regulado (ACR). Neste mesmo ano o Governo Federal lançou o Novo Modelo do Setor Elétrico, sustentado pelas Leis nº 10.847 e nº 10.848 de 15 de Março de 2004, e pelo Decreto nº 5.163 de 30 de julho do mesmo ano (ENERGÉTICA, 2020).

De acordo com Borges (2015), as organizações que regulam e supervisionam o setor integram uma estrutura de relações sistêmicas que envolvem o processo de transformação da energia primária até a utilização do consumidor final. Tais relações são estabelecidas entre os componentes do setor elétrico, especialmente geração, transmissão e distribuição. A estrutura do modelo elétrico do Brasil é orientada para funções de planejamento setorial, segurança, regulação e fiscalização.

A figura 1 apresenta um diagrama do arranjo institucional do SEB na sua conjuntura atual e as relações que cada uma das instituições citadas possuem entre si:

Figura 1 – Instituições reguladoras do Sistema Elétrico Brasileiro



Fonte: Adaptado de FIESP, 2017.

Além das conexões internas, o SIN também é interconectado com os sistemas elétricos de países vizinhos como Paraguai e Argentina, permitindo intercâmbios energéticos entre os países. A transmissão e distribuição de energia é feita através de empresas do setor público e privado, o SIN por sua vez é operado pelo ONS e regulado

pela ANEEL. Atualmente existem alguns sistemas isolados, localizados principalmente no norte do País, nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia e Roraima. A única capital do Brasil que ainda não faz parte do SIN é Boa Vista, capital do estado de Roraima, sendo suprida por meio de termelétricas. De modo geral a maior parte dos sistemas isolados estão localizados na região Norte do país (ANEEL, 2008; ENERGÉTICA, 2020).

Cada uma dos agentes do fluxograma da figura 1 é fundamental para o funcionamento adequado do sistema atual, sendo assim essencial um breve resumo referente ao papel de cada uma destas instituições.

A tabela 1 apresenta as instituições citadas no fluxograma, além de uma breve descrição das funções que cada uma delas exerce no modelo atual do setor:

Tabela 1 – Principais instituições presentes no modelo atual do SEB

CNPE	Atua como um conselho consultivo para a Presidência da República para a definição de políticas energéticas, focando na segurança energética e no melhor aproveitamento dos recursos energéticos do País.
MME	Principal instituição governamental responsável pela legislação do setor elétrico, bem como pela regulamentação, supervisão e o controle da implementação das políticas de incentivo ao desenvolvimento do setor
CMSE	Supervisiona a continuidade e a confiabilidade do fornecimento de eletricidade e apresenta propostas de medidas preventivas e corretivas ao CNPE.
EPE	Companhia pública federal que realiza estudos técnicos e fornece subsídios para o planejamento energético do governo, que é de responsabilidade do MME .
ONS	Entidade jurídica privada sem fins lucrativos, regulada e supervisionada pela ANEEL, responsável pela operação do sistema brasileiro de transmissão .
ANEEL	Responsável pela regulação e supervisão das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica.
CCEE	Associação civil sem fins lucrativos, responsável pelo funcionamento da compra e venda de energia elétrica no SIN, e é supervisionado pela ANEEL.
Agentes	Responsáveis pela geração, transmissão e distribuição de energia.

Fonte: Adaptado de ENERGÉTICA, 2020.

Além das instituições apresentadas na tabela 1, para compreender o funcionamento dos ambientes de contratação, é necessário identificar cada um dos agentes que atuam em tais ambientes e como cada um deles se relaciona no cenário atual do setor elétrico.

A tabela 2 apresenta os principais agentes do setor elétrico e uma descrição referente a sua participação na atual conjuntura do SEB:

Tabela 2 – Principais agentes que compõe o setor elétrico atualmente

Agentes Geradores	São autorizados ou concessionárias de geração de energia elétrica, que operam plantas de geração.
Agentes de Transmissão	Agentes detentores de concessão para transmissão de energia elétrica, com instalações na rede básica
Agentes de Distribuição	Operam um sistema de distribuição na sua área de concessão, participando do SIN e sendo usuários da Rede Básica.
Consumidores Cativos	Consumidores que possuem contratos exclusivamente com a distribuidora.
Consumidores Livres	Consumidores que têm a opção de escolher seu fornecedor de energia elétrica, conforme definido em resolução da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)
Agentes Importadores	São agentes titulares de autorização para implantação de sistemas de transmissão associados à importação de energia elétrica
Agentes Exportadores	São agentes titulares de autorização para implantação de sistemas de transmissão associados à exportação de energia elétrica

Fonte: MARTIGNAGO; LORANDI; FREITAS, 2017 apud ONS, 2017.

2.2 AMBIENTES DE CONTRATAÇÃO

Conforme citado previamente, quando se trata do mercado de energia elétrica, existem dois ambientes de contratação em vigor atualmente: Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Cada um destes ambientes possui particularidades, além de diferentes sistemas de taxas para atender unidades com características de consumo distintas. Este capítulo tem como objetivo apresentar uma introdução dos ambientes de contratação e quais perfis de consumidores se encaixam em cada um destes.

2.2.1 Ambiente de Contratação Regulado

De modo geral, o ambiente de contratação regulado é onde se encontram todos os consumidores com demanda contratada inferior 500 kW, assim como consumidores que não possuem os pré-requisitos mínimos de tensão para aderir ao ACL. Nesse caso a aquisição de energia ocorre através de concessionárias de distribuição local, sendo estes denominados consumidores cativos. As tarifas pelo consumo da energia são fixas e não podem ser negociadas. Todos os consumidores residenciais estão nesse ambiente de

contratação, assim como consumidores rurais, comércios de pequeno e médio porte e pequenas indústrias que não possuem a demanda mínima necessária para migração (ABRACEEL, 2020; ENERGÉTICA, 2020).

As distribuidoras devem contratar a demanda necessária antecipadamente, por meio de leilões de energia. Este tipo de contratação é feita por meio de contratos entre agentes geradores e distribuidores, sendo vencedor do leilão aqueles que oferecerem o menor preço de venda em R\$/MWh. O MME determina a data dos leilões, que são realizados pela ANEEL e pela CCEE, e fixam o preço teto para o MWh através de portarias, conforme a fonte da energia. Os valores máximos devem ser iguais ou inferiores ao preço teto estabelecidos previamente (ANEEL, 2008; RIZKALLA, 2018).

De acordo com documento publicado pela COPEL (2005), a ANEEL estabelece os níveis de tensão de fornecimento para cada unidade consumidora conforme os limites presentes na tabela 3:

Tabela 3 – Níveis de tensão de fornecimento

Tensão	Descrição
Tensão secundária de distribuição	Quando a carga instalada na unidade consumidora for igual ou inferior a 75 kW.
Tensão primária de distribuição inferior a 69.000 V	Quando a carga instalada na unidade consumidora for superior a 75 kW e a demanda contratada ou estimada pelo interessado para o fornecimento for igual ou inferior a 2.500 kW.
Tensão primária de distribuição igual ou superior a 69.000 V:	Quando a demanda contratada ou estimada pelo interessado para o fornecimento for superior a 2.500 kW.

Fonte: COPEL, 2005.

Os consumidores no ambiente regulado são classificados em dois grupos tarifários conforme as definições estabelecidas pela ANEEL, conforme apresentado na tabela 4:

Tabela 4 – Definição dos grupos tarifários conforme a faixa

Grupos tarifários	Faixa de tensão	Tipo de tarifação	Definição segundo a ANEEL
Grupo A (Alta tensão)	Acima de 2,3kV	Binômica:	Constituída por valores monetários aplicáveis ao consumo de energia elétrica ativa e à demanda faturável.
Grupo B (Baixa tensão)	Inferior a 2,3kV	Monômica	São faturados em função do consumo de energia.

Fonte: FIESP, 2017.

Os grupos tarifários por sua vez possuem subdivisões de acordo com a atividade do consumidor. Os consumidores atendidos em alta tensão, como indústrias, shopping centers e edifícios comerciais, são classificados dentro Grupo A conforme os subgrupos presentes na tabela 5:

Tabela 5 – Subdivisões do Grupo A conforme a tensão de atendimento

Subgrupo	Nível de tensão
A1	230 kV ou mais
A2	88 a 138 kV
A3	69 kV
A3a	30 a 44 kV
A4	2,3 a 25 kV
AS	Sistema subterrâneo

Fonte: PROCEL, 2011.

Segundo PROCEL (2011), as unidades consumidoras atendidas em tensão abaixo de 2,3 kV são classificadas no Grupo B e consideradas unidades consumidoras de baixa tensão. Neste grupo encontram-se residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais, grande parte dos edifícios comerciais e a maioria dos prédios públicos federais. O Grupo B é dividido em subgrupos, de acordo com o tipo de consumidor, conforme apresentados na tabela 6:

Tabela 6 – Subdivisões do Grupo B conforme o tipo de consumidor.

Subgrupos	Tipo de consumidor
B1	Residencial e residencial baixa renda;
B2	Rural e cooperativa de eletrificação rural;
B3	Demais classes;
B4	Iluminação pública.

Fonte: PROCEL, 2011.

No ACR, a tarifação é dividida em duas parcelas, sendo a primeira a Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD) e a segunda a Tarifa de Energia (TE). As tarifas são projetadas pela ANEEL através de uma receita anual permitida por distribuidora, e por meio desta determina o preço teto em R\$/kWh da TE, utilizada para efetuar o faturamento mensal referente ao consumo de energia. A TUSD por sua vez, é utilizada para efetuar o faturamento mensal de usuários do sistema de distribuição pelos custos de utilização do mesmo, também dada em R\$/kWh (FIESP, 2017).

No caso de consumidores pertencentes ao grupo A, ainda é possível escolher entre três tipos de modalidades tarifárias. A escolha que melhor se enquadra no perfil de

cada unidade consumidora deve levar em consideração a variação do custo nas horas de maior consumo e em quais horários a unidade pode fazer adaptações para diminuir o consumo em determinados horários.

A estrutura tarifária horosazonal é caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia e de demanda de potência, conforme os postos horários, horas de utilização do dia e os períodos do ano. O objetivo dessa estrutura tarifária é racionalizar o consumo de energia elétrica ao longo do dia e do ano, e por meio de valores tarifários diferentes conforme os horários do dia e períodos do ano motivar o consumidor a consumir menos energia em horários e períodos estratégicos. (MARTIGNAGO; LORANDI; FREITAS, 2017).

Segundo a Resolução Normativa ANEEL n. 482, de 17 de abril de 2012, a estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano é feita através das tarifas horosazonais azul e verde. A tabela 7 apresenta as características de ambas as tarifas horosazonais além da tarifa denominada convencional:

Tabela 7 – Características das tarifas horosazonais e convencional

Tarifa Convencional	Modalidade tarifária indicada para as unidades consumidoras nas quais é baixa a possibilidade de se programar a utilização da carga ao longo das horas do dia.
Tarifa horosazonal Azul	Modalidade tarifária indicada para as unidades consumidoras nas quais é possível reprogramar a utilização da demanda, ao longo das horas do dia, do segmento de ponta para o segmento fora de ponta. É faturada conforme a demanda de ponta e fora de ponta e consumo de ponta e fora de ponta.
Tarifa horosazonal Verde	Modalidade tarifária é indicada para as unidades consumidoras nas quais a utilização da demanda no segmento de ponta é imprescindível, ou seja, é pequena a possibilidade de reduzir carga, bem como a utilização nesse horário. É faturada por meio da demanda única e consumo de ponta e fora de ponta.

Fonte: BRASIL, 2020.

Além das modalidades tarifárias, outra particularidade dos consumidores do grupo A é a cobrança diferenciada de acordo como o horário do consumo, conforme os denominados postos tarifários. Segundo a ANEEL, os postos tarifários são definidos por distribuidora, no período de revisão tarifária periódica que ocorre a cada 4 ou 5 anos. Os postos tarifários vigentes são descritos na tabela 8, de acordo com a ANEEL:

Tabela 8 – Postos tarifários vigentes no Brasil conforme a ANEEL

Posto Tarifário	Descrição
Posto de ponta	Período diário de 3h consecutivas, com exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais.
Posto intermediário	Período de horas conjugadas ao horário de ponta, aplicado exclusivamente às unidades consumidoras que optem pela Tarifa Branca. Pode variar de 1h à 1h30 antes e depois do horário de ponta.
Posto fora de ponta	Período diário composto pelas horas consecutivas e complementares ao horário de ponta e intermediário.

Fonte: ANEEL, 2022.

Outro fator importante e que afeta tanto consumidores do grupo A quanto do grupo B são as bandeiras tarifárias. O sistema de bandeiras tarifárias é sinaliza aos consumidores os custos reais da geração de energia elétrica em caso de necessidade de utilização de uso de termelétricas, fonte de energia mais cara. O sistema existe desde de 2015 (ANEEL, 2022).

A tabela 9 apresenta cada uma das bandeiras tarifárias existentes, além de suas características conforme estabelecido pela ANEEL:

Tabela 9 – Bandeiras tarifárias vigentes no Brasil

Bandeira verde	Condições favoráveis de geração de energia. A tarifa não sofre nenhum acréscimo;
Bandeira amarela	Condições de geração menos favoráveis. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,01874 para cada kWh consumido;
Bandeira vermelha (Patamar 1)	Condições mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,03971 para cada kWh consumido.
Bandeira vermelha (Patamar 2)	Condições ainda mais custosas de geração. A tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,09492 para cada kWh consumido.

Fonte: ANEEL, 2022.

Em 2021, uma nova bandeira tarifária foi introduzida, devido a longa crise hídrica que algumas regiões do país vem enfrentando. O patamar excepcional é denominado Bandeira Escassez Hídrica e segundo a ANEEL (2021), esse patamar foi criado para suprir os valores gastos com a geração de energia através das termelétricas e da importação de energia utilizada para atender a demanda. Neste caso a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,142 a cada kWh consumido. Por hora, a bandeira de Escassez Hídrica será utilizada até abril de 2022. Todos os consumidores cativos são cobrados por meio do

sistema de bandeiras tarifárias, sendo os sistemas isolados, como é o caso do estado de Roraima, a exceção.

Segundo a ANEEL (2015), os postos tarifários são aplicados aos dias úteis e em fins de semana e feriados nacionais, todas as horas são consideradas fora de ponta. Nas modalidades tarifárias do Grupo A, aplicam-se os horários de ponta e fora de ponta e na Tarifa Branca aplicada ao Grupo B, aplicam-se os três postos tarifários: ponta, intermediário e fora de ponta

2.2.2 Ambiente de Contratação Livre

Com o aumento constante das tarifas de energia, o ACL permite que o consumidor final escolha seu próprio fornecedor, podendo negociar diretamente com o agente gerador e programar seus gastos através de contratos estabelecidos previamente sem a necessidade da distribuidora local.

Atualmente, 80% da energia consumida pelas indústrias do Brasil é adquirida neste ambiente. Assim, o consumidor tem a opção de selecionar seu fornecedor de energia em toda extensão do SIN e garantir que o preço pago pela energia seja de fato o mais em conta (ABRACEEL, 2019).

A garantia no fornecimento da energia para o consumidor livre é obtida mediante o registro dos contratos de compra e venda de energia na CCEE. Caso, eventualmente, o agente vendedor deixe de entregar os montantes contratados, ainda assim o comprador receberá a energia, sendo a CCEE a responsável pela operação de liquidação (FIESP, 2017).

Segundo Magalhães Junior (2019), o ACL foi criado durante o governo de Fernando Henrique Cardoso, em julho de 1995, com a Lei 9.074. O objetivo deste ambiente foi criar maior competitividade entre as empresas brasileiras e favorecer a livre concorrência, proporcionando a redução dos custos com energia elétrica para o consumidor final. A partir de 2003, foi elaborado o Novo Modelo para o setor elétrico, estabelecendo regras que possibilitaram o maior desenvolvimento do mercado através da migração de consumidores industriais e comerciais

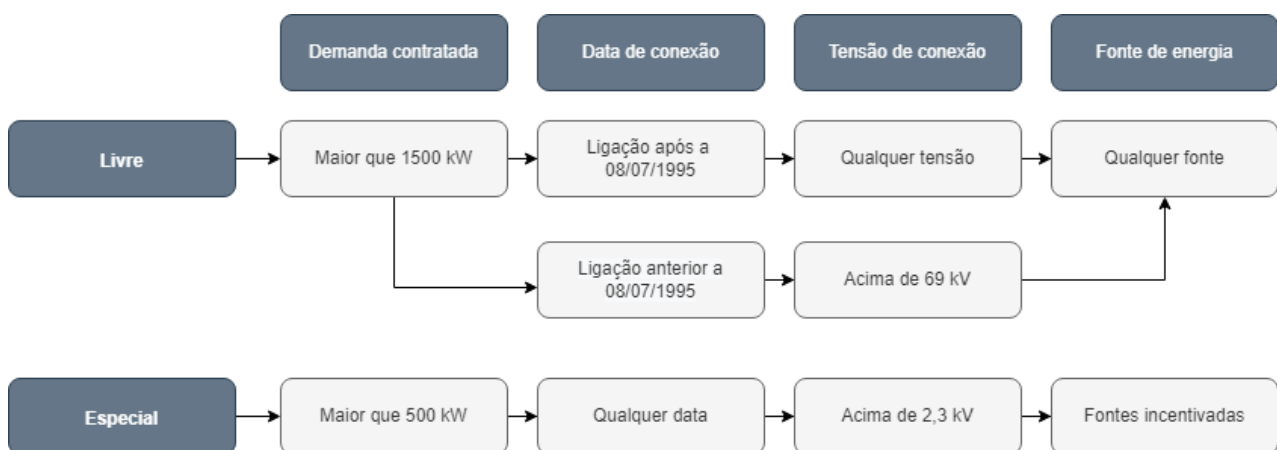
No ACL os custos com a energia em si mudam, entretanto, encargos de distribuição e de transmissão não podem ser negociados. Nesses casos, a distribuidora possui contratos de uso da rede com os consumidores, esses contratos são chamados de

Contratos de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) ou de transmissão (CUST), e cobra deles tarifas pelo uso das redes conforme com a conexão do consumidor (ABRACEEL, 2019)

Existem duas modalidades de consumidores que podem aderir ao ACL, sendo os consumidores livres e os consumidores especiais. Para aderir ao ACL como consumidor livre é necessário possuir uma demanda contratada mínima de 1500 kW, podendo contratar energia proveniente de qualquer fonte de geração. Os consumidores especiais devem possuir demanda contratada igual ou superior a 500 kW e menor que 1500 kW, e podem contratar energia proveniente apenas de fontes especiais ou incentivadas. As fontes incentivadas nada mais são que fontes alternativas de geração, como biomassa, solar, eólica e pequenas centrais hidrelétricas (ABRACEEL, 2019).

As principais diferenças entre consumidor livre e especial podem ser visualizadas no fluxograma a figura 2:

Figura 2 – Diferenças entre consumidor em modalidade livre e especial



Fonte: Adaptado de FIESP, 2017.

Segundo a Cartilha Mercado Livre de Energia, publicada pela ABRACEEL (2019), os consumidores que adquirem energia de fontes incentivadas possuem direito a redução, entre 50% e 100%, nas tarifas de uso do sistema de distribuição e transmissão, sendo o desconto concedido aos geradores pela ANEEL.

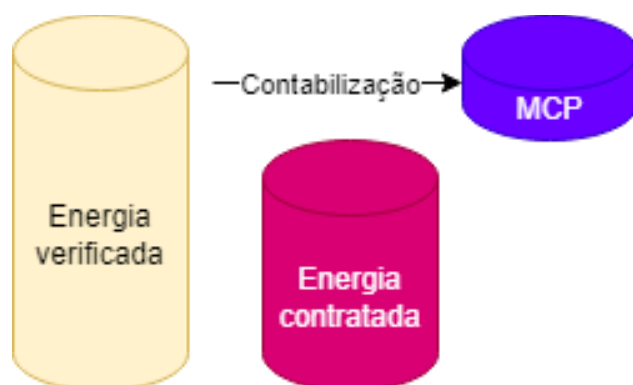
Para os consumidores livres e especiais, o desconto será a média global dos descontos de seus contratos de energia incentivada. Contudo, apesar do desconto, a cobrança dos impostos ocorre em cima do valor total, de modo que, a aplicação de tributos, como ICMS e afins, deve ter como base para cálculo o valor sem aplicação do desconto (TATEMOTO, 2013; ROVARIS, 2021)

Segundo Rizkalla (2018), o principal risco que um consumidor pode encontrar ao realizar o processo de migração para o ACL é o da variação de preço pago pela energia no mercado. Outro risco comum também está relacionado a um dimensionamento inadequado da demanda contratada, o que torna o consumidor vulnerável ao mercado de curto prazo. Além disso, pode ocorrer um excesso ou uma falta de geração por parte do fornecedor, que também se encontra exposto. Essas diferenças são liquidadas no Mercado de Curto Prazo, abreviado como MCP.

A CCEE é a responsável pela liquidação financeira dos valores referentes as operações de compra e venda de energia no MCP, além de ser responsável pela contabilização das diferenças entre o que foi produzido ou consumido e o que foi preestabelecido por meio de contrato.

Isto pode ser observado na figura 3, que mostra o balanço energético para realizar o ajuste na comercialização de energia, este balanço é realizado para cada agente registrado na CCEE. Este balanço é realizado com bases nos dados de volume contratado e volume medido (OLIVEIRA, 2019).

Figura 3 – Balanço energético realizado no mercado de curto prazo



Fonte: Adaptado de Oliveira, 2019.

A partir de janeiro de 2021 o cálculo do Preço da Liquidação das Diferenças (PLD), que antes era semanal, passou a ser calculado de forma horária. Esta diferença impacta diretamente na liquidação financeira onde é realizado um balanço entre a energia verificada e a contratada hora a hora com valor do PLD horário (ROVARIS, 2021 apud, WITZLER ENERGIA, 2019).

Não há ligação direta entre os contratos de compra e venda de energia elétrica, de geração e consumo de energia em si. Portanto, é essencial que cada consumidor tenha uma estratégia de longo prazo visto que as variações de preços são comuns neste

ambiente. Isto ocorre pela característica da matriz energética do país, predominantemente dependente de fontes hídricas, o que pode acarretar em altas de preço em períodos de seca, por exemplo. Cada consumidor deve definir sua própria estratégia conforme suas características de consumo (ABRACEEL, 2019; ABRACEEL 2020).

A tabela 10 apresenta algumas das principais estratégias de contratação utilizadas atualmente conforme o perfil do consumidor:

Tabela 10 – Descrição das principais estratégias de contratação

Perfil Conservador	Prioriza contratos de longo prazo, que dão alta previsibilidade à empresa. Custos negociados antecipadamente e conhecidos durante todo o período contratado
Perfil Arrojado	Contratação de volumes inferiores à necessidade, no longo prazo, e o complemento do montante total em contratos de curto prazo. O risco associado a esse tipo de estratégia é significativamente superior.
Alternativas contratuais	Os consumidores também podem utilizar mecanismos derivativos de compra futura, opções de compra, ou ainda, contratos de compra de energia com descontos garantidos em relação à tarifa regulada.
Consumo flexível	O contrato pode prever um consumo flexível, reduzindo o risco de déficits ou de superávits. As margens de flexibilidade podem ser precificadas pelos vendedores.

Fonte: ABRACEEL, 2019.

Outro ponto a ser considerado é o possível retorno do consumidor ao mercado cativo caso o ACL se torne pouco atrativo ao mesmo com o passar do tempo. Nesse caso o prazo regulatório para que um consumidor do mercado livre retornar ao cativo é de 5 anos, em casos de retornos antecipados, cabe à distribuidora analisar a situação de cada consumidor (FIESP, 2017).

A tabela 11 apresenta um resumo de alguns dos riscos e benefícios atrelados ao ambiente de contratação livre:

Tabela 11 – Benefícios e riscos da migração para o mercado livre

Benefícios	Riscos
Maior poder de escolha para o consumidor	Necessidade de gestão dos contratos de energia
Mais previsibilidade nos gastos com energia elétrica, durante o período de contrato	Volatilidade do mercado
Possível economia no preço da energia e na tarifa de uso do sistema	Necessidade de gestão de consumo para evitar exposição ao Mercado de curto prazo
Custo único de energia, sem diferenciação quanto ao posto tarifário	Prazo mínimo para volta ao mercado cativo de 5 anos
Menor incidência de encargos e independência da bandeira tarifária	Requer acompanhamento constante das regras e da situação da geração no sistema elétrico

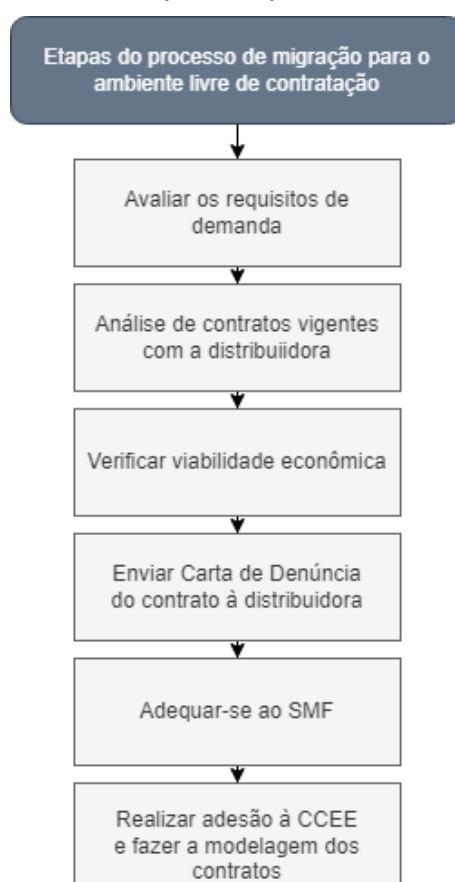
Fonte: FIESP, 2017.

2.3 ETAPAS DA MIGRAÇÃO

O processo de migração para o ACL é complexo e demanda um planejamento detalhado e a longo prazo. Além disso, é necessário que o consumidor faça adequações e solicitações que devem ser realizadas com antecedência para evitar atrasos no processo e evitar possíveis penalizações.

O fluxograma da figura 4 apresenta um resumo das etapas de migração para o ACL de forma simplificada para facilitar a visualização de cada uma delas:

Figura 4 – Etapas do processo de migração



Fonte: Adaptado de ABRACEEL, 2019.

As etapas presentes no fluxograma da figura 4 são comuns para todos os processos de migração e o cumprimento de cada uma deles é fundamental para a conclusão do processo. Cada uma das etapas encontra-se enumerada a seguir:

1. **Avaliação dos requisitos de demanda:** A primeira etapa da migração é feita por meio da análise da demanda contratada, pois é necessário atender a demanda mínima de 500 kW para se tornar consumidor especial e de 2MW para se tornar livre.

2. **Análise de contratos vigentes com a distribuidora:** O contrato de fornecimento com as distribuidoras geralmente possui duração de 12 meses e deve ser rescindido com no mínimo seis meses de antecedência. É importante verificar o prazo do contrato com a distribuidora, pois a saída antecipada pode gerar multas e atrasos no processo (ABRACEEL, 2019; FIESP, 2017).
3. **Estudo de viabilidade econômica:** Além da análise de contratos com a concessionária de distribuição, o consumidor deve realizar um estudo de viabilidade econômica. É necessário analisar o histórico de consumo e comparar os dados coletados com as condições do ACL para verificar os gastos com energia nos dois ambientes (FIESP, 2017).
4. **Carta de denúncia do contrato:** Em seguida o consumidor deve enviar uma carta comunicando a denúncia dos contratos vigentes e caso queira antecipar essa rescisão, é necessário pagar pelo encerramento antecipado do contrato. Se o contrato atual for de prazo indeterminado, a migração será efetivada a partir do ano seguinte ao da declaração formal a distribuidora (ABRACEEL, 2020; FIESP, 2017).
5. **Efetuar a compra de energia:** A aquisição de energia no ACL é feita através de contratos de compra de energia em ambiente de contratação livre, ou CCEAL, ou de contratos de compra de energia especial, CCEI conforme a demanda de cada consumidor.
6. **Adequação ao SMF:** Em seguida é necessário que o consumidor faça a adequação do Sistema de Medição e Faturamento (SMF). Segundo a resolução normativa nº 718, de 17 de maio de 2016 da ANEEL, “As distribuidoras devem atualizar seus manuais técnicos específicos para orientar sobre todo o procedimento comercial e técnico para implantação ou adequação do SMF” (ABRACEEL, 2019; COOPERALIANÇA, 2016).
7. **Adesão a CCEE e modelagem de contratos:** Segundo a FIESP (2017), para habilitação comercial, são necessários documentos como termo de adesão à CCEE, certidão negativa de falência e recuperação judicial, histórico de consumo dos últimos 12 meses anteriores à migração, carta denúncia protocolada na distribuidora, declaração ou comprovante de adimplemento no ONS ou na distribuidora entre outros. Para habilitação técnica, o consumidor deverá cumprir as etapas de cadastro do ponto de

medição, disponibilizando o diagrama unifilar da instalação e o parecer de acesso emitido, além do cadastro do ativo de carga. Os custos operacionais da CCEE são pagos por contribuição associativa e são divididos entre todos agentes. Custos com adequação da unidade são de responsabilidade do consumidor.

2.4 MÉTODOS APLICADOS A MIGRAÇÃO

A escolha do método depende dos dados a disposição para análise e apesar de não existir um método aplicável a todos os casos de migração, algumas análises são comumente realizadas para verificar se o processo é viável ou não. Os métodos de análise econômica são amplamente utilizados para verificar a viabilidade do processo em si em valores e tais análises envolvem a comparação dos gastos com energia em ambos os ambientes.

2.4.1 Ponto de equilíbrio tarifário

O método do ponto de equilíbrio tarifário, do inglês *break-even point*, é um método de análise rápida comumente utilizado por agentes comercializadores para apresentar propostas aos interessados na migração, visto que é um método de fácil visualização. Quando aplicado a tarifas de energia elétrica, este método apresenta o valor máximo que deve ser levado em consideração para que o valor pago pela TE de ambos os ambientes de contratação seja o mesmo, ou seja, ao comprar energia no ambiente regulado ou livre, qual o valor que não apresentaria diferencial sob o ponto de vista econômico (CARDOSO; ROCHA, 2017).

Para aplicação desse método de análise é preciso decompor tais tarifas em parcelas, como transporte, perdas, encargos e energia, como mostrado nas faturas de energia elétrica, e ainda mais decomposta entre os diferentes componentes de custo atrelados a outros aspectos, como transporte, encargos setoriais e com o custo da energia (ENERGIA, 2016).

A equação 2.1 apresenta a expressão geral do *break-even point*, sendo o valor total da fatura de energia menos o valor referente a parcela TUSD paga pelo consumidor:

$$V_{finalTE} = V_{finaltotal} - V_{finalTUSD} \quad (2.1)$$

Tais valores podem ser calculados através dos dados de consumo e demanda de energia, levando em consideração as respectivas tarifas vigentes, bem como as bandeiras tarifárias.

2.4.2 Métodos de análise econômica

Os métodos de análise econômica são utilizados para verificar se a migração é rentável a longo prazo. De acordo com Ross et al. (2013), existem diferentes métodos de análise econômica como o Valor Presente Líquido (VPL), o *payback*, definido como tempo necessário para que um investimento gere fluxos de caixa suficientes para recuperar seu custo inicial. Um investimento é aceitável se o seu período de *payback* calculado for menor do que um determinado período de tempo, geralmente em anos, sendo este estipulado pelo investidor. O valor de *payback* calculado deve ser comparado com um período estipulado e qualquer valor acima deste período é considerado não viável.

A taxa interna de retorno, abreviada como TIR também pode ser utilizada para análises econômicas, visto que a TIR está intimamente relacionada ao VPL. Com a TIR, tentamos encontrar uma única taxa de retorno que resuma os méritos de um projeto. Além disso esta taxa deve depender somente dos fluxos de caixa de determinado investimento, e não das taxas oferecidas em outro lugar. De modo geral, a TIR pode ser simplificada como a taxa de desconto que torna o VPL de um determinado projeto igual a zero (ROSS et al., 2013).

A tabela 12 apresenta as principais equações dos métodos de análise financeira descritos anteriormente:

Tabela 12 – Formulação referente aos métodos de análise financeira

VPL	TIR	Payback
$VPL = \sum_{n=1}^{n=N} \frac{F_{ct}}{(1+i)^n}$	$VPL = 0 = FC_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_n}{(1+i)^{tir}}$	$Payback = \frac{\text{Investimento inicial}}{\text{Ganho no período}}$

Fonte: Adaptado de Ross et al., 2013.

Os métodos de análise econômica são utilizados para quantificação do valor da economia obtida no ACL a longo prazo, levando em conta gastos necessários para migração e adequação da unidade consumidora.

3 MÉTODO PROPOSTO

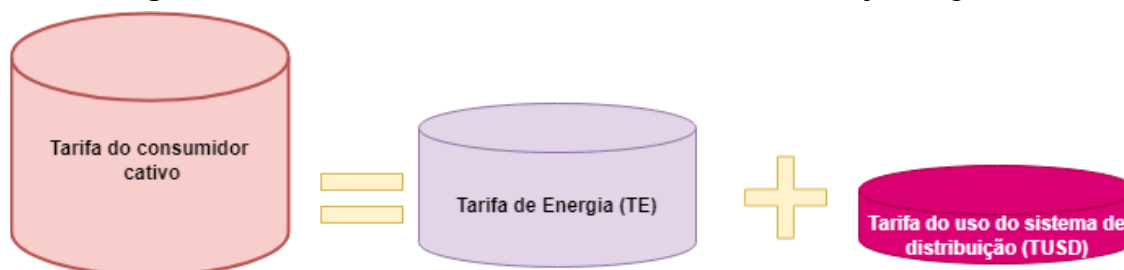
3.1 JUSTIFICATIVA E CONTEXTUALIZAÇÃO

A escolha do método foi feita com base nos dados obtidos através da unidade consumidora. Como os únicos dados disponibilizados foram referentes a fatura de energia elétrica durante o período de 12 meses, optou-se por realizar a análise através do ponto de equilíbrio. Com os dados de consumo e demanda e as tarifas disponibilizadas pela concessionária local, é possível obter um indicativo para migração por meio de tal método. Para utilizar os métodos de análise financeira seria necessário verificar se haveria a necessidade de adequações extras e o valor final do processo, de modo a ter uma estimada do tempo que a migração leva para ser considerada um investimento com retorno, além de uma projeção, tanto do consumo de energia da unidade consumidora a longo prazo, quanto das tarifas de energia e uso do sistema, além dos tributos governamentais.

De acordo com Oliveira (2019), para aplicar o conceito de *break-even point* no caso de migração para o ACL é necessário utilizar como parâmetro o valor máximo em R\$/MWh que pode ser pago pela energia neste ambiente, de modo que seus custos sejam equilibrados aos custos no ACR e é considerada um indicador de viabilidade de migração para o ambiente de contratação livre.

Portanto, para verificar o preço real da energia elétrica consumida, é necessário conhecer os meios de tarifação presentes do ambiente regulado para poder comparar tal parcela com o preço da energia no ACL, visto que a parcela referente a TUSD é comum em ambos os ambientes.

A tarifação do ACR é feita por meio das supracitadas TE e TUSD ou TUST, de acordo com a necessidade de conexão do consumidor. A configuração da parcela se dá de conforme a soma de ambas as parcelas e pode ser visualizada na figura 5:

Figura 5 – Divisão tarifária do ambiente de contratação regulado

Fonte: Adaptado de RIZKALLA, 2018.

A primeira parcela é composta pelos custos de aquisição da energia e pelos percentuais de perdas na rede básica do SIN. A segunda parcela cobre os custos operacionais e de investimento da distribuidora local, e deve ser paga em ambos os ambientes de contratação (RIZKALLA, 2018).

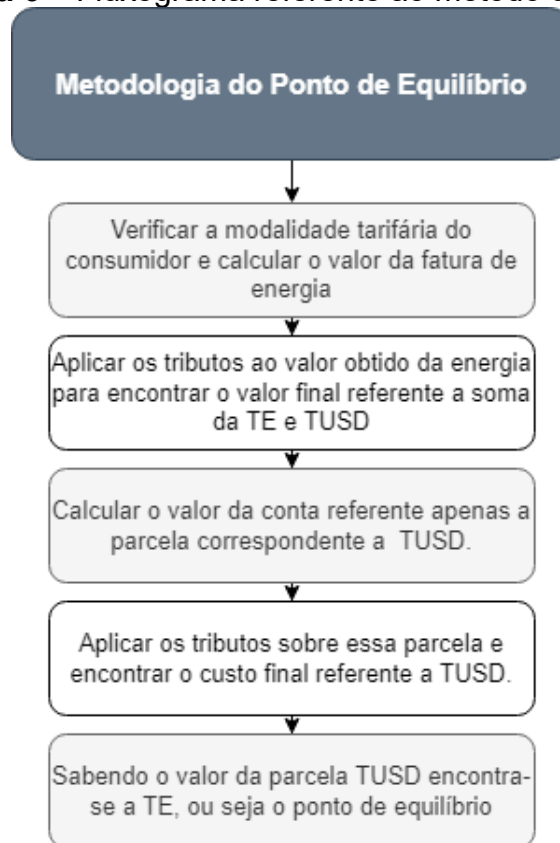
A segunda parcela da tarifa visa assegurar aos prestadores dos serviços receita suficiente para cobrir custos operacionais e remunerar investimentos necessários para expansão e garantia de um atendimento com qualidade. A tarifa considera três custos distintos: energia gerada, transporte de energia até as unidades consumidoras e encargos setoriais. Além da tarifa, os Governos Federal, Estadual e Municipal cobram o PIS/COFINS, o ICMS e a Contribuição para Iluminação Pública (CARDOSO; ROCHA, 2017)

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) é o imposto aplicado sobre a circulação de produtos. No caso da alíquota referente a COFINS, o objetivo é recolher fundos, em especial para a área de saúde pública e segurança social do país. O PIS, por sua vez, tem relação direta com a integração social dos trabalhadores e com seguro-desemprego, abono salarial e participação na receita de entidades públicas e privadas (STARSOFT, 2021)

3.2 EQUAÇÕES DO MÉTODO DO PONTO DE EQUILÍBRIO

Conforme as análises feitas por Rizkalla (2018), o método do ponto de equilíbrio é um dos principais métodos utilizados nas etapas iniciais de um estudo de migração. A figura 6 apresenta um fluxograma com cada um dos procedimentos realizados na metodologia:

Figura 6 – Fluxograma referente ao método utilizado



Fonte: Adaptado de Rizkalla, 2018.

De acordo com Rizkalla (2018), o valor do ponto de equilíbrio referente ao ACL pode ser encontrado através da igualdade das tarifas de ambos os ambientes de contratação através das equações apresentadas a seguir. O cálculo da conta de energia para o consumidor cativo leva em consideração o seu consumo, em kWh, e a demanda contratada, em kW, além de tarifas específicas do grupo ao qual a unidade consumidora pertence.

De modo geral, o ponto de equilíbrio pode ser representado pela equação 3.1:

$$V_{finalTE} = V_{finaltotal} - V_{finalTUSD} \quad (3.1)$$

A equação 3.2 é a expressão matemática geral para o cálculo dos valores sem a inclusão de tributos, para demanda e consumo de energia:

$$V_{parcial} = D_p \times T_{TUSDp} + D_{fp} \times T_{TUSDfp} + C_p \times T + C_{fp} \times T_{fp} + D_{ult} \times T_{ult} \quad (3.2)$$

Sendo,

$V_{parcial}$ valor pago sem tributos em R\$;

- D_p demanda contratada de ponta, em kW;
- T_{dp} tarifa de demanda contratada para o horário de ponta, em R\$/kW;
- D_{fp} demanda contratada para o horário fora de ponta em KW;
- T_{Dfp} tarifa de demanda contratada para o horário fora de ponta, em R\$/kW;
- D_u demanda de ultrapassagem, em kW;
- T_{Du} tarifa de demanda de ultrapassagem, em R\$/kW;
- C_p consumo, em kW h, do cliente no horário de ponta;
- T_{Cp} tarifa de consumo para o horário de ponta, em R\$/kWh;
- C_{fp} consumo do cliente no horário fora de ponta, em kW h;
- T_{Cfp} tarifa de consumo para o horário fora de ponta, em R\$/kWh.

As tarifas consideradas nesse caso são referentes tanto parcela TE quanto a TUSD. Além disso, caso o consumidor se enquadre na tarifa horosazonal verde deve ser considerada a demanda única, assim como a tarifa única referente.

Para calcular o valor da fatura com os tributos governamentais, podemos utilizar a equação 3.3:

$$V_{final} = \frac{V_{parcial}}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} \quad (3.3)$$

Onde,

V_{final} valor final incluindo os tributos, em R\$;

$V_{parcial}$ valor sem tributos, ambos em R\$.

O cálculo do valor parcial da conta referente a parcela TUSD é similar ao calculo referente a parcela total, entretanto utilizando apenas os valores das tarifas relacionadas a esta parcela. O valor da parcela TUSD, sem tributos, é calculado pela equação 3.4:

$$V_{TUSDparcial} = D_p \times T_{TUSDp} + D_{fp} \times T_{TUSDfp} + D_u \times T_{TUSDu} + C_p \times T_{TUSDp} + C_{fp} \times T_{TUSDfp} \quad (3.4)$$

Onde,

$V_{TUSDparcial}$ parcela da TUSD em R\$;

D_p demanda contratada para o horário de ponta em KW;

T_{TUSDp} tarifa de demanda contratada para o horário de ponta referente a parcela da TUSD, em R\$/KWh;

D_{fp} demanda contratada para o horário fora de ponta em KWh;

T_{TUSDfp} tarifa de demanda contratada para o horário fora de ponta referente a parcela da TUSD, em R\$/KWh;

D_u demanda de ultrapassagem, em KW;

T_{TUSDu}	valor da tarifa de demanda de ultrapassagem referente a parcela da TUSD, em R\$/KW;
C_p	consumo do consumidor no horário de ponta, em KWh;
T_{TUSDp}	tarifa de consumo para o horário de ponta referente a parcela da TUSD, em R\$/KWh;
C_{fp}	consumo da unidade de consumo no horário fora de ponta em KWh;
T_{TUSDfp}	tarifa de consumo para o horário fora de ponta referente a parcela da TUSD, em R\$/KWh.

Aplicando a equação 3.3 ao valor parcial da TUSD com impostos é possível encontrar o ponto de equilíbrio através da equação 3.1 em R\$. Como o preço da energia comercializada no mercado livre é dado em R\$/MWh, é necessário dividir o valor obtido através da equação 3.1 pelo consumo total da unidade conforme a equação 3.5:

$$V_{breakeven} = \frac{V_{finalTE}}{C_{total}} \quad (3.5)$$

Onde,

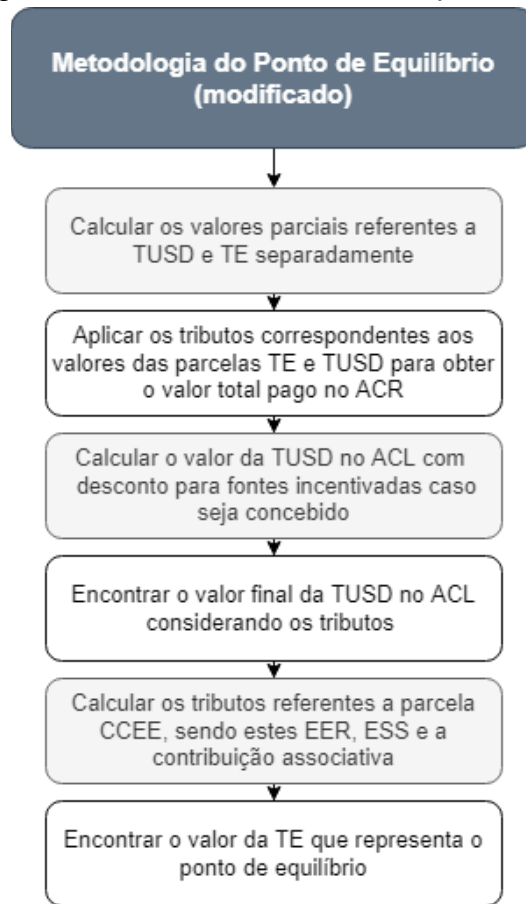
$V_{breakeven}$	valor do ponto de equilíbrio tarifário, em R\$/KWh;
C_{total}	consumo total de energia, em MWh;

3.3 APRIMORAMENTOS DO PONTO DE EQUILÍBRIO

Existem dois fatores importantes a serem considerados quando lidamos com os custos referentes ao mercado livre, sendo estes o valor do desconto na TUSD para determinadas fontes incentivadas e os custos referentes a CCEE, que podem ser divididos em três parcelas principais explicitadas adiante. Entretanto, os cálculos referentes as parcelas TE e TUSD em geral são os similares, visto que dependem de dados previamente estabelecidos como tarifas e dados de consumo e demanda.

As etapas referentes ao método do ponto de equilíbrio tarifário com as modificações necessárias, visando a inclusão das parcelas citadas acima são descritos através do fluxograma da figura 7:

Figura 7 – Fluxograma referente ao método do ponto de equilíbrio modificado



Fonte: Adaptado de Oliveira, 2019.

De modo geral, podemos encontrar o valor que representa o preço da TE financeiramente equivalente por meio da igualdade descrita na equação 3.6:

$$TE_{ACR} + TUSD_{ACR} = TE_{ACL} + TUSD_{ACL} \quad (3.6)$$

A equação 3.6 representa a igualdade de ambas as parcelas que compõe o valor final do custo, de modo que, para encontrar o valor da TE, que nada mais é que o valor referente ao ponto de equilíbrio, utiliza-se a equação 3.6 isolando a variável referente ao valor da TE no ACR conforme a equação 3.7

$$V_{breakeven} = TE_{ACL} = (TE_{ACR} + TUSD_{ACR}) - TUSD_{ACL} \quad (3.7)$$

O valor de $V_{breakeven}$ em R\$/MWh representa o maior valor que pode ser ofertado pelo agente no ACL e ainda ser vantajoso para o consumidor efetuar a migração. É recomendável que o processo ocorra somente caso o consumidor apresente uma economia de, no mínimo, 10% no ótimo para o ambiente cativo, ou seja, quando a tarifação no ACR é em bandeira verde (OLIVEIRA, 2019).

O cálculo do valor da TE de uma unidade consumidora pertencente ao grupo A considera o consumo, em kWh e as tarifas referentes ao consumo dos horários de ponta e fora de ponta conforme a equação 3.8:

$$V_{TEparcial} = C_{TEp} \times T_{TEp} + C_{TEfp} \times T_{TEfp} \quad (3.8)$$

Sendo,

$V_{TEparcial}$ valor total do consumo, em R\$;

C_p consumo no horário de ponta, em kWh;

T_{TEp} tarifa de consumo para o horário de ponta, em R\$/KWh;

C_{fp} consumo no horário fora de ponta, em kWh;

T_{TEf} valor da tarifa de consumo para o horário fora de ponta, em R\$/KWh;

Assim como a TE, a parcela referente a TUSD possui suas próprias tarifas conforme o horário. O cálculo do valor da TUSD é realizado utilizando as tarifas para demanda contratada e consumo de acordo com a modalidade do consumidor. Caso a unidade esteja enquadrada na tarifa horosazonal azul, o valor da TUSD parcial é dado pela equação 3.9:

$$V_{TUSDparcial} = D_p \times T_{TUSDdp} + D_{fp} \times T_{TUSDdfp} + D_u \times T_{TUSDu} + C_p \times T_{TUSDp} + C_{fp} \times T_{TUSDfp} \quad (3.9)$$

Onde,

$V_{TUSDparcial}$ valor total referente a TUSD sem tributos, em R\$;

D_p demanda contratada para o horário de ponta, em KW;

T_{TUSDdp} tarifa de demanda contratada para o horário de ponta referente a parcela da TUSD, em R\$/KW;

D_{fp} demanda contratada para o horário fora de ponta, em KW;

$T_{TUSDdfp}$ tarifa de demanda contratada para o horário fora de ponta referente a parcela da TUSD, em R\$/KW;

D_u demanda de ultrapassagem, em KW;

T_{TUSDu} tarifa de demanda de ultrapassagem da parcela da TUSD em R\$/KW;

C_p consumo do consumidor no horário de ponta em kWh;

T_{TUSDp} tarifa de consumo de horário de ponta da parcela TUSD em R\$/KWh;

C_{fp} consumo da unidade de consumo no horário fora de ponta em kWh;

T_{TUSDfp} tarifa de consumo de horário fora de ponta da parcela TUSD em R\$/KWh;

Caso a unidade se enquadre na tarifa horosazonal verde a tarifa de demanda é única, conforme a equação 3.10:

$$V_{TUSDparcial} = D_p \times T_{TUSD} + D_u \times T_{TUSDu} + C_p \times T_{TUSDp} + C_{fp} \times T_{TUSDfp} \quad (3.10)$$

Para aplicar os tributos governamentais é preciso verificar os valores referentes a tais tributos conforme o estado onde a unidade consumidora se encontra, visto que o ICMS varia de acordo com o Estado, ramo de atividade e faixa de consumo. Os valores referentes ao PIS e o COFINS são calculados mensalmente e seus índices variam conforme a distribuidora (OLIVEIRA, 2019). Para calcular a parcela referente ao ICMS podemos utilizar a equação 3.11 em ambas as parcelas:

$$V_{final} = \frac{V_{parcial} \times (ICMS)}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} \quad (3.11)$$

Sendo,

V_{final} valor final incluindo os tributos, em R\$;

$V_{parcial}$ valor sem tributos referente as parcelas TUSD e TE calculadas previamente, em R\$;

Substituindo o valor correspondente ao ICMS no numerador pela soma das parcelas PIS/PASEP e COFINS é possível obter a parcela referente a ambos os tributos:

$$V_{final} = \frac{V_{parcial} \times (PIS/PASEP + COFINS)}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} \quad (3.12)$$

A partir da equação 3.13 é possível calcular o valor total referente ao consumo no ACR, incluindo ambas as parcelas e os tributos governamentais:

$$V_{total} = V_{finalTE} + V_{finalTUSD} \quad (3.13)$$

A partir do valor obtido nas equações 3.11 e 3.12 é possível encontrar o valor referente aos impostos em ambas as parcelas TE e TUSD através da diferença entre os valores final e parcial, como pode ser visualizado na equação 3.14:

$$V_{impostos} = V_{final} - V_{parcial} \quad (3.14)$$

Para calcular o valor correspondente a parcela TUSD referente ao ACL, é necessário considerar o desconto relacionado a fontes incentivadas, sendo obrigatória a utilização de fontes incentivadas. Conforme Resolução Normativa nº 77/2004, os agentes geradores de energia incentivada poderão obter os percentuais de 50%, 80% ou 100% de redução a ser aplicado às tarifas de transporte, sendo válido tanto na produção quanto no consumo da energia comercializada, sendo a ANEEL responsável pela autorização e pelo percentual de desconto (CCEE, 2014; OLIVEIRA, 2019).

O desconto é aplicado na demanda, tanto na ponta quanto fora de ponta; para modalidade tarifária azul e no caso de consumidores com a modalidade tarifária verde, o desconto se dá sobre a demanda total e o consumo de ponta (OLIVEIRA, 2019).

Considerando a porcentagem de desconto o valor da TUSD no ACL caso a modalidade tarifária horosazonal seja azul pode ser calculado pela equação 3.15:

$$TUSD_{ACL} = (1 - D) [D_{fp} \times T_{TUSDdfp} + D_p \times T_{TUSDdp}] + D_u \times T_{TUSDu} + C_p \times T_{TUSDp} + C_{fp} \times T_{TUSDfp} \quad (3.15)$$

Caso a modalidade tarifária seja verde, o calculo da TUSD do ACL pode ser calculado através da equação 3.16:

$$TUSD_{ACL} = (1 - D_{desconto}) \times ([D_p \times T_{TUSDp}] + ((T_{TUSDp} - T_{TUSDfp}) + T_{TUSDp}) \times [C_p]) + C_{fp} \times T_{TUSDfp} \quad (3.16)$$

Mesmo com os descontos dados a consumidores de fontes incentivadas, não há subvenção tributária nesta parcela, de modo que a cobrança do ICMS e do PIS/COFINS é feita considerando a base sem descontos, com as mesmas alíquotas do mercado cativo (BORGES; SALLES, 2020). Além dos custos relacionados a tributos governamentais, é necessário considerar os encargos pagos à CCEE, de modo que a parcela total dos impostos no ACL que pode ser representado pela equação 3.17:

$$ACL_{impostos} = V_{impostos} + (E_{CCEE} \times C_t) \quad (3.17)$$

Onde,

E_{CCEE} parcela referente aos encargos da CCEE, em R\$/MWh;

C_t consumo mensal total, em MWh;

$V_{impostos}$ valor dos tributos ICMS, PIS/COFINS em relação a TUSD sem desconto, em R\$;

De acordo com Oliveira (2019), os valores de encargos da CCEE estão relacionados especialmente a Encargos de Serviços do Sistema (ESS), Encargo de Energia de Reserva EER e a contribuição associativa da CCEE.

Com valores obtidos, calcula-se a diferença entre o valor final da fatura de energia no mercado cativo e a parcela referente à TUSD e impostos pela da equação 3.18:

$$V_{dif} = V_{total} - TUSD_{ACL} - ACL_{impostos} \quad (3.18)$$

Por fim, para obter o valor do ponto de equilíbrio econômico entre os ambientes contratuais, retira-se o valor do ICMS referente à TE do cativo e divide-se o resultado da diferença pelo total do consumo, em MWh, de acordo com a equação 3.5:

$$V_{breakeven} = \frac{V_{dif}}{C_{total}} = \frac{V_{finalTE}}{C_{total}} \quad (3.5)$$

3.4 COMPARAÇÃO DE PREÇOS E CÁLCULO DO ICMS

Como os valores negociados no ambiente livre não são disponibilizados por sigilo comercial, para encontrar uma estimativa do preço da energia, podemos utilizar uma a plataforma Dcide, um ambiente colaborativo de preços Forward de energia, que processa informações através de ferramentas analíticas e disponibiliza valores próximos dos utilizados para negociações reais (SANTOS, 2019).

De acordo com informações disponibilizadas no site da ferramenta, os índices representam pela plataforma são preços de referência para energia elétrica de fonte convencional e incentivada com 50% de desconto na TUSD nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. A apuração destes índices é feita de forma semanal onde os agentes mais comercialmente ativos inserem suas referências de preços para um horizonte de cinco anos. Para garantir a representatividade e qualidade da informação a Dcide implementa um processo de validação das curvas individuais, minimizando a influência de valores não representativos da condição atual de mercado (DCIDE, 2018).

O valor médio da curva de preços obtida através desta plataforma será somada ao valor do fio calculado para o ACL, resultando no custo total no ambiente livre, como consta na equação 3.19:

$$TE_{ACL} = V_{Dcide} \times C_{total} + V_{ICMS} \quad (3.19)$$

Segundo Nascimento (2018), o valor pago pela energia no ambiente livre não contém o valor do ICMS, somente a parcela referente aos demais tributos. Conforme publicado pela CCEE:

A substituição tributária do ICMS é o regime de tributação no qual é atribuído a um determinado contribuinte (geralmente distribuidoras) a responsabilidade pela retenção e pagamento do ICMS devido pelas operações subsequentes com uma mercadoria, conforme disposição expressa em norma. Também conhecida como substituição tributária “por antecipação” ou “para frente”. O cálculo do ICMS é realizado observando o preço praticado na operação final. (CCEE, 2018).

No estado do Paraná a cobrança da parcela referente ao ICMS é realizada por meio do preenchimento da Declaração do Valor de Aquisição da Energia Elétrica

(DEVEC), este documento é repassado para a distribuidora local e o ICMS é calculado utilizando o valor pago no ACL como base.

O valor do ICMS pode ser obtido através da equação 3.11, para o valor referente somente aos custos do ICMS em si. Portanto, o valor final aproximado dos custos referentes a energia adquirida através do ambiente livre pode ser encontrado por meio da equação 3.20:

$$V_{ACL} = TE_{ACL} + TE_{ICMS} + TUSD_{ACL} \quad (3.20)$$

A partir deste resultado será calculada a economia final prevista com a migração, ao comparar o com o total obtido no ambiente cativo, pela equação 3.21

$$Economia = 1 - \frac{V_{ACL}}{V_{ACR}} \quad (3.21)$$

Assim, com ambas as variações do método do ponto de equilíbrio tarifário propriamente diferenciadas, o capítulo seguinte apresenta uma contextualização do estudo de caso e aplicação das equações apresentadas neste capítulo.

4 RESULTADOS

Nesse capítulo temos a contextualização do estudo de caso, apresentação dos dados utilizados e em seguida são apresentados os resultados referentes ao mesmo obtidos por meio do método selecionado no capítulo anterior.

4.1 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso é referente uma unidade consumidora localizada no município de Foz do Iguaçu, Paraná. A unidade é um supermercado com horário de funcionamento de segunda a sábado das 08 as 22 horas e nos domingos na faixa das 08 as 21 horas.

A figura 8 apresenta uma fotografia de referência de um supermercado similar para estimar as dimensões do objeto de estudo:

Figura 8 – Imagem de referência da unidade consumidora



Fonte: google, s.d.

Conforme a fatura disponibilizada pela unidade consumidora, o estabelecimento em questão se enquadra no grupo A, subgrupo A4, sendo sua modalidade tarifária horossazonal verde. A tensão de contratada da unidade consumidora é de 13,2 kV, e o limite adequado de tensão encontra-se na faixa de 12,28 a 13,86 kV. No caso do estado do Paraná, a concessionária responsável pela transmissão e distribuição de energia é a COPEL.

4.2 ANÁLISE PRELIMINAR

A tabela 13 apresenta os dados de consumo retirados das faturas disponibilizadas para fins de estudo do perfil de consumo da unidade consumidora em questão. Estes dados compreendem ao período de um ano equivalente a fevereiro de 2021 até janeiro de 2022:

Tabela 13 – Dados de consumo e demanda utilizados no estudo

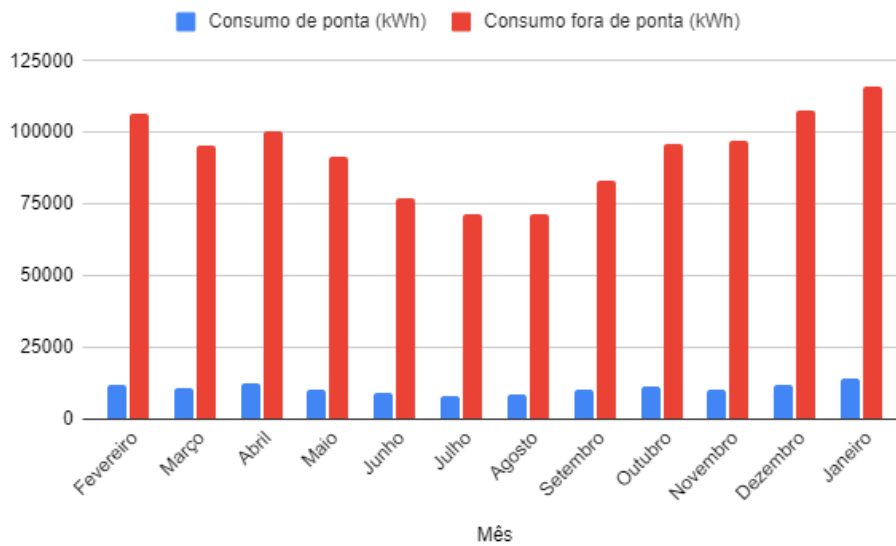
Mês	Consumo de ponta (kWh)	Consumo fora de ponta (kWh)	Demanda (kW)	Demanda contratada (kW)
Fevereiro	11724	106793	254,88	260
Março	10808	95622	251,42	260
Abril	12237	100536	261,79	260
Maio	10038	91629	249,26	260
Junho	8695	77038	216,43	260
Julho	7962	71547	202,61	260
Agosto	8152	71185	172,36	260
Setembro	9844	83287	225,93	260
Outubro	11261	96198	250,99	260
Novembro	10295	96904	244,51	260
Dezembro	11570	107825	255,74	260
Janeiro	13857	115972	257,91	260
Total	126443	1114536	2843,81	3120
Média	10536,92	92878	236,98	260

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Conforme exposto na tabela 13 é possível observar que o consumidor em questão não atende aos pré-requisitos necessários para realizar a migração para o ACL como consumidor especial na legislação vigente, visto que não possui a demanda mínima de 500 kW. A demanda atual da empresa encontra-se em uma média de aproximadamente 237 kW, enquanto sua demanda contratada é de 260 kW mensais, conforme os dados disponibilizados pela unidade consumidora.

A figura 9 apresenta o histórico de consumo em kWh presente na última fatura da unidade consumidora:

Figura 9 – Histórico de consumo da unidade em kWh

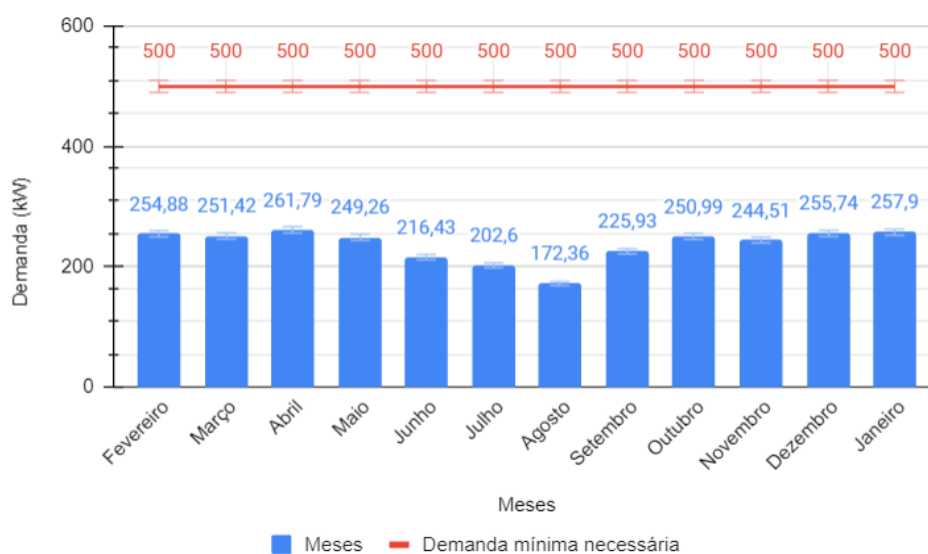


Fonte: Elaboração própria, 2022.

Para que a unidade possa atingir o mínimo necessário para se enquadrar no ACL como consumidor especial demanda média deverá sofrer um aumento mínimo de aproximadamente 48%. Caso a demanda mínima atingida, de 172,36 kW no mês de agosto, seja utilizada como base o aumento deverá ser de aproximadamente 66 %.

A figura 10 apresenta uma comparação entre a demanda mínima exigida para efetuar a migração e a demanda mensal do consumidor em questão:

Figura 10 – Demanda mínima exigida para migração e demanda mensal atual



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Apesar de uma diferença considerável, não é possível descartar a possibilidade de um aumento da demanda de modo suficiente para que o consumidor consiga realizar a

migração futuramente. Neste caso, existem duas possibilidades para que isso ocorra, sendo a primeira um aumento do consumo no local atual ou ainda um agrupamento de cargas utilizando-se do mesmo CNPJ ou consumidores localizados em áreas que não são separadas por vias públicas, situações abordadas previamente neste mesmo documento.

Outra possibilidade é uma possível flexibilidade nos pré-requisitos atuais de migração. Segundo a CCEE (2021a), um documento referente a primeira parte de um estudo com propostas para uma possível entrada de consumidores de menor porte no ACL foi entregue ao MME e a ANEEL para análise. Porém, tal flexibilização envolve diferentes entidades tanto públicas quanto privadas, além de uma reestruturação profunda, o que acarreta em um processo demorado.

De acordo com documento publicado pela CCEE (2021b), os estudos referentes à flexibilização dos limites de acesso ao ACL foram feitos em conjunto entre a CCEE e a ANEEL. Tais estudos abordam as medidas regulatórias necessárias para permitir a abertura do mercado livre para os consumidores com carga inferior a 500 kW, incluindo o comercializador regulado de energia e proposta de cronograma de abertura iniciando em 1º de janeiro de 2024.

4.2.1 Cenário utilizado no estudo de caso

Como a unidade consumidora não atinge o pré-requisito mínimo de demanda exigido para migração, o cenário apresentado considera uma possível redução da demanda mínima contratada de 250 KW para migrar como consumidor especial, de modo que não seja necessário um aumento na demanda contratada atual.

O cenário apresentado é o cenário ótimo para o ambiente regulado, ou seja, os dados obtidos são considerados em situação de bandeira verde, onde não há acréscimo na conta de luz, de modo que o preço da energia encontrado será o valor mínimo que a unidade consumidora pagará no ACR.

Para ambos os métodos utilizados, a modalidade tarifária considerada será a modalidade atual do consumidor, ou seja, a tarifa horosazonal verde.

Os valores referentes as parcelas TE e TUSD cobrados pela COPEL, distribuidora responsável pelo estado de origem da unidade consumidora, se encontram na tabela 14:

Tabela 14 – Valores de TE e TUSD para subgrupo A4

Modalidade verde (subgrupo A4)						
TUSD			TE		TE + TUSD	
Demanda (R\$/kW)	Ponta (R\$/kWh)	Fora de ponta (R\$/kWh)	Ponta (R\$/kWh)	Fora de ponta (R\$/kWh)	Ponta (R\$/kWh)	Fora de ponta (R\$/kWh)
17,07	0,95922	0,0826	0,43787	0,27536	1,39709	0,35796

Fonte: Adaptado de COPEL, 2021.

Para encontrar os valores referentes aos custos relacionados aos tributos governamentais, é necessário levar em consideração as alíquotas referentes aos valores das parcelas PIS e COFINS conforme a tabela 15:

Tabela 15 – Alíquotas dos tributos governamentais referentes ao período de estudo

Mês	Ano	PIS/PASEP	COFINS	ICMS
Fevereiro	2021	0,0089	0,0411	0,29
Março	2021	0,0089	0,0408	0,29
Abril	2021	0,0068	0,0312	0,29
Maio	2021	0,0068	0,0312	0,29
Junho	2021	0,0068	0,0312	0,29
Julho	2021	0,0068	0,0312	0,29
Agosto	2021	0,0103	0,0475	0,29
Setembro	2021	0,0111	0,0509	0,29
Outubro	2021	0,0113	0,0519	0,29
Novembro	2021	0,0153	0,0707	0,29
Dezembro	2021	0,0153	0,0707	0,29
Janeiro	2022	0,0130	0,0601	0,29

Fonte: Adaptado de COPEL, 2022.

4.2.2 Método do ponto de equilíbrio

Para obter os valores referentes ao sem encargos, utiliza-se a equação 3.2. Exemplificando com os valores da tabela 18 referentes ao mês de fevereiro temos:

$$V_{parcial} = D_p \times T_{TUSDp} + D_{fp} \times T_{Tusdfp} + C_p \times T + C_{fp} \times T_{fp} + D_{ult} \times T_{ult}$$

$$V_{parcial} = 17,07 \times 260 + 1,39709 \times 11724 + 0,35796 \times 106793 = 59045,305 \text{ R\$ [R\$]}$$

O próximo passo é calcular o valor referente aos tributos governamentais sob o valor parcial através da equação 3.3, através do resultado obtido anteriormente:

$$V_{final} = \frac{V_{parcial}}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} = \frac{59045,305}{1 - (0,0089 + 0,0411 + 0,29)} = 89462,584 [R\$]$$

Utilizando os dados referentes a tabela 14 para os valores para o subgrupo A4 na modalidade verde, podemos calcular o valor parcial da TUSD por meio da equação 3.4 para o mês de fevereiro:

$$TUSD_{parcial} = D \times T_{TUSDd} + D_u \times T_{TUSDu} + C_p \times T_{TUSDp} + C_{fp} \times T_{TUSDfp}$$

$$TUSD_{parcial} = 17,07 \times 260 + 0,95922 \times 11724 + 0,0826 \times 106793 = 24505,197 [R\$]$$

Aplicando a equação 3.3 obtemos o valor final da TUSD incluindo os tributos:

$$V_{final} = \frac{V_{parcial}}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} = \frac{24505,197}{1 - (0,0089 + 0,0411 + 0,29)} = 37129,086 [R\$]$$

A tabela 16 apresenta os resultados obtidos através da aplicação das equações exemplificadas acima para os meses subsequentes:

Tabela 16 – Valor total e TUSD com e sem tributos para os meses subsequentes

Mês	V _{parcial} (R\$)	V _{final} total com tributos (R\$)	V _{parcial} TUSD (R\$)	V _{parcial} TUSD com tributos (R\$)
Fevereiro	59045,31	89462,58	24505,2	37129,09
Março	53766,81	81427,84	22703,83	34384,11
Abril	57522,26	85598,6	24480,45	36429,24
Mai	51261,71	76282,3	21635,41	32195,54
Junho	44162,42	65717,89	19141,96	28485,05
Julho	41172,79	61269,04	17985,29	26763,83
Agosto	41308,66	63337,41	18137,64	27809,94
Setembro	48004,57	74081,12	20760,27	32037,45
Outubro	54605,87	84424,65	23185,93	35847,14
Novembro	53509,01	85751,6	22317,64	35765,45
Dezembro	59199,57	94871,11	24442,72	39171,03
Janeiro	65311,01	102545,16	27309,4	42878,63
Total	628869,96	964769,3	266605,73	408896,5
Média	52405,83	80397,44	22217,14	34074,71

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Aplicando a equação 3.1 é possível encontrar o valor do ponto de equilíbrio em reais:

$$V_{finalTE} = V_{final} - V_{finalTUSD} = 89462,584 - 37129,086 = 52333,497 [R\$]$$

Como o preço no ambiente livre é dado em R\$ por MWh, dividindo o valor encontrado através da equação 3.3, o valor referente ao ponto de equilíbrio é dado pela equação 3.5:

$$V_{breakeven} = \frac{V_{finalTE}}{C_{total}} = \frac{52333,497}{118,517} = 441,57 [R\$/MWh]$$

Para facilitar a visualização dos resultados obtidos, a tabela 17 apresenta os dados referentes a todos os meses, utilizando os passos exemplificados acima:

Tabela 17 – Valor final e ponto de equilíbrio para os meses subsequentes

Mês	V_{final} (R\$)	C_{total} (MWh)	$V_{break-even}$ (R\$/MWh)
Fevereiro	52333,5	118,52	441,57
Março	47043,73	106,43	442,02
Abril	49169,36	112,77	436,01
Maio	44086,76	101,67	433,64
Junho	37232,83	85,73	434,29
Julho	34505,21	79,51	433,98
Agosto	35527,47	79,34	447,81
Setembro	42043,67	93,13	451,45
Outubro	48577,51	107,46	452,06
Novembro	49986,15	107,21	466,29
Dezembro	55700,08	119,39	466,52
Janeiro	59666,53	129,83	459,58
Total	555872,8	1240,98	5365,19
Média	46322,73	103,41	447,11

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Conforme pode ser observado na tabela 17, para qualquer valor negociado no ACL abaixo de **466,52** R\$/MWh, equivalente ao mês de dezembro, a migração não possui nenhuma desvantagem do ponto de vista econômico, para o consumidor. Sendo o valor mínimo pago pela TE **433,64** R\$/ MWh no mês de maio e uma média anual de **447,11** R\$/MWh.

4.2.3 Método do ponto de equilíbrio com adequações

Para considerar a parcela referente aos custos relacionados a CCEE e o desconto na TUSD concebido para consumidores de energia proveniente de fonte incentivada, é necessário modificar o método anterior em alguns aspectos. De modo geral, a primeira parte do método do ponto de equilíbrio tarifário não difere, porém, é possível calcular cada uma das parcelas separadamente. Utilizando dados correspondentes ao mês de fevereiro, presentes na tabela 13, e a equação 3.8 obtemos o valor da TE sem impostos:

$$TE_{parcial} = C_{TEp} \times T_{TEp} + C_{TEfp} \times T_{TEfp}$$

$$TE_{parcial} = 0,4378 \times 11724 + 0,275 \times 106793 = 34540,108 [R\$]$$

De modo similar, levando em conta a modalidade tarifária da unidade consumidora, o valor parcial da TUSD é dado pela equação 3.10:

$$TTUSD_{parcial} = D_p \times T_{TUSDp} + D_u \times T_{TUSDu} + C_p \times T_{TUSDp} + C_{fp} \times T_{TUSDfp}$$

$$TUSD_{parcial} = 260 \times 17,07 + 11724 \times 0,95922 + 106793 \times 0,0826 = 24505,197 R\$ [R\$]$$

A partir dos valores parciais é possível encontrar os valores referentes aos tributos ICMS, PIS/COFINS para a parcela TE através da equação 3.11:

$$V_{ICMS} = \frac{V_{parcial} \times (ICMS)}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} = \frac{34540,108 \times (0,29)}{1 - (0,0089 + 0,0411 + 0,29)} = 15176,715 [R\$]$$

Substituindo o valor referente ao ICMS pela soma dos tributos PIS e COFINS, obtemos os custos referentes a ambos os tributos, conforme a equação 3.12:

$$V_{PISeCOFINS} = \frac{V_{parcial} \times (PIS/PASEP + COFINS)}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} = \frac{34540,108 \times (0,0089 + 0,0411)}{1 - (0,0089 + 0,0411 + 0,29)} = 2616,675 [R\$]$$

Repetindo os cálculos para a parcela TUSD temos, o valor referente ao ICMS e PIS/COFINS através das equações 3.12 e 3.13

$$V_{ICMS} = \frac{V_{parcial} \times (ICMS)}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} = \frac{24505,197 \times (0,29)}{1 - (0,0089 + 0,0411 + 0,29)} = 10767,435 [R\$]$$

$$V_{PISeCOFINS} = \frac{V_{parcial} \times (PIS/PASEP + COFINS)}{1 - (PIS/PASEP + COFINS + ICMS)} = \frac{24505,197 \times (0,0089 + 0,0411)}{1 - (0,0089 + 0,0411 + 0,29)} = 1856,454 [R\$]$$

Para facilitar a visualização de dados, a tabela 19 apresenta os resultados referentes a parcela TE e seus respectivos valores referentes a tributos:

Tabela 18 – Resultados referentes as parcelas TE e TUSD e seus respectivos tributos

Mês	TUSD _{parcial} (R\$)	TE _{parcial} (R\$)	V _{ICMS} TE (R\$)	V _{ICMS} TUSD (R\$)	V _{PIS/COFINS} TE (R\$)	V _{PIS/COFINS} TUSD (R\$)
Fevereiro	24505,2	34540,11	15176,71	10767,44	2616,67	1856,45
Março	22703,83	31062,97	13642,68	9971,39	2338,07	1708,89
Abril	24480,45	33041,81	14259,11	10564,48	1868,44	1384,31
Maio	21635,41	29626,3	12785,16	9336,71	1675,3	1223,43
Junho	19141,96	25020,46	10797,52	8260,67	1414,85	1082,43
Julho	17985,29	23187,5	10006,51	7761,51	1311,2	1017,03
Agosto	18137,64	23171,02	10302,97	8064,88	2053,49	1607,41
Setembro	20760,27	27244,3	12192,67	9290,86	2606,71	1986,32
Outubro	23185,93	31419,94	14087,48	10395,67	3070,1	2265,54
Novembro	22317,64	31191,36	14495,98	10371,98	4298,81	3075,83
Dezembro	24442,72	34756,85	16153,02	11359,6	4790,21	3368,71
Janeiro	27309,4	38001,61	17303,29	12434,8	4361,62	3134,43
Total	266605,73	362264,23	161203,11	118579,98	32405,46	23710,78
Média	22217,14	30188,69	13433,59	9881,67	2700,45	1975,9

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Os valores referentes aos tributos aplicados a parcela TE no ambiente de contratação regulado nada mais é que a soma das parcelas obtidas através das equações 3.11 e 3.12:

$$V_{tributosTE} = V_{ICMS} + V_{PISeCOFINS} = 15176,715 + 2616,675 = 17793,389 [R\$]$$

Os valores referentes aos tributos aplicados a parcela TUSD é que a soma das parcelas obtidas através das equações 3.11 e 3.12:

$$V_{tributosTUSD} = V_{ICMS} + V_{PISeCOFINS} = 10767,435 + 1856,454 = 12623,889 [R\$]$$

O valor final, referente ao valor total pago no ACR é dado pela soma dos valores parciais de ambas as parcelas, assim como os valores dos tributos governamentais ICMS e PIS/COFINS que incidem tanto sobre a TUSD quanto sob a TE de modo que, para o mês de fevereiro, o valor final da conta de energia no ACR é dado por:

$$V_{finalACR} = V_{TUSD} + V_{TE} + V_{tributos} = 24505,197 + 34540,108 + 30417,28 = 89462,584 [R\$]$$

A tabela 19 apresenta os resultados referentes ao custo com tributos e por fim os valores pagos pela energia no ambiente cativo:

Tabela 19 – Valores referentes aos tributos governamentais e valor total no ACR

Mês	V _{tributosTE} (R\$)	V _{tributosTUSD} (R\$)	V _{TUSD} (R\$)	V _{TE} (R\$)	V _{finalACR} (R\$)
Fevereiro	17793,39	12623,89	24505,2	34540,11	89462,58
Março	15980,75	11680,28	22703,83	31062,97	81427,84
Abril	16127,55	11948,79	24480,45	33041,81	85598,61
Mai	14460,46	10560,14	21635,41	29626,3	76282,31
Junho	12212,37	9343,11	19141,96	25020,46	65717,89
Julho	11317,71	8778,54	17985,29	23187,5	61269,04
Agosto	12356,46	9672,31	18137,64	23171,02	63337,41
Setembro	14799,37	11277,18	20760,27	27244,3	74081,12
Outubro	17157,58	12661,21	23185,93	31419,94	84424,65
Novembro	18794,79	13447,81	22317,64	31191,36	85751,61
Dezembro	20943,23	14728,31	24442,72	34756,85	94871,11
Janeiro	21664,92	15569,23	27309,4	38001,61	102545,16
Total	193608,57	142290,77	266605,73	362264,23	964769,31
Média	16134,05	11857,56	22217,14	30188,69	80397,44

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Como esperado os valores de $V_{finalACR}$ são os mesmos obtidos anteriormente utilizando a tarifa única, valores estes presentes na tabela 16.

O calculo da parcela TUSD no ACL é realizado através da equação 3.15. Utilizando novamente os dados do mês de fevereiro e considerando contratos utilizando somente fontes incentivadas de 50% de desconto, considerando que a modalidade tarifária atual do consumidor é a modalidade verde, temos:

$$TUSD_{ACL} = (1 - D_{desconto}) \times ([D_p \times T_{TUSDp}] + ((T_{TUSDp} - T_{TUSDfp}) + T_{TUSDp}) \times [C_p]) + C_{fp} \times T_{TUSDfp}$$

$$TUSD_{ACL} = (1 - 0,5) [x 260 \times 17,07 + [(0,95922 - 0,0826) + 0,0826]] \times 11724 + 106793 \times 0,27536$$

$$TUSD_{ACL} = 17147,350 [R\$]$$

Os valores obtidos através da equação 3.15 não possuem tributos, entretanto, o valor utilizado como base para a realização dos cálculos é o valor sem desconto, de modo que, os tributos referentes a parcela TUSD no ambiente cativo seguem sendo os valores da tabela 19.

No caso da parcela referente a CCEE, existem três componentes principais, sendo elas a parcela referente a contribuição associativa da CCEE, ao EER, e a parcela

referente ao ESS. A parcela referente ao EER não é cobrada mensalmente e depende das circunstâncias de geração. A parcela ESS por sua vez é bastante volátil portanto é necessário considerar tal parcela quando analisamos a possibilidade de migração.

A tabela 20 apresenta o histórico de cobranças do ESS no período correspondente ao período de 2019 a Outubro de 2021 conforme apurado por Perusso (2021):

Tabela 20 – Valor do ESS em R\$/MWh durante o período de 2019 a 2021

Ano	2019	2020	2021
Janeiro	4,38	0,42	32,64
Fevereiro	5,69	1,23	22,96
Março	5,29	2,5	22,49
Abril	7,56	1,01	17,28
Maiο	38,37	1,4	10,17
Junho	1,81	0,85	34,1
Julho	1,94	0,79	11,23
Agosto	1,08	0,72	20,17
Setembro	0,55	1,02	50,52
Outubro	0,73	11,53	98,97
Novembro	1,01	20,59	-
Dezembro	0,12	33,2	-
Média anual	5,712	6,272	32,053

Fonte: PERUSSO, 2021 apud CCEE, 2021.

A média geral dos valores referentes a parcela ESS nos últimos três anos é de 14,68 R\$/MWh, entretanto para realizar uma análise mais conservadora, o valor utilizado será de 20 R\$/MWh. A parcela EER é cobrada esporadicamente, de modo que seu valor será simbólico de 0,1 R\$/MWh. No caso da parcela referente a contribuição associativa, a CCEE disponibilizou os valores cobrados nos últimos 5 anos, conforme a tabela 21, sendo o valor utilizado nos cálculos será de 0,1 R\$/MWh.

Tabela 21 – Valores médios anuais de contribuição associativa

Ano	R\$/MWh
2016	0,102
2017	0,099
2018	0,096
2019	0,096
2020	0,091

Fonte:CCEE, 2020.

Para calcular o valor dos impostos no ACL é necessário considerar os valores referentes ao ICMS e PIS/COFINS incidentes na TUSD calculados previamente, ou seja, utilizando o valor integral da parcela como base de cálculo. Utilizando os dados referentes a parcela V_{impostos} referentes a parcela TUSD da tabela 19 para o mês de fevereiro, e os valores referentes a parcela de custos referentes a CCEE explicitadas acima, o cálculo do valor dos impostos no ambiente livre é dado pela equação 3.17:

$$ACL_{\text{impostos}} = V_{\text{impostosTUSD}} + (E_{\text{CCEE}} \times C_t) = 12623,89 + 2394,043 = 15017,932 [R\$]$$

A tabela 22 apresenta os resultados referentes ao cálculo da parcela TUSD considerando um desconto de 50% e os valores dos impostos pagos no ACL mensalmente para os demais valores considerados no estudo de caso:

Tabela 22 – Resultados referentes aos impostos relacionados a TUSD

Meses	TUSD _{parcial} 50% (R\$)	C _{total} (MWh)	CCEE x C _{total} (R\$)	ACL _{impostos} (R\$)
Fevereiro	17147,35	118,52	2394,04	15017,93
Março	15747,47	106,43	2149,89	13830,17
Abril	16897,75	112,77	2278,01	14226,81
Mai	15016,55	101,67	2053,67	12613,81
Junho	13111,75	85,73	1731,81	11074,91
Julho	12276,37	79,51	1606,08	10384,62
Agosto	12345,44	79,34	1602,61	11274,91
Setembro	14226,44	93,13	1881,25	13158,43
Outubro	16031,02	107,46	2170,67	14831,88
Novembro	15586,14	107,21	2165,42	15613,23
Dezembro	17152,37	119,41	2411,78	17140,08
Janeiro	19016,64	129,83	2622,55	18191,78
Total	184555,3	1240,98	25067,78	167358,54
Média	15379,61	103,41	2088,98	13946,55

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Para obter o valor referente a diferença, ou seja, o valor do ponto de equilíbrio em R\$, utiliza-se a equação 3.18 considerando o valor da TUSD com desconto:

$$V_{\text{dif}} = V_{\text{total}} - TUSD_{\text{ACL}} - ACL_{\text{impostos}} = 89462,584 - 17147,350 - 15017,932 = 57297,300 R\$$$

Considerando que os preços ofertados no ACL são em R\$/MWh podemos utilizar a equação 3.5 novamente, considerando o consumo em MWh:

$$V_{breakeven} = \frac{V_{dif}}{C_{total}} = \frac{57297,300 \text{ R\$}}{118,517 \text{ MWh}} = 483,452 \text{ R\$ / MWh}$$

A tabela 23 apresenta os valores obtidos através das equações 3.18 e 3.5 utilizando dados dos meses restantes obtidos através do mesmo procedimento aplicado ao mês de fevereiro:

Tabela 23 – Resultados obtidos através do Ponto de equilíbrio tarifário modificado

Meses	V_{dif} (R\$)	$V_{breakeven}$ com 50% de desconto e parcela da CCEE (R\$/MWh)
Fevereiro	57297,31	483,45
Março	51850,22	487,18
Abril	54474,04	483,04
Maio	48651,94	478,54
Junho	41531,23	484,43
Julho	38608,06	485,58
Agosto	39717,07	500,61
Setembro	46696,25	501,41
Outubro	53561,75	498,44
Novembro	54552,23	508,89
Dezembro	60578,64	507,38
Janeiro	65336,75	503,25
Total	612855,46	5922,19
Média	51071,29	493,52

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Conforme observado na tabela 23, considerando o valor do desconto na TUSD o valor do ponto de equilíbrio possui o valor médio de **493,52 R\$/MWh**, sendo o maior valor **508,89 R\$/MWh**, no mês de novembro, e o menor **478,54 R\$/MWh**, no mês de maio.

Importante ressaltar que quanto maior o valor do ponto de equilíbrio, mais vantajosa é a migração, pois, quanto maior o valor pago pela TE for no ambiente regulado, pressupõe-se que maior será a economia do consumidor ao realizar a migração.

Os resultados referentes a ambos os métodos diferem em média por 46,42 R\$/MWh, um valor considerável. Isto ocorre porque mesmo não considerando o valor relacionado aos custos com a CCEE, o método simples também não considera o

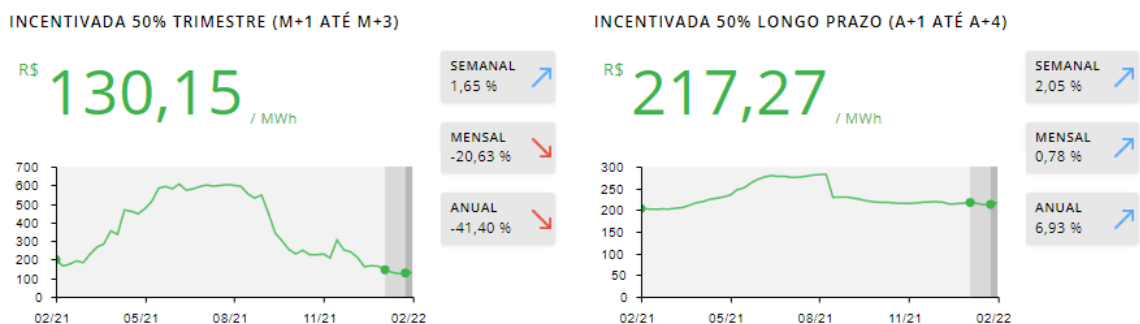
desconto na TUSD ofertado para consumidores de energias provenientes de fontes incentivadas, que é uma redução de custos bastante significativa na análise pelo método mais completo.

4.2.4 Resultados referentes a comparação de preços

Para verificar a viabilidade da migração é necessário conhecer o preço atual da energia ofertada no ambiente livre, para conseguir comparar os valores do *break-even* e verificar se estes valores encontram-se abaixo dos valores obtidos em ambos os métodos.

Utilizando a ferramenta curva foward da plataforma Dcide, é possível verificar que o valor na oitava semana de 2022 se encontram por um preço médio de 130,15 R\$/MWh para incentivada com 50% de desconto no período trimestral, e 217,27 R\$/MWh a longo prazo, até quatro anos para frente, conforme a figura 11:

Figura 11 – Curva foward do ACL para energia incentivada



Fonte: Dcide, 2022.

É possível observar que os dois valores médios encontrados pelo método utilizado seguem acima do valor médio encontrado atualmente no ACL. No caso do paraná, o cálculo do ICMS é realizado através da própria distribuidora, utilizando o valor pago pela energia no ambiente livre, de modo que é necessário a realização do DEVEC, conforme explanado anteriormente. Considerando o valor de energia incentivada trimestral e utilizando a equação 3.19 temos o valor da TE no ACL:

$$TE_{ACL} = V_{Dcide} \times C_{total} + V_{ICMS} = 130,15 \times 118,52 + 6777,646 = 22202,63 [R\$]$$

A tabela 24 apresenta os valores referentes ao ICMS para o ACR, e para os valores de curto e longo prazo, conforme a figura 11, além dos valores da TE obtidos previamente:

Tabela 24 – Comparação dos valores de ICMS para as três modalidades apresentadas

Mês	V _{TE} ACR (R\$)	ICMS TE ACR (R\$)	V _{TE} ACL trimestral (R\$)	ICMS TE trimestral (R\$)	V _{TE} ACL longo prazo (R\$)	ICMS TE longo prazo (R\$)	V _{TE} trimestral com tributos (R\$)	V _{TE} longo prazo com tributos (R\$)	V _{TE} ACR com tributos (R\$)
Fevereiro	34540,11	15176,714	15424,987	6777,646	25750,188	11314,476	22202,633	37064,665	49716,822
Março	31062,972	13642,680	13851,864	6083,660	23124,046	10155,949	19935,524	33279,995	44705,653
Abril	33041,808	14259,113	14677,405	6333,999	24502,189	10573,861	21011,405	35076,051	47300,921
Maiο	29626,300	12785,159	13231,960	5710,220	22089,189	9532,536	18942,180	31621,726	42411,459
Junho	25020,463	10797,521	11158,149	4815,273	18627,208	8038,527	15973,422	26665,736	35817,984
Julho	23187,502	10006,511	10348,096	4465,696	17274,920	7454,950	14813,792	24729,871	33194,014
Agosto	23171,017	10302,967	10325,710	4591,315	17237,549	7664,657	14917,026	24902,207	33473,984
Setembro	27244,300	12192,665	12120,999	5424,521	20234,572	9055,595	17545,521	29290,168	39436,965
Outubro	31419,935	14087,478	13985,788	6270,684	23347,616	10468,164	20256,473	33815,781	45507,414
Novembro	31191,357	14495,983	13951,949	6484,079	23291,126	10824,401	20436,029	34115,528	45687,340
Dezembro	34756,847	16153,022	15539,259	7221,771	25940,951	12055,890	22761,030	37996,842	50909,870
Janeiro	38001,614	17303,294	16897,244	7693,830	28207,946	12843,938	24591,075	41051,885	55304,908
Total	362264,229	161203,112	161513,416	71872,698	269627,507	119982,952	233386,115	389610,459	523467,341
Média	30188,685	13433,592	13459,451	5989,391	22468,958	9998,579	19448,842	32467,538	43622,278

Fonte: Elaboração própria, 2022.

Utilizando os dados referentes ao mês de fevereiro, o valor aproximado do preço total pago pela energia utilizando o valor trimestral, incluindo a parcela TUSD no ACL é dado por:

$$V_{ACL} = TE_{ACL} + TUSD_{ACL} + ACL_{impostos} = 22202,63 + 17147,350 + 15017,933 = 54367,917 [R \$]$$

Podemos por fim estimar a economia obtida pelo consumidor com um contrato utilizando o preço referente a energia de fontes incentivadas trimestral através da equação 3.20

$$Economia = 1 - \frac{V_{ACL}}{V_{ACR}} = 1 - \frac{54367,917 R \$}{89462,584 R \$} = 0,392 = 39,2 \%$$

Concluindo assim a análise referente a economia teórica possível com a migração, a tabela 25 apresenta os resultados referentes a aplicação das equações 3.19 e 3.20 para os valores médios trimestral e de longo prazo:

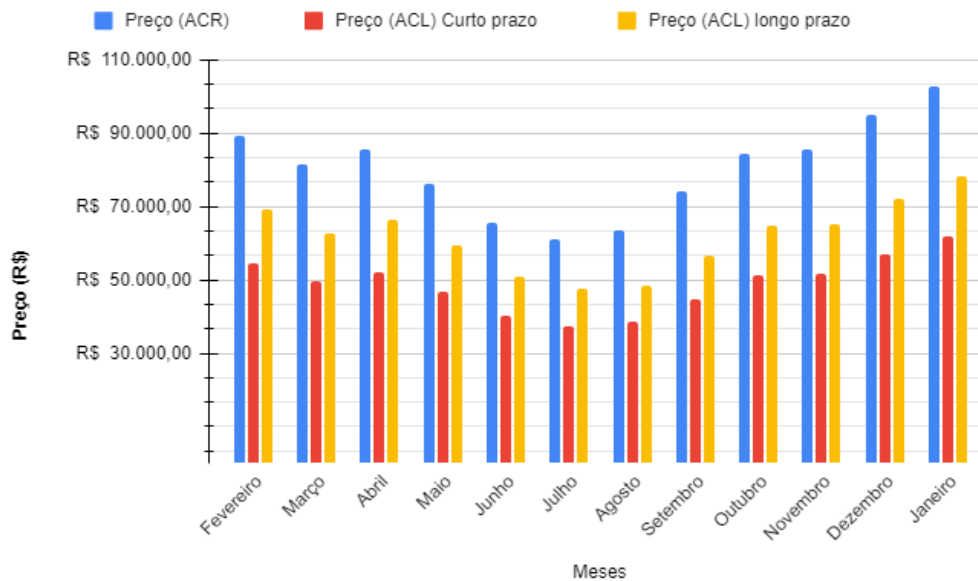
Tabela 25 – Economia aproximada considerando as modalidades de estudo

Mês	V _{ACR} (R\$)	V _{ACL} trimestral (R\$)	V _{ACL} longo prazo (R\$)	Economia (trimestral)	Economia (longo prazo)
Fevereiro	89462,58	54367,92	69229,95	0,39	0,23
Março	81427,84	49513,16	62857,64	0,39	0,23
Abril	85598,61	52135,96	66200,61	0,39	0,23
Mai	76282,31	46572,54	59252,09	0,39	0,22
Junho	65717,89	40160,08	50852,39	0,39	0,23
Julho	61269,04	37474,78	47390,86	0,39	0,23
Agosto	63337,41	38537,37	48522,55	0,39	0,23
Setembro	74081,12	44930,39	56675,04	0,39	0,23
Outubro	84424,65	51119,38	64678,69	0,39	0,23
Novembro	85751,61	51635,4	65314,91	0,4	0,24
Dezembro	94871,11	57053,49	72289,31	0,4	0,24
Janeiro	102545,16	61799,49	78260,31	0,4	0,24
Total	964769,3	585299,96	741524,3	-	-
Média	80397,44	48775,1	61793,69	0,39	0,23

Fonte: Elaboração própria, 2022.

A figura 12 apresenta o gráfico de preços, em R\$, da tabela 25 considerando o valor médio da curva da figura 11 para fins de comparação:

Figura 12 – Comparativo mensal de preços para ambos os ambientes



Fonte: Elaboração própria, 2022.

Como pode ser visualizado na figura 12, de maneira geral, a economia obtida para contratos de curto prazo é maior, possuindo uma média de aproximadamente 39% de economia, conforme dados da tabela 25. Isso ocorre pelo fato de que o preço da energia costuma ser mais em conta para negociações a curto prazo. Entretanto é importante observar que o mercado sofre constantes modificações de preço, podendo sofrer altas imprevisíveis conforme fatores externos, como é possível observar na figura 11, onde o pico de preço da energia chegou a **606,6 R\$/MWh**, aproximadamente **120 R\$/MWh** acima do valor pago no mesmo mês no ambiente cativo.

Os valores a longo prazo podem parecer menos atrativos, porém contam com um baixo fator de risco, o que acaba compensando o desconto menor. Ainda assim, como pode ser observado através da figura 11, o custo mais elevado para contratos de longo prazo durante o período de análise foi de **282 R\$/MWh**, valor que segue bem abaixo do ponto de equilíbrio.

É necessário adotar a estratégia que mais se encaixa em seu perfil de consumo, levando em consideração fatores como sazonalidade e possíveis mudanças como aumento ou redução do consumo na hora de elaborar os contratos. Vale ressaltar que não é necessário obter toda energia de um único fornecedor, sendo possível adotar um perfil misto, onde parte aquisição é realizada por meio de contratos de curto prazo, enquanto o restante é feito utilizando a segurança e previsibilidade do mercado de longo prazo.

5 CONCLUSÕES

Após uma crise hídrica sem precedentes, as tarifas de energia elétrica aumentaram de modo considerável e seguem sem previsão de redução até o presente momento. Para consumidores de médio e pequeno porte estes custos extras são ainda mais evidentes, visto que grande parte destes consumidores ainda não possuem liberdade para aderir ao ACL.

Como pode ser verificado por este trabalho, mesmo os consumidores que não possuem a demanda mínima necessária para entrar no mercado como consumidor especial atualmente, poderiam obter uma economia expressiva caso tal ação fosse permitida. No caso da unidade consumidora analisada, a economia pode chegar cerca de 39% de economia no mercado de curto prazo e 23% com contratos de longo prazo. Em valores, isto representa uma redução do valor de R\$ **80.397,44** gastos em média durante o período de estudo para R\$ **61.793,69**, considerando o mercado de longo prazo, dependendo da estratégia de contratação que mais se encaixe do perfil do consumidor.

É possível verificar uma diferença de **46,42** R\$/MWh entre os valores do ponto de equilíbrio obtidos através do método simples e modificado, ainda assim os resultados do método simples podem ser utilizado como base para verificar a possibilidade de migração. Entretanto, a economia real pode não ser tão expressiva quanto a obtida pelo método simples, de modo que, é essencial a incorporação de outros fatores, como os gastos referentes a CCEE e a análise do ICMS em si.

De modo geral o ponto de equilíbrio é utilizado como um indicativo inicial de migração, sendo um método bastante simplificado e que não leva em conta alguns indicativos importantes, como custos relacionados a adequação que a unidade consumidora deve realizar antes de efetuar a migração, por exemplo.

Como esperado, a economia obtida por meio de contratos de curto prazo é consideravelmente maior que a economia obtida em um perfil mais conservador de negociação, podendo chegar a quase 10% de diferença. Entretanto, é válido observar que o MCP apresenta altos riscos, o que pode fazer com que contratos de longo prazo sejam mais atrativos, justamente pela segurança e garantia de que o valor pago será fixo durante um longo período de tempo.

Os principais fatores a serem considerados anteriormente a migração são a volatilidade do mercado e necessidade de um planejamento meticuloso caso o

consumidor opte por contratos de curto prazo. Além disso, é possível utilizar outros perfis de contratação, utilizando-se de ambas as modalidades de contrato, levando em consideração fatores como sazonalidade, possíveis aumentos e diminuições de consumo para evitar aumentos de preço não previstos.

No decorrer deste trabalho surgiram algumas sugestões para trabalhos futuros, como utilizar as ferramentas de análise econômica para verificar a viabilidade da migração, considerando fatores não levados em conta:

- Análise de projeção de consumo de um período maior e projeção parcelas TE e TUSD da distribuidora local, bem como as alíquotas dos tributos governamentais para auxiliar no planejamento de contratos a longo prazo.
- Comparação entre os custos de compra de energia e os custos referentes a uma possível implementação de um sistema fotovoltaico para suprir o consumo e verificar qual dos dois é mais vantajoso a longo prazo.
- Análise econômica levando em consideração os custos com adequação e outros custos menores referentes a particularidades da CCEE. Além de custos com a migração, analisar o impacto causado pela mudança do cálculo do PLD de base mensal para base horária e sua influência no preço da energia comercializada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. 3. ed. Brasília – DF: ANEEL, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Postos Tarifários**. 2015. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/postos-tarifarios>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **FAQ: Tire suas dúvidas sobre a Bandeira Escassez Hídrica**. 2021. Disponível em: <bit.ly/2WBFEUM>. Acesso em: 12 dez. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Bandeiras Tarifárias**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/aneel/pt-br/assuntos/tarifas/bandeiras-tarifarias>. Acesso em: 10 nov. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA - ABRACEEL. **Cartilha do mercado livre de energia**. 2. ed. Brasília – DF: Abraceel, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA - ABRACEEL. **Cartilha do consumidor livre de energia**. 1. ed. Brasília – DF: Abraceel, 2020.

BORGES, Fabricio Quadros. Organizações do setor elétrico brasileiro: Um breve estudo sobre suas dificuldades diante da sustentabilidade. **Revista dos Mestrado Profissionais**, [S. l.], v. 4, p. 235–252, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/RMP/article/view/672/1591>>

BORGES, Gustavo G.; SALLES, Mauricio B. C. A Política de Descontos para as Energias Renováveis no Brasil. *In*: **ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SISTEMAS ELÉTRICOS 2020**, São Paulo – SP. Anais [...]. São Paulo – SP: sbabra, 2020. p. 6. Disponível em: <https://www.sba.org.br/open_journal_systems/index.php/sbse/article/view/2367/1981>.

BRASIL, Ministério do Planejamento. **Cartilha Energia: Como Analisar Gastos com Energia Elétrica**. 2. ed. Brasília - DF: Ministério do Planejamento, 2020.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. **Regras de Comercialização Cálculo do Desconto Aplicado à TUSD / TUST**. 2014. Bela Vista - SP.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. **Contribuição Associativa**. 2020. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/relatoriodeadministracao/80-financas-20.html>>. Acesso em: 20 fev. 2022.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - CCEE. **CCEE finaliza primeira parte do estudo com propostas para abertura total do mercado livre**. 2021a. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/pt/web/guest/-/ccee-finaliza-primeira-parte-do-estudo-com-propostas-para-abertura-total-do-mercado-livre-de-energia>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. **Obrigações Fiscais na Comercialização de Energia Elétrica**. 2018. Bela Vista - SP.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. **Proposta conceitual para a Abertura do Mercado**. 2021b. Disponível em: <<https://static.poder360.com.br/2021/11/proposta-conceitual-abertura-mercado-livre.pdf>>

CARDOSO, Marcos Vinícius Bragança; ROCHA, Jefferson Franco. Estudo De Viabilidade Na Migração Para O Mercado Livre De Energia. **Uningá Review Journal**, [S. l.], v. 29, n. 1, p. 37–46, 2017. Disponível em: <<http://revista.uninga.br/index.php/uningareviews/article/view/1938/1534>>

COPEL, Companhia Paranaense de Energia. **Manual de Eficiência Energética na Indústria**. 1. ed. Curitiba - PR: Companhia Paranaense de Energia - COPEL, 2005.

COPEL, Companhia Paranaense de Energia. **Resolução Homologatória N° 2.886, De 22 De Junho De 2021**. 2021. Curitiba - PR.

COPEL, Companhia Paranaense de Energia. **Tributos**. 2022. Disponível em: <<https://www.copel.com/site/copel-distribuicao/tributos/>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

COPERATIVA ALIANÇA - COOPERALIANÇA. **Procedimento de Migração para Ambiente Livre**. Içara - SC, 2016.

DADALD, Marisete Pereira; DA COSTA, Agnes M. A. **O que esperar da Modernização do Setor Elétrico?** 2019. Disponível em: <<https://abraceel.com.br/blog/2019/05/o-que-esperar-da-modernizacao-do-setor-eletrico/>>

DCIDE. **Como utilizar o Boletim Semanal da CURVA FORWARD**. 2018. Disponível em: <<https://www.dcide.com.br/wp-content/uploads/2018/05/Como-Utilizar-o-Boletim.pdf>>

DINIZ, João Alberto Oliveira. **Crise Hídrica No Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro - RJ: CPRM – Divisão de Hidrogeologia e Exploração, 2021. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/22291>>

ENERGÉTICA, Instituto E+ Transição. **Panorama do Sistema Elétrico Brasileiro**. 1. ed. Rio de Janeiro - RJ: Instituto E+ Transição Energética, 2020. Disponível em: <<https://www.emaisenergia.org/wp-content/uploads/2020/04/PanoramaDoSistemaEletricoBrasileiroo2019.pdf>>

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – FIESP. **Mercado Livre de Energia**. São Paulo – SP: Departamento de Infraestrutura - Deinfra, 2017. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/mercado-livre-de-energia-eletrica/>>

GENERGIA. **TUDO SOBRE MERCADO LIVRE**. 1. ed. João Pessoa-PB: Grupo Genergia, 2016. Disponível em: <<http://genergia.com.br/media/Genergia-Mercado-Livre-de-Energia.pdf>>

MAGALHÃES JUNIOR, Mauro Jorge Selman. **SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO: OS AMBIENTES DE CONTRATAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA**. 2019. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, 2019. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Econômico. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/62266>>

MARTIGNAGO, R. A.; LORANDI, J. A.; FREITAS, M. M. Os Custos de Energia Elétrica das Empresas de Santa Catarina e a Viabilidade Econômica de Migração para o Ambiente de Contratação Livre. In: **XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS 2017**, Florianópolis. Anais [...]. Florianópolis p. 16. Disponível em: <<https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4260>>

NASCIMENTO, Karen Rosa Do. **MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE DE ENERGIA E ALTERAÇÃO DE TARIFA HORÁRIA: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA**. 2018. UFRJ,

2018. TCC (Graduação) – Escola Politécnica/Curso de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10027710.pdf>>

OLIVEIRA, Danilo Ramos. **Análise da viabilidade de migração de consumidores de energia elétrica para o mercado livre**. 2019. Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. TCC (graduação) – Centro Tecnológico. Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2019 Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/203159?show=full>>

PERUSSO, Vinícius Possebon. **Análise da Migração de Consumidores Rurais ao Mercado Livre de Energia**. 2021. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2021. TCC (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia Elétrica, 2021. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/234238>>

PROCEL, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Manual de Tarifação da Energia Elétrica. **Procel**, [S. l.], p. 56, 2011. Disponível em: www.elektrobras.com.

RIZKALLA, Felipe Farage. **MIGRAÇÃO PARA O MERCADO LIVRE DE ENERGIA: ESTUDO DE CASO DO CENTRO DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**. 2018. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018. TCC (Graduação) – Escola Politécnica/Curso de Engenharia Elétrica. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018 Disponível em: <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10023363.pdf>>

ROSS, Stephen A.; WESTERFIELD, Randolph W.; JORDAN, Bradford D.; LAMB, Roberto. **Fundamentos de administração financeira**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.

ROVARIS, Natália Winter. **Migração de consumidor com demanda inferior a 500kW para o ambiente de contratação livre considerando o PLD horário**. 2021. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2021. TCC (graduação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia Elétrica. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/223568>>

SANTOS, Thaís Carvalho Pozzoli Sampaio. **Estudo De Viabilidade Econômico - Financeira De Migração Para O Mercado Livre De Energia Por Perfil De Consumo, Distribuidora E Submercado**. TCC (graduação) - Centro Tecnológico. Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/197880>>

STARSOFT. **O que é o ICMS, PIS e COFINS?** 2021. Disponível em: <<https://starsoft.com.br/blog/o-que-e-o-icms-pis-e-cofins/>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

TATEMOTO, Kátia Audi. **Energia incentivada: uma análise integrada dos aspectos regulatórios, de comercialização e de sustentabilidade**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3143/tde-26122013-160724/pt-br.php>>