

**FACULDADE DOCTUM
HARISON LUCAS LIRA DE CARVALHO**

**MERCADO DE ENERGIA: UMA COMPARAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE O
AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE E O AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO
REGULADA**

Juiz de Fora
2019

HARISON LUCAS LIRA DE CARVALHO

**MERCADO DE ENERGIA: UMA COMPARAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE O
AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE E O AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO
REGULADA**

Projeto do Trabalho de Conclusão de
Curso, apresentado à Faculdade Doctum
de Juiz de Fora, como requisito parcial
para conclusão do curso de Engenharia
Elétrica

Orientação: Prof^a Kamila Peres Rocha

Juiz de Fora

2019

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Carvalho, Harison Lucas Lira. Mercado de energia: uma comparação quantitativa entre o ambiente de contratação livre e o ambiente de contratação regulada- 2019.

Nº folhas:55.

Monografia (Curso de Engenharia Elétrica) –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1 Mercado de Energia. 2.Ambiente de Contratação Livre. 3. Ambiente de Contratação Regulada. I. Mercado de energia: uma comparação quantitativa entre o ambiente de contratação livre e o ambiente de contratação regulada- 2019. II Faculdade Doctum Juiz de Fora

HARISON LUCAS LIRA DE CARVALHO

**MERCADO DE ENERGIA: UMA COMPARAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE O
AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE E O AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO
REGULADA**

Monografia de Conclusão de Curso,
submetida à Faculdade Doctum de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia Elétrica
e aprovada pela seguinte banca
examinadora.

Prof^a. Mse. Kamila Peres Rocha
Orientador (a) e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. ou Prof^a. (titulação e nome do docente)
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. ou Prof^a. (titulação e nome do docente)
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: ___/___/___.

Epígrafe

“É o grau de comprometimento que determina o sucesso, não o número de seguidores”.

Remo Lupin

AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho primeiramente a meus pais Givaldo Lira de Carvalho e Joelma Conceição Costa Carvalho que sempre me apoiaram durante toda jornada de faculdade, aos meus dois irmãos Hewerton Paulo Lira de Carvalho e Huendel Costa Lira de Carvalho que sempre viram uma luz em mim.

Agradeço ao casal de amigos de família Cristina Pontes Massacani e seu esposo José Carlos Massacani que sempre esteve presente nos últimos 5 anos e a seus filhos Alexandre Pontes Massacani e Bruno Pontes Massacani que também sempre foram mãos amigas para que conseguisse concluir essa etapa da vida.

Agradeço amigos da faculdade especialmente Jean Dias Rocha que foi meu parceiro de tantos trabalhos durante toda faculdade.

Dedico aos amigos que fiz na DocWay Empresa Júnior que me mostraram como ambiente de trabalho pode ser produtivo ao mesmo tempo agradável e agradeço especialmente ao Marcelo Gotelip que foi uma peça chave para me tornar um líder dentro da empresa.

Agradeço à Atlética de Engenharia e Arquitetura da Doctum Juiz de fora a qual fui um dos fundadores e não me arrependo de momento nenhum lá dentro em especial agradeço a Maria Clara Lemos que foi uma pessoa maravilhosa que tinha como meu braço direito nas empreitadas da atlética e fundo de formatura.

Agradeço aos amigos que fiz durante a trajetória de faculdade que sempre me mostraram que ao final de cada semana penosa de faculdade existe um copo de cerveja gelada aguardando para ser degustado por aqueles que lutam.

Sou grato a todos os mestres que tive durante a graduação em engenharia elétrica em especial a professora orientadora Kamila Peres Rocha, que incluiu muito conhecimento para que o trabalho fosse desenvolvido com qualidade.

Agradeço a deus por ter me abençoado com todas as outras bênçãos citadas acima.

RESUMO

CARVALHO, HARISON LUCAS LIRA DE CARVALHO. MERCADO DE ENERGIA: UMA COMPARAÇÃO QUANTITATIVA ENTRE O AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO LIVRE E O AMBIENTE DE CONTRATAÇÃO REGULADA. 58f. Projeto do Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica). Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2019.

Historicamente, a geração e a transmissão de energia elétrica foram um investimento de escala mundial que, a partir de investimentos majoritariamente estatais, teve como objetivo o desenvolvimento de cada nação no âmbito residencial e industrial. Porém, devido aos avanços da indústria, comércio, entre outros setores econômicos que demandam e dividem cada vez mais a disponibilidade energética, cria-se uma necessidade de novas fontes de energia que atendam o intenso consumo energético das indústrias. Nesse viés, abre-se espaço para a criação de um mercado de energia elétrica que visa principalmente atrair investimento privado para a compra e venda de energia, seja esse investidor uma empresa com necessidade de compra de energia ou com interesse em gerar e vender essa energia para outras empresas. O objetivo deste trabalho é diferenciar a contratação no ambiente de contratação livre e a contratação no ambiente de contratação regulada e comparar os valores destes ambientes. O resultado esperado desse estudo é a comparação entre a fatura de energia elétrica do ambiente de contratação regulada e ambiente de contratação livre para um mesmo consumidor, através de um estudo de caso.

Palavras-chave: Mercado de Energia. Ambiente de Contratação Livre. Ambiente de Contratação Regulada.

ABSTRACT

Historically, the generation and transmission of electric energy was a world-scale investment that, based on mostly state-owned investments, aimed at the development of each nation in the residential and industrial scope. However, due to advances in industry, commerce, and other economic sectors that increasingly demand and divide energy availability, there is a need for new sources of energy that meet the intense energy consumption of industries. In this bias, space is created for the creation of an electric energy market that is mainly aimed at attracting private investment for the purchase and sale of energy, whether this investor is a company in need of energy purchase or with interest in generating and selling that energy to other companies. The objective of this work is to differentiate between contracting in the free contracting environment and contracting in the regulated contracting environment and comparing the values of these environments. The expected result of this study is to be able to compare the divergences of values of the regulated contracting environment and free contracting environment, another expected result is to be able to show some client of the region of Juiz de Fora that made the environment migration.

KEYWORDS: Energy market. Free Contracting Environment. Regulated Contracting Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Estrutura Hierárquica	14
Figura 2: Comparativo tarifa branca e convencional	20
Figura 3: Encadeamento dos leilões ACR.....	25
Figura 4: Crescimento número de associados	28
Figura 5: Energia comercializada em gW.....	29
Figura 6: Sobra de energia.....	30
Figura 7: Déficit de energia	31
Figura 8: Fluxograma energia contratada	32
Figura 9: Etapas do projeto	35
Figura 10: Característica de consumo diário.....	36
Figura 11: consumo ano de 2018.....	37
Figura 12: Valores Faturados consumidor	41
Figura 13: Parcela TUSD consumidor.....	42
Figura 14: Quantificação ACR x ACL.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de bandeira.....	16
Tabela 2: PIS/PASEP 2018.....	22
Tabela 3: COFINS 2018.....	23
Tabela 4: Leilões ACR.	24
Tabela 5: Agentes do Mercado de Energia.....	26
Tabela 6: bandeiras no ano de 2018.....	38
Tabela 7: Impostos janeiro de 2018.	39
Tabela 8: Tarifas de janeiro de 2018.....	39
Tabela 9: porcentagem TUSD na fatura.....	42
Tabela 10: Valor TUSD	43
Tabela 11: PLD 2018	44
Tabela 12: Conta ACL com TUSD	44
Tabela 13: Percentual econômico ACR x ACL.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Fatos históricos do mercado de energia.....	10
Quadro 2: grupos e níveis de tensão.	17
Quadro 3: Características do consumidor.	38
Quadro 4: Faturas ACR 2018.....	40

LISTA DE SÍMBOLOS

SIN	Sistema Interligado Nacional
ACL	Ambiente Contratação Livre
ACR	Ambiente Contratação Regulada
SEB	Setor Elétrico Brasileiro
PIE	Produtores Independentes
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ONS	Operador Nacional do Sistema elétrico
MAE	Mercado atacadista de energia
RE-SEB	Reestruturação do sistema elétrico brasileiro
SLC	Sistema de Contabilização e Liquidação
SMF	Sistema de Medição para Faturamento
SCDE	Sistema de Coleta de Dados de Medição de Energia
MCSD	Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits
LEN	Leilão de Energia Nova
LEE	Leilão de Energia Existente
LER	Leilão de Energia de Reserva
LFA	Leilão de Fontes Alternativas
LA	Leilão de Ajuste
LPE	Leilão de Projeto Estruturante
CMSE	Comitê de monitoramento do setor elétrico
MME	Ministério de minas e energia
EPE	Empresa de energia elétrica
CNPE	Conselho nacional de política energética
TUSD	Tarifa de uso do sistema de distribuição
CMO	custo marginal de operação
PLD	Preço de liquidação das diferenças
COFINS	contribuição para financiamento da seguridade social
ICMS	imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços
PIS	Programa de integração social

PASEP	programa de formação de patrimônio do servidor público
MCP	Mercado de Curto Prazo
CBIE	Centro Brasileiro de Infra Estrutura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivos	8
1.2 Justificativa.....	8
2. O setor elétrico Brasileiro	10
2.1 Reestruturação do setor e histórico do mercado.....	10
2.2 Orgãos regulamentadores do SEB.....	13
2.2.1 Orgãos regulamentadores.....	13
2.2.2 Estrutura hierárquica do setor elétrico Brasileiro.....	14
3. Mercado cativo de energia elétrica.....	15
3.1 Ambiente de Contratação Regulada	15
3.2 Tarifação de energia	15
3.2.1 Bandeiras Tarifárias	15
3.2.2 Grupos e modalidades tarifárias.....	16
3.2.3 Composição Tarifária	20
3.2.3.1 Tarifa de energia	21
3.2.3.2 Tarifa de uso do sistema de Distribuição.....	21
3.2.3.3 Impostos aplicáveis	21
3.2.3.4 Postos tarifários.....	23
3.3 Aquisição de Energia.....	24
3.3.1 Leilões.....	24
4. Mercado livre de energia elétrica	26
4.1 Ambiente de Contratação Livre (ACL).....	27
4.1.1 Benefícios do mercado livre de energia	29

4.2 Preço de Liquidação das diferenças	30
4.2.1 Cálculo do PLD	33
4.3 Processo para se tornar um consumidor livre	34
5. METODOLOGIA.....	34
6. Estudo de caso.....	36
6.1 Características do consumidor	36
6.2 Análise de consumidor e econômica.....	37
6.3 Formulação da fatura do consumidor no ambiente de contratação regulada.....	38
6.4 Formulação da fatura do consumidor no ambiente de contratação livre	41
7. Resultados	45
8. Conclusão	46
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

O comércio de energia vem crescendo ao longo dos anos e com a dificuldade do Estado em manter investimentos na área de expansão do parque de geração de energia elétrica, foi crescendo a ideia de existir investimento privado na geração de energia elétrica que estava desbalanceada, resultado da elevada demanda para pouca energia gerada, criando assim o mercado de energia um ambiente onde é realizada a compra e venda de energia elétrica.

Segundo Dias (2007), o mercado de energia no Brasil foi regulamentado em 2004, trazendo vantagens para o Setor Elétrico Brasileiro (SEB), que por sua vez abriu ao consumidor a compra e venda de energia. Contudo que atenda aos pré-requisitos para ser um consumidor no Ambiente de Contratação Livre (ACL), este consumidor tem a oportunidade de comprar energia de qualquer distribuidora ligada ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Assim, o ACL fornece para a empresa várias ofertas de diferentes distribuidoras, o que torna o mercado dinâmico e competitivo, trazendo preços diferentes para quem migra do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) para o ACL.

Atualmente, o SEB possui diversos agentes. Silva (2016) relata sobre a existência de 7 agentes atuando de diferentes formas dentro do mercado de energia, são eles:

- Geradores.
- Produtores Independentes (PIE)
- Autoprodutores
- Comercializadores
- Consumidores Livres
- Consumidores Especiais
- Distribuidores

Entre os vários órgãos existentes no Sistema Brasileiro de Energia, Filho (2012) cita as funções da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), que é um órgão criado na regulamentação de 2004, com intuito de organizar as negociações feitas dentro do SIN. A CCEE segue a regulamentação e fiscalização

da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e todos os leilões da ACR ou negociações da ACL seguem registrados por esse órgão.

Entre os vários modelos de regulamentação do comércio de energia, Filho (2012) mostra que o modelo adotado pelo sistema brasileiro foi a Regulação Independente, sendo uma de suas características a presença de um órgão regulador sem interferências externas ou políticas, que, no caso do Brasil, é a CCEE.

Segundo a CCEE (2019), o ACL é realidade para 30% dos consumidores brasileiros. Nessa modalidade de mercado, alguns consumidores relatam a redução de 20% a 30% do valor pago no mercado cativo.

Observando a redução do valor da fatura de energia, a tendência é o crescimento do número de consumidores no âmbito do ACL.

1.1 Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é desenvolver, em um estudo de caso, a comparação entre os tipos de contratação de energia elétrica no ambiente de contratação livre e a contratação no ambiente de contratação regulada.

Objetivos Específicos

- Reconhecer clientes que atendam aos pré-requisitos para entrar no ambiente de contratação livre;
- Comparar o ambiente de contratação livre com o ambiente de contratação regulada;

1.2 Justificativa

O sistema elétrico brasileiro, desenvolvido no século XIX, atende os clientes através de linhas de transmissão e distribuição ao longo do território nacional. Ao cliente, anteriormente, era imposto o valor de energia referente à concessionária de energia elétrica na qual este está conectado. A falta de competitividade no mercado energético trazia desvantagens e falta de alternativa aos consumidores.

O ambiente de contratação livre possibilita o consumidor avaliar e contratar pacotes de energia elétrica de outra parte do país, proporcionando a redução do

custo com a energia elétrica. Porém, as informações sobre este ambiente ainda encontra-se de difícil acesso e a avaliação do custo é dificultada.

O princípio desse estudo do mercado de energia elétrica brasileiro é comparar, com dados atuais, a vantagem de ser um agente associado à câmara de comercialização de energia elétrica, inserido na ACL e demonstrando a divergência de preços entre os ambientes.

2. O setor elétrico Brasileiro

A matriz energética brasileira possui o predomínio da geração de energia hidroelétrica. Segundo o centro de pesquisa e infraestrutura (CBIE), num estudo feito o CBIE (2019) informa que o Brasil possui mais de 140 mil quilômetros de linhas distribuídas entre alta baixa e com projeção para aumento tudo isso para fazer com que a energia chegue ao consumidor.

Dentro do setor elétrico existem vários órgãos regulamentadores para organizar os vários processos desde a geração até o consumidor.

Nesse capítulo serão abordados os principais órgãos regulamentados, principalmente os que compõem o mercado de energia assim como as funções que estes exercem.

2.1 Reestruturação do setor e histórico do mercado

Em 1980, segundo Silva (2016), o Brasil era composto por empresas estatais que mantinham o controle da geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. Com crise econômica e a alta inflação da época, os investimentos do governo na geração de energia elétrica foram reduzidos.

Com isso, a partir da década de 90, com mudanças políticas e econômicas no país, foi criada a lei de nº 9074 em 1995, que criou os Produtores Independentes de Energia (PIE): Empresas privadas que produzem energia e as vendem por meio de contratos, consumidores livres e agentes de mercado.

A partir desse momento ocorreram várias mudanças e foram sendo criadas diversas instituições independentes. O quadro 1 apresenta alguns fatos históricos que marcaram a história do mercado de energia no Brasil.

Quadro 1: Fatos históricos do mercado de energia.

Fatos que marcaram a história do mercado de energia brasileiro	
1996	Implementação do projeto de Reestruturação do sistema elétrico brasileiro (RE-SEB)
	Criação da ANEEL como órgão regulador do sistema elétrico, pela lei nº 9.427

1997	O RE-SEB cria a Mercado atacadista de energia (MAE) e a Operador Nacional do Sistema elétrico (ONS)
	Iniciativa Privada começa a investir no segmento de geração, transmissão e distribuição
1998	Tanto a MAE quanto a ONS são instituídas pela lei e começam a operar
	ANEEL Coordena algumas iniciativas para fechar acordos na MAE
	Fim do projeto RE-SEB após 2 anos de duração
2000	É implementado o Sistema de Contabilização e Liquidação(SLC) e Sistema de Medição para Faturamento (SMF)
2002	A MAE é transferido como pessoa jurídica para ter mais participação da iniciativa privada no mercado de energia
2003	Implementação do Sistema de Coleta de Dados de Medição de Energia (SCDE) com isso passando aos consumidores maior confiabilidade no mercado de energia.
2004	Criação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) com a regulamentação
2005	Aumento do número de agentes associados a CCEE aumenta 14 vezes
	Foi realizado primeiro leilão de Energia Nova
	Implantado o Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits (MCSD)
2006	Implantação de infraestrutura para que os leilões sejam realizados pela internet
	O ambiente de contratação livre (ACL) cresce em 24%
	O sistema de coleta de dados de energia começa a operar via internet
2007	CCEE ganha a atribuição de apurar e liquidar mensalmente termos do MCSD

	CCEE e ONS se alinham quanto a regras e diretrizes para melhor relação das instituições
2008	CCEE faz o Primeiro leilão de energia de biomassa
2010	Maior contratação de energia gerada por fontes alternativas em um leilão, foram 89 usinas envolvidas e 2.892 megawatts de potencia leiloados
	Mudança que permitiu que participantes do leilão possam oferecer vários lances em diferentes fontes de energia
	Rondônia e Acre começam a participar nas operações do mercado de curto prazo
	Recorde de menor preço médio em um leilão de energia nova (A-5), o valor foi R\$ 67,31 o MWh
2012	A CCEE promoveu um leilão de energia A-5, que viabilizou a hidrelétrica de cachoeira caldeirão e dez parques eólicos
2013	A CCEE alcança um total recorde de R\$ 19,7 bilhões ao longo do ano e com grande participação do Mercado de Curto Prazo que contabilizou R\$14,9 bilhões
2014	Com a crescente expansão de energia renováveis a CCEE cria um atendimento para esses agentes em especial auxiliando as suas operações
2015	A CCEE e União da Indústria da Cana de Açúcar lançam o Selo Energia Verde para certificar empresas que consomem e produzem energia oriunda de Biomassa de cana de açúcar
	É criado um novo agente no mercado de energia o comercializador varejista, que representa consumidores ou geradores junto à CCEE
2017	CCEE lança o infoLeilão Dinâmico, com visão estratégica sobre o ACR

Fonte: adaptado de CCEE (2019)

2.2 Órgãos regulamentadores do SEB

O Setor Elétrico Brasileiro (SEB) atualmente conta com 7 órgãos que possuem diferentes funções. Neste capítulo serão mostrados os órgãos e suas funções e competências dentro do SEB.

2.2.1 Órgãos regulamentadores

Segundo o MME (2019), os órgãos que compõe o Setor elétrico e suas funções são:

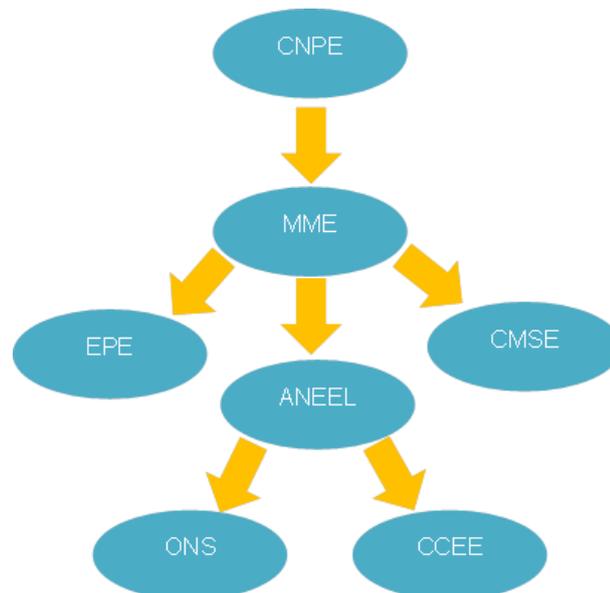
- Conselho nacional de política energética (CNPE): Criado a partir da Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, o decreto nº 3520, de 21 de junho de 2000 define toda estrutura e responsabilidades. Este órgão é responsável por formular políticas e diretrizes no setor de energia e buscar soluções para suprimento das demandas de energia. É um conselho que está vinculado diretamente com o presidente da república e junto a alguns ministérios;
- Ministério de minas e energia (MME): se trata de um ministério do governo que formula e programa políticas seguindo as diretrizes da CNPE;
- Empresa de energia elétrica (EPE): segundo EPE (2019) criada por meio de medida provisória e posteriormente convertida em lei pelo Congresso Nacional - Lei 10.847, de 15 de Março de 2004. as funções do órgão são prestação de serviços de estudo e pesquisa para o MME em busca de melhorias nos processos e consumo;
- Comitê de monitoramento do setor elétrico (CMSE): a MME (2019) afirma que o órgão foi criado pela lei 10.848, de 2004. Dentre as várias atribuições está como uma das principais a de acompanhar e monitorar os suprimentos de energia para todo o país;

- Agência nacional de energia elétrica (ANEEL): ANEEL (2019) criada em 1997 pela lei de nº 9.427, é um órgão vinculado a MME com a função regular o setor elétrico Brasileiro;
- Operador nacional do sistema elétrico (ONS): ONS (2019) criada em agosto de 1998 pela lei 9.648 é o órgão responsável pela operação na geração e transmissão de energia elétrica de todos ligados ao sistema interligado nacional (SIN) e também na distribuição de sistemas isolados existentes. Opera sob regulação e vigilância da ANEEL.
- Câmara de comercialização de energia elétrica (CCEE): CCEE (2019) operando desde que foi criada em 2004, é reguladora de toda compra e vende de energia elétrica feita por agentes ligados ao SIN.

2.2.2 Estrutura hierárquica do setor elétrico Brasileiro

Por ser um setor muito grande e complexo, existe a necessidade de uma hierarquia para seu funcionamento. A figura 1 apresenta a estrutura hierárquica do SEB.

Figura 1: Estrutura Hierárquica



Fonte: Autor (2019)

3. Mercado cativo de energia elétrica

O mercado cativo de energia elétrica é composto de vários agentes pois apesar de possuir como principal agente as distribuidoras que fazem parte dele de forma obrigatória, conta também com agentes de geração que trabalham no mercado cativo e mercado livre. Neste capítulo será abordado sobre como funciona esse mercado.

3.1 Ambiente de Contratação Regulada

Representado principalmente por concessionárias de energia e autorizadas de distribuição, ambas têm obrigatoriedade nesse ambiente, representando a maior parte do mercado de energia.

Esses agentes compram energia para seus clientes cativos através de leilões reversos, onde quem oferta o menor lance a partir de um valor de montante de energia definido efetua assim a compra.

Nesses leilões onde é vendida a negociação fica vantajoso para a distribuidora e usina geradora, pois na compra de energia antecipada garante um baixo custo e a usina geradora consegue obter contratos longos que garantem seu funcionamento e se for algum leilão de energia nova, os contratos feitos serão usados como financiamento na construção da usina (Ferreira, 2012).

3.2 Tarifação de energia

A fatura de energia elétrica é composta por inúmeras tarifas, que serão descritas a seguir.

3.2.1 Bandeiras Tarifárias

As bandeiras tarifárias foram criadas com intuito de passar com transparência o valor final da conta de luz, apesar do Brasil possuir vários tipos de fonte de geração de energia a predominante ainda é a hídrica, sendo assim as usinas hidroelétricas tem períodos de maior e menor produção de energia e as bandeiras estão presentes para passar quando a energia pode ficar mais cara (período de

estiagem) ou mais barata (período de cheia). A ANEEL (2019) desde de 2015 utiliza 4 bandeiras que estão destacadas e diferenciadas na tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Tipos de bandeira

Cor Bandeira	Condição	Valor de acréscimo de KWh
Verde	Favorável	nenhum
Amarela	Menos Favorável	R\$ 0,015
Vermelha Patamar 1	Condições Custosas	R\$ 0,040
Vermelha Patamar 2	Condições muito Custosas	R\$ 0,060

Fonte ANEEL (2019)

A condição verde é quando a produção de energia não gera custo adicional. A partir da amarela há custos adicionais na geração de energia elétrica, a cada 100KWh consumidos na bandeira amarela geraria um custo de R\$1,50 na conta. Na bandeira vermelha patamar 1 um aumento de R\$4,00 é adicionado para o mesmo valor de consumo e na bandeira vermelha patamar 2 geraria um valor de R\$6,00 a mais na conta.

As bandeiras são cobradas obrigatoriamente a todos os consumidores cativos e são atualizadas mês a mês pelo estudo de previsão feito pela NOS, que estuda o valor previsto de energia gerada pelas hidroelétricas e depois soma com os custos de outras fontes que geram custo, como a térmica.

3.2.2 Grupos e modalidades tarifárias

As tarifas de energia elétrica no Brasil possuem o objetivo de cobrir os gastos dos agentes de distribuição de energia, reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Os consumidores são separados por níveis de tensão. São eles, Baixa Tensão e Alta tensão. Segundo a Resolução normativa nº 418, de 23 de novembro de 2010 pode classificar em:

- Grupo A - São unidades consumidoras com fornecimento igual ou superior a 2,3 kV ou atendida por uma rede subterrânea de distribuição em tensão secundária, caracterizada pela tarifa binômica e subdividida em grupos.
- Grupo B - São unidades consumidoras com fornecimento inferior a 2,3 kV, caracterizada pela tarifa monômica e subdividida em grupos.

O Quadro 2 resume as características das subdivisões de cada grupo.

Quadro 2: grupos e níveis de tensão

Grupos	Subgrupos	Baixa Tensão	Alta Tensão	Tensão	Definições
A	A1	-	sim	Igual ou superior a 230kV	industrial e comercial
	A2	-	sim	88kV a 130kV	industrial e comercial
	A3	-	sim	69kV	industrial e comercial
	A3a	-	sim	30kV a 44kV	industrial e comercial
	A4	-	sim	2,3kV a 25kV	industrial e comercial
	AS	-	sim	Inferior a 2,3kV a partir de rede de distribuição subterrânea	-
B	B1	sim	-	Inferior a 2,3kV	Residencial
	B2	sim	-	Inferior a 2,3kV	Rural
	B3	sim	-	Inferior a 2,3kV	Demais classes
	B4	sim	-	Inferior a 2,3kV	Iluminação pública

Fonte Adaptada REN ANEEL 414(2010)

Os consumidores com tensão inferior a 2,3 kV são caracterizados como baixa tensão como casas, edifícios, chácaras, lojas entre outros. A alta tensão acima de 2,3kV agrega como consumidores as indústrias e comércio como shoppings, fábricas, galerias entre outras instalações que tenham altos níveis de tensão.

As modalidades tarifárias são um conjunto de tarifas aplicadas para diferentes tipos de consumo e demanda, variam conforme o tipo de consumidor.

O Manual MME (2011) descreve 2 modalidades que os consumidores do grupo A pode ser inserido são elas;

- Azul – Modalidade usada pelos consumidores dos grupos A1, A2 ou A3 obrigatoriamente e Opcional para os outros membros do grupo A. Nesta modalidade a fatura de energia do consumidor possui uma tarifa para demanda no horário de ponta e uma tarifa de demanda no horário fora de ponta, além da tarifa de consumo. Existe a possibilidade de diferentes valores para período seco e úmido. A equação (1) é utilizada para obtenção do valor de consumo de energia elétrica deste consumidor.

$$V_{\text{consumo}} = T_{\text{CP}} \times C_{\text{P}} + T_{\text{CFP}} \times C_{\text{FP}} \quad (1)$$

- V_{consumo} : é o valor de energia consumida em R\$;

- T_{CP} : é o valor da tarifa de consumo no horário de ponta dado em R\$/ kWh;

- C_{P} : é o valor de energia consumida no posto tarifário ponta é dado em kWh;

- T_{CFP} : é o valor de tarifa de consumo no posto tarifário fora ponta dado em R\$/kWh;

- C_{CFP} : é o valor de energia consumida no posto tarifário fora ponta dado em kWh;

Para demanda, as tarifas não sofrem interferência do período seco e molhado e podem ser visualizadas pela equação (2).

$$V_{\text{demanda}} = T_{DP} \times D_P + T_{DFP} \times D_{FP} \quad (2)$$

- V_{demanda} : é o valor pago pela demanda dado em R\$.

- T_{DP} : é o valor da tarifa de demanda no posto tarifário ponta é dado em R\$/kW;

- D_P : é o valor de demanda contratada no posto tarifário ponta é dado em kW;

- T_{DFP} : é o valor da tarifa de demanda no posto tarifário fora ponta é dado em R\$/kW.

- D_{FP} : é o valor da demanda contratada no posto tarifário fora ponta é dado em kW.

O consumidor da modalidade azul firma em contrato com a distribuidora o valor de demanda contratada. Há um limite de 10% acima do valor de contrato e caso este limite seja excedido, o valor de ultrapassagem é calculado através da equação (3) a seguir.

$$V_{\text{ultrapassagem}} = (T_{UP} \times (D_{UP} - D_P)) + (T_{UFP} \times (D_{UFP} - D_{FP})) \quad (3)$$

- $V_{\text{ultrapassagem}}$: é o valor cobrado em R\$ pela ultrapassagem da demanda.

- T_{UP} : é o valor da tarifa de ultrapassagem da demanda no posto tarifário ponta é dado em R\$/kW;

- D_{UP} : é o valor de demanda ultrapassada medido no horário do posto tarifário ponta é dado em kW;

- D_P : é o valor contratado no horário do posto tarifário ponta é dado em kW;

- T_{UFP} : é o valor da tarifa de ultrapassagem da demanda no posto tarifário fora ponta é dado em R\$/kW;

- D_{UFP} : é o valor de demanda ultrapassada no horário do posto tarifário fora ponta é dado em kW;

- D_{FP} : é o valor contratado de demanda no horário do posto tarifário fora ponta é dado em kW;

- Verde- A modalidade tarifária verde é disponibilizada apenas para os grupos A3a, A4 e AS. O consumidor paga a demanda contratada independente do horário ponta ou fora ponta, consumo (dentro e fora ponta) e ultrapassagem. Também há a possibilidade de valores diferentes no valor de demanda no período seco e molhado.

O consumo é calculado pela equação (1);

A demanda na modalidade verde é única independente do horário do dia é calculado pela equação(4):

$$V_{\text{demanda}} = T_D \times D_C \quad (4)$$

- V_{demanda} : é o valor de demanda contratada em R\$;

- T_D : é o valor da tarifa de demanda dada em R\$/kW;

- D_C : é o valor da demanda contratada dada em kW.

Para o caso de ultrapassagem de demanda contratada temos a seguinte equação (5) para o pagamento de demanda ultrapassada:

$$V_{DU} = T_U \times (D_U - D_C) \quad (5)$$

- V_{DU} : Valor de demanda de ultrapassagem dado em R\$;

- T_U : é o valor da tarifa de demanda ultrapassada dado em R\$/kW;

- D_U : é o valor de demanda ultrapassada dado em kW;

- D_C : é o valor da demanda contratada em kW.

Para os integrantes do grupo B existe a convencional e a branca.

- Convencional- nesta tarifa, o consumidor paga pelo o que consome de energia elétrica, independente do horário do dia que estiver utilizando pagará um valor calculado em R\$/kWh;

3.2.3.1 Tarifa de energia

Tarifa de Energia (TE): a resolução normativa (Ren479, 2012) define a tarifa de energia como um valor monetário definido pela ANEEL em reais por Megawatt-hora, sendo cobrado mensalmente em cima do consumo de potencia ativa.

3.2.3.2 Tarifa de uso do sistema de Distribuição

Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD): assim como a TE, a resolução normativa (Ren 479,2012) utiliza a TUSD como um valor monetário definido pela ANEEL em reais por Megawatt-hora de potencia ativa, cobrando esse valor de usuários do sistema de distribuição de energia elétrica.

3.2.3.3 Impostos aplicáveis

Além de tarifas, são cobrados impostos e tributos como o ICMS, PIS/PASEP e COFINS dentro da fatura de energia.

- ICMS- imposto sobre circulação de mercadorias e prestação de serviços (ICMS) esse imposto é cobrado pelos estados e distrito federal, sendo assim cada estado cobra um diferente valor desse imposto. A CEMIG (2019) utiliza as seguintes alíquotas sobre o valor de consumo:

- Alíquota 30% para consumidores residenciais;
- Alíquota de 25% para consumidores comerciais e serviços;
- Alíquota de 18% para consumidores industriais;

- PIS- a Lei Complementar nº 7/1970 criou programa de integração social (PIS) com intenção de integrar o funcionário do setor privado com o desenvolvimento da empresa. É cobrado junto ao PASEP na fatura de energia sendo um imposto federal possui variações mês a mês não possuindo máximo e mínimo.

- PASEP- a Lei Complementar nº 8/1970 criou o programa de formação de patrimônio do servidor público (PASEP), o imposto é cobrado com a intenção da união, estados, municípios e distrito federal contribuem para ser efetuado o pagamento dos trabalhadores do serviço público. É cobrado junto com o PIS na fatura de energia imposto federal possui variações mês a mês não possuindo

máximo e mínimo. A tabela 2 demonstra a variação PIS/PASEP durante ano de 2018 na fatura de energia da CEMIG(2019).

Tabela 2: PIS/PASEP 2018

Mês/ano	PIS/ PASEP
jan/18	0,75%
fev/18	0,84%
mar/18	1,21%
abr/18	1,10%
mai/18	0,66%
jun/18	0,56%
jul/18	1,26%
ago/18	1,48%
set/18	0,74%
out/18	0,57%
nov/18	0,98%
dez/18	1,43%
média	0,91%

Fonte Adaptado CEMIG(2019)

Como observado na tabela 2, o menor valor cobrado ao longo do ano foi de 0,56 por cento e o maior de 1,48 por cento e uma média de 0,91 por cento durante todo ano de 2018.

- COFINS- contribuição para financiamento da seguridade social (COFINS) criado a partir da lei Lei Complementar 70 de 30/12/1991. Imposto federal cobrado mensalmente com diversos valores, a tabela 5 demonstra a variação do COFINS durante o ano de 2018 na fatura da CEMIG (2019).

Tabela 3: COFINS 2018

Mês/ano	COFINS
jan/18	3,45%
fev/18	3,14%
mar/18	5,63%
abr/18	5,60%
mai/18	2,89%
jun/18	1,90%
jul/18	5,96%
ago/18	7,51%
set/18	3,26%
out/18	1,94%
nov/18	4,69%
dez/18	6,61%
média	4,07%

Fonte adaptado CEMIG(2019)

Como observado na tabela 3, o menor valor cobrado ao longo de 2018 foi o de 1,90 por cento e o maior foi o de 7,51 por cento e uma média de 4,07 por cento ao longo do ano de 2018.

3.2.3.4 Postos tarifários

Posto tarifário é um método utilizado em algumas modalidades tarifárias para aplicação de tarifas diferentes em virtude do horário. A REN479(2012) divide em 3 diferentes postos, são eles:

- Posto tarifário ponta: são 3 horas consecutivas definidas pela ANEEL onde será cobrado um valor mais alto por energia consumida. Importante destacar que o horário de ponta não é usado em sábados, domingos e alguns feriados que estão disponíveis para consulta na REN479(2012).
- Posto tarifário intermediário: são 2 horas sendo uma hora antes do horário de ponta e uma hora após o horário de ponta. Nesse posto é aplicado também um valor mais alto pelo uso de energia consumida, porém é aplicado apenas ao grupo B.
- Posto tarifário fora Ponta: nada mais é que o horário que não está em vigência o posto ponta e intermediário, possui um valor menor por energia consumida.

3.3 Aquisição de Energia

A Principal Forma de aquisição de energia dos agentes da CCEE é a partir de leilões onde os agentes de distribuição tem participação obrigatória. Neste capítulo será abordado sobre leilões e suas características.

3.3.1 Leilões

Existem alguns tipos de leilões de energia segundo Viana(2018),estes são indicados na tabela 4.

A figura 3 demonstra o prazo de entrega das entregas de montante, onde: A representa ano, sendo A menor que um ano, A-1 menor que 2 anos e assim sucessivamente.

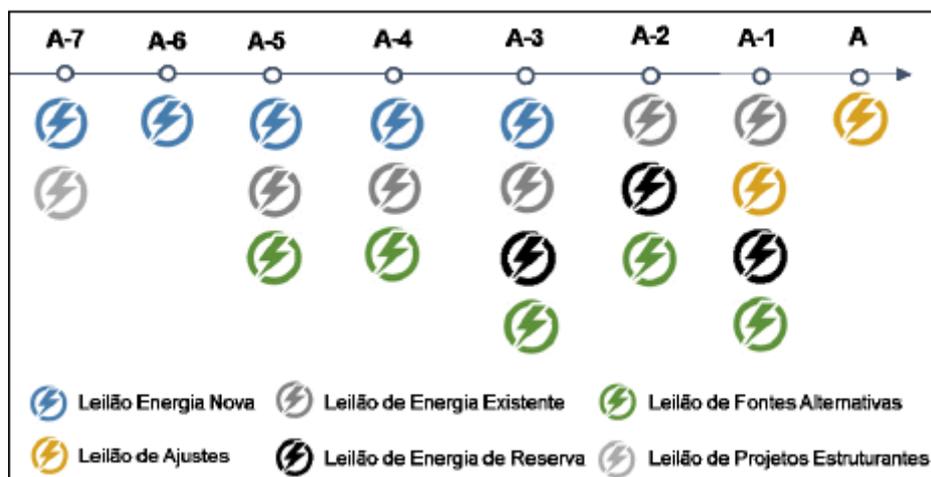
Tabela 4: Leilões ACR

Nome	Tipo	Prazo para entrega.	Tempo mínimo e máximo de duração de contrato.
Leilão de Energia Nova(LEN):	São novas fontes a serem construídas.	3 a 7 anos	15 a 30 anos
Leilão de Energia Existente(LEE):	São fontes que já existem no mercado e buscam novos contratos.	1 a 5 anos	1 a 15 anos
Leilão de Energia de Reserva(LER):	São fontes que já existem no mercado e estão expandido sua produção de energia.	1 a 3 anos	15 a 35 anos
Leilão de Fontes Alternativas (LFA)	São fontes de energia renovável.	1 a 4 anos	3 meses a 2 anos
Leilão de Ajuste (LA):	São fontes já existentes e que participam do mercado de curto prazo.	4 meses	3 meses a 2 anos

Leilão de Projeto Estruturante (LPE):	São leilões de geração da parte estruturante do SIN.	7 anos	30 anos
---------------------------------------	--	--------	---------

Fonte adaptado Viana(2018)

Figura 3: Encadeamento dos leilões ACR



Fonte Viana(2018)

Segundo Viana (2018), existem alguns tipos de leilões de energia dependendo principalmente da fonte de energia. Cada leilão possui diferentes mecanismos que dependem da energia negociada. São esses mecanismos de lance dos leilões:

- Envelope fechado e negociação contínua.
- Rodadas uniformes e rodadas discriminatórias
- Leilão contínuo
- Leilão Ascendente
- Fase de transmissão

Os leilões realizados pela CCEE são online e existe um manual para cada edital de leilão, e neste manual indica qual mecanismo de lance será utilizado e como realizar os lances. Nos leilões online, o comprador tem todo acompanhamento do leilão. Após a finalização do leilão, é gerado a documentação da compra do lote de energia e o prazo para entrega deste lote.

4. Mercado livre de energia elétrica

O mercado livre de energia elétrica é uma plataforma de comercialização onde são realizadas a compra e venda de energia elétrica entre seus agentes. Este mercado tem como objetivo a competitividade entre os preços de energia.

Dentro do mercado livre de energia elétrica existem órgãos como a CCEE, que fazem a regulamentação do ambiente e os agentes que compõe o mercado, sejam eles cativos ou livres.

A tabela 5 mostra os agentes inseridos dentro do mercado livre, suas características dentro do mercado de energia, o ambiente o qual participa seja o ACL ou ACR e sua categoria.

Tabela 5: Agentes do Mercado de Energia

Agente	Características	Ambiente que participa	Categoria
Comercializador	Realiza a compra energia dentro do ACL e posteriormente vender para os outros agentes incluindo para distribuidoras em alguns leilões de ajuste.	ACL e ACR	Comercializador
Gerador público	São geradores de energia que pertencem ao serviço público e vende sua energia gerada através de leilões ou em contratos	ACL e ACR	Gerador
Produtores independentes (PIE)	São agentes de geração de energia individual ou fazem parte de algum consórcio, tem permissão de vender sua energia gerada através de leilões ou em contratos.	ACL e ACR	Gerador

Autoprodutor	São agentes que tem concessão para produzir energia para consumo próprio, podendo também vender o excedente se for autorizado pela ANEEL.	ACL e ACR	Gerador
Consumidor Livre	Possuindo demanda mínima de 3MW ele pode comprar energia de comercializadoras ou de agentes de geração.	ACL	Comercializador
Consumidor Especial	Possuindo demanda mínima 500kw e máxima de 3MW ele pode comprar energia apenas de fontes alternativas incentivadas como solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e eólicas.	ACL	Comercializador
Distribuidoras	São agentes que compram sua energia obrigatoriamente através de leilões e vendem esta energia para consumidores cativos.	ACR	Distribuidor

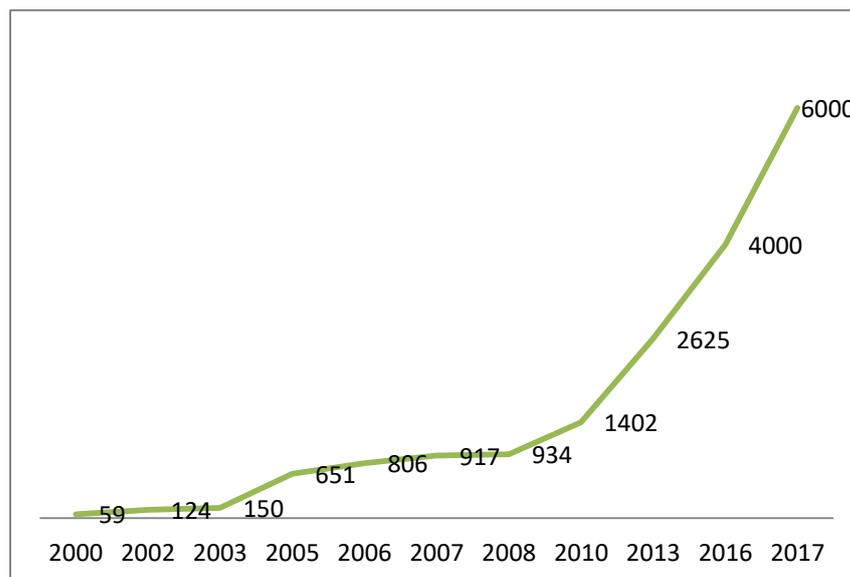
Fonte: Adaptado de CCEE(2019).

4.1 Ambiente de Contratação Livre (ACL)

O ACL tem como objetivo criar uma competição na compra e venda de energia elétrica entre os agentes de geração e comercialização. Para fazer parte deste mercado é necessário ser associado a CCEE.

Desde as mudanças no Setor elétrico brasileiro, o número de associados cresceu largamente, como mostra a figura 4.

Figura 4: Crescimento número de associados



Fonte: Adaptado de CCEE(2019)

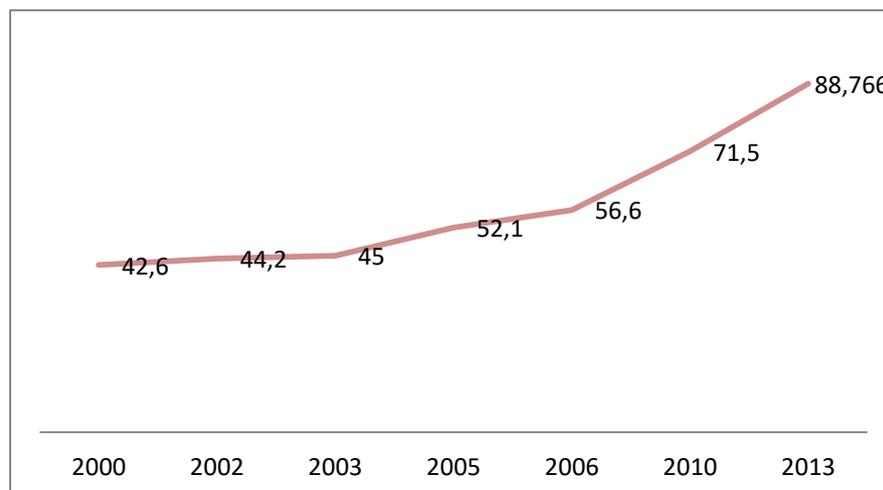
Existem dois tipos de contratos no ACL: de longo prazo e bilaterais de curto prazo.

O contrato de curto prazo tem duração inferior a 6 meses, nesse contrato é utilizado o mercado de curto prazo (MCP), onde acontece a venda de energia proveniente de sobras de outros agentes que vendem essa energia para que haja o equilíbrio no mercado. O custo de energia no MCP é calculado em cima do preço de liquidação das diferenças.

Já sobre os de longo prazo, a principal vantagem é a confiabilidade e, dependendo do montante de energia há a diminuição preço. São contratos feitos entre usinas e comercializadoras ou consumidoras com grande quantidade de carga. Ferreira (2012)

O gráfico da figura 5 mostra o montante de energia comercializada dentro da CCEE entre 2000 e 2013 em Gigawatt.

Figura 5: Energia comercializada em gW



Fonte: Adaptado de CCEE(2019)

É impressionante o crescimento da comercialização de energia dentro da CCEE pegando de parâmetro o ano de 2000 e 2013 a energia comercializada mais que dobrou, com isso mostra que não só o mercado cresceu, mas pensado no externo a economia também acompanha esse aumento de consumo.

4.1.1 Benefícios do mercado livre de energia

O crescente número de clientes cativos migrando para o ambiente livre tem se mostrado constante. Uma prova disso é o gráfico da figura 5.

Para que um cliente cativo migre para o ambiente livre é necessário vantagens em cima do custo da energia. Esta vantagem depende da curva de carga deste consumidor e dos custos da energia local e da contratação livre. A GENERGIA (2019) mostra alguns benefícios de realizar essa migração, são eles:

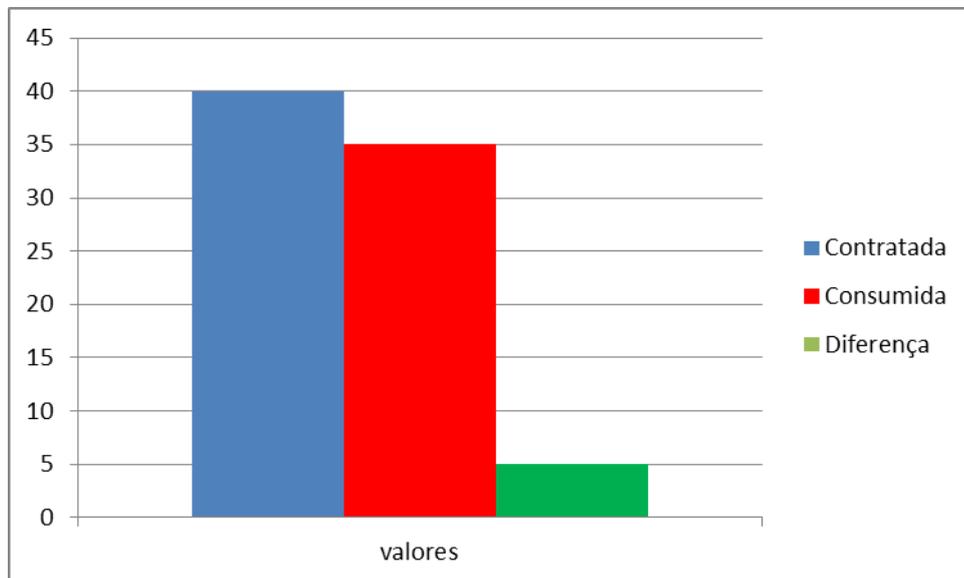
- Adequação: o cliente compra o montante de energia que necessita para seu processo de produção;
- Liberdade: no mercado livre a compra de energia é feita através de contratos bilaterais entre o comprador de energia e o vendedor sendo esse vendedor um gerador ou um comercializador, com isso há uma liberdade maior para negociar prazos e preços.
- Previsão: o cliente consome o tanto que comprou no montante, logo ele consegue prever até quando tem energia disponível, assim como quando terá que comprar energia novamente.

- Sustentabilidade: o cliente escolhendo um vendedor com geração de fonte renovável ajuda no desenvolvimento de forma sustentável.
- Flexibilidade: Uma empresa pode comprar um grande montante de energia e dividir esse montante com várias empresas ligadas ao seu grupo.
- Economia: como falado anteriormente o cliente tem previsão orçamentaria prevendo futuros gastos com energia, além disso o mercado livre é competitivo com isso traz preços menores.

4.2 Preço de Liquidação das diferenças

Na compra e venda de energia elétrica, independente se for um agente do ACR ou ACL, esse agente contrata um determinado montante de energia e consome o mesmo. A computação do valor consumido e contratado deve ser realizada a fim de acompanhar e liquidar a diferenças.

Figura 6: Sobra de energia



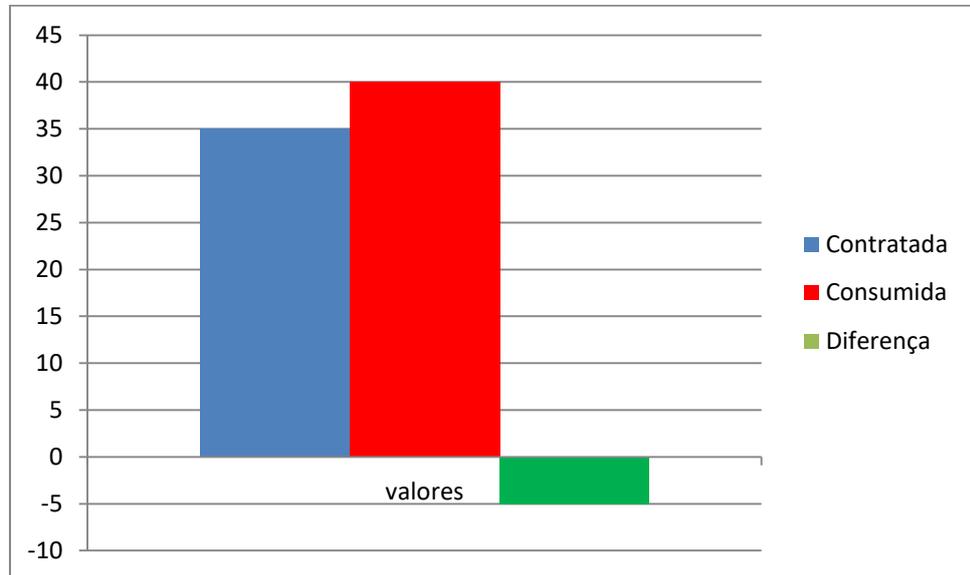
Fonte Autor(2019)

Para entender o PLD, o gráfico mostra 3 colunas: a contratada (na cor azul) Energia contratada por um consumidor livre ou uma distribuidora, que efetuaram a compra de energia de uma fonte geradora. A energia consumida (na cor vermelho) por esse comprador e a diferença (na cor verde) entre a energia contratada e energia consumida. O valor da diferença é o valor que a compradora tem que

receber de volta por não ter consumido todo valor que contratou. Essa diferença é o PLD.

A configuração pode ser negativa, como mostra a figura 7

Figura 7: Déficit de energia

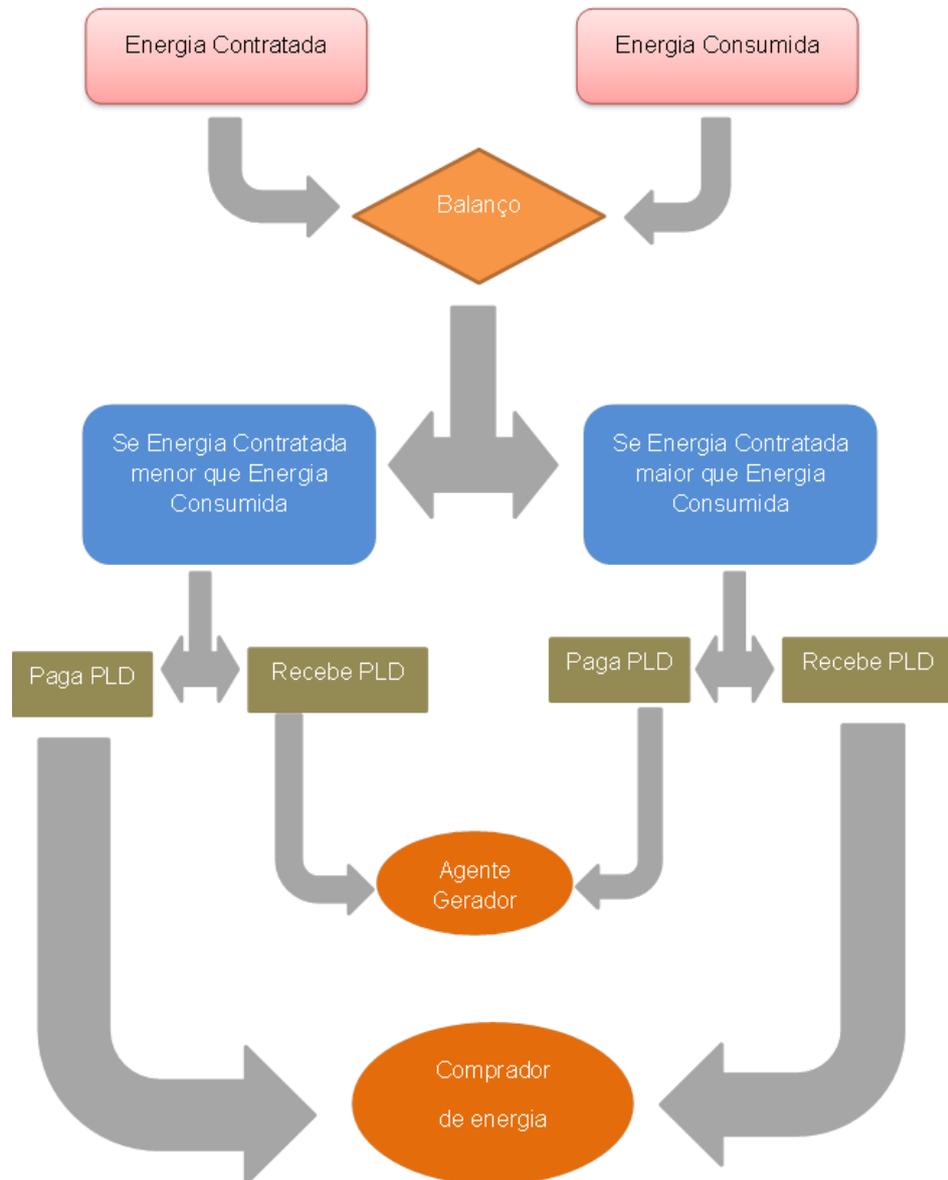


Fonte Autor (2019)

Nessa configuração do gráfico, a energia consumida (vermelho) foi maior que a energia contratada (azul) então a diferença (verde) foi um saldo negativo, esse valor a mais consumido tem que ser pago pela compradora para que haja o equilíbrio dentro do mercado.

Então o PLD pode se explicar pelo fluxograma apresentado na figura 8 abaixo.

Figura 8: Fluxograma energia contratada



Fonte Autor(2019)

O fluxograma da figura 8 demonstra o processo de como funciona o PLD dentro de uma contratação, onde na energia contratada e energia consumida é feito um balanço que possa definir quem vai ter que pagar ou receber o PLD. A diferença

de energia que não é consumida entra para o Mercado de Curto Prazo (MCP) para ser comercializada.

4.2.1 Cálculo do PLD

Para realizar o cálculo existem duas etapas no cálculo do PLD disponível através do CCEE versão 1.0(2019);

A primeira etapa é o processamento dos modelos NEWAVE e DECOMP que se observa a seguir:

-NEWAVE é um modelo de planejamento de geração de parques hidrotérmicos, o principal objetivo é definir as metas de geração que atendam toda demanda com custos mínimos na operação, a partir disso é encontrado um custo futuro;

-DECOMP é também um modelo de planejamento de geração, porém ele usa dados para gerar a curto prazo, é calculado a partir dos seguintes dados; carga, vazão, disponibilidades, limites de transmissão entre subsistemas e função de custos do NEWAVE.

Após essa etapa NEWAVE e DECOMP, que resultam no custo marginal de operação (CMO), é a etapa de calcular o PLD. Para isso são usados os cálculos do CMO e os dados de PLD_{min} e PLD_{max} . É importante lembrar que o PLD também é determinado pelo submercado que pertence a carga e a semana.

Para o cálculo do PLD, usa-se a equação a seguir disponível em manual da CCEE.

$$PLD_{s,r,w} = \min(\max(CMO_SR_EA_{s,r,w}, PLD_MIN_f^{PLD}), PLD_MAX_f^{PLD}) \quad (6)$$

Onde:

- $PLD_{s,r,w}$: é preço de liquidação das diferenças onde “s” representa submercado, “r” é a carga e “w” é a semana.

- $CMO_SR_EA_{s,r,w}$: é o Custo Marginal de Operação Sem Restrição Ex-Ante que é resultado dos modelo de planejamento NEWAVE e DECOMP determinado por submercado “s”, patamar de carga “r” e semana “w”;

- $PLD_MIN_f^{PLD}$: é o valor mínimo que o PLD pode assumir para um determinado ano " f^{PLD} ", é sempre selecionado os valores da primeira até última semana operativa.

- $PLD_MAX_f^{PLD}$: é o valor máximo que o PLD pode assumir para um determinado ano " f^{PLD} ", é sempre selecionado os valores da primeira até última semana operativa.

4.3 Processo para se tornar um consumidor livre

Está disponível no site da CCEE o passo a passo para se tornar um consumidor livre. Para ser consumidor livre é exigido uma demanda mínima de 3 MW, se o consumidor não tem em sua instalação essa demanda em apenas um local físico, tem a opção de contratar por grupo, ou seja, uma empresa que tem mais de um local físico e somados existe uma demanda superior a 3MW ela pode fazer parte do mercado livre como consumidor livre.

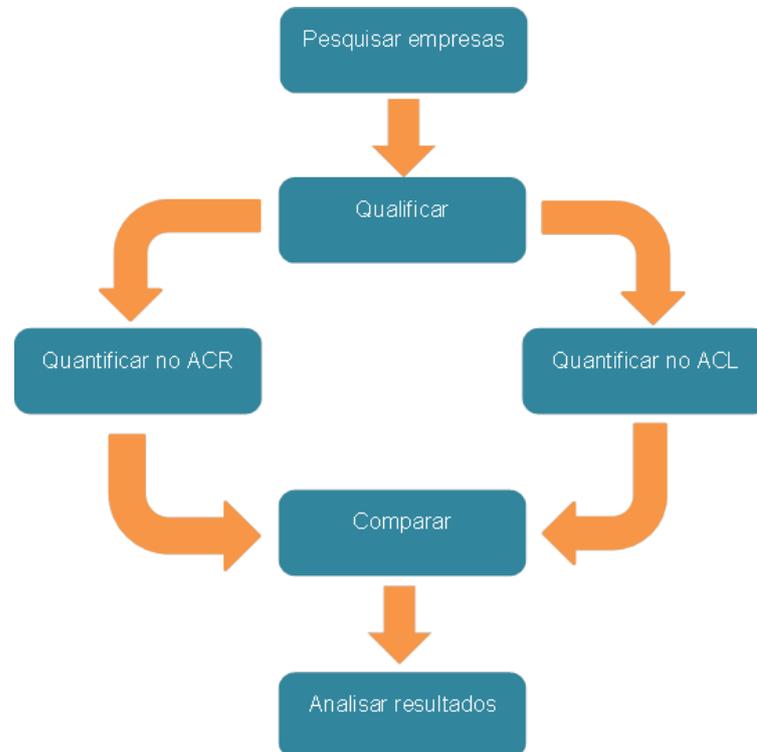
Existe também a possibilidade de estar como consumidor especial que tem as mesmas vantagens de um consumidor livre com a demanda entre 500KW e 3MW. Porém é obrigado a comprar energia de pequenas centrais hidroelétricas ou de energias renováveis incentivadas como eólica, solar e etc.

Após os preenchimentos de documentos de adesão, além da adequação ao sistema de medição, se aprovado pela CCEE o consumidor se torna um agente do mercado de energia.

5 METODOLOGIA

O estudo foi projetado em revisões bibliográficas de artigos, dados de órgãos e monografias dos anos 2012 a 2019 buscando informações de leilões e números de clientes atualizados, no mercado de energia e nos ambientes de comercialização da energia elétrica. Após essa etapa, foi realizada a busca por uma empresa e qualificação dos requisitos para participar do ACL e ACR através do estudo de caso que quantificou o consumo nos dois ambientes. Para melhor desenvolvimento do trabalho foi separado a metodologia em 4 etapas, descritas na figura 9.

Figura 9: Etapas do projeto



Fonte Autor(2019)

- **Pesquisar empresas:** nessa etapa o objetivo é alcançar empresas que se qualificam como consumidores de Alta tensão e que estariam disponíveis a fornecer dados de consumo e demanda.
- **Qualificar:** a empresa quanto a seu ambiente comercial de energia cativo ou livre, verificar se pertence ao ACR se existe a possibilidade de migrar para o ACL e se pertencente ao ACL verificar os resultados desde que migrou.
- **Quantificação dos ambientes:** nesta etapa será feito um estudo através do material fornecido verificando taxas como a TUSD que é cobrada em ambos ambientes, imposto que de ambos ambientes calculam.
- **Comparação:** na comparação será ideal a idealização de um gráfico ou tabela mostrando a mesma empresa em outro ambiente além de gerar um relatório de quanto foi à divergência de valores em cada ambiente e se positivos fornecer á empresa o estudo feito e a possibilidade de migração.

6. Estudo de caso

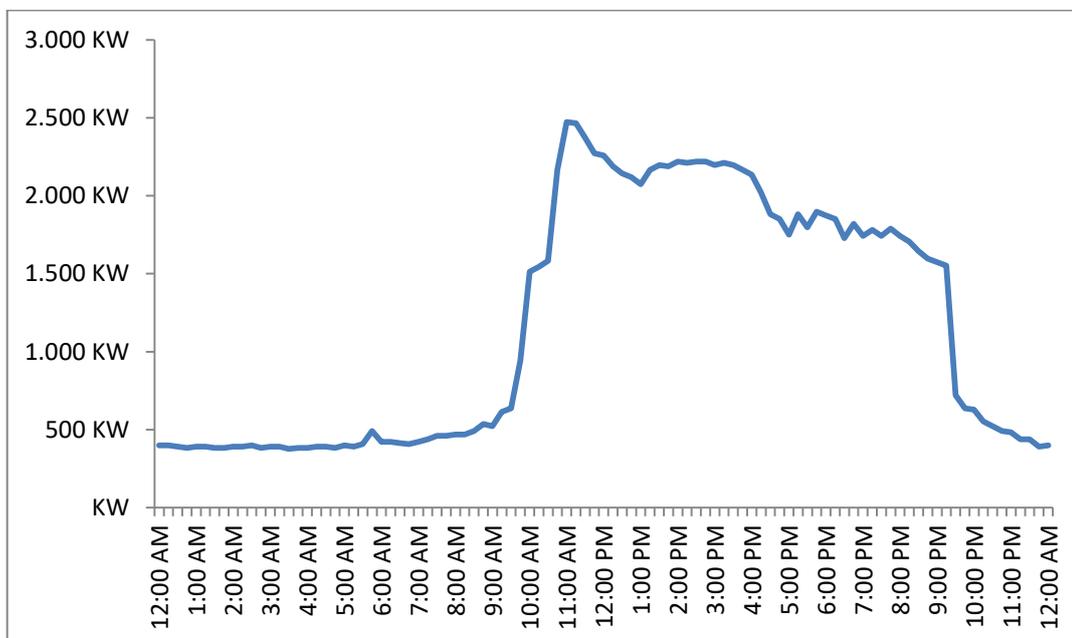
O Estudo será baseado em um consumidor do grupo A4 com modalidade tarifária azul e com valores baseados da distribuidora local.

6.1 Características do consumidor

O consumidor do estudo de caso é um ambiente comercial, não possui maquinários pesados, a iluminação e o sistema de refrigeração são as principais cargas do cliente. Para demonstrar mais detalhadamente as características de consumo diário, foi usado o dia 01 de janeiro de 2018, para mostrar como foi o comportamento da carga do cliente, como mostra a figura 10. O consumidor em questão possui uma demanda de 4800 kW no horário fora ponta e 4400 kW em horário ponta.

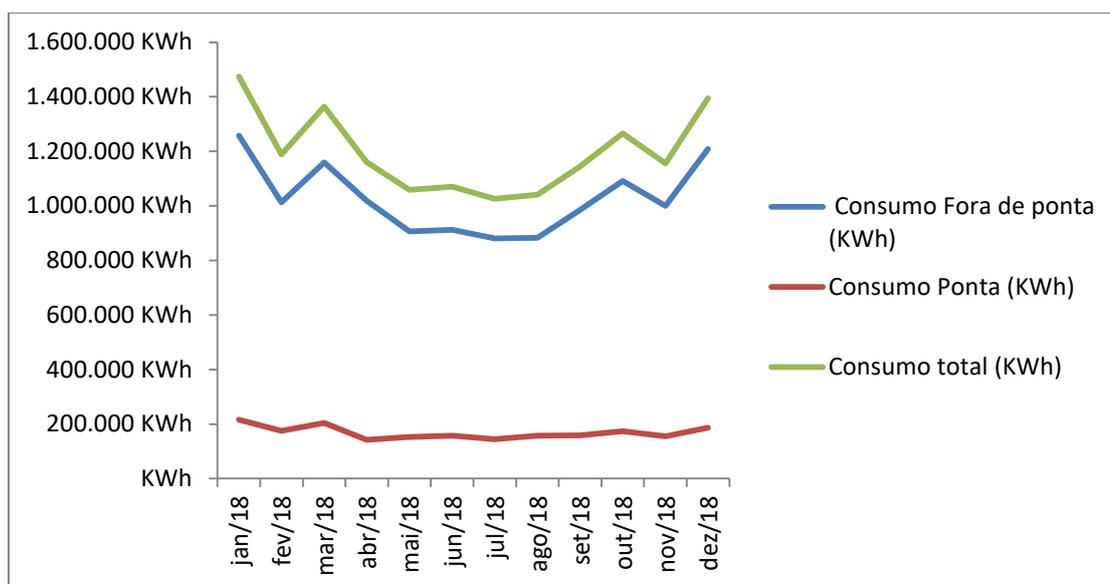
A Figura 11 abrange o consumo mensal ao longo do ano de 2018 do cliente e as médias de consumo ponta e fora ponta.

Figura 10: Característica de consumo diário.



Fonte Autor(2019)

Figura 11: consumo ano de 2018



Fonte Autor(2019)

6.2 Análise de consumidor e econômica

Para essa simulação será considerado que o cliente já tem todo sistema de medição qualificado necessários em suas instalações. Como se trata de um consumidor comercial, será usado taxas e tarifas usadas para consumidores dessa categoria.

A maior carga do consumidor é o sistema de refrigeração, o consumidor não possui histórico de ultrapassagem de demanda então não serão considerados valores de ultrapassagem do mesmo. São serão utilizados valores de desconto que o cliente possa vir a ter em fatura, assim como outras restituições que são feitas por distribuidoras por falhas no sistema de distribuição.

O quadro 3 demonstra que valores de referência que serão usados para as quantificações do cliente no ACR e no ACL.

Quadro 3: Características do consumidor

Grupo	A4
Nível de tensão	2,3kV
Modalidade tarifária	Azul
Impostos	Tabela 4 e 5
Bandeiras	Tabela 9
Tarifas de consumo e demanda	Distribuidora CEMIG
Preço energia ACL	PLD 2018

Fonte Autor(2019)

6.3 Formulação da fatura do consumidor no ambiente de contratação regulada

Para cálculo, serão usados os valores de bandeiras do ano de 2018, fornecidos por anúncios da ANEEL e dispostos na tabela 6.

Tabela 6: bandeiras no ano de 2018

Mês/ano	Bandeira	Custo por KWh
jan/18	Verde	-
fev/18	Verde	-
mar/18	Verde	-
abr/18	Verde	-
mai/18	Amarela	0,01
jun/18	Vermelha (Patamar 2)	0,05
jul/18	Vermelha (Patamar 2)	0,05
ago/18	Vermelha (Patamar 2)	0,05
set/18	Vermelha (Patamar 2)	0,05
out/18	Vermelha (Patamar 2)	0,05
nov/18	Amarela	0,01
dez/18	Verde	-

Fonte adaptada ANEEL(2019)

Com a tabela 6, é possível visualizar as bandeiras e valores adotados em 2018, que a cada 100KWh consumido na bandeira verde não sofreria nenhum

acréscimo, na amarela teria acréscimo de R\$ 1,00, na bandeira vermelha patamar 2 teria acréscimo R\$ 5,00.

Para cálculo de tarifas e demandas, serão utilizados dados fornecidos de todos os meses de 2018 pela CEMIG. O mês que será usado de referência para demonstrar o cálculo será o mês de janeiro de 2018.

Tabela 7: Impostos janeiro de 2018

Tarifas de Fornecimento	
Resolução ANEEL Nº 2.248, de 23/05/2017	
Aplicação de tarifas em: Janeiro de 2018	
PASEP	0,75%
COFINS	3,45%

Fonte adaptado Cemig (2019)

Nesse mês usado de referência na tabela 7, os impostos PASEP e COFINS se encontravam no valor de 0,75 por cento e 3,45 por cento respectivamente, outro imposto que será usado no cálculo é o ICMS com alíquota de 25%. Onde o essa alíquota de ICMS entra apenas no consumo, demanda fica apenas com os impostos PASEP e COFINS.

Tabela 8: Tarifas de janeiro de 2018

A4 AZUL - 13,8 kV			
SEGMENTO	UNIDADE	Tarifas resolução nº 2.248/2017	Tarifas com PASEP/COFINS e ICMS(25%)
DEMANDA PONTA	R\$/kW	34,21	35,70981211
DEMANDA FORA PONTA	R\$/kW	11,05	11,53444676
CONSUMO PONTA	R\$/MWh	393,96	556,44068
CONSUMO FORA PONTA	R\$/MWh	268,11	378,68644

Fonte Cemig (2019)

A tabela 8 mostra o consumidor do grupo A4 na modalidade azul, como já foi indicada na tabela 6, a bandeira tarifária do mês de janeiro era a verde.

Utilizando os dados fornecidos na tabela 8 onde já existe as tarifas de consumo e demanda com todos os impostos aplicados, usa-se a soma da equação (1) com a equação (2) que resulta na seguinte equação(7).

$$V_f = C_p \cdot V_{cp} + C_{fp} \cdot V_{fp} + D_p \cdot V_{dp} + D_{fp} \cdot V_{dfp} \quad (7)$$

V_f - Valor final da conta em R\$ ainda sem a aplicação das tarifas.

C_p - Consumo no horário de ponta em kWh.

V_{cp} - Valor do consumo no horário de ponta em R\$/kWh.

C_{fp} - Consumo no horário de fora de ponta em kWh.

V_{fp} - Valor do consumo no horário fora de ponta em R\$/kWh.

D_p - Demanda no horário de ponta em kW.

V_{dp} - Valor de demanda no horário de ponta em R\$/kW.

D_{fp} - Demanda no horário fora de ponta em kW.

V_{dfp} - Valor de demanda no horário fora de ponta R\$/kW.

Usando essa equação com os valores de demanda, consumo e impostos atualizados mês a mês, encontraremos os valores em reais mostrados no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4: Faturas ACR 2018

Contas de luz ACR				
Mês/ano	Conta de Luz	PASEP	COFINS	Bandeira
jan/18	R\$ 802.240,65	3,45%	0,75%	Verde
fev/18	R\$ 684.644,73	0,84%	3,14%	Verde
mar/18	R\$ 785.966,19	1,21%	5,63%	Verde
abr/18	R\$ 784.465,85	1,10%	5,60%	Verde
mai/18	R\$ 658.055,73	0,66%	2,89%	Amarela
jun/18	R\$ 658.738,13	0,56%	1,90%	Vermelha II
jul/18	R\$ 873.470,83	1,26%	5,96%	Vermelha II
ago/18	R\$ 905.950,18	1,48%	7,51%	Vermelha II
set/18	R\$ 902.182,01	0,74%	3,26%	Vermelha II
out/18	R\$ 950.658,18	0,57%	1,94%	Vermelha II
nov/18	R\$ 860.854,38	0,98%	4,69%	Amarela
dez/18	R\$ 989.745,24	1,43%	6,61%	Verde
média	R\$ 831.547,52	1,04%	3,98%	

Fonte Autor(2019)

No quadro 4 é possível visualizar a variação da fatura de energia durante o ano do consumidor no ACR, a média dessa fatura foi o valor R\$ 831.547,52 durante o ano.

6.4 Formulação da fatura do consumidor no ambiente de contratação livre

No ambiente de contratação livre, assim como no ambiente de contratação regulada, existe a cobrança de TUSD e TE. Os dados usados da distribuidora não são claros quanto ao valor cobrado nessa taxa então será usado à média baseado nos cálculos obtidos em Costa (2019).

A Figura 12 mostra o valor pago no ACR pelo estudo desenvolvido por Costa (2019), essa tabela servirá como base para cálculos de TUSD e TE.

Figura 12: Valores Faturados consumidor ACR

Referência Mês	Valor da Conta Sem Imposto (R\$)	Valor da Conta Com Imposto (R\$)	Preço da Energia (R\$/MWh)
jan-18	2.481.272,31	3.139.261,52	644,48
fev-18	2.052.567,27	2.625.102,02	602,78
mar-18	2.488.784,78	3.260.559,12	626,31
abr-18	2.328.214,13	3.039.047,29	639,13
mai-18	2.264.420,48	2.890.872,57	628,86
jun-18	2.115.468,13	2.688.698,69	623,25
jul-18	2.000.686,05	2.594.587,02	606,64
ago-18	2.174.280,50	2.863.532,86	627,01
set-18	2.061.969,75	2.692.569,53	611,81
out-18	2.140.639,83	2.731.104,66	574,00
nov-18	2.153.357,59	2.761.777,08	616,19
dez-18	1.949.560,03	2.555.459,47	621,16
Média	2.184.268,40	2.820.214,32	618,47

Fonte Costa(2019)

Na Figura 13 é possível visualizar a parcela TUSD da fatura de energia, na Figura 12 o valor de TUSD mostrado na Figura 13 já está incluso na fatura, então com base nesses quadros foi elaborado um estudo, de qual seria a porcentagem média da TUSD em uma fatura de energia. Calculando qual a porcentagem da TUSD na fatura, foi elaborada a tabela 9 de modo que seja possível visualizar um valor médio de TUSD na fatura de energia do consumidor.

Figura 13: Parcela TUSD consumidor

Referência Mês	Parcela TUSD Sem Imposto (R\$)	Parcela TUSD Com Imposto (R\$)	Preço da Energia (R\$/MWh)
jan-18	940.774,46	1.190.251,09	244,35
fev-18	725.723,29	928.153,59	213,12
mar-18	895.278,27	1.172.904,85	225,30
abr-18	873.083,94	1.139.647,49	239,67
mai-18	865.380,39	1.104.787,94	240,33
jun-18	799.271,36	1.015.850,74	235,48
jul-18	709.208,48	919.736,07	215,04
ago-18	790.949,11	1.041.681,96	228,09
set-18	731.709,29	955.483,53	217,11
out-18	706.312,65	901.138,87	189,39
nov-18	793.164,19	1.017.268,42	226,97
dez-18	697.105,43	913.757,28	222,11
Média	793.996,74	1.025.055,15	224,75

Fonte Costa(2019)

Tabela 9: porcentagem TUSD na fatura

Mês/ano	Valor da conta	Parte TUSD	Porcentagem TUSD na fatura
jan/18	R\$ 3.139.261,52	R\$ 1.190.251,09	37,915%
fev/18	R\$ 2.625.102,02	R\$ 928.153,59	35,357%
mar/18	R\$ 3.260.559,12	R\$ 1.172.904,85	35,973%
abr/18	R\$ 3.039.047,29	R\$ 1.139.647,49	37,500%
mai/18	R\$ 2.890.872,57	R\$ 1.104.787,94	38,216%
jun/18	R\$ 2.688.698,69	R\$ 1.015.850,74	37,782%
jul/18	R\$ 2.594.587,02	R\$ 919.736,07	35,448%
ago/18	R\$ 2.863.532,86	R\$ 1.041.681,96	36,378%
set/18	R\$ 2.692.569,53	R\$ 955.483,53	35,486%
out/18	R\$ 2.731.104,66	R\$ 901.138,87	32,995%
nov/18	R\$ 2.761.777,08	R\$ 1.017.268,42	36,834%
dez/18	R\$ 2.555.459,47	R\$ 913.757,28	35,757%
		Média	36,175%

Fonte Autor(2019)

O valor médio de 36,175% será utilizado para o calcular o custo da TUSD na fatura de energia elétrica.

Tabela 10: Valor TUSD

Calculo TUSD		
Mês/ano	Conta de Luz	Parte TUSD
jan/18	R\$ 802.240,65	R\$ 290.210,56
fev/18	R\$ 684.644,73	R\$ 247.670,23
mar/18	R\$ 785.966,19	R\$ 284.323,27
abr/18	R\$ 784.465,85	R\$ 283.780,52
mai/18	R\$ 658.055,73	R\$ 238.051,66
jun/18	R\$ 658.738,13	R\$ 238.298,52
jul/18	R\$ 873.470,83	R\$ 315.978,07
ago/18	R\$ 905.950,18	R\$ 327.727,48
set/18	R\$ 902.182,01	R\$ 326.364,34
out/18	R\$ 950.658,18	R\$ 343.900,60
nov/18	R\$ 860.854,38	R\$ 311.414,07
dez/18	R\$ 989.745,24	R\$ 358.040,34
média	R\$ 831.547,52	R\$ 300.812,31

Fonte Autor(2019)

A partir da tabela 10 pode-se incluir os valores TUSD mês a mês na conta do ACL, a TUSD na fatura tem um valor médio de R\$ 300.812,31 reais durante o ano.

Para simular o valor de ACL será usado a seguinte equação (8).

$$V_c = C_c * PLD_{\text{mês}} + TUSD_{\text{mês}} \quad (8)$$

Onde:

V_c - é o valor da conta no ambiente livre de comercialização em R\$.

C_c - Consumo da conta em KWh.

$PLD_{\text{mês}}$ - Preço de liquidação das diferenças do mês referente ao consumo em R\$/MWh.

$TUSD_{\text{mês}}$ - Valor da tarifa de uso do sistema de distribuição do mês referente a conta.

Os dados usados para o cálculo são mostrados na tabela 10 e tabela 11 com os valores do submercado Sudeste e Centro Oeste (SE/CO).

Tabela 11: PLD 2018

Mês/ano	Preço Médio (R\$/MWh)			
	SE/CO	S	NE	N
jan/18	180,07	177,82	178,01	142,23
fev/18	188,79	188,54	178,54	42,91
mar/18	219,23	219,23	218,14	40,16
abr/18	109,71	109,71	108,64	51,13
mai/18	325,46	325,46	211,57	159,47
jun/18	472,87	472,87	441,96	441,96
jul/18	505,18	505,18	505,18	505,18
ago/18	505,18	505,18	505,18	505,18
set/18	472,75	472,75	472,75	473,58
out/18	271,83	271,83	271,83	271,83
nov/18	123,92	123,92	123,92	123,92
dez/18	78,96	78,96	71,13	51,61
Média anual	245,53	245,53	214,855	150,85

Na tabela 11 é possível visualizar as médias mensais de PLD.

O PLD é semanal e na tabela encontra-se a média dessas 4 semanas. Os PLDs que serão usados no estudo serão os que estão disponíveis na coluna do submercado Sudeste e centro-Oeste (SE/CO).

Tabela 12: Conta ACL com TUSD

Conta ACL		
Mês/ano	Valor sem TUSD	Valor com TUSD
jan/18	R\$ 265.461,35	R\$ 555.671,91
fev/18	R\$ 224.308,57	R\$ 471.978,80
mar/18	R\$ 299.159,94	R\$ 583.483,21
abr/18	R\$ 127.371,55	R\$ 411.152,08
mai/18	R\$ 344.681,02	R\$ 582.732,68
jun/18	R\$ 506.152,48	R\$ 744.451,00
jul/18	R\$ 518.318,72	R\$ 834.296,79
ago/18	R\$ 525.658,99	R\$ 853.386,46
set/18	R\$ 540.862,87	R\$ 867.227,22
out/18	R\$ 344.032,40	R\$ 687.932,99
nov/18	R\$ 143.188,82	R\$ 454.602,89
dez/18	R\$ 110.131,99	R\$ 468.172,33
média	R\$ 321.596,17	R\$ 583.107,94

Fonte Autor(2019)

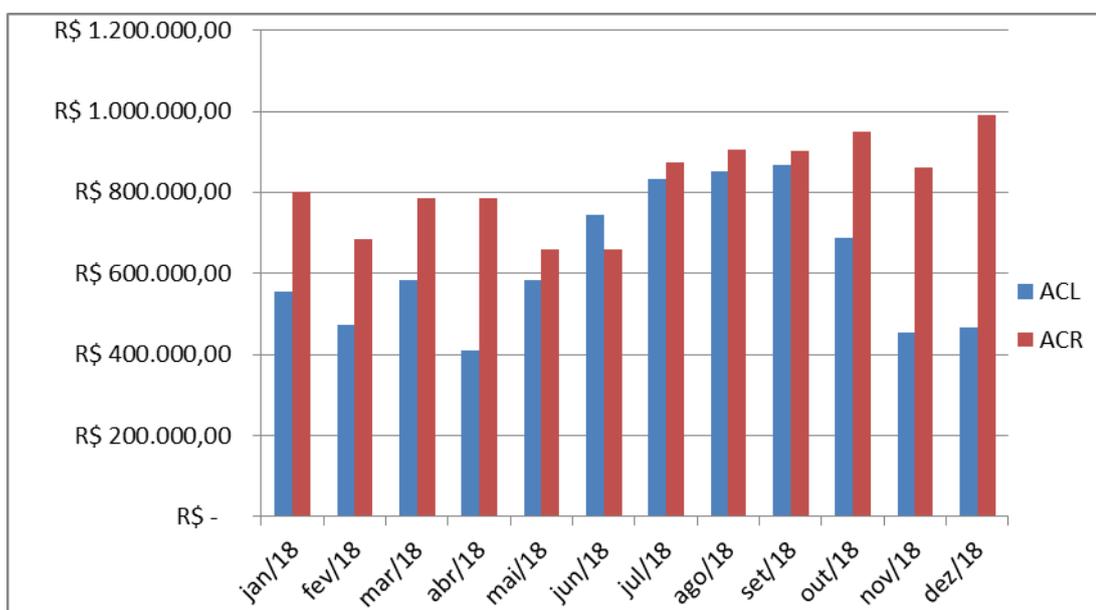
Na tabela 12 são encontrados todos os valores mês a mês de fatura de energia no ambiente de contratação livre. Nos meses de estiagem, onde a energia

fica mais cara, o ACR possui acréscimo no valor da energia elétrica, já no ACL não ocorre a inserção de bandeiras tarifárias, porém o PLD sofre aumento durante o período de secas, pois como já estudado anteriormente em sua conta o PLD leva em consideração produção energética a curto e longo prazo.

7. Resultados

A partir dos dados levantados nos ambientes de contratação regulada e de contratação livre foi possível comparar, de forma mensal, os diferentes valores pagos pelos consumidores conforme apresentado na figura 14.

Figura 14: Quantificação ACR x ACL



Fonte Autor(2019)

O gráfico da figura 14 mostra os diferentes valores entre o ACR e ACL e como resultado apenas no mês de junho, o ACL teve um valor superior ao ACR.

Tabela 13: Percentual econômico ACR x ACL

Mês/ano	Valor ACR - ACL	Economia
jan/18	R\$ 246.568,74	30,735%
fev/18	R\$ 212.665,93	31,062%
mar/18	R\$ 202.482,98	25,762%
abr/18	R\$ 373.313,77	47,588%
mai/18	R\$ 75.323,05	11,446%

jun/18	-R\$	85.712,87	-13,012%
jul/18	R\$	39.174,04	4,485%
ago/18	R\$	52.563,72	5,802%
set/18	R\$	34.954,79	3,874%
out/18	R\$	262.725,19	27,636%
nov/18	R\$	406.251,49	47,192%
dez/18	R\$	521.572,91	52,698%
media	R\$	207.574,45	27%

Fonte Autor(2019)

A partir da diferença entre as faturas dos dois ambientes desenvolvidos na tabela 19 é possível visualizar que em apenas um mês durante todo ano não porcentagem positiva, durante o restante do ano a economia esteve sempre acima de 3%, que representa segundo visualizado na tabela 19 um valor médio de economia acima de 30 mil reais.

Buscando uma perspectiva anual, a economia do consumidor comercial é de aproximadamente 27%, quando comparado com o mercado cativo.

8. Conclusão

O desenvolvimento do modelo de comparação apresentado foi satisfatório, permitiu mostrar de forma quantitativa a compra de energia nos dois mercados.

Os valores a serem calculados no ambiente de contratação regulada não foram de difícil acesso, pois existem meios de encontrar valores nos determinados meses de taxas, bandeiras e tarifas em sites da ANEEL e da concessionária local. Já os valores de contratos feitos dentro do ambiente de contratação livre foi um fator limitante pela dificuldade de encontrar clientes livres ou comercializadoras dispostos a disponibilizar esse tipo de informação.

Ainda assim foi possível comparar os dois mercados e o resultado obtido foi que a migração do consumidor do mercado cativo para o mercado livre se mostrou vantajosa no estudo de caso desenvolvido. A análise deve ser realizada individualmente pois o perfil do consumidor irá indicar qual mercado é mais viável financeiramente.

REFERÊNCIAS

DIAS, I. V. **Estratégias de gestão de compra de energia elétrica para distribuidoras no Brasil**. 2007.

FERREIRA, A. B. B. **Sistema de suporte à decisão contratual ótima de UHEs no mercado de energia elétrica utilizando gerenciamento de risco**. 2011. Universidade de São Paulo

SILVA, G. B. D. **Análise da competitividade no mercado de energia Brasileiro por meio de redes complexas**. 2016. Universidade de São Paulo

NERY, E. **Mercados e regulação de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2012.

VIANA, A. G. **Leilões como mecanismo alocativo para um novo desenho de mercado no Brasil**. 2018. Universidade de São Paulo

CCEE. **Câmara de Comercialização de Energia elétrica**;2019. disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-somos/historia?_adf.ctrl-state=spxel75n7_1&_afLoop=1396520173321427#!%40%40%3F_afLoop%3D1396520173321427%26_adf.ctrl-state%3Dspixel75n7_5. Acessado em 07/04/2019.

CCEE. **Câmara de Comercialização de Energia elétrica**;2019. disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-participa/como_se_dividem?_afLoop=465295919812051&_adf.ctrl-state=yfvpb0p01_67#!%40%40%3F_afLoop%3D465295919812051%26_adf.ctrl-state%3Dyfvpb0p01_71. Acessado em 03/06/2019.

CCEE. **Câmara de Comercialização de Energia elétrica**;2019. disponível em: https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/ambiente-livre-ambiente-regulado?_adf.ctrl-state=yfvpb0p01_125&_afLoop=465708573669121#!. Acessado em 03/06/2019.

Nº, R. N. 414, DE 09 DE SETEMBRO DE 2010, Agência Nacional de Energia Elétrica–ANEEL. Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada. Disponível em:< <http://www.aneel.gov.br>> acessado em 10/10/2019

Nº, R. N. 418, DE 09 DE SETEMBRO DE 2010, Agência Nacional de Energia Elétrica–ANEEL.

Retifica a Resolução Normativa ANEEL no 414, de 2010. Disponível em:<
http: www. aneel. gov. br> acessado em 10/10/2019

Nº, R. N. 479, DE 3 DE ABRIL DE 2012, Agência Nacional de Energia Elétrica–ANEEL. Altera a Resolução Normativa nº 414, de 9 de setembro de 2010, que estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de

forma atualizada e consolidada. Disponível em:< http: www. aneel. gov. br> acessado em 16/10/2019

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**;2019. disponível em:
http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-
/asset_publisher/zNaRBjCLDgbE/content/modalidade/654800?inheritRedirect=false
acessado em 09/09/2019.

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**;2019. disponível em:
http://www.aneel.gov.br/bandeiras-tarifarias acessado em 09/09/2019.

MME. **Ministério de Minas e Energia**; 2019
<http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e
comites/cnpe;jsessionid=049DF59D3078A4733F5B1FCD23FA6F47.srv154
acessado em 12/09/2019.

EPE. **Empresa de Pesquisa Energética**;2019. disponível em:
http://www.epe.gov.br/pt/a-epe/quem-somos acessado em 12/09/2019

ANEEL. **Agência Nacional de Energia Elétrica**;2019. disponível em:
https://www.aneel.gov.br/a-aneel acessado em 12/09/2019.

ONS. **Operador Nacional do Sistema Elétrico**; 2019 disponível em :
http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/o-que-e-ons acessado em 12/09/2019

GENERGIA; 2019 disponível em:
https://www.genergia.com.br/comercializadora-de-energia acessado em
12/09/2019

CCEE. Câmara de Comercialização de Energia elétrica;2019. disponível em:
https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/precos/precos_medios?_afLoop=864513387285731&_adf.ctrl-state=1ul04wwpi_1#!%40%40%3F_afLoop%3D864513387285731%26_adf.ctrl-state%3D1ul04wwpi_5 acessado em 18/09/2019

CCEE. Câmara de Comercialização de Energia elétrica;2019. disponível em:
https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/como-participar/participe?_adf.ctrl-state=rkd9ndpkl_9&_afLoop=868406139587744#!
Acessado em : 20/10/2019

<http://www.sulgipe.com.br/Home/HistoricoBandeiras?page=2>

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica;2019. disponível em:
<https://www.aneel.gov.br/tarifa-branca> Acessado em: 05/11/2019

CEMIG. companhia energética de minas gerais;2019. disponível em:
<http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/C%C3%A1culo-de-ICMS.aspx>
acessado em: 05/11/2019

CBIE. Congresso Brasileiro de Infra Estrutura;2019 disponível em:
<https://cbie.com.br/artigos/quantos-quilometros-de-linha-de-transmissao-de-energia-temos-no-brasil/> acessado 11/11/2019

COSTA, R. E. M. D. Análise e simulação da migração de uma empresa do mercado cativo para o mercado livre de energia elétrica. 2019.