

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MATHEUS ALMADA COSTA DE OLIVEIRA**  
**VICTOR DINIZ LIMA MORAES**

**MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO BRASIL**

**VOLTA REDONDA**

**2017**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO BRASIL**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Elétrica do UniFOA como requisito à obtenção do título de bacharel em Engenharia Elétrica.

Alunos:

Matheus Almada Costa de Oliveira

Victor Diniz Lima Moraes

Orientador:

Prof. M.Sc. Edson de Paula Carvalho

Coorientador:

Prof. Esp. Bruno Moreira da Silva

**VOLTA REDONDA**

**2017**



Fundação Oswaldo Aranha



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Curso:** Engenharia Elétrica

**Acadêmico: Matrícula:** Matheus Almada Costa de Oliveira 201310733 Victor Diniz Lima Moraes 201310755

**Título do TCC:** Mercado Livre de Energia no Brasil

Apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Engenharia Elétrica.

Aprovada em 25 de novembro de 2017

Banca Avaliadora:

Professor Orientador

Edson de Paula Carvalho, Mestre, UniFOA

Professor Avaliador

Rui Aurélio Barbosa, Mestre, UniFOA

Professor Avaliador

Bruno Moreira da Silva, Especialista, UniFOA

Campus Universitário Odeão Galotti  
Sede Administrativa  
Av. Paulo Edes Alves Abramex, nº 1.325 - Três Picos  
27240-560 - Volta Redonda-RJ  
Tel: (24) 3340-8400

Campus Universitário João Pessoa Fagundes  
Rua 26, nº 459 - Tangará  
27295-530 - Volta Redonda-RJ  
Tel: (24) 3348-1441

Campus Alameda  
Av. Lucas Evangelista, nº 962 - Alameda  
27215-630 - Volta Redonda-RJ  
Tel: (24) 3338-2764 / 3338-2925

Campus Colina  
Rua Nossa Senhora das Graças, nº 273 - Colina  
27253-610 - Volta Redonda-RJ  
Tel: (24) 3340-8437

Campus Universitário José Vinícius  
Silveira  
Rua 23-B, Esquina Rua 16, nº: 39  
27260-130 - Volta Redonda - RJ  
Tel: (24) 3346-5991

Campus Universitário Leonardo Medeiros  
Rua Jangueira, 1.084 - Bairro  
27277-130 - Volta Redonda-RJ  
Tel: (24) 3344-1850

[www.unifoa.edu.br](http://www.unifoa.edu.br)

A Deus, por ser nosso mestre e guia, que iluminou a nossa trajetória para realizarmos esta conquista.

Dedicamos aos nossos familiares, amigos e todos aqueles que não mediram esforços para nos motivarem e sempre estarem ao nosso lado quando mais precisamos, fazendo valer a pena cada momento dessa vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus, que nos concedeu a vida, saúde e força para superar todas as adversidades, permitindo que tudo isso pudesse acontecer.

Ao nosso professor coorientador Bruno Moreira da Silva, pelo apoio e dedicação durante a elaboração deste trabalho.

Aos nossos familiares que nos incentivaram e nos apoiaram incondicionalmente durante toda essa caminhada.

Nossos agradecimentos aos amigos e companheiros de graduação que fizeram parte de nossa formação e torceram por nós.

## RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem por objetivo apresentar o conceito de Mercado Livre de Energia, bem como demonstrar a sua trajetória no Brasil desde sua criação em 1995, passando pelas transformações que ocorreram no setor elétrico após o início do Novo Modelo de 2004 e fazendo uma breve projeção para o futuro com o crescimento deste mercado e a inserção da rede Smart Grid. Apresentam-se também as contribuições que os modelos computacionais trouxeram para a precificação do insumo energia elétrica, sendo este através do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), e a sua função para regulação do mercado. Realiza-se uma abordagem no que se refere aos modelos utilizados em diferentes países vistos como referência, no intuito de comparar o grau de abertura que o mercado brasileiro possui em relação a situação atual dos países selecionados. Efetua-se um estudo sobre as tarifas vigentes no Brasil em cada ambiente de contratação, de forma que se realizem simulações tarifárias visando verificar a economia na fatura de energia de determinada empresa ao migrar para o Ambiente de Contratação Livre.

**Palavras-chave:** Ambiente de Contratação Livre; Redes Inteligentes; Preço de Liquidação das Diferenças.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1	Justificativa	15
1.2	Objetivos	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	Metodologia	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>18</b>
2.1	Novo Modelo do Setor Elétrico	18
2.2	Ambiente de Contratação Regulada	22
2.2.1	Tarifas Horárias	22
2.3	Ambiente de Contratação Livre	24
<b>3</b>	<b>PREÇO DE LIQUIDAÇÃO DAS DIFERENÇAS (PLD)</b>	<b>27</b>
3.1	Metodologia de Preços	28
3.1.1	NEWAVE	28
3.1.2	DECOMP	28
3.1.3	Limites do PLD	30
<b>4</b>	<b>MODELOS DE MERCADO EM OUTROS PAÍSES</b>	<b>31</b>
4.1	Alemanha	31
4.2	Espanha	33
4.3	França	34
4.4	Reino Unido	35
4.5	Califórnia (EUA)	36
<b>5</b>	<b>PROJEÇÃO PARA O FUTURO</b>	<b>39</b>
5.1	Inserção do Smart Grid para análise de grandeza elétrica	39
<b>6</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b>	<b>44</b>

<b>6.1</b>	<b>Situação Atual .....</b>	<b>44</b>
<b>6.2</b>	<b>Otimização Contratual .....</b>	<b>45</b>
<b>6.3</b>	<b>Simulação da tarifa no Mercado Livre.....</b>	<b>47</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>50</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>52</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Participação no Mercado Livre de Energia do Brasil.....	25
<b>Figura 2</b> - Esquema de funcionamento dos modelos do PLD.....	29
<b>Figura 3</b> - Regiões elétricas por IOU na Califórnia em 2013 .....	38
<b>Figura 4</b> - As vantagens do sistema Smart Grid. ....	40
<b>Figura 5</b> - Funcionamento do sistema Smart Grid. ....	42
<b>Figura 6</b> - Economia na fatura de energia em um ano .....	49

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Mudanças no setor elétrico brasileiro. ....	21
<b>Tabela 2</b> - Requisitos para se tornar Consumidor Livre. ....	24
<b>Tabela 3</b> - Limites do PLD em 2017. ....	30
<b>Tabela 4</b> - Grau de liberdade do setor elétrico em países da Europa. ....	31
<b>Tabela 5</b> - Simulação dos preços pagos atualmente. ....	45
<b>Tabela 6</b> - Comparação dos valores simulados das tarifas verde e azul após otimização contratual no mercado cativo. ....	46
<b>Tabela 7</b> - Economia na tarifa após otimização contratual. ....	46
<b>Tabela 8</b> - Resultado da simulação da tarifa horária verde no Mercado Livre. ....	47
<b>Tabela 9</b> - Resultado da simulação da tarifa horária azul no Mercado Livre. ....	48
<b>Tabela 10</b> - Resultado da economia da tarifa no Mercado Livre. ....	48

## LISTA DE SIGLAS

ACL - Ambiente de Contratação Livre

ACR - Ambiente de Contratação Regulada

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

BSC - Balancing and Settlement Code

CAISO - California Independent System Operator

CCEE - Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais

CEPEL - Centro de Pesquisas de Energia Elétrica

CMO - Custo Marginal de Operação

CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CPUC - California Public Utilities Commission

EDF - Électricité de France

EEX - European Energy Exchange

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

EPEX SPOT - European Power Exchange SE

ERDF - Électricité Réseau Distribution France

FERC - Federal Energy Regulatory Commission

GD - Geração Distribuída

IEA - International Energy Agency

IOU - Investor-Owner Utility

MME - Ministério de Minas e Energia

NGET - National Grid Electricity Transmission PLC

NOME - Nouvelle Organisation du arché de l'Électricité

OMEL - Operador do Mercado Ibérico de Energía

ONS - Operador Nacional do Sistema Eléctrico

OTC - Over-The-Counter

PLD - Preço de Liquidação das Diferenças

SCDE - Sistema de Coleta de Dados de Energia

SIN - Sistema Interligado Nacional

TI - Tecnologia da Informação

TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

TUST - Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A.....	57
APÊNDICE B.....	61
APÊNDICE C .....	68

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A .....	76
---------------	----

## 1 INTRODUÇÃO

O maior obstáculo enfrentado pelos comercializadores de energia no Ambiente de Contratação Regulado, segundo Gomes (2013), atualmente, é a obrigatoriedade de se adquirir a energia por meio de leilões, que são realizados juntamente as geradoras e distribuidoras. Tais leilões são promovidos pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE), sob delegação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), com o preço do insumo de energia elétrica já definido.

O Mercado Livre de Energia se apresenta com uma proposta capaz de tornar a vida dos contratantes menos dispendiosa, visto que ele pode garantir um contrato com melhores condições, tais como um preço competitivo na compra de energia elétrica. Além de permitir outras vantagens, como uma previsão e controle de custo e flexibilidade das cláusulas entre contratante e contratado.

O surgimento do Mercado Livre se deu por volta de 1995, durante a gestão do então presidente Fernando Henrique Cardoso, com a Lei 9.074. Para Ribeiro (2009), com a criação desse mercado, o governo buscou estimular a livre concorrência, gerando aumento da competitividade entre as empresas brasileiras e proporcionando uma queda dos custos com energia elétrica. Atualmente, segundo a CCEE (2017), existem no Mercado Livre 4.017 agentes associados da CCEE.

De acordo com a ABRACEEL (2016) o Mercado Livre de Energia tem se apresentado como uma alternativa econômica, transparente e segura de se obter energia elétrica por uma quantia que seja negociada de forma direta com o contratante. O principal benefício desse ambiente de contratação é a liberdade que o consumidor tem para escolher entre os diversos tipos de contratos, aquele que melhor se encaixe no seu perfil de consumo, atendendo às suas expectativas de custo e benefício.

Além da introdução e da conclusão, este trabalho se organiza em cinco partes, onde o capítulo 2 descreve a importância do Novo Modelo do Setor Elétrico, criado pelo Governo Federal em 2004 visando realizar mudanças na forma de comercialização e contratação de energia elétrica no país. Além de uma abordagem

dos diferentes ambientes de contratação de energia e um estudo acerca de suas respectivas tarifas.

Aborda-se no capítulo 3 uma introdução ao Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), que é a formulação de um preço de característica de curto prazo, divulgado de forma semanal pela CCEE, definido através de métodos computacionais conhecidos como NEWAVE e DECOMP. Conforme o conteúdo do capítulo, estes métodos se utilizam de uma série de variáveis para a determinação desse preço, incluindo limites mínimo e máximo definidos anualmente pela ANEEL.

No capítulo 4, uma observação dos modelos de comercialização de energia elétrica empregado em alguns países selecionados como referência econômica que possuem mercado desregulamentado, visando apresentar a viabilidade desse modelo de mercado e verificar o posicionamento do Brasil no âmbito mundial.

A rede inteligente conhecida como Smart Grid, é retratada no capítulo 5, tendo em vista que atualmente tem se apresentado como uma das melhores alternativas para o crescimento futuro do mercado de energia. Detalha-se as suas principais características e funcionamento, assim como a projeção de como este sistema pode se integrar as propostas do Mercado Livre de Energia.

Por fim, se realiza um estudo de caso no capítulo 6 para demonstrar a atratividade econômica do Mercado Livre de Energia. Através de simulações tarifárias efetuadas pelos autores, objetiva-se apresentar os resultados econômicos em ambos os ambientes de contratação de energia para que se defina o modelo com a melhor tarifa para o objeto de estudo.

## **1.1 Justificativa**

O tema em questão foi escolhido devido à necessidade de uma melhor compreensão acerca do funcionamento do mercado de energia elétrica do Brasil, aliado à necessidade constante de encontrar soluções viáveis para se obter uma redução considerável de custo para a utilização deste insumo.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Demonstrar como se deu o crescimento do Mercado Livre de Energia no Brasil desde o Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro (2004) até os dias atuais para ser analisada a sua viabilidade econômica para o consumidor, além de se realizar uma breve projeção acerca do seu uso no futuro.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Entender o que foi o Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro para determinar a sua importância no crescimento do Mercado Livre de Energia.
- Estabelecer uma relação entre o preço da energia no Mercado Cativo com o Mercado Livre desde o princípio até o presente.
- Identificar os modelos de mercado utilizados em escala global para realizar uma comparação com o utilizado no Brasil.
- Estudar a importância da inserção do Smart Grid para o crescimento do Mercado Livre.
- Projetar a maneira que dar-se-á o crescimento do Mercado Livre no cenário de contratação de energia elétrica brasileiro.
- Realizar um estudo de caso baseado nas tarifas pagas por uma empresa no Ambiente Regulado para determinar sua economia ao migrar para o Mercado Livre.

### 1.3 Metodologia

Na concepção do trabalho proposto, tem-se os seguintes métodos para a realização do mesmo:

- a) Pesquisa através de bibliografia disponível em sítios eletrônicos especializados e de indicadores publicados por organismos oficiais;
- b) Verifica-se, através de pesquisa, a experiência com o tema em países mais avançados, compreendendo como estes obtiveram relativo sucesso e comparando os dados com os do Brasil;
- c) Obtenção de dados sobre o Mercado Livre de Energia Elétrica em relação à situação brasileira, desde a época de sua concepção até o momento presente, e traçando uma estimativa futura;
- d) Compara-se as tarifas pagas atualmente por uma empresa no Mercado Regulado com a simulação das tarifas que a mesma poderá pagar ao migrar para o Ambiente de Contratação Livre.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

No Mercado Livre de Energia, o consumidor é livre para indicar qual será o seu fornecedor de energia elétrica em todo o Sistema Interligado Nacional (SIN), em conformidade com a sua preferência, assim como escolher o melhor preço, podendo este ser apresentado pelos geradores ou agentes comercializadores.

O mercado de energia brasileiro está dividido em Ambiente de Contratação Regulada (ACR), formado pelos consumidores cativos, e Ambiente de Contratação Livre (ACL), composto pelos consumidores livres e especiais (GOMES, 2013).

De acordo com a ABRACEEL (2016), os consumidores cativos são aqueles que realizam a contratação do insumo energia elétrica através das concessionárias de distribuição da sua região. Cada unidade consumidora deve pagar apenas uma fatura, mensalmente, compreendendo os serviços de distribuição, transmissão e a geração da energia. As tarifas são estabelecidas pela ANEEL, conforme modelo de política econômica definido pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e Governo Federal. Vale ressaltar que apesar do governo definir a política econômica, a agência reguladora tem total autonomia para estabelecer regras de contratação e fiscalização dos agentes que estão inseridos no mercado de energia.

Já os consumidores livres possuem uma maior liberdade na escolha do seu fornecedor de energia elétrica, sendo a contratação deste insumo realizada por meio de contratos com todas as condições sendo negociadas livremente entre as partes.

### **2.1 Novo Modelo do Setor Elétrico**

Através das Leis nº 10.847/04 e 10.848/04, de 15 de março, e do Decreto nº 5.163, em 30 de julho de 2004, foi criado pelo Governo Federal o “Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro”, buscando promover a modicidade tarifária, assegurar a estabilidade regulatória, e também garantir a segurança do fornecimento de energia (BRASIL, 2011).

A partir deste marco regulatório deu-se a criação de diversas instituições visando garantir as premissas estabelecidas no Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro, tais como a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), o Mercado Atacadista de Energia (MAE), sendo este substituído posteriormente pela CCEE.

A EPE, vinculada ao MME e não subordinada a empresas, é encarregada de planejar o setor elétrico a longo prazo (RIBEIRO, 2009). Sua finalidade, segundo o Decreto nº 5.175 (2004), é a de prestar serviços em estudos e pesquisas destinadas a auxiliar o planejamento do setor energético. Um dos fatores decisivos para a formação da EPE foram os racionamentos e apagões que ocorreram no início da década (2000 e 2001, Escândalo do Apagão), atribuídos em parte à falta de planejamento.

O CMSE foi criado pela lei nº 10.848, de 2004, tendo a função de acompanhar e avaliar a continuidade e a segurança do abastecimento de energia elétrica em todo o território brasileiro.

Art. 3. Compete ao CMSE as seguintes atribuições:

I - acompanhar o desenvolvimento das atividades de geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação de energia elétrica, gás natural e petróleo e seus derivados;

II - avaliar as condições de abastecimento e de atendimento, relativamente às atividades referidas no inciso I deste artigo, em horizontes pré-determinados;

III - realizar periodicamente análise integrada de segurança de abastecimento e atendimento ao mercado de energia elétrica, de gás natural e petróleo e seus derivados, abrangendo os seguintes parâmetros, dentre outros:

a) demanda, oferta e qualidade de insumos energéticos, considerando as condições hidrológicas e as perspectivas de suprimento de gás e de outros combustíveis;

b) configuração dos sistemas de produção e de oferta relativos aos setores de energia elétrica, gás e petróleo; e

c) configuração dos sistemas de transporte e interconexões locais, regionais e internacionais, relativamente ao sistema elétrico e à rede de gasodutos;

IV - identificar dificuldades e obstáculos de caráter técnico, ambiental, comercial, institucional e outros que afetem, ou possam afetar, a regularidade e a segurança de abastecimento e atendimento à expansão dos setores de energia elétrica, gás natural e petróleo e seus derivados; e

V - elaborar propostas de ajustes, soluções e recomendações de ações preventivas ou saneadoras de situações observadas em decorrência da atividade indicada no inciso IV, visando à manutenção ou restauração da segurança no abastecimento e no atendimento eletroenergético, encaminhando-as, quando for o caso, ao Conselho Nacional de Política Energética – CNPE.

(BRASIL, 2004, Decreto nº 5.175).

Por fim, a CCEE, para Ribeiro (2009), viabiliza a contratação de energia no ACL e no ACR, assim como a medição e registro da energia fiscalizada pelo Sistema de Coleta de Dados de Energia (SCDE).

Além do mais, de acordo com o ONS (2017), pelo Novo Modelo, o exercício do Poder Concedente foi repassado para o MME, sendo este responsável por formular políticas públicas em determinados segmentos de energia, atuando ainda como indutor e supervisor da implementação de tais políticas, além de uma amplificação da autonomia do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que é o encarregado da coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no SIN, sob a fiscalização e regulação da ANEEL.

O Novo Modelo ainda prevê uma série de providências a serem observadas pelos agentes, tais como uma nova forma de cálculo do lastro para venda de geração, a exigência de contratação da demanda total por parte das distribuidoras e dos consumidores livres, a utilização das usinas hidrelétricas e termelétricas de maneira que se garanta o melhor equilíbrio entre garantia e custo de suprimento. Além da fiscalização constante da continuidade e da segurança do suprimento, visando detectar possíveis desequilíbrios entre oferta e demanda. (BRASIL, 2011).

A compra de energia elétrica é realizada pelas distribuidoras através de leilões – observando o parâmetro de menor preço, visando a redução do custo de obtenção da energia elétrica a ser repassada para a tarifa dos consumidores cativos.

A tabela 1 resume toda a trajetória do setor de energia brasileiro, desde 1995 até a criação do Novo Modelo em 2004.

**Tabela 1** - Mudanças no setor elétrico brasileiro.

<b>Modelo Antigo (até 1995)</b>	<b>Modelo de Livre Mercado (1995 a 2003)</b>	<b>Novo Modelo (2004)</b>
Financiamento através de recursos públicos	Financiamento através de recursos públicos e privados	Financiamento através de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição, comercialização, importação e exportação.
Empresas predominantemente Estatais	Abertura e ênfase na privatização das Empresas	Convivência entre Empresas Estatais e Privadas
Monopólios - Competição inexistente	Competição na geração e comercialização	Competição na geração e comercialização
Consumidores Cativos	Consumidores Livres e Cativos	Consumidores Livres e Cativos
Tarifas reguladas em todos os segmentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ambiente livre: Preços livremente negociados na geração e comercialização. No ambiente regulado: leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Convivência entre Mercados Livre e Regulado
Planejamento Determinativo - Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento Indicativo pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do Mercado	Contratação: 85% do mercado (até agosto/2003) e 95% mercado (até dez/2004)	Contratação: 100% do mercado + reserva
Sobras/déficits do balanço energético rateados entre compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados no MAE	Sobras/déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits (MCSD) para as Distribuidoras.

**Fonte:** CCEE (s.d.).

## **2.2 Ambiente de Contratação Regulada**

No ACR atuam os vendedores, sendo eles os agentes comercializadores, geradores ou produtores independentes, e os agentes distribuidores, que são os compradores de energia. A comercialização de energia elétrica nesse mercado ocorre através de leilões realizados pela CCEE, onde o preço da energia elétrica é estabelecido pelo governo através da ANEEL (RIBEIRO, 2009).

Nas condições do ACR, o consumidor cativo adquire energia da própria distribuidora em que está conectado. Para o consumidor, não há um preço de energia, mas sim uma tarifa, definida pela ANEEL, que representa, de acordo com Ganim (2003), a associação de todos os custos partindo da geração até a comercialização da energia elétrica.

Nesse ambiente de contratação, o consumidor não possui autonomia para negociar as condições de contrato, devendo seguir o que é repassado pelas distribuidoras e determinado pela Agência Reguladora, a ANEEL. Dessa forma, segundo Ribeiro (2009), o consumidor cativo não possui atuação sobre as alterações das tarifas de fornecimento de sua distribuidora, ficando refém da imprevisibilidade da variação do valor dessas tarifas, trazendo uma incerteza quanto ao custo da energia adquirida.

### **2.2.1 Tarifas Horárias**

As tarifas horárias se caracterizam, com base na Resolução nº 414 da ANEEL (2010), pela aplicação de diferentes tarifas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência baseadas nos horários de utilização do dia. Podendo ser de dois tipos, modalidade tarifária horária verde e modalidade tarifária horária azul.

### 2.2.1.1 Tarifa Verde

Segundo a Resolução nº 479 da ANEEL (2012), é uma tarifa composta por dois valores diferentes em relação ao horário do dia (na ponta e fora de ponta), além de um valor fixo – conforme a tensão – para qualquer demanda de potência contratada.

Por outra forma, a modalidade tarifária horária verde se aplica da seguinte maneira:

- Demanda de potência (kW):
  - uma tarifa única, independente do horário do dia (R\$/kW).
  
- Consumo de energia (MWh):
  - uma tarifa para o horário de ponta (R\$/MWh);
  - uma tarifa para o horário fora de ponta (R\$/MWh).

O valor da tarifa de consumo no horário de ponta é expressivamente maior que o valor da tarifa no horário fora de ponta, fazendo com que este modelo se torne mais atrativo quando se controla o consumo no horário de ponta (LIGHT, 2012).

### 2.2.1.2 Tarifa Azul

De acordo com a Resolução nº 479 da ANEEL (2012), a tarifa azul se baseia no nível de consumo de energia e no nível da demanda de potência. Sendo assim, em relação à demanda e ao consumo, apresenta suas tarifas diferenciadas com base no horário de utilização do dia (ponta e fora de ponta).

Logo, a tarifa azul se aplica considerando a seguinte estrutura tarifária:

- Demanda de potência (kW):
  - uma tarifa para horário de ponta (R\$/kW);
  - uma tarifa para horário fora de ponta (R\$/kW).

- Consumo de energia (MWh):
  - uma tarifa para o horário de ponta (R\$/MWh);
  - uma tarifa para o horário fora de ponta (R\$/MWh).

Essa estrutura tarifária exige a contratação de uma demanda para o horário de ponta.

### 2.3 Ambiente de Contratação Livre

Já no ACL, encontram-se os geradores de energia, comercializadores, exportadores, importadores e os consumidores livres (RIBEIRO, 2009). Os consumidores livres, por sua vez, segundo Gomes (2013) podem optar por adquirir a energia diretamente das empresas geradoras de energia elétrica ou indiretamente através das empresas comercializadoras.

As condições do contrato no ACL são negociadas livremente, desde a duração do mesmo, a quantidade de energia contratada, o preço e até mesmo os indexadores, item este que lhe garante uma previsibilidade do custo do insumo para o período que durar o contrato.

Porém, é necessário cumprir alguns requisitos para ser caracterizado como um consumidor livre, conforme a tabela 2.

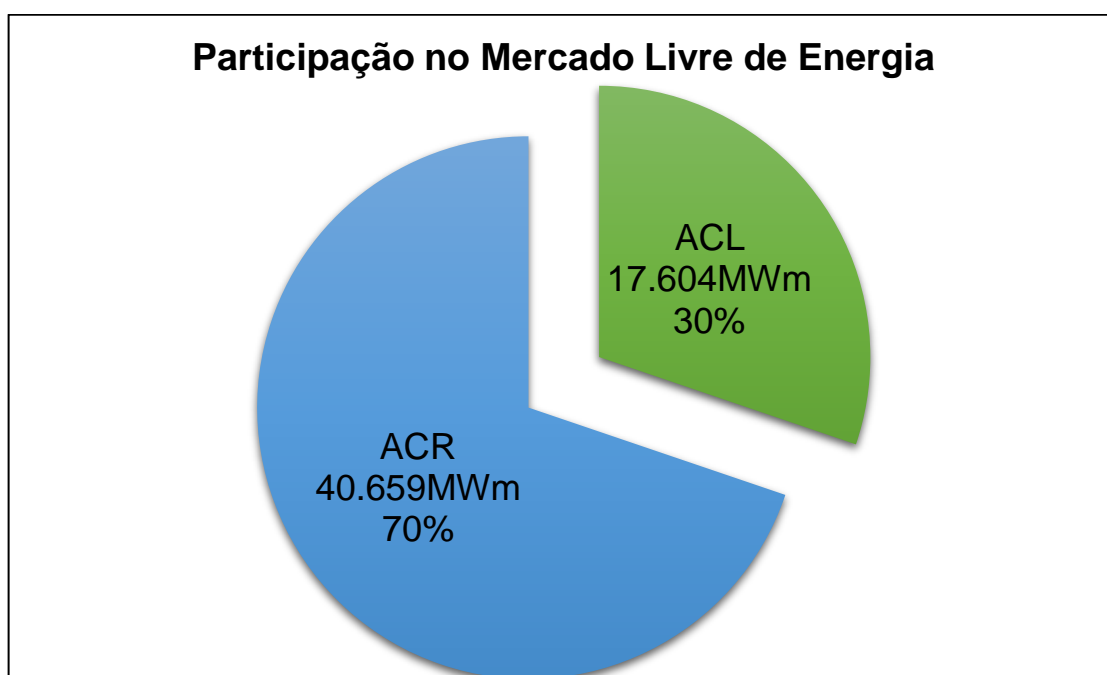
**Tabela 2** - Requisitos para se tornar Consumidor Livre.

<b>Demanda mínima</b>	<b>Tensão de fornecimento</b>	<b>Data de ligação do consumidor</b>
3 MW	Qualquer tensão	Após 08/07/1995
3 MW	69 kV	Antes de 08/07/1995

**Fonte:** CCEE (adaptado pelos autores).

Pelos requisitos observados, nota-se que o ingresso no Mercado Livre ainda se mostra muito restrito a empresas de grande porte devido ao valor elevado de demanda mínima necessária, inatingível para consumidores residenciais e empresas de pequeno porte de maneira que só poderiam participar desse ambiente de contratação através da soma de demandas (GOMES, 2013).

É de grande importância ressaltar que, embora se tenham limitações na participação do Mercado Livre, o mesmo apresentou um crescimento no último ano (2016) quando compreendia 25% da carga do SIN, passando atualmente, segundo o InfoMercado Semanal da CCEE da 3ª semana de agosto de 2017, a corresponder a 30% da carga do SIN, com 17,6 GWm, como mostra a figura 1. Destaca-se o submercado Sudeste/Centro-Oeste que responde por 60,7% do Mercado Livre nacional.



**Figura 1** - Participação no Mercado Livre de Energia do Brasil.  
Fonte: InfoMercado Semanal – CCEE (2017).

Ainda no mercado livre, existe também o consumidor especial. Esse tipo de consumidor deve possuir como requisitos mínimos, uma demanda contratada entre 500 kW e 3 MW, podendo ser por unidade de consumo ou comunhão de fato e/ou de direito entre unidades consumidoras (ANEEL, 2016). Este tipo de consumidor também

pode adquirir o insumo energia elétrica dos diversos agentes geradores e ou comercializadores registrados na CCEE, todavia a energia adquirida deve ser proveniente de fontes incentivadas, tais como as provenientes de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), Eólica, Biomassa, Cogeração Qualificada, entre outras.

Os consumidores especiais, segundo a ABRACEEL (2016), por adquirirem energia de fontes incentivadas, possuem direito à redução, entre 50% e 100%, nas tarifas de uso do sistema de distribuição e transmissão (TUSD e TUST). O percentual do desconto final é obtido através da média ponderada dos descontos associados às energias adquiridas. Tal medida é um incentivo econômico para o desenvolvimento do uso das fontes renováveis no Brasil.

### 3 PREÇO DE LIQUIDAÇÃO DAS DIFERENÇAS (PLD)

O Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) é o preço de curto prazo divulgado por semana pela CCEE, usado como base nas negociações que ocorrem no mercado de curto prazo. De acordo com o art. 57. Do Decreto 5.163 de 2004, a liquidação mensal e a contabilização neste mercado são realizadas baseadas no PLD.

§ 1º O PLD, a ser publicado pela CCEE, será calculado antecipadamente, com periodicidade máxima semanal e terá como base o custo marginal de operação, limitado por preços mínimo e máximo, e deverá observar o seguinte:

I - a otimização do uso dos recursos eletro-energéticos para o atendimento aos requisitos da carga, considerando as condições técnicas e econômicas para o despacho das usinas;

II - as necessidades de energia elétrica dos agentes;

III - os mecanismos de segurança operativa, podendo incluir curvas de aversão ao risco de déficit de energia;

IV - o custo do déficit de energia elétrica;

V - as restrições de transmissão entre submercados;

VI - as interligações internacionais; e

VII - os intervalos de tempo e escalas de preços previamente estabelecidos que deverão refletir as variações do valor econômico da energia elétrica.  
(BRASIL, 2004, art. 57. Decreto nº 5.163)

A formação do PLD é tarefa da CCEE, tratando-se, atualmente, de uma das principais referências para as transações realizadas no ACL (NASSER, 2007). O cálculo é realizado utilizando dois modelos computacionais desenvolvidos e aprimorados pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), sendo eles o NEWAVE e DECOMP. Estes modelos fornecem como resultado em sua saída o Custo Marginal de Operação (CMO) de cada submercado, com base mensal e semanal. Devido ao grande número de usinas hidrelétricas no Brasil, se realizam os cálculos buscando equilibrar o benefício do uso dos reservatórios de água no presente, gerando energia a um custo inferior, e o seu armazenamento, para minimizar os riscos de racionamento no futuro, utilizando a energia proveniente das termelétricas.

Contudo, a utilização da água representa riscos, pois quanto mais se conserva os reservatórios cheios, mais energia térmica é gerada, aumentando o custo de operação a curto prazo (SILVA, 2001). Dessa forma, tendo como base as condições hidrológicas do país, o custo de déficit, os preços do combustível, a demanda de

eletricidade e a disponibilidade de equipamentos de geração e transmissão de energia, busca-se o ponto ótimo de utilização das fontes de geração hidráulica e térmica para cada submercado dentro do período estudado.

### **3.1 Metodologia de Preços**

Conforme dito anteriormente, o PLD é determinado através dos programas NEWAVE e DECOMP. Logo à frente, tem-se uma pequena descrição dos dois programas, além dos limites mínimo e máximo do PLD em 2017, fixados pela ANEEL.

#### **3.1.1 NEWAVE**

Trata-se de um modelo de otimização para um projeto de médio prazo (até 5 anos), com discretização mensal. Tem por objetivo determinar a estratégia de geração térmica e hidráulica em cada estágio, de maneira que minimize o valor provável do custo de operação para todo o período de planejamento (CCEE, 2012).

Segundo Ribeiro (2009) este modelo calcula a Função de Custo Futuro, que é passada para o planejamento de horizonte. Esta função exprime para os modelos de curto prazo o impacto da utilização da água armazenada nos reservatórios em detrimento do custo do combustível das usinas termelétricas.

#### **3.1.2 DECOMP**

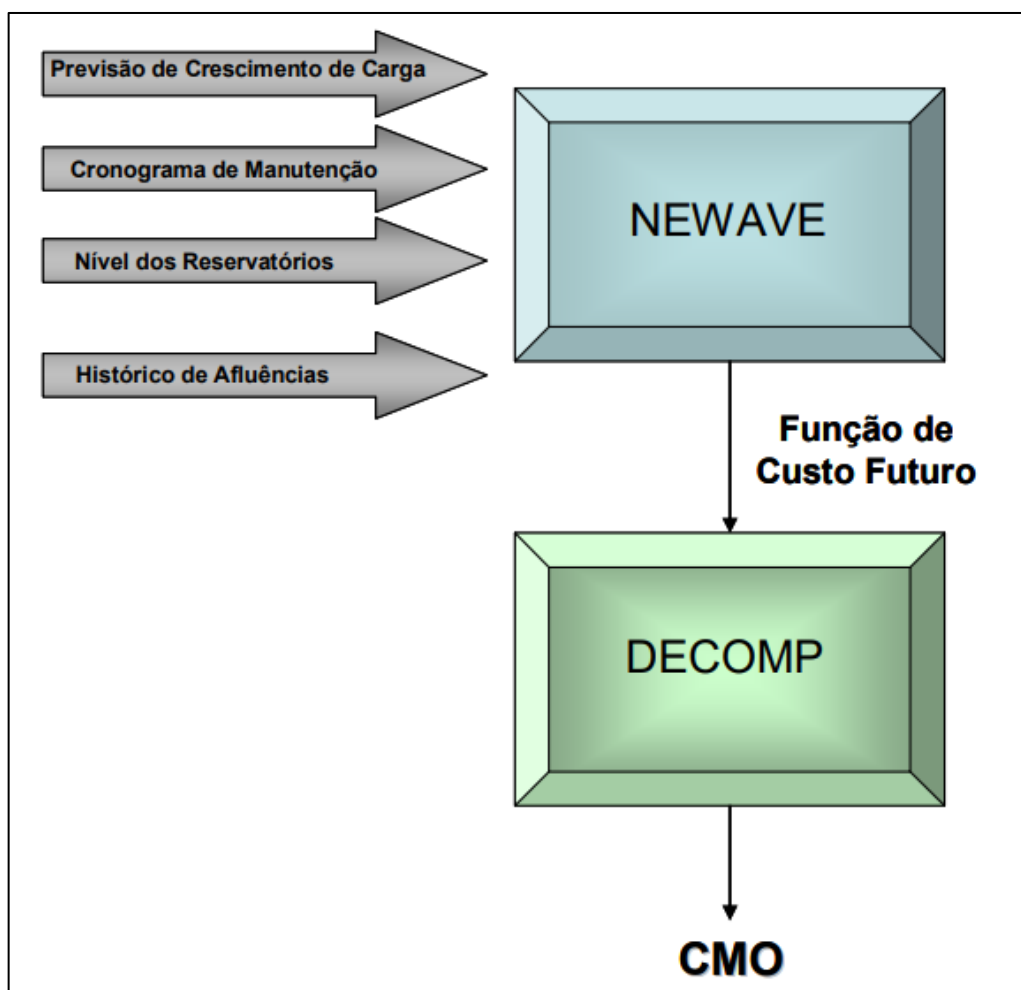
Esse modelo é utilizado visando um curto prazo (até 12 meses – representados em bases semanais e mensais), tendo o propósito de delimitar o despacho otimizado de geração do sistema de modo a minimizar o custo de operação durante o período de planejamento, tendo base no conjunto de dados e informações acessíveis na saída

do NEWAVE (disponibilidades, vazões, limites de transmissão entre subsistemas, carga, função de custo futuro do NEWAVE).

A principais saídas desse modelo são a programação dos despachos de geração por usina térmica e hidráulica de cada submercado e o CMO para cada estágio por patamar de carga (RIBEIRO, 2009).

O CMO é a base para a determinação do PLD para cada patamar de carga, já que, segundo a CCEE (2012), representa o custo variável do recurso de geração mais caro expedido, caso o mesmo ainda esteja disponível para suprir o incremento de carga posterior.

A figura 2 demonstra um esquema do processo de funcionamento:



**Figura 2** - Esquema de funcionamento dos modelos do PLD.

Fonte: RIBEIRO (2009).

### 3.1.3 Limites do PLD

O PLD é limitado anualmente por valores mínimo e máximo, em conformidade com legislação da ANEEL realizada no fim do ano anterior. Em dezembro de 2016, a ANEEL homologou em reunião pública, os limites do PLD para o ano de 2017, conforme a tabela 3, tendo a sua validade entre a primeira e a última semana operativa de preços do ano.

O cálculo do PLD mínimo considera os gastos de operação e manutenção das usinas hidrelétricas, assim como os referentes ao ganho financeiro. Já o valor máximo do PLD se baseia nas despesas variáveis de operação das entidades termelétricas disponíveis para envio centralizado. (ANEEL, 2016).

**Tabela 3** - Limites do PLD em 2017.

<b>Limites do PLD (2017)</b>	<b>R\$/MWh</b>
<b>Mínimo</b>	33,68
<b>Máximo</b>	533,82

**Fonte:** ANEEL (2016).

## 4 MODELOS DE MERCADO EM OUTROS PAÍSES

A desregulamentação do mercado, teoricamente, aumenta a segurança de suprimento, pois aumenta o número de participantes no mercado. Ainda que apresente riscos a partir do momento em que o Estado passa a responsabilidade ao mercado. (CASTRO, 2009)

Para uma melhor compreensão acerca da expansão do Mercado Livre no Brasil, é prudente conhecer o tipo de mercado predominante nos considerados países desenvolvidos. Dessa forma, é possível realizar uma comparação do mercado desses países com o modelo de mercado brasileiro, visando traçar estratégias que promovam o desenvolvimento deste mercado.

A tabela 4 apresenta o grau de liberdade no setor elétrico dos países escolhidos para comparação.

**Tabela 4** - Grau de liberdade do setor elétrico em países da Europa.

<b>País</b>	<b>Grau de liberdade no Mercado Livre (%)</b>
Alemanha	100
Espanha	100
França	70
Reino Unido	100

**Fonte:** CASTRO (2009) (adaptado pelos autores).

### 4.1 Alemanha

O comércio de energia alemão se divide em dois grandes mercados: o mercado atacadista e o mercado de varejo.

No mercado atacadista, a comercialização da energia elétrica é realizada através do mercado spot (onde a energia de curto prazo é comercializada), ou também sendo feita de forma direta entre os agentes. A comercialização de maneira independente é realizada através de Contrato Bilateral e é realizada diretamente entre os agentes, conhecido como mercado de balcão ou *over-the-counter* (OTC). Tanto o preço quanto outros pontos de contrato são decididos entre as partes. Existem dois operadores onde produtores e compradores podem realizar a comercialização de energia: a *European Energy Exchange* (EEX) e a EPEX SPOT (IEA, 2013).

A EEX é a administradora do mercado spot, do mercado de derivativos financeiros e da plataforma de negociação bilateral de produtos – OTC.

A EPEX SPOT é definida como uma bolsa de energia de curto prazo, sendo esta a plataforma do mercado spot onde opera-se o mercado do dia seguinte, através de leilões, além do mercado intra diário para Alemanha, Áustria, França e Suíça. No mercado do dia seguinte é comercializada a energia que é despachada nas 24 horas do dia seguinte à transação. Já no mercado intra diário, a energia comercializada é despachada no mesmo dia da operação.

A energia elétrica adquirida das fontes renováveis deve ser comercializada no mercado spot de energia, sendo que o volume de energia renovável é definido no mercado do dia seguinte independente do preço.

Entre os países da Europa, a Alemanha tem-se mostrado como um dos que possuem o preço de energia elétrica mais elevado, principalmente no caso de consumidores residenciais. Segundo Gesel (2014) para obter controle dos efeitos financeiros provenientes de variação de preços no mercado, os agentes dispõem de derivativos financeiros como futuros, opções e contratos *forward*, que nada mais é do que um compromisso acordado entre as partes para que uma compra seja realizada numa certa data, por uma determinada quantia.

## 4.2 Espanha

A comercialização de eletricidade no mercado atacadista é realizada por meio de contratos bilaterais entre os agentes fornecedores de energia elétrica, sendo regulada pela Lei 24/13.

Os comercializadores são todos os agentes que realizam a venda de energia elétrica aos consumidores. Dessa forma, os comercializadores precisam contratar energia elétrica com os produtores. Por se tratar de um contrato bilateral, o prazo e o preço são definidos de maneira livre entre ambas as partes.

Estes agentes ao adquirirem a energia no mercado, a vendem para os clientes através de um contrato onde se inclui o preço da energia contratada, as tarifas de transmissão e distribuição e uma margem relacionada a comercialização da energia.

A Lei 24/13 ainda define os dois tipos de consumidores na Espanha, separando-os entre aqueles que contratam o fornecimento de energia elétrica com os comercializadores de energia e aquele que realizam a contratação de energia diretamente com os produtores, sendo estes chamados de consumidores diretos.

Existe ainda o já citado mercado spot de energia elétrica, em que a energia é negociada em curto prazo. Dessa forma, os produtores preparam ofertas de venda de energia elétrica para o *Operador do Mercado Ibérico de Energía* (OMEL) para cada período de programação do dia seguinte, enquanto os comercializadores comunicam suas necessidades de energia à OMEL para o mesmo período.

A entrada em funcionamento das plantas produtoras, de acordo com Gesel (2014), é decidida por ordem de mérito, partindo daquela que realiza a oferta mais barata até que se iguale a demanda de energia no período programado. O preço do mercado spot em cada período corresponde ao preço da oferta mais cara para aquele período.

O preço pelo serviço elétrico a ser pago pelo consumidor final na Espanha pode ser de três tipos:

- Preço do comercializador, que engloba o custo de produção, as tarifas de distribuição e transmissão e encargos correspondentes, além da margem relacionada a comercialização;
- Preço voluntário, que se destina aos pequenos consumidores de energia elétrica. Estipulado como o preço máximo que pode ser cobrado pelos comercializadores para os pequenos consumidores e é igual em toda a extensão territorial da Espanha;
- Tarifa de último recurso, que é destinada aos ditos “consumidores vulneráveis”, que são aqueles que sendo pessoa física possuem potência contratada menor que 3kW. Esta tarifa deve associar um desconto com relação ao preço voluntário e, também, é única em todo o território espanhol.

### 4.3 França

A França é o segundo maior produtor e consumidor de eletricidade da Europa, com o mercado dominado pela produtora de energia *Électricité de France* (EDF), possuindo uma capacidade instalada de 131 GW em 2012, e um total líquido de energia elétrica gerada nesse mesmo ano de 539,8 TWh (IEA, 2009).

Segundo Gesel (2014) o mercado de energia francês, assim como nos outros países europeus, também se divide entre o mercado atacadista e mercado de varejo, sendo que o mercado atacadista não é encarregado da maior parte das transações de energia. Dessa maneira, uma parcela da produção que pertence à EDF, que é a maior produtora de energia elétrica do país, não é comercializada no mercado atacadista, sendo fornecida direta ao cliente final por intermédio da *Électricité Réseau Distribution France* (ERDF), subordinada à EDF que é encarregada de tomar conta da distribuição de eletricidade de 95% do território francês.

Com a promulgação da *Nouvelle Organisation du marché de l'Électricité* (NOME) em 2010, o mercado de eletricidade da França passou por mudanças significativas, permitindo que os demais agentes compradores do mercado, que não a ERDF,

tenham acesso a uma quantia de eletricidade fixa, de fonte nuclear, gerada pela EDF à um preço regulamentado. Ainda, há uma pequena parcela de produtores não-pertencentes à EDF que possuem participação no mercado atacadista (GESEL, 2014).

A maior parte da atuação do mercado atacadista de eletricidade ocorre por meio de operações de balcão – OTC, de maneira direta ou por meio de intermediários (corretores e outras plataformas de negociação). Existe também a comercialização através do mercado spot que ocorre por meio da EPEX SPOT.

Já o mercado de varejo desde 2007 permite que tanto consumidores residenciais quanto industriais possam escolher o seu fornecedor de energia elétrica. Dessa forma, o mercado de varejo é liberalizado visando aumento de concorrência.

O mercado de energia da França possui dois sistemas de tarifas diferentes, sendo eles as Tarifas Livres, onde a tarifa é livremente fixada pelo fornecedor e o consumidor possui liberdade de escolher o fornecedor de quem contratar energia, e as Tarifas Reguladas de Venda, onde o governo define o valor da tarifa baseado nos custos reais submetidos pelo fornecedor e os clientes realizam contrato somente com o operador, seja o EDF ou outra empresa de distribuição local. (GESEL, 2014)

#### **4.4 Reino Unido**

O mercado de energia do Reino Unido, segundo Gesel (2014), é separado nas atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização. A transmissão e a distribuição são atividades reguladas, enquanto a geração e a comercialização estão em ambiente de mercado livre sendo realizadas por empresas privadas concorrentes. Assim como em outros países europeus, o sistema elétrico da Grã-Bretanha possui dois mercados: o atacadista e o varejo.

Os comercializadores e geradores realizam a compra de energia elétrica pelo mercado atacadista. Tais transações podem ser realizadas através de contratos ou pelo mercado de curto prazo. O tempo dos contratos podem ter períodos de duração diferentes e todas as condições do mesmo são livremente negociadas entre as partes.

A energia elétrica também pode ser importada ou exportada através das interligações existentes em conjunto com Holanda, França e Irlanda (OFGEM, 2013).

No mercado de curto prazo, a *National Grid Electricity Transmission PLC* (NGET), sendo a operadora do sistema, tem a tarefa de garantir o fornecimento de energia elétrica, atendendo a demanda em tempo real. De acordo com Gesel (2014) ela balanceia a energia residual, resultante das diferenças entre os contratos e o consumo e produção real. Desse modo, a NGET, através da companhia elétrica ELEXON, promove uma comparação da energia contratada com a energia que cada agente adquiriu e vendeu. Depois de calcular a quantidade de energia comercializada fora dos contratos, a ELEXON calcula o preço de equilíbrio a ser aplicado, sendo este o preço que garante que a demanda e a oferta fiquem equilibradas. Os mecanismos utilizados pela ELEXON, em sua totalidade, constam no *Balancing and Settlement Code* (BSC) (ELEXON, 2013). Por consequência, se um agente do mercado gerar ou consumir acima ou abaixo da energia que foi contratada, serão expostos ao preço de equilíbrio.

Já no mercado de varejo da Grã-Bretanha, Gesel (2014) afirma que se introduziu a concorrência em 1999. Desde então todos os consumidores podem contratar de maneira livre com o comercializador que lhes fornecerá a energia elétrica. Os comercializadores contratam energia no mercado atacadista para transferi-la para os consumidores finais, tendo liberdade para estabelecer o preço que o consumidor deverá pagar por este serviço baseando-se em seus contratos de compra e venda de energia elétrica e as tarifas definidas para as redes de transmissão e distribuição de energia. Desse modo, a concorrência entre comercializadores é estimulada, acarretando em preços mais competitivos, maior variedade de produtos e aumento de qualidade dos mesmos.

#### **4.5 Califórnia (EUA)**

O Estado da Califórnia foi pioneiro nos Estados Unidos da América com relação a desregulamentação dos mercados elétricos, possuindo atualmente um mercado atacadista, operado pela *California Independent System Operator* (CAISO), e um

mercado varejista de energia elétrica (FERC, 2013). O mercado atacadista pode ser o mercado do dia seguinte, da hora seguinte – com lances realizados 2 horas antes da usina estar disponível – ou spot.

No mercado de dia seguinte, os preços de equilíbrio do dia seguinte são determinados de hora em hora assim como a compra e venda de energia, garantindo um equilíbrio entre oferta e demanda. O mercado spot acontece em tempo real e administra o congestionamento instantâneo das cargas, operando a partir do momento em que o mercado do dia seguinte revela os seus resultados. Este mercado conduz quatro operações por hora, com intervalos de 15 minutos para realizar o despacho otimizado. (GESEL, 2014)

Segundo a FERC (2013), os mercados spot e do dia seguinte, pelo fato de operarem na CAISO, são relacionados entre si, possuindo preços análogos. Existem também os contratos bilaterais, porém realizados particularmente, fora dos mercados da CAISO.

Por último tem-se a *Nodal Exchange*, uma bolsa criada em 2007 com objetivo de fornecer contratos futuros participantes do mercado de eletricidade dos Estados Unidos. Ela atua através de contratos futuros nas regiões significativas de seis mercados elétricos, incluindo a CAISO.

O mercado varejista, porém, é destinado aos consumidores que não possuem serviço de acesso direto, ou seja, não podem negociar diretamente com os fornecedores de energia elétrica, buscando como saída obter o serviço através das IOUs (*investor-owner utilities*), que são companhias proprietárias da rede de transmissão no estado da Califórnia e lideram a distribuição, com destaque para empresas como *PG&E*, *Southern California Edison*, *San Diego Gas & Electric*, que geram um quarto da energia elétrica do estado.

A Figura 3 ilustra o domínio estadual das IOUs destacadas.



**Figura 3** - Regiões elétricas por IOU na Califórnia em 2013  
**Fonte:** FERC (2013)

As IOUs são reguladas pela *California Public Utilities Commission* (CPUC), em contrapartida as companhias de propriedade municipal são reguladas por seus governos locais. Juntos eles definem quais serão as taxas que deverão ser pagas pelos consumidores finais. Tais taxas visam fornecer um lucro razoável para essas companhias ou, no mínimo, um retorno do investimento. Elas se baseiam no custo que as empresas têm para gerar ou adquirir eletricidade, assim como outros custos energéticos gastos em geração, transmissão e distribuição. Contudo, de acordo com Rodrigues (2001), em função da crise energética no Estado da Califórnia entre 2000 e 2001 causada pela queda de investimentos no setor elétrico após a retirada do Estado na condução do setor, o custo da energia se tornou um dos maiores do Estados Unidos.

## 5 PROJEÇÃO PARA O FUTURO

O atual sistema de distribuição de energia elétrica do Brasil tem se mostrado obsoleto em relação aos avanços tecnológicos da humanidade, passando por medidores analógicos arcaicos, furtos de energia e, até mesmo a falta de uma detecção precoce de quedas no abastecimento e falhas durante a transmissão na rede elétrica.

Os sistemas de energia elétrica começam a sofrer uma transformação de grandes proporções. Tal transformação consiste em modernizar as tecnologias dos sistemas de geração, transmissão, distribuição e do consumo final da energia elétrica, com o objetivo de abordar questões que partem das preocupações com mudanças climáticas e a situação das instalações atuais, que se encontram ultrapassadas, até a possibilidade de proporcionar ao consumidor final uma maior participação no planejamento e operação do sistema (FALCÃO, 2009).

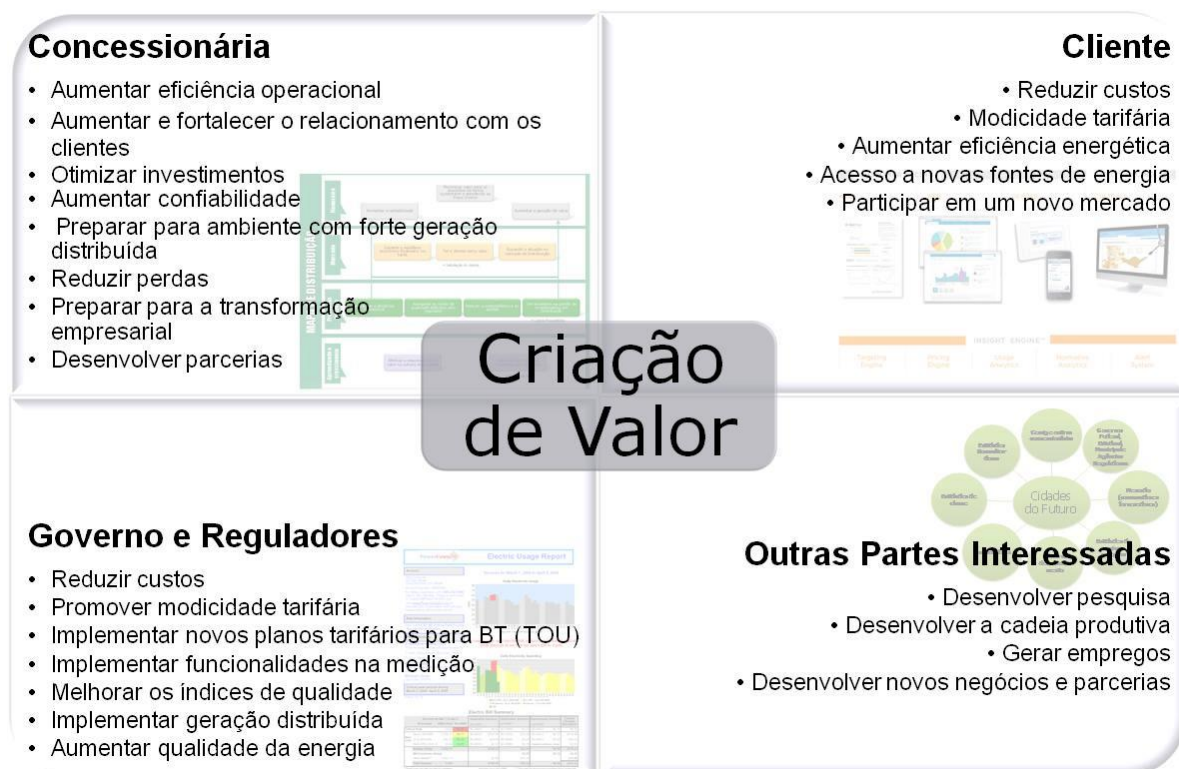
Como tendência para o futuro relativamente próximo, o sistema de rede de energia inteligente conhecido como Smart Grid demonstra ser inovador, tendo em vista suas grandes vantagens, como a possibilidade de realizar medições e verificação de dados em tempo real, conforme será abordado adiante.

### 5.1 Inserção do Smart Grid para análise de grandeza elétrica

Smart grids, ou “redes inteligentes”, são os sistemas de distribuição e de transmissão de energia elétrica que foram dotados de recursos de Tecnologia da Informação (TI) e de elevado grau de automação, de forma a ampliar substancialmente a sua eficiência operacional.  
(CPFL Energia, s.d.)

Esse sistema apresenta maior eficiência e um melhor controle do fluxo de energia, que proporcionam uma gama vasta de benefícios tanto para os consumidores, quanto para as concessionárias de energia, além do sistema elétrico como um todo, conforme nota-se na figura 4. Contando com medidores eletrônicos inteligentes, o sistema disponibiliza funções revolucionárias, tais como o envio de

alarmes, contando também com medição remota por parte do consumidor e da concessionária.



**Figura 4** - As vantagens do sistema Smart Grid.

**Fonte:** CEMIG (s.d.).

No futuro, as Smart Grids proporcionarão aos consumidores de empresas distribuidoras de energia a possibilidade de acompanhar os seus dados de consumo de forma mais detalhada. Através de um dos seus principais componentes da rede, o medidor inteligente, que permitirá a obtenção de informações em tempo real e de modo instantâneo. Assim, não será necessário que se espere a conta de energia chegar ao fim de um mês para tomar as devidas providências relacionadas a economia (CEMIG, sem data).

Para as concessionárias de energia, a rede Smart Grid também poderá trazer benefícios comparados aos sistemas elétricos atuais, como a identificação de uma queda no abastecimento da rede de maneira instantânea e precisa, além da realização automática de manobras necessárias para assegurar um reestabelecimento imediato do fornecimento, apresentando de forma detalhada o comportamento de consumo dos clientes, resultando em um melhor planejamento

para ampliação da oferta, regulando o sistema de acordo com esses dados coletados. Também será permitido controlar, de forma precisa, fraudes comerciais, furtos e perdas operacionais de energia, podendo estas ser identificadas a partir de mudanças no comportamento de consumo.

Algumas das características geralmente atribuídas à Smart Grid são:

- Auto-recuperação: capacidade de automaticamente detectar, analisar, responder e restaurar falhas na rede;
  - Empoderamento dos Consumidores: habilidade de incluir os equipamentos e comportamento dos consumidores nos processos de planejamento e operação da rede;
  - Tolerância a Ataques Externos: capacidade de mitigar e resistir a ataques físicos e cyber-ataques;
  - Qualidade de Energia: prover energia com a qualidade exigida pela sociedade digital;
  - Acomodar uma grande variedade de fontes e demandas: capacidade de integrar de forma transparente (*plug and play*) uma variedade de fontes de energia de várias dimensões e tecnologia;
  - Reduzir o impacto ambiental do sistema produtor de eletricidade, reduzindo perdas e utilizando fontes de baixo impacto ambiental;
  - Resposta da demanda mediante a atuação remota em dispositivos dos consumidores;
  - Viabilizar e beneficiar-se de mercados competitivos de energia, favorecendo o mercado varejista e a microgeração.
- (FALCÃO, 2009)

A figura 5 descreve o funcionamento de todo um sistema Smart Grid, desde a geração, passando pelo monitoramento de cada etapa de transmissão e distribuição aliado a verificação de consumo em tempo real, por meio de sensores instalados ao longo da rede.



**Figura 5** - Funcionamento do sistema Smart Grid.

Fonte: CAMARGO (2009).

A Smart Grid também é vista como uma excelente ferramenta, adequada para os países se ajustarem às exigências do Protocolo de Kyoto. Em grande maioria, os sistemas de geração de energia dos países desenvolvidos se baseiam no consumo de combustíveis fósseis. As redes inteligentes serão o instrumento que permitirá a disseminação das fontes de energia renováveis, através dos conceitos de microgeração e Geração Distribuída (GD) (CPFL Energia, sem data).

A GD se define como o uso integrado ou isolado de recursos modulares de pequeno porte por concessionárias, consumidores e terceiros em aplicações que enriquecem o sistema elétrico como um todo. Pode oferecer diversas vantagens pelo fato de aproximar a unidade de geração da carga, proporcionando a diminuição das perdas na transmissão de energia e permitindo o uso de fontes de energia alternativa em pequena escala na geração de energia (BARBOSA FILHO e AZEVEDO, 2014).

Por meio do conceito de comunicação bidirecional de energia, presente na GD, que o pequeno produtor de energia renovável, além de produzi-la para uso próprio, passa a negociar a venda de seu excedente para as concessionárias ou terceiros.

No Brasil, algumas cidades já fazem uso da smart grid no sistema de distribuição de energia elétrica. Atualmente, o Grupo CPFL Energia utiliza esta tecnologia para fiscalizar os dados de aproximadamente 25.000 consumidores nas cidades em que está presente, como por exemplo Campinas (SP) e Caxias do Sul (RS). Já a concessionária Cemig monitora cerca de 12.000 unidades consumidoras em Belo Horizonte (MG), realizando a medição e o faturamento de maneira digitalizada (Estúdio ABC, 2015).

## 6 ESTUDO DE CASO

Além da maneira bilateral de negociar os seus contratos, o Mercado Livre de Energia possui como atratividade uma tarifa supostamente mais baixa. Este trabalho tem como objetivo verificar se tal argumento é válido através de um estudo tarifário no mercado regulado com otimização contratual e uma simulação no ambiente livre.

As medições de demanda e consumo, que se encontram no Anexo A, foram cedidas por uma empresa privada do segmento de construção civil (que não autorizou a divulgação de nome e outras informações que eventualmente pudesse ocorrer uma associação de sua marca empresarial), tendo como objetivo o uso acadêmico. Vale ressaltar que nas premissas do estudo todas as tarifas simuladas não levam em consideração o valor dos impostos aplicados, bandeira tarifária e situação hidrológica, visto que foi considerado o melhor cenário para ambas os ambientes, ou seja, bandeira tarifária verde e PLD no valor piso.

A unidade da empresa se encontra atualmente na área de concessão da Light, sendo assim, as tarifas utilizadas são referentes a Resolução Homologatória nº 2.206/17 da ANEEL.

### 6.1 Situação Atual

Os dados de consumo utilizados nesse estudo são referentes a doze meses – maio de 2016 a maio de 2017 – de fatura de uma empresa privada, que atualmente encontra-se no mercado cativo com uma demanda contratada de 2300kW, no subgrupo A4 e na tarifa horária Verde.

Os cálculos tarifários, que se encontram no Apêndice A, foram realizados para simular o valor pago mensalmente no consumo de energia do período referenciado anteriormente, perfazendo um montante anual, valor este que será objeto da comparação para definir a melhor tarifa.

Na tabela 5, são apresentados os resultados de preço obtidos pelos autores.

**Tabela 5** - Simulação dos preços pagos atualmente.

<b>Mês</b>	<b>Tarifa Verde</b>
mai/17	R\$ 280.092,22
abr/17	R\$ 286.368,93
mar/17	R\$ 311.845,36
fev/17	R\$ 294.285,74
jan/17	R\$ 222.708,55
dez/16	R\$ 249.940,86
nov/16	R\$ 279.771,33
out/16	R\$ 304.662,47
set/16	R\$ 281.428,44
ago/16	R\$ 309.013,68
jul/16	R\$ 287.683,21
jun/16	R\$ 276.891,56
mai/16	R\$ 300.128,02

**Fonte:** Autores.

## 6.2 Otimização Contratual

A otimização contratual é realizada através do estudo das medições de demanda e consumo realizadas em um período de tempo – neste trabalho utilizou-se doze meses – de maneira que possa ser verificada uma eventual economia no valor pago nas faturas de energia.

Utilizando-se dos valores medidos atualmente, que podem ser conferidos no Anexo A, foi determinado o melhor valor de demanda a ser contratada. Tal valor é obtido através do maior valor medido – no estudo, foi encontrado o valor de 1737,12kW – e subtraindo 5% dessa medição. Por consequência, a melhor demanda contratada foi estipulada em 1650kW. Dito isso, foram realizados os cálculos tarifários que simulam a tarifa a ser paga após a otimização contratual.

A tabela 6 demonstra o resultado da simulação tarifária, considerando as tarifas horárias verde e azul obtidos pelos autores, e os cálculos podem ser conferidos no Apêndice B.

**Tabela 6** - Comparação dos valores simulados das tarifas verde e azul após otimização contratual no mercado cativo.

<b>Mês</b>	<b>Tarifa Verde otimizada</b>	<b>Tarifa Azul otimizada</b>
mai/17	R\$ 269.848,22	R\$ 268.484,19
abr/17	R\$ 277.073,68	R\$ 276.843,88
mar/17	R\$ 303.133,23	R\$ 297.019,50
fev/17	R\$ 285.255,26	R\$ 283.740,60
jan/17	R\$ 212.672,59	R\$ 223.038,27
dez/16	R\$ 239.696,86	R\$ 246.378,86
nov/16	R\$ 269.527,33	R\$ 268.643,02
out/16	R\$ 294.418,47	R\$ 293.407,58
set/16	R\$ 271.184,44	R\$ 274.101,27
ago/16	R\$ 298.769,68	R\$ 290.410,42
jul/16	R\$ 277.439,21	R\$ 275.054,59
jun/16	R\$ 266.647,56	R\$ 264.111,18
mai/16	R\$ 289.884,02	R\$ 283.568,81

**Fonte:** Autores.

Dessa forma, através da otimização contratual constatou-se que a contratação de uma nova demanda no valor de 1650kW implicaria numa economia de 3,51% ao ano na tarifa horária verde e 3,8% ao ano na tarifa horária azul, conforme a tabela 7.

A economia maior obtida na tarifa azul já era esperada, pois a média dos fatores de carga da instalação foi de 0,685, sendo que por definição, essa modalidade tarifária se torna mais atrativa quando se tem o fator de carga com o valor acima de 0,63.

**Tabela 7** - Economia na tarifa após otimização contratual.

	<b>Tarifa Verde atual</b>	<b>Tarifa Verde otimizada</b>	<b>Tarifa Azul otimizada</b>
Total	R\$ 3.684.820,37	R\$ 3.555.550,55	R\$ 3.544.802,17
Economia (R\$)	–	R\$ 129.269,82	R\$ 140.018,20
Economia (%)	–	3,51%	3,80%

**Fonte:** Autores.

### 6.3 Simulação da tarifa no Mercado Livre

O cálculo da tarifa no Mercado Livre se divide em duas partes, a parte da comercializadora, que é referente ao consumo total, e a parte da distribuidora, sendo referente a demanda contratada e ao uso do sistema elétrico de distribuição e transmissão, que somadas definem o valor a ser pago na fatura.

Considerou-se na simulação uma proposta comercial de R\$ 210,00/MWh, apresentada por uma comercializadora para início de vigência a partir de janeiro de 2018, mais as tarifas dos consumidores livres da distribuidora Light, estabelecida pela ANEEL segundo a Resolução Homologatória nº 2.206, de 14 de março de 2017, realizou-se o cálculo tarifário do Mercado Livre, contido no Apêndice C, para averiguar a ocorrência de uma economia na tarifa paga por essa empresa.

Os resultados obtidos podem ser conferidos nas tabelas 8 e 9 a seguir.

**Tabela 8** - Resultado da simulação da tarifa horária verde no Mercado Livre

Tarifa Verde					
Mês	Comercializadora		Distribuidora		Total
mai/17	R\$	118.561,38	R\$	98.013,36	R\$ 216.574,74
abr/17	R\$	123.469,29	R\$	99.098,66	R\$ 222.567,95
mar/17	R\$	133.403,97	R\$	110.356,18	R\$ 243.760,15
fev/17	R\$	126.372,12	R\$	102.795,40	R\$ 229.167,52
jan/17	R\$	90.272,70	R\$	78.441,22	R\$ 168.713,92
dez/16	R\$	105.292,95	R\$	86.319,00	R\$ 191.611,95
nov/16	R\$	118.721,19	R\$	97.663,08	R\$ 216.354,27
out/16	R\$	134.651,79	R\$	103.057,68	R\$ 237.709,47
set/16	R\$	122.691,66	R\$	95.521,32	R\$ 218.212,98
ago/16	R\$	131.840,52	R\$	108.761,64	R\$ 240.602,16
jul/16	R\$	122.669,61	R\$	100.305,12	R\$ 222.974,73
jun/16	R\$	115.605,00	R\$	98.087,40	R\$ 213.692,40
mai/16	R\$	127.680,42	R\$	105.527,64	R\$ 233.208,06

Fonte: Autores

**Tabela 9** - Resultado da simulação da tarifa horária azul no Mercado Livre.

Tarifa Azul					
Mês	Comercializadora		Distribuidora		Total
mai/17	R\$	118.561,38	R\$	77.008,46	R\$ 195.569,84
abr/17	R\$	123.469,29	R\$	79.118,81	R\$ 202.588,10
mar/17	R\$	133.403,97	R\$	84.014,79	R\$ 217.418,76
fev/17	R\$	126.372,12	R\$	81.013,04	R\$ 207.385,16
jan/17	R\$	90.272,70	R\$	67.878,80	R\$ 158.151,50
dez/16	R\$	105.292,95	R\$	72.585,65	R\$ 177.878,60
nov/16	R\$	118.721,19	R\$	77.061,73	R\$ 195.782,92
out/16	R\$	134.651,79	R\$	82.371,93	R\$ 217.023,72
set/16	R\$	122.691,66	R\$	78.385,22	R\$ 201.076,88
ago/16	R\$	131.840,52	R\$	81.434,84	R\$ 213.275,36
jul/16	R\$	122.669,61	R\$	78.377,87	R\$ 201.047,48
jun/16	R\$	115.605,00	R\$	76.023,00	R\$ 191.628,00
mai/16	R\$	127.680,42	R\$	80.048,14	R\$ 207.728,56

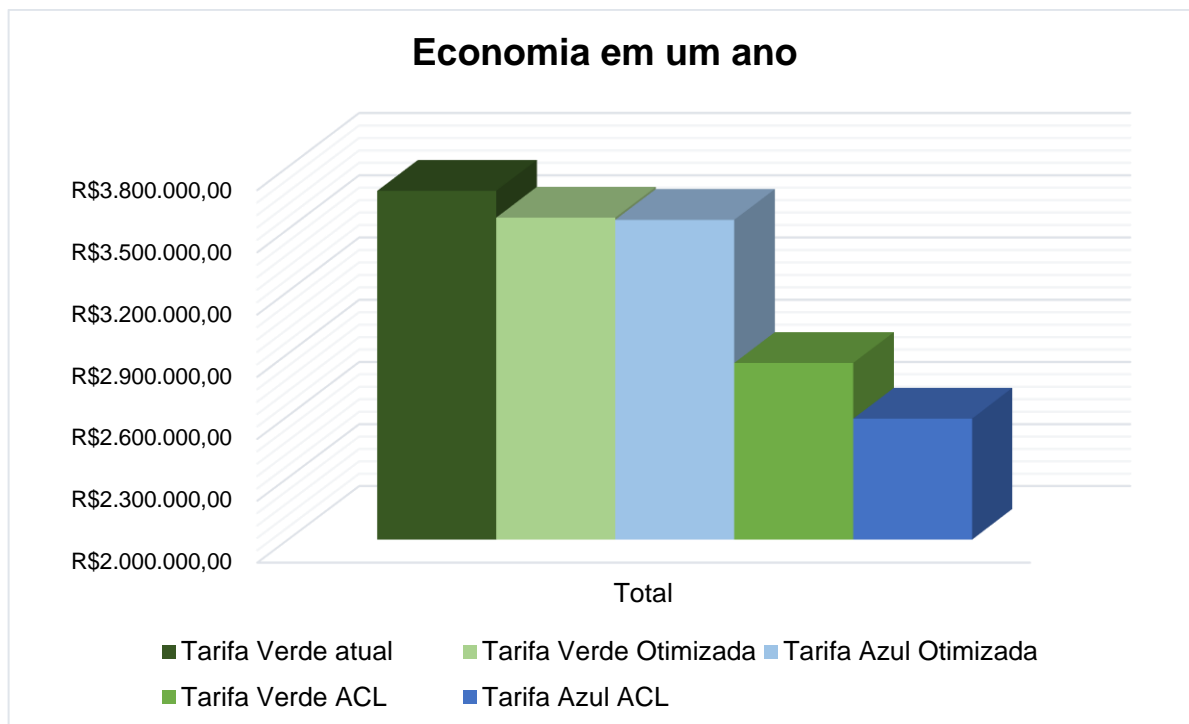
Fonte: Autores.

Por intermédio dos resultados obtidos, presentes na tabela 10 a seguir, é possível observar que o Mercado Livre de fato apresenta uma economia na fatura de energia, tanto em comparação com a situação atual, quanto em comparação a situação após otimização contratual. Com base nesses resultados, plota-se o gráfico da figura 6 que ilustra essa economia em um ano.

**Tabela 10** - Resultado da economia da tarifa no Mercado Livre

	Tarifa Verde atual	Tarifa Verde Otimizada	Tarifa Azul Otimizada	Tarifa Verde ACL	Tarifa Azul ACL
Total	R\$ 3.684.820,37	R\$ 3.555.550,55	R\$ 3.544.802,17	R\$ 2.855.150,29	R\$ 2.586.554,87
Economia (R\$)	–	R\$ 129.269,82	R\$ 140.018,20	R\$ 829.670,08	R\$ 1.098.265,50
Economia (%)	–	3,51%	3,80%	22,52%	29,81%

Fonte: Os autores



**Figura 6** - Economia na fatura de energia em um ano

**Fonte:** Autores

Os valores obtidos nas tarifárias horárias verde e azul demonstram que esse ambiente de contratação se apresenta como uma excelente alternativa para os consumidores que buscam obter uma redução em sua fatura de energia, com destaque para a economia de R\$ 1.098.265,50 em um ano, obtida na tarifa horária azul do ACL, chegando próximo a redução de um terço do valor pago atualmente, sendo o melhor caso em relação as propostas desse estudo.

Todavia, para a obtenção real de resultados satisfatórios é necessário que se tenha previsibilidade do consumo total da planta, uma vez que o consumidor realiza a contratação do montante de energia com antecedência. Caso a quantidade contratada seja muito inferior ou muito superior ao realizado, o consumidor pode não obter o ganho esperado, podendo ainda ter prejuízo, visto que o PLD no momento da compra de um eventual déficit ou venda de um excedente poderá influenciar nesta questão.

## 7 CONCLUSÃO

A construção deste trabalho acadêmico viabilizou uma melhor compreensão a respeito do mercado de energia brasileira como um todo, permitindo estudar as tarifas aplicadas ao consumidor no mercado regulado e até mesmo os leilões envolvendo geradores, distribuidores e comercializadores de energia, realizar uma análise das negociações no ambiente livre, feitas através de contratos livremente negociados entre as partes, e entender o cálculo do PLD para o mercado semanal de energia, além do mais possibilitou observar os diferentes mercados de energia em outros países e comparar o Brasil com os mesmos.

Antes visto apenas como uma alternativa ao mercado regulado, o Mercado Livre de Energia tem se mostrado como uma solução para o sistema energético do Brasil, desde que apresentou um crescimento no número de consumidores nos últimos anos pode-se notar que a tendência para o futuro é a total desregulamentação do mercado de energia, baseado em suas vantagens para as partes como todo, além dos exemplos de sucesso em países desenvolvidos.

A inserção do sistema Smart Grid demonstra uma grande possibilidade de avanço no que se refere a automação das redes elétricas, visto que proporcionará muitas facilidades tanto para o consumidor final, quanto para os geradores e comercializadores, ofertando o monitoramento do consumo em tempo real e, até mesmo, a detecção de anomalias na rede que contribuirão para manutenção do sistema.

As simulações tarifárias nos diversos ambientes de contratação, incluindo uma otimização contratual, puderam comprovar a veracidade da economia que o Ambiente de Contratação Livre possui em relação aos demais, provando-se como o mercado mais atrativo para aqueles que desejam obter reduções consideráveis em sua fatura de energia.

Em vista dos resultados obtidos, torna-se importante ressaltar que o desenvolvimento de um estudo da eficiência energética da planta, analisando o perfil de consumo da mesma, pode ampliar ainda mais os ganhos apresentados. Dessa

forma, realiza-se uma nova simulação tarifária que certamente apresentará resultados ainda mais satisfatórios no âmbito econômico.

Dessa forma, a trajetória do Mercado Livre no Brasil valida a certeza de sua completa utilização no futuro, as melhorias tecnológicas como a implantação da Smart Grid poderão ser capazes de acelerar o processo de desregulamentação total do mercado. Além da atratividade econômica que esse mercado apresentou, e pôde ser comprovada através das simulações tarifárias realizadas nesse estudo, que certamente é determinante para o crescimento desse ambiente de contratação de energia.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS COMERCIALIZADORES DE ENERGIA – ABRACEEL. **Cartilha Mercado Livre De Energia Elétrica**. 2016. Disponível em <[http://www.abraceel.com.br/archives/files/Abraceel\\_Cartilha\\_MercadoLivre\\_V9.pdf](http://www.abraceel.com.br/archives/files/Abraceel_Cartilha_MercadoLivre_V9.pdf)> Acesso em 11 mar. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Resolução Normativa nº 414/2010, de 09 de setembro de 2010. **Estabelece as Condições Gerais de Fornecimento de Energia Elétrica de forma atualizada e consolidada**. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2010414comp.pdf/>>. Acesso em 13 mar. 2017.

\_\_\_\_\_. Resolução Normativa nº 479/2012, de 03 de abril de 2012. **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://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012479.pdf>>. Acesso em 16 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. Resolução Homologatória nº 2.206/2017, de 14 de março de 2017. **Homologa o resultado da quarta Revisão Tarifária Periódica – RTP da Light Serviços de Eletricidade S/A. - Light, as Tarifas de Energia – TE e as Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição – TUSD, e dá outras providências**. Disponível em <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/reh20172206ti.pdf>> Acesso em 07 out. 2017.

\_\_\_\_\_. **Consumidores especiais terão novas regras para migração ao ACL**. 21 jun. 2016. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset\\_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/consumidores-especiais-terao-novas-regras-para-migracao-ao-acl/656877?inheritRedirect=false](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/consumidores-especiais-terao-novas-regras-para-migracao-ao-acl/656877?inheritRedirect=false)>. Acesso em 19 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. **ANEEL homologa limites do PLD para 2017**. 13 dez. 2016. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset\\_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/aneel-homologa-limites-do-pld-para-2017/656877](http://www.aneel.gov.br/sala-de-imprensa-exibicao-2/-/asset_publisher/zXQREz8EVIZ6/content/aneel-homologa-limites-do-pld-para-2017/656877)>. Acesso em 26 ago. 2017

BARBOSA FILHO, W. P.; AZEVEDO, A. C. S. **Geração Distribuída: vantagens e desvantagens.** II Simpósio de estudos e pesquisas em ciências ambientais na Amazônia. 2013. Disponível em <[http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2014/artigo\\_gd.pdf](http://www.feam.br/images/stories/arquivos/mudnacaclimatica/2014/artigo_gd.pdf)>. Acesso em 23 set. 2017.

BATISTA, H. G. **O que é e como funciona a CCEE.** O Globo. 24 abr. 2014. Disponível em <<http://oglobo.globo.com/economia/o-que-e-como-funciona-ccee-12282323>>. Acesso em 07 abr. 2017

BRASIL. Decreto nº 5.175, de 09 de agosto de 2004. **Constitui o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE de que trata o art. 14 da Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004.**

\_\_\_\_\_. Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004. **Regulamenta a comercialização de energia elétrica, o processo de outorga de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica, e dá outras providências.**

BRASIL, P. **Setor Elétrico Brasileiro busca garantir suprimento e reduzir tarifas.** 13 dez. 2011. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2011/12/setor-eletrico-brasileiro-busca-garantir-suprimento-e-reduzir-tarifas>>. Acesso em 15 abr. 2017

CAMARGO, P. C. **Smart Grid: a rede elétrica inteligente.** Tecmundo. 29 out. 2009. Disponível em <<https://www.tecmundo.com.br/3008-smart-grid-a-rede-eletrica-inteligente.htm>>. Acesso em 14 set. 2017.

CASTRO, N. J.; LEITE, A. L. S. **Política para o setor elétrico da União Europeia: rumos contrários ao processo de integração econômica.** Rio de Janeiro: Econômica, v. 11, n. 2, p. 111-132, dez. 2009.

CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – CCEE. Disponível em: <<https://www.ccee.org.br/>>. Acesso em 13 mar. 2017.

\_\_\_\_\_. **Entenda o modelo brasileiro.** Disponível em: <[https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/onde-atuamos/setor\\_eletrico](https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/setor_eletrico)>. Acesso em: 5 abr. 2017.

\_\_\_\_\_. **Migrações desaceleram no primeiro semestre, mas mercado livre segue crescendo.** 06 jul. 2017. Disponível em <[http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/noticias-opiniao/noticias/noticia leitura?contentid=CCEE\\_410232&\\_afrLoop=58230661867677#!%40%40%3Fcontentid%3DCCEE\\_410232%26\\_afrLoop%3D58230661867677%26\\_adf.ctrl-state%3D1841xcwzfr\\_17](http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/noticias-opiniao/noticias/noticia leitura?contentid=CCEE_410232&_afrLoop=58230661867677#!%40%40%3Fcontentid%3DCCEE_410232%26_afrLoop%3D58230661867677%26_adf.ctrl-state%3D1841xcwzfr_17)>. Acesso em 14 set. 2017.

\_\_\_\_\_. **InfoMercado Semanal - 148 - 3ª semana - Agosto/2017: Boletim com os dados prévios de medição e posição contratual líquida de 1º a 22 de Agosto/2017.** Disponível em <[http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/o-que-fazemos/infomercado/info\\_mercado\\_interativo?contentId=CCEE\\_455832&\\_afrLoop=60108221788497#!%40%40%3F\\_afrLoop%3D60108221788497%26contentId%3DCCEE\\_455832%26\\_adf.ctrl-state%3D1841xcwzfr\\_77](http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/infomercado/info_mercado_interativo?contentId=CCEE_455832&_afrLoop=60108221788497#!%40%40%3F_afrLoop%3D60108221788497%26contentId%3DCCEE_455832%26_adf.ctrl-state%3D1841xcwzfr_77)>. Acesso em 14 set. 2017.

\_\_\_\_\_. **Regras de comercialização. Formação do Preço de Liquidação das Diferenças.** CCEE, v 2013.1.2, 2012. Disponível em <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2013/030/documento/preco\\_de\\_liquidacao\\_das\\_diferencas\\_anexo\\_2013.1.2.pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/audiencia/arquivo/2013/030/documento/preco_de_liquidacao_das_diferencas_anexo_2013.1.2.pdf)>. Acesso em 19 ago. 2017.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. **O que são as redes inteligentes de energia?** Disponível em <[http://www.cemig.com.br/pt-br/A\\_Cemig\\_e\\_o\\_Futuro/sustentabilidade/nossos\\_programas/Redes\\_Inteligentes/Paginas/as\\_redes\\_inteligentes.aspx](http://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Redes_Inteligentes/Paginas/as_redes_inteligentes.aspx)>. Acesso em 22 abr. 2017

COMERC ENERGIA. **O Mercado Livre de Energia.** Disponível em <[https://www.comerc.com.br/comerc/o\\_mercado\\_livre\\_de\\_energia.asp](https://www.comerc.com.br/comerc/o_mercado_livre_de_energia.asp)>. Acesso em 30 mar. 2017.

CPFL ENERGIA. **Smart Grid.** Disponível em <<https://www.cpfl.com.br/energias-sustentaveis/sites-tematicos/smart-grid/Paginas/default.aspx>>. Acesso em 15 mai. 2017.

ELEXON. **The Balancing and Settlement Code (BSC) Arrangements**. 2013. Disponível em <[https://www.elexon.co.uk/wp-content/uploads/2013/11/bsc\\_trading\\_arrangements\\_v4.0\\_cgi.pdf](https://www.elexon.co.uk/wp-content/uploads/2013/11/bsc_trading_arrangements_v4.0_cgi.pdf)>. Acesso em 17 jun. 2017.

ESPAÑA. Ley 24/2013, de 26 de dezembro de 2013. **Del Sector Eléctrico**.

ESTÚDIO ABC. **Conheça 3 cidades inteligentes pelo mundo**. Exame. 29 jul. 2015. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/tecnologia/conheca-3-cidades-inteligentes-pelo-mundo/>>. Acesso em 23 set. 2017

FALCÃO, D. M. **Integração de Tecnologias para Viabilização da Smart Grid**. 2009. Disponível em <[http://www.eletrica.ufpr.br/odilon/te061/artigo\\_SMART\\_GRID\\_SBSE2010\\_DjalmaFalcao.PDF](http://www.eletrica.ufpr.br/odilon/te061/artigo_SMART_GRID_SBSE2010_DjalmaFalcao.PDF)>. Acesso em 14 set. 2017.

FEDERAL ENERGY REGULATORY COMMISSION – FERC. **California Independent System Operator (CAISO)**. 2013. Disponível em <<https://www.ferc.gov/market-oversight/mkt-electric/california/2013/09-2013-elec-ca-archive.pdf>>. Acesso em 22 jul. 2017.

GANIM, A. **Setor elétrico brasileiro: aspectos regulamentares e tributários**. Rio de Janeiro: Canal Energia, 2003.

GESEL. **Características dos Sistemas Elétricos e do Setor Elétrico de Países e/ou Estados Selecionados**; Projeto de P&D, 2014.

GOMES, T. C. **Análises de Estratégias para o Mercado Livre de Energia no Brasil**. 2013. 60f. Monografia (Graduação) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo – USP. Engenharia Elétrica, 2013.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **France Country Report**. 2009. Disponível em: <<http://iea-retd.org/wp-content/uploads/2011/10/France-Country-Report.pdf>>. Acesso em 17 jun. 2017.

\_\_\_\_\_. **Energy Policies of IEA Countries, Germany 2013 Review.** 2013. Disponível em <[https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Germany2013\\_free.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Germany2013_free.pdf)>. Acesso em 24 jun. 2017.

LIGHT. **Tipos de tarifas.** 2012. Disponível em <<http://agenciavirtual.light.com.br/gcav/tiposDeTarifas.do>>. Acesso em 09 set. 2017.

MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em <<http://www.mercadolivredeenergia.com.br/>>. Acesso em 08 mar. 2017

NASSER, I. C.; CARVALHO, L. C. X. **Avaliação da Viabilidade Jurídica para a Inclusão de Elementos de Mercado no Cálculo do PLD.** 2007. Monografia (Curso de Extensão) – Universidade Cândido Mendes. Direito de Energia Elétrica, 2007.

OFGEM. **Electricity Capacity Assessment Report 2013.** Disponível em <<https://www.ofgem.gov.uk/ofgem-publications/75232/electricity-capacity-assessment-report-2013-pdf>>. Acesso em 8 jul. 2017

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS. **Modelo Setorial.** 2017. Disponível em: <[http://www.ons.org.br/institucional\\_linguas/modelo\\_setorial.aspx](http://www.ons.org.br/institucional_linguas/modelo_setorial.aspx)>. Acesso em: 05 abr. 2017.

RIBEIRO, E. B. **Desafios para a expansão do mercado de fontes incentivadas: uma análise da atratividade do ponto de vista do consumidor local.** 2009. 134f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Engenharia Elétrica, 2009.

RODRIGUES, A. P.; BENTO, L. S.; FARIA, V. C. S. **Lições da crise energética da Califórnia.** São Paulo: Gazeta Mercantil, 12 fev. 2001.

SILVA, E. L. **Formação de preços em mercados de energia elétrica.** Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2001.

TRACTEBEL ENERGIA. **Como migrar para o mercado livre.** Disponível em <<http://www.engieenergia.com.br/wps/portal/internet/negocios/entenda-o-que-e-o-mercado-livre/como-migrar-para-o-mercado-livre>>. Acesso em 02 abr. 2017.

**APÊNDICE A**  
**CÁLCULO TARIFÁRIO PARA SITUAÇÃO ATUAL**

- Cálculo da tarifa referente a maio de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	69986	R\$ 1,18	R\$ 82.537,99
Consumo Fora Ponta (kWh)	494592	R\$ 0,33	R\$ 161.306,23
		Total	R\$ 280.092,22

- Cálculo da tarifa referente a abril de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	68409	R\$ 1,18	R\$ 80.678,15
Consumo Fora Ponta (kWh)	519540	R\$ 0,33	R\$ 169.442,78
		Total	R\$ 286.368,93

- Cálculo da tarifa referente a março de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	80185	R\$ 1,18	R\$ 94.566,18
Consumo Fora Ponta (kWh)	555072	R\$ 0,33	R\$ 181.031,18
		Total	R\$ 311.845,36

- Cálculo da tarifa referente a fevereiro de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	72404	R\$ 1,18	R\$ 85.389,66
Consumo Fora Ponta (kWh)	529368	R\$ 0,33	R\$ 172.648,08
		Total	R\$ 294.285,74

- Cálculo da tarifa referente a janeiro de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	54222	R\$ 1,18	R\$ 63.946,72
Consumo Fora Ponta (kWh)	375648	R\$ 0,33	R\$ 122.513,84
		Total	R\$ 222.708,55

- Cálculo da tarifa referente a dezembro de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	58799	R\$ 1,18	R\$ 69.344,60
Consumo Fora Ponta (kWh)	442596	R\$ 0,33	R\$ 144.348,26
		Total	R\$ 249.940,86

- Cálculo da tarifa referente a novembro de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	69319	R\$ 1,18	R\$ 81.751,36
Consumo Fora Ponta (kWh)	496020	R\$ 0,33	R\$ 161.771,96
		Total	R\$ 279.771,33

- Cálculo da tarifa referente a outubro de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	69495	R\$ 1,18	R\$ 81.958,93
Consumo Fora Ponta (kWh)	571704	R\$ 0,33	R\$ 186.455,54
		Total	R\$ 304.662,47

- Cálculo da tarifa referente a setembro de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	64034	R\$ 1,18	R\$ 75.518,50
Consumo Fora Ponta (kWh)	520212	R\$ 0,33	R\$ 169.661,94
		Total	R\$ 281.428,44

- Cálculo da tarifa referente a agosto de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	79712	R\$ 1,18	R\$ 94.008,35
Consumo Fora Ponta (kWh)	548100	R\$ 0,33	R\$ 178.757,33
		Total	R\$ 309.013,68

- Cálculo da tarifa referente a julho de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	71405	R\$ 1,18	R\$ 84.211,49
Consumo Fora Ponta (kWh)	512736	R\$ 0,33	R\$ 167.223,72
		Total	R\$ 287.683,21

- Cálculo da tarifa referente a junho de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	71616	R\$ 1,18	R\$ 84.460,33
Consumo Fora Ponta (kWh)	478884	R\$ 0,33	R\$ 156.183,23
		Total	R\$ 276.891,56

- Cálculo da tarifa referente a maio de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	2300	R\$ 15,76	R\$ 36.248,00
Consumo Ponta (kWh)	76870	R\$ 1,18	R\$ 90.656,63
Consumo Fora Ponta (kWh)	531132	R\$ 0,33	R\$ 173.223,39
		Total	R\$ 300.128,02

**APÊNDICE B**  
**CÁLCULO TARIFÁRIO REALIZADO PARA OTIMIZAÇÃO CONTRATUAL**

- Cálculo da tarifa referente a maio de 2017.

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	69986	R\$ 1,18	R\$ 82.537,99
Consumo Fora Ponta (kWh)	494592	R\$ 0,33	R\$ 161.306,23
		<b>Total</b>	<b>R\$ 269.848,22</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	69986	R\$ 0,46	R\$ 32.201,96
Consumo Fora Ponta (kWh)	494592	R\$ 0,33	R\$ 161.306,23
		<b>Total</b>	<b>R\$ 268.484,19</b>

- Cálculo da tarifa referente a abril de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1710,2	R\$ 15,76	R\$ 26.952,75
Consumo Ponta (kWh)	68409	R\$ 1,18	R\$ 80.678,15
Consumo Fora Ponta (kWh)	519540	R\$ 0,33	R\$ 169.442,78
		<b>Total</b>	<b>R\$ 277.073,68</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1710,2	R\$ 15,76	R\$ 26.952,75
Consumo Ponta (kWh)	68409	R\$ 0,46	R\$ 31.476,35
Consumo Fora Ponta (kWh)	519540	R\$ 0,33	R\$ 169.442,78
		<b>Total</b>	<b>R\$ 276.843,88</b>

- Cálculo da tarifa referente a março de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1747,2	R\$ 15,76	R\$ 27.535,87
Consumo Ponta (kWh)	80185	R\$ 1,18	R\$ 94.566,18
Consumo Fora Ponta (kWh)	555072	R\$ 0,33	R\$ 181.031,18
		Total	R\$ 303.133,23

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1737,12	R\$ 29,68	R\$ 51.557,72
Demanda Fora Ponta (kW)	1747,2	R\$ 15,76	R\$ 27.535,87
Consumo Ponta (kWh)	80185	R\$ 0,46	R\$ 36.894,72
Consumo Fora Ponta (kWh)	555072	R\$ 0,33	R\$ 181.031,18
		Total	R\$ 297.019,50

- Cálculo da tarifa referente a fevereiro de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1727	R\$ 15,76	R\$ 27.217,52
Consumo Ponta (kWh)	72404	R\$ 1,18	R\$ 85.389,66
Consumo Fora Ponta (kWh)	529368	R\$ 0,33	R\$ 172.648,08
		Total	R\$ 285.255,26

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1703,52	R\$ 29,68	R\$ 50.560,47
Demanda Fora Ponta (kW)	1727	R\$ 15,76	R\$ 27.217,52
Consumo Ponta (kWh)	72404	R\$ 0,46	R\$ 33.314,53
Consumo Fora Ponta (kWh)	529368	R\$ 0,33	R\$ 172.648,08
		Total	R\$ 283.740,60

- Cálculo da tarifa referente a janeiro de 2017

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1663,2	R\$ 15,76	R\$ 26.212,03
Consumo Ponta (kWh)	54222	R\$ 1,18	R\$ 63.946,72
Consumo Fora Ponta (kWh)	375648	R\$ 0,33	R\$ 122.513,84
		Total	R\$ 212.672,59

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1663,2	R\$ 29,68	R\$ 49.363,78
Demanda Fora Ponta (kW)	1663,2	R\$ 15,76	R\$ 26.212,03
Consumo Ponta (kWh)	54222	R\$ 0,46	R\$ 24.948,63
Consumo Fora Ponta (kWh)	375648	R\$ 0,33	R\$ 122.513,84
		Total	R\$ 223.038,27

- Cálculo da tarifa referente a dezembro de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	58799	R\$ 1,18	R\$ 69.344,60
Consumo Fora Ponta (kWh)	442596	R\$ 0,33	R\$ 144.348,26
		Total	R\$ 239.696,86

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	58799	R\$ 0,46	R\$ 27.054,60
Consumo Fora Ponta (kWh)	442596	R\$ 0,33	R\$ 144.348,26
		Total	R\$ 246.378,86

- Cálculo da tarifa referente a novembro de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	69319	R\$ 1,18	R\$ 81.751,36
Consumo Fora Ponta (kWh)	496020	R\$ 0,33	R\$ 161.771,96
		Total	R\$ 269.527,33

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	69319	R\$ 0,46	R\$ 31.895,06
Consumo Fora Ponta (kWh)	496020	R\$ 0,33	R\$ 161.771,96
		Total	R\$ 268.643,02

- Cálculo da tarifa referente a outubro de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	69495	R\$ 1,18	R\$ 81.958,93
Consumo Fora Ponta (kWh)	571704	R\$ 0,33	R\$ 186.455,54
		Total	R\$ 294.418,47

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	69495	R\$ 0,46	R\$ 31.976,04
Consumo Fora Ponta (kWh)	571704	R\$ 0,33	R\$ 186.455,54
		Total	R\$ 293.407,58

- Cálculo da tarifa referente a setembro de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	64034	R\$ 1,18	R\$ 75.518,50
Consumo Fora Ponta (kWh)	520212	R\$ 0,33	R\$ 169.661,94
		Total	R\$ 271.184,44

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	64034	R\$ 0,46	R\$ 29.463,32
Consumo Fora Ponta (kWh)	520212	R\$ 0,33	R\$ 169.661,94
		Total	R\$ 274.101,27

- Cálculo da tarifa referente a agosto de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	79712	R\$ 1,18	R\$ 94.008,35
Consumo Fora Ponta (kWh)	548100	R\$ 0,33	R\$ 178.757,33
		Total	R\$ 298.769,68

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	79712	R\$ 0,46	R\$ 36.677,09
Consumo Fora Ponta (kWh)	548100	R\$ 0,33	R\$ 178.757,33
		Total	R\$ 290.410,42

- Cálculo da tarifa referente a julho de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	71405	R\$ 1,18	R\$ 84.211,49
Consumo Fora Ponta (kWh)	512736	R\$ 0,33	R\$ 167.223,72
		Total	R\$ 277.439,21

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	71405	R\$ 0,46	R\$ 32.854,87
Consumo Fora Ponta (kWh)	512736	R\$ 0,33	R\$ 167.223,72
		Total	R\$ 275.054,59

- Cálculo da tarifa referente a junho de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	71616	R\$ 1,18	R\$ 84.460,33
Consumo Fora Ponta (kWh)	478884	R\$ 0,33	R\$ 156.183,23
		Total	R\$ 266.647,56

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	71616	R\$ 0,46	R\$ 32.951,95
Consumo Fora Ponta (kWh)	478884	R\$ 0,33	R\$ 156.183,23
		Total	R\$ 264.111,18

- Cálculo da tarifa referente a maio de 2016

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	76870	R\$ 1,18	R\$ 90.656,63
Consumo Fora Ponta (kWh)	531132	R\$ 0,33	R\$ 173.223,39
		Total	R\$ 289.884,02

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 29,68	R\$ 48.972,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 15,76	R\$ 26.004,00
Consumo Ponta (kWh)	76870	R\$ 0,46	R\$ 35.369,42
Consumo Fora Ponta (kWh)	531132	R\$ 0,33	R\$ 173.223,39
		Total	R\$ 283.568,81

## APÊNDICE C

### CÁLCURO TARIFÁRIO NO MERCADO LIVRE

- Cálculo da tarifa referente a maio de 2017
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	69986	-R\$ 0,07	-R\$ 4.899,02
TUSD Encargo Ponta (kWh)	69986	R\$ 0,79	R\$ 55.288,94
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	494592	R\$ 0,07	R\$ 34.621,44
		<b>Total</b>	<b>R\$ 98.013,36</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	69986	R\$ 0,07	R\$ 4.899,02
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	494592	R\$ 0,07	R\$ 34.621,44
		<b>Total</b>	<b>R\$ 77.008,46</b>

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
69,986	494,592	564,578	R\$ 210,00	R\$ 118.561,38

- Cálculo da tarifa referente a abril de 2017
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1710,2	R\$ 7,88	R\$ 13.476,38
Desconto TUSD Encargo (kWh)	68409	-R\$ 0,07	-R\$ 4.788,63
TUSD Encargo Ponta (kWh)	68409	R\$ 0,79	R\$ 54.043,11
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	519540	R\$ 0,07	R\$ 36.367,80
		<b>Total</b>	<b>R\$ 99.098,66</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1710,2	R\$ 7,88	R\$ 13.476,38
TUSD Encargo Ponta (kWh)	68409	R\$ 0,07	R\$ 4.788,63
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	519540	R\$ 0,07	R\$ 36.367,80
		Total	R\$ 79.118,81

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
68,409	519,54	587,949	R\$ 210,00	R\$ 123.469,29

- Cálculo da tarifa referente a março de 2017
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1747,2	R\$ 7,88	R\$ 13.767,94
Desconto TUSD Encargo (kWh)	80185	-R\$ 0,07	-R\$ 5.612,95
TUSD Encargo Ponta (kWh)	80185	R\$ 0,79	R\$ 63.346,15
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	555072	R\$ 0,07	R\$ 38.855,04
		Total	R\$ 110.356,18

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1737,12	R\$ 14,84	R\$ 25.778,86
Demanda Fora Ponta (kW)	1747,2	R\$ 7,88	R\$ 13.767,94
TUSD Encargo Ponta (kWh)	80185	R\$ 0,07	R\$ 5.612,95
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	555072	R\$ 0,07	R\$ 38.855,04
		Total	R\$ 84.014,79

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
80,185	555,072	635,257	R\$ 210,00	R\$ 133.403,97

- Cálculo da tarifa referente a fevereiro de 2017
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1727	R\$ 7,88	R\$ 13.608,76
Desconto TUSD Encargo (kWh)	72404	-R\$ 0,07	-R\$ 5.068,28
TUSD Encargo Ponta (kWh)	72404	R\$ 0,79	R\$ 57.199,16
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	529368	R\$ 0,07	R\$ 37.055,76
		<b>Total</b>	<b>R\$ 102.795,40</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1703,52	R\$ 14,84	R\$ 25.280,24
Demanda Fora Ponta (kW)	1727	R\$ 7,88	R\$ 13.608,76
TUSD Encargo Ponta (kWh)	72404	R\$ 0,07	R\$ 5.068,28
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	529368	R\$ 0,07	R\$ 37.055,76
		<b>Total</b>	<b>R\$ 81.013,04</b>

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
72,404	529,368	601,772	R\$ 210,00	R\$ 126.372,12

- Cálculo da tarifa referente a janeiro de 2017
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1663,2	R\$ 7,88	R\$ 13.106,02
Desconto TUSD Encargo (kWh)	54222	-R\$ 0,07	-R\$ 3.795,54
TUSD Encargo Ponta (kWh)	54222	R\$ 0,79	R\$ 42.835,38
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	375648	R\$ 0,07	R\$ 26.295,36
		<b>Total</b>	<b>R\$ 78.441,22</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1663,2	R\$ 14,84	R\$ 24.681,89
Demanda Fora Ponta (kW)	1663,2	R\$ 7,88	R\$ 13.106,02
TUSD Encargo Ponta (kWh)	54222	R\$ 0,07	R\$ 3.795,54
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	375648	R\$ 0,07	R\$ 26.295,36
		<b>Total</b>	<b>R\$ 67.878,80</b>

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
54,222	375,648	429,87	R\$ 210,00	R\$ 90.272,70

- Cálculo da tarifa referente a dezembro de 2016

- Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	58799	-R\$ 0,07	-R\$ 4.115,93
TUSD Encargo Ponta (kWh)	58799	R\$ 0,79	R\$ 46.451,21
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	442596	R\$ 0,07	R\$ 30.981,72
		Total	R\$ 86.319,00

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	58799	R\$ 0,07	R\$ 4.115,93
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	442596	R\$ 0,07	R\$ 30.981,72
		Total	R\$ 72.585,65

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
58,799	442,596	501,395	R\$ 210,00	R\$ 105.292,95

- Cálculo da tarifa referente a novembro de 2016

- Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	69319	-R\$ 0,07	-R\$ 4.852,33
TUSD Encargo Ponta (kWh)	69319	R\$ 0,79	R\$ 54.762,01
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	496020	R\$ 0,07	R\$ 34.721,40
		Total	R\$ 97.633,08

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	69319	R\$ 0,07	R\$ 4.852,33
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	496020	R\$ 0,07	R\$ 34.721,40
		<b>Total</b>	<b>R\$ 77.061,73</b>

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
69,319	496,020	565,339	R\$ 210,00	R\$ 118.721,19

- Cálculo da tarifa referente a outubro de 2016
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	69495	-R\$ 0,07	-R\$ 4.864,65
TUSD Encargo Ponta (kWh)	69495	R\$ 0,79	R\$ 54.901,05
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	571704	R\$ 0,07	R\$ 40.019,28
		<b>Total</b>	<b>R\$ 103.057,68</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	69495	R\$ 0,07	R\$ 4.864,65
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	571704	R\$ 0,07	R\$ 40.019,28
		<b>Total</b>	<b>R\$ 82.371,93</b>

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
69,495	571,704	641,199	R\$ 210,00	R\$ 134.651,79

- Cálculo da tarifa referente a setembro de 2016
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	64034	-R\$ 0,07	-R\$ 4.482,38
TUSD Encargo Ponta (kWh)	64034	R\$ 0,79	R\$ 50.586,86
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	520212	R\$ 0,07	R\$ 36.414,84
		<b>Total</b>	<b>R\$ 95.521,32</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	64034	R\$ 0,07	R\$ 4.482,38
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	520212	R\$ 0,07	R\$ 36.414,84
		<b>Total</b>	<b>R\$ 78.385,22</b>

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
64,034	520,212	584,246	R\$ 210,00	R\$ 122.691,66

- Cálculo da tarifa referente a agosto de 2016
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	79712	-R\$ 0,07	-R\$ 5.579,84
TUSD Encargo Ponta (kWh)	79712	R\$ 0,79	R\$ 62.972,48
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	548100	R\$ 0,07	R\$ 38.367,00
		<b>Total</b>	<b>R\$ 108.761,64</b>

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	79712	R\$ 0,07	R\$ 5.579,84
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	548100	R\$ 0,07	R\$ 38.367,00
		<b>Total</b>	<b>R\$ 81.434,84</b>

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
79,712	548,100	627,812	R\$ 210,00	R\$ 131.840,52

- Cálculo da tarifa referente a julho de 2016

- Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	71405	-R\$ 0,07	-R\$ 4.998,35
TUSD Encargo Ponta (kWh)	71405	R\$ 0,79	R\$ 56.409,95
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	512736	R\$ 0,07	R\$ 35.891,52
Total			R\$ 100.305,12

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	71405	R\$ 0,07	R\$ 4.998,35
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	512736	R\$ 0,07	R\$ 35.891,52
Total			R\$ 78.377,87

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
71,405	512,736	584,141	R\$ 210,00	R\$ 122.669,61

- Cálculo da tarifa referente a junho de 2016

- Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	71616	-R\$ 0,07	-R\$ 5.013,12
TUSD Encargo Ponta (kWh)	71616	R\$ 0,79	R\$ 56.576,64
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	478884	R\$ 0,07	R\$ 33.521,88
Total			R\$ 98.087,40

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	71616	R\$ 0,07	R\$ 5.013,12
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	478884	R\$ 0,07	R\$ 33.521,88
		Total	R\$ 76.023,00

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
71,616	478,884	550,5	R\$ 210,00	R\$ 115.605,00

- Cálculo da tarifa referente a maio de 2016
  - Tarifa da distribuidora

<b>Tarifa Verde</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
Desconto TUSD Encargo (kWh)	76870	-R\$ 0,07	-R\$ 5.380,90
TUSD Encargo Ponta (kWh)	76870	R\$ 0,79	R\$ 60.727,30
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	531132	R\$ 0,07	R\$ 37.179,24
		Total	R\$ 105.527,64

<b>Tarifa Azul</b>	Quantidade	Tarifa	Total
Demanda Ponta (kW)	1650	R\$ 14,84	R\$ 24.486,00
Demanda Fora Ponta (kW)	1650	R\$ 7,88	R\$ 13.002,00
TUSD Encargo Ponta (kWh)	76870	R\$ 0,07	R\$ 5.380,90
TUSD Encargo Fora Ponta (kWh)	531132	R\$ 0,07	R\$ 37.179,24
		Total	R\$ 80.048,14

- Preço da comercializadora

Consumo ponta (MWh)	Consumo fora ponta (MWh)	Consumo total (MWh)	Preço	Total
76,870	531,132	608,002	R\$ 210,00	R\$ 127.680,42

## ANEXO A

### MEDIÇÕES DE DEMANDA E CONSUMO

Dados de consumo fornecidos por uma empresa privada para uso acadêmico.

Data	Nota Leiturista	Grandezas	Demanda		Consumo		Fat.Potênc.		UFDR		Consumo Reativo		Fator Carga	
			P	F/G	P	F/G	P	F/G	P	F/G	P	F/G	P	F/G
05/2017	Irreg	1251	1565,76	1582,6	69986	494592	0,945	0,972			0	84	0,677	0,478
04/2017	Irreg	1251	1643,04	1710,2	68409	519540	0,951	0,971			0	252	0,771	0,456
03/2017	Irreg	1251	1737,12	1747,2	80185	555072	0,95	0,971			0	84	0,669	0,471
02/2017	Irreg	1251	1703,52	1727	72404	529368	0,945	0,971			0	84	0,746	0,498
01/2017	Irreg	1251	1663,2	1663,2	54222	375648	0,941	0,965			45	1008	0,494	0,333
12/2016	Irreg	1251	1616,16	1633	58799	442596	0,957	0,976			0	84	0,551	0,4
11/2016	Irreg	1251	1572,48	1579,2	69319	496020	0,951	0,973			0	0	0,735	0,476
10/2016	Irreg	0	1542,24	1597,1	69495	571704	0,953	0,975			0	0	0,751	0,523
09/2016	Irreg	1251	1512	1522,1	64034	520212	0,949	0,974			0	0	0,672	0,52
08/2016	Irreg	1251	1616,16	1616,2	79712	548100	0,943	0,969			0	0	0,715	0,502
07/2016	Irreg	1251	1596	1609,4	71405	512736	0,944	0,97			0	0	0,71	0,468
06/2016	Irreg	1251	1636,32	1636,3	71616	478884	0,954	0,976			0	0	0,663	0,447
05/2016	Irreg	1251	1632,96	1633	76870	531132	0,956	0,977			0	0	0,747	0,478