

Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas
Departamento de Engenharia Elétrica

Iluminação Pública de João Monlevade : Consumidor Cativo x Consumidor Livre

Leandro Martins Amaral

João Monlevade, MG
2017

Leandro Martins Amaral

**Iluminação Pública de João Monlevade :
Consumidor Cativo x Consumidor Livre**

Trabalho apresentado à banca examinadora da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do grau em Engenheiro Eletricista.

Orientador: Prof. Francisco Ricardo Abrantes Couy Baracho.

Coorientador: Luciano Machado Crispim.

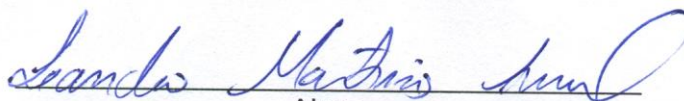
**Universidade Federal de Ouro Preto
João Monlevade
2017**



TERMO DE RESPONSABILIDADE

O texto do trabalho de conclusão de curso intitulado “Iluminação Pública de João Monlevade: Consumidor Cativo x Consumidor Livre” é de minha inteira responsabilidade. Declaro que não há utilização indevida de texto, material fotográfico ou qualquer outro material pertencente a terceiros sem a devida citação ou consentimento dos referidos autores.

João Monlevade, 07 de abril de 2017.


Aluno



ATA DE DEFESA

Aos 31 dias do mês de março de 2017, às 18:00 horas, no bloco B deste instituto, foi realizada a defesa de monografia pelo formando Leandro Martins Amaral, sendo a comissão examinadora constituída pelos professores e co-orientador : Francisco Ricardo Abrantes Couy Baracho, Sarah Negreiros de Carvalho, Wagner Ragi Curi Filho e Luciano Machado Crispim.

O candidato apresentou a monografia intitulada: Iluminação Pública de João Monlevade: Consumidor Cativo x Consumidor Livre. A comissão examinadora deliberou, por unanimidade, pela aprovação do candidato, com a nota média 9,0, de acordo com a tabela 1. Na forma regulamentar foi lavrada a presente ata que é assinada pelos membros da comissão examinadora e pelo formando.

Tabela 1 – Notas de avaliação da banca examinadora

Banca Examinadora	Nota
Sarah Negreiros de Carvalho Leite	9,0
Wagner Ragi Curi Filho	9,0
Luciano Machado Crispim	9,0
Francisco Ricardo Abrantes Couy Baracho	9,0
Média	9,0

João Monlevade, 31 de março de 2017.

Professor Orientador

Co-orientador

Professora Convidada

Professor Convidado

Aluno

A485i Amaral, Leandro martins.
Iluminação pública de João Monlevade [manuscrito]: consumidor cativo x
consumidor livre / Leandro martins Amaral. - 2017.

32f.: il.: color; tabs.

Orientador: Prof. Me. Francisco Ricardo Abrantes Couy Baracho.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de
Ciências Exatas e Aplicadas. Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Engenharia Elétrica. 2. Energia elétrica. 3. Iluminação elétrica. 4.
Iluminação municipal. 5. Consumidores - Energia elétrica. I. Baracho, Francisco
Ricardo Abrantes Couy. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 621.311

Dedico este trabalho de forma especial aos meus pais, Jacinto Ferreira do Amaral e Cleide Rosa Martins Amaral, que são a base que me mantém de pé e me motivam a seguir sempre em frente em minha vida, buscando sempre os meus objetivos. Dedico também, à Priscila Martins Amaral, minha irmã que sempre está presente para me auxiliar com todas as dificuldades que encontro em minha vida.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente aos meus pais, Jacinto e Cleide, que sempre me apoiaram e deram forças para seguir em frente com meus objetivos, à minha irmã, Priscila Martins, por sempre estar disposta a me ajudar a qualquer hora e à toda minha família por sempre acreditarem em mim.

Agradeço também aos professores e funcionários do departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Ouro Preto - ICEA, pelos ensinamentos passados durante a graduação.

Agradeço à todos os meus amigos e colegas de curso que tive a oportunidade de conhecer na cidade de João Monlevade, e agradeço especialmente à Priscila de Paula, minha namorada, pelo incentivo e companheirismo sempre que precisei ao longo desta jornada.

Agradeço ao professor Francisco por aceitar ser meu orientador neste trabalho de Conclusão de Curso, ao Luciano Crispim por ter aceito o meu convite em ser o meu coorientador, e colaborarem com seus conhecimentos para o desenvolver deste trabalho.

Agradeço de forma especial ao Macson, Stuart, Mamute, Braki e Diogo, por representarem uma segunda família durante esse tempo de graduação, por terem compartilhado momentos que serão inesquecíveis para mim e pelos seus conselhos dados sempre que precisei.

*"O conhecimento serve para encantar as pessoas,
não para humilhá-las". – Mario Sergio Cortella*

Resumo

O Setor Elétrico Brasileiro passou por importantes modificações em 1995, quando surgiu a Lei 9.074. Esta lei instituiu a figura do consumidor livre, que tem a opção de compra de energia elétrica no ambiente livre, por meio de contratos bilaterais. Dentre esses consumidores, destacam-se os livres especiais que são obrigados a terem uma carga entre 500 kW a 3 MW e uma tensão mínima de 2.3 kV. A contratação de energia para os consumidores livres especiais pode ser proveniente de fontes incentivadas (Pequenas Centrais Hidrelétricas - PCHs, Biomassa, Eólica ou Solar) ou fontes convencionais. A contratação por fontes incentivadas possui a vantagem de obtenção de desconto no valor da Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD). No ano de 2010, com a Resolução Normativa nº 414 da ANEEL, os municípios se tornaram responsáveis pela iluminação pública, que antes era de total responsabilidade das concessionárias de energia elétrica. Desde então, as prefeituras devem arcar com despesas antes não previstas. Por esse motivo, ao longo deste trabalho, apresenta-se um estudo da viabilidade econômica da inserção da iluminação pública do município de João Monlevade na classe consumidor especial, aonde realiza-se um comparativo entre o custo total do preço da energia elétrica no ambiente atual (mercado cativo) e o preço no ambiente proposto (mercado livre, como consumidor especial), durante o período de 1 ano. Apesar do rígido regulamento do ambiente de contratação livre de energia, onde o consumo de energia elétrica deve ser estimado antes de estabelecer o contrato de compra, ao simular o município de João Monlevade como um consumidor livre especial, notou-se uma grande vantagem relacionada à tarifa paga pela energia elétrica, principalmente quando a contratação de energia elétrica é feita por fontes incentivadas. Assim, neste trabalho, mostra-se que o ambiente de contratação livre é vantajoso para a Iluminação Pública, em termos de tarifa de energia elétrica, e pode ser aplicado em João Monlevade, causando uma redução de custos significativa para o município.

Palavras-chave: Consumidores Livres, Consumidores Livres Especiais, Iluminação Pública, Mercado Cativo e Mercado Livre.

Abstract

The Brazilian Electricity Sector was modified in 1995, when the 9.074 Law was created. This law established the entity of the free consumer, which has the option of buying electricity in free market, by means of bilateral contracts. Among these consumers, the special free consumers constitute another entity, which have a load between 500 kW and 3 MW and a minimum voltage of 2.3 kV. The energy contracted by special free consumers may come from subsidized sources of energy (Small Hydro, Biomass, Wind and Solar Power) or from conventional sources. The subsidy is a discount in the price of the Distribution System Use Tariff (DUST). In 2010, with the Normative Resolution n° 414 of ANEEL, the city administration became responsible for the public lighting, which was responsibility of the electric power utilities previously. Since then, the cities are responsible for paying the corresponding expenses, which did not exist beforehand. Therefore, the economic viability of the insertion of the João Monlevade (JM) city public lighting as a special free consumer is the subject of this study. A comparison between the current price of electricity (in the captive market) and the price of the electricity in the free market (JM as a special free consumer), in a period of one year, is the focus of this study. Despite the rigid regulation of the free energy environment, where energy consumption must be estimated before establishing the buying contract, by simulating the city of João Monlevade as a special free consumer, it was showed a great advantage related to tariffs paid by electric power, especially when the contracting of electric power is come from subsidized sources of energy. Therefore, this study has shown that the free contracting environment is advantageous for public lighting, in terms of electricity tariff, and can be applied in João Monlevade, resulting a significant cost reduction for the city.

Keywords: Free Consumers, Free Special Consumers, Public Lighting, Captive Market and Free Market.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Crescimento dos consumidores livres de 2004 a 2015.	2
Figura 2 – Estrutura do atual setor elétrico brasileiro.	6
Figura 3 – Mercado de curto prazo: ótica do agente comprador.	8
Figura 4 – Mercado de curto prazo: ótica do agente vendedor.	8
Figura 5 – Ambientes de contratação de energia.	9
Figura 6 – Famílias de regras de comercialização.	11
Figura 7 – Cenários de exemplo do desconto na TUSD.	14
Figura 8 – Comparação das despesas adicionais à municipalidade	17
Figura 9 – Comparação das despesas adicionais à municipalidade	19
Figura 10 – Distribuição da CIP em João Monlevade	21
Figura 11 – Valores mensais de consumo de energia elétrica de JM.	27
Figura 12 – Valores anuais para todos os cenários.	28

Lista de tabelas

Tabela 1 – Características dos consumidores livres e especiais.	13
Tabela 2 – Tarifas aplicadas à IP, sem impostos.	17
Tabela 3 – Comparação das despesas adicionais à municipalidade	18
Tabela 4 – Carga da IP de João Monlevade.	20
Tabela 5 – Porcentagem da CIP da cidade de João Monlevade	21
Tabela 6 – Bandeiras e valores das tarifas mensais (com impostos).	23
Tabela 7 – Preço mensal do PLD em R\$/MWh para cada região do país.	23
Tabela 8 – Valores mensais de consumo de energia elétrica de JM.	24
Tabela 9 – Valores mensais ACR.	25
Tabela 10 – Valores mensais da TUSD.	25
Tabela 11 – Valores mensais ACL a partir de fonte convencional.	26
Tabela 12 – Valores mensais ACL a partir de fonte incentivada (50% no valor da TUSD).	26
Tabela 13 – Valores mensais de todos os cenários.	27

Lista de abreviaturas e siglas

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica

ACR - Ambiente de Contratação Regulada

ACL - Ambiente de Contratação Livre

AG - Agentes

CCEAR - Contrato de Compra de Energia no Ambiente Regulado

CCEI's - Contratos de Compras de Energias Incentivadas

CCEE - Câmara Comercializadora de Energia Elétrica

CIP - Custeio para Iluminação Pública

CMSE - Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico

CMO - Custo Marginal de Operação

CNPE - Conselho Nacional de Política Energética

EPE - Empresa de Pesquisa Energética

IP - Iluminação Pública

JM - João Monlevade

kV - Kilovolts

kW - Kilowatts

MAE - Mercado Atacadista de Energia

MCP - Mercado de Curto Prazo

MCSD - Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits

ME - Módulo Medição

MME - Ministério de Minas e Energia

MW - Megawatts

OIS - Operador Independente do Sistema

ONS - Operador Nacional do Sistema

O&M - Operação e Manutenção

PROINFA - Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica

PCH - Pequena Central Hidrelétrica

PdCs - Procedimentos de Comercialização

PLD - Preço de Liquidação de Diferenças

PIE - Produtor Independente de Energia

Re-SEB - Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro

RN - Resolução Normativa

SEB - Setor Elétrico Brasileiro

SIN - Sistema Interligado Nacional

TUSD - Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

Sumário

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização	1
1.2	Trabalhos Correlatos	2
1.3	Objetivo	3
1.4	Estrutura do Trabalho	3
2	O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO	5
3	COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	7
3.1	Ambientes de Contratação	9
3.1.1	Ambiente de Contratação Regulada	9
3.1.2	Ambiente de Contratação Livre	10
3.2	Regras e Procedimentos de Comercialização	10
3.2.1	Regras de Comercialização	10
3.2.2	Procedimentos de Comercialização	11
4	CONSUMIDOR LIVRE	13
4.1	Consumidor Livre Especial	14
5	ESTUDO DE CASO	16
5.1	Iluminação Pública	16
5.1.1	Resolução Normativa nº 414 de 2010 - ANEEL	16
5.2	Características e Custos do Sistema de Iluminação Pública em João Monlevade	19
5.2.1	Contribuição para Iluminação Pública de João Monlevade	20
5.3	Metodologia	22
5.3.1	Estimação da Tarifa de Energia pelo ACR	22
5.3.2	Estimação da Tarifa de Energia pelo ACL	23
5.3.3	Estimativa do Consumo Mensal da IP de João Monlevade	24
6	RESULTADOS	25
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
8	PROPOSTAS FUTURAS	30
	REFERÊNCIAS	31

1 Introdução

1.1 Contextualização

Com a abertura do mercado no Setor Elétrico Brasileiro (SEB), por meio do projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Re-SEB), importantes mudanças ocorreram no marco regulatório deste setor, das quais destaca-se a criação de dois ambientes de contratação de energia: O Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL).

No Ambiente de Contratação Regulada, no que diz respeito aos consumidores, têm-se os chamados consumidores cativos, que são obrigados a pactuar contratos de adesão com o distribuidor que opera na região, mas não podem negociar as cláusulas desses contratos, ou seja, estão sujeitos às tarifas e condições reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

No que se refere ao ambiente de contratação livre regulamentado pela Lei nº 9.074 de 07/07/1995, surgem os consumidores livres, que podem optar pela compra de energia elétrica livremente, no qual se deve ter uma carga de 3 MW ou maior e tensão de 69 kV ou superior. Consumidores com carga de 3 MW ou maior, que são conectados ao Sistema Interligado Nacional (SIN) após 07 de julho de 1995, não estão sujeitos ao limite de tensão de 69 kV (BRASIL, 2004).

Diante disso, destacam-se os consumidores livre especiais, que são consumidores singulares ou um conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesse, com carga de 500 kW ou maior (Tolmasquim, 2011) que devem contratar energia no ACL por meio de fontes incentivadas, que de acordo com (BRASIL, 1996a), são as solares, eólicas, PCHs (Pequenas Centrais Hidrelétricas) e as de biomassa ou pelas fontes convencionais que fornecem uma potência de 30 a 50 MW.

O princípio mais importante do Mercado Livre de Energia é a liberdade de escolha dentre as diversas opções de fornecedores, o que torna a negociação de preços e prazos uma realidade.

Atualmente, o Mercado Livre de Energia representa cerca de 25% de toda a carga do Sistema Interligado Nacional (CCEE, 2015). O número de consumidores especiais, do ano de 2008 até a presente data, teve o maior crescimento quando comparado com as outras classes consumidoras (Energético, 2015). Esse aumento pode ser justificado por incentivos do governo em fontes incentivadas, por meio da criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) e por descontos nas Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição (TUSD), uma vez que grande parte dos consumidores especiais contratam energia diretamente dessas fontes (Ribeiro, 2009).

O crescimento significativo dos consumidores livres especiais nos últimos 8 anos, mostrados pela Figura 1, motivou a execução desse trabalho, pois o aumento da migração do mercado de contratação regulada para o mercado de contratação livre induz a dizer que o ACL é benéfico para os consumidores que se encaixam nos pré-requisitos para tal, ou não seria tão considerável. Considerando que esse benefício seja a redução de custo, migrar um consumidor cativo para o ACL pode ser vantajoso para o mesmo, o que justifica o estudo de caso apresentado neste trabalho, a fim de provar a veracidade.

Figura 1 – Crescimento dos consumidores livres de 2004 a 2015.



Fonte: (Energético, 2015).

1.2 Trabalhos Correlatos

Desde a Re-SEB, que ocorreu em 1995, onde surgiu o consumidor livre, encontram-se na literatura trabalhos no que diz respeito ao mercado de energia livre, mais especificamente, em sua contratação de energia.

Fernando Gomes Clímaco, em sua tese de doutorado, consolida em seu trabalho um estudo de caso objetivando demonstrar as estratégias e operações de curto e longo prazos necessários aos consumidores livres, assim como demonstrar a aplicação das regras e procedimentos de comercialização (Climaco, 2010).

Álvaro Garske Scarabelot, em seu trabalho, apresenta uma metodologia de comparação entre os dois ambientes (regulado e livre) para que assim o consumidor possa ter uma ferramenta de apoio à sua tomada de decisão, analisando o período de 1 ano para ambos os ambientes (Scarabelot, 2009).

Já a dissertação da autora Erika Barbosa Ribeiro, apresenta o processo de gestão de contratos de energia no ambiente livre e apresenta simulações para verificar a viabilidade econômica para a contratação de energia incentivada pelos consumidores especiais (Ribeiro, 2009).

A pesquisa de Guilherme Florezi sobre os consumidores livres de energia elétrica e seu comportamento no mercado tem o intuito de proporcionar dados para um entendimento sobre o histórico do setor energético brasileiro. Particularmente, Florezi (2009) enfatizou os consumidores livres, para fornecer dados para um possível estudo de migração ao ACL (Florezi, 2009).

Além desses autores citados, fontes como os sites da Câmara Comercializadora de Energia Elétrica (CCEE), da Agência Nacional de Energia Elétrica e da distribuidora de energia CEMIG, e o livro "*Novo modelo do setor elétrico brasileiro*" (Tolmasquim, 2011) serviram como base de estudo.

1.3 Objetivo

O presente trabalho tem por objetivo apresentar uma análise de custo em relação a tarifação da transição de um consumidor específico, prefeitura de João Monlevade, do ambiente de contratação regulada para o ambiente de contratação livre. Esta análise consiste em calcular o gasto da energia elétrica referente à iluminação pública (IP) no ambiente de contratação regulada e no ambiente de contratação livre, pelo fato do município representar um possível consumidor livre especial.

1.4 Estrutura do Trabalho

O trabalho é composto pelos seguintes capítulos:

Capítulo 1 – Introdução

Capítulo 2 – Setor Elétrico Brasileiro

Apresenta um retrospecto da regulação do setor elétrico brasileiro de 1995 até os dias atuais.

Capítulo 3 – Comercialização de Energia Elétrica

Aborda conceitos relevantes à comercialização de energia elétrica, nos ambientes existentes: ACR e ACL, e por fim, cita as Regras e os Procedimentos de Comercialização da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.

Capítulo 4 – Consumidores Livres

Apresenta a definição de consumidor livre e suas características, dando foco no consumidor livre especial, juntamente com o desconto atribuído à Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição.

Capítulo 5 – Estudo de Caso

Aborda as novas determinações associadas à iluminação pública no território nacional através da RN nº 414 de 2010 da ANEEL. Além disso, adota como estudo de caso a IP da cidade de João Monlevade para comparação entre os ambientes de contratação de energia. Apresenta, também, a metodologia para análise dos resultados.

Capítulo 6 – Resultados

Apresenta os resultados do estudo de caso.

Capítulo 7 – Considerações Finais

Analisa os resultados e aborda as conclusões deste trabalho.

Capítulo 8 – Propostas Futuras

Apresenta propostas futuras para a continuação deste trabalho.

2 O Setor Elétrico Brasileiro

Da década de 60 até meados da década de 90, o setor elétrico brasileiro foi caracterizado por um padrão institucional estatal. A partir dos anos 80, principalmente com a crise financeira nacional, esse modelo se mostrou inadequado para manter o nível de expansão necessário para atender o crescente consumo (Pires, 2000).

A partir disso, algumas mudanças no setor elétrico foram necessárias, e em 1995, por meio da Lei nº 9.074 surgiram duas novas figuras no setor elétrico: o Produtor Independente de Energia (PIE), que comercializa a energia elétrica sem garantia de equilíbrio econômico-financeiro e o Consumidor Livre, que pode estabelecer contratos de compra e venda de energia com o PIE (BRASIL, 1995).

No final do ano de 1996, através da Lei nº 9.427 foi instituída a Agência Nacional de Energia Elétrica, com finalidade de regular e fiscalizar o setor elétrico brasileiro, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal (BRASIL, 1996b).

Sendo assim, para atender ao crescente consumo, no ano de 1997, iniciou-se o projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro, tendo como principais recomendações:

- livre comercialização da energia elétrica no Sistema Interligado Nacional;
- criação de um Mercado Atacadista de Energia (MAE), para operacionalizar a compra e venda de energia livremente negociada;
- desverticalização dos setores de geração, transmissão, distribuição e comercialização;
- criação de um Operador Independente do Sistema (OIS), que posteriormente foi chamado de Operador Nacional do Sistema (ONS).

Apesar dessas mudanças ocorridas, no período entre junho de 2001 e fevereiro de 2002 uma grave crise de abastecimento ocorreu, isto devido à incapacidade desse modelo em atingir um nível adequado de investimentos, e além disso, o novo modelo não conseguiu atingir os objetivos básicos para a adequada prestação de serviço público. Com isso, teve-se a necessidade de reformar o modelo em vigor, para a garantia de três dos principais alvos do serviço público de eletricidade, que são: segurança no abastecimento, modicidade tarifária e universalização dos serviços de energia elétrica.

A partir disso, no ano de 2004 essa reforma representou importante aperfeiçoamento no marco regulatório do setor elétrico brasileiro, nos seguintes aspectos:

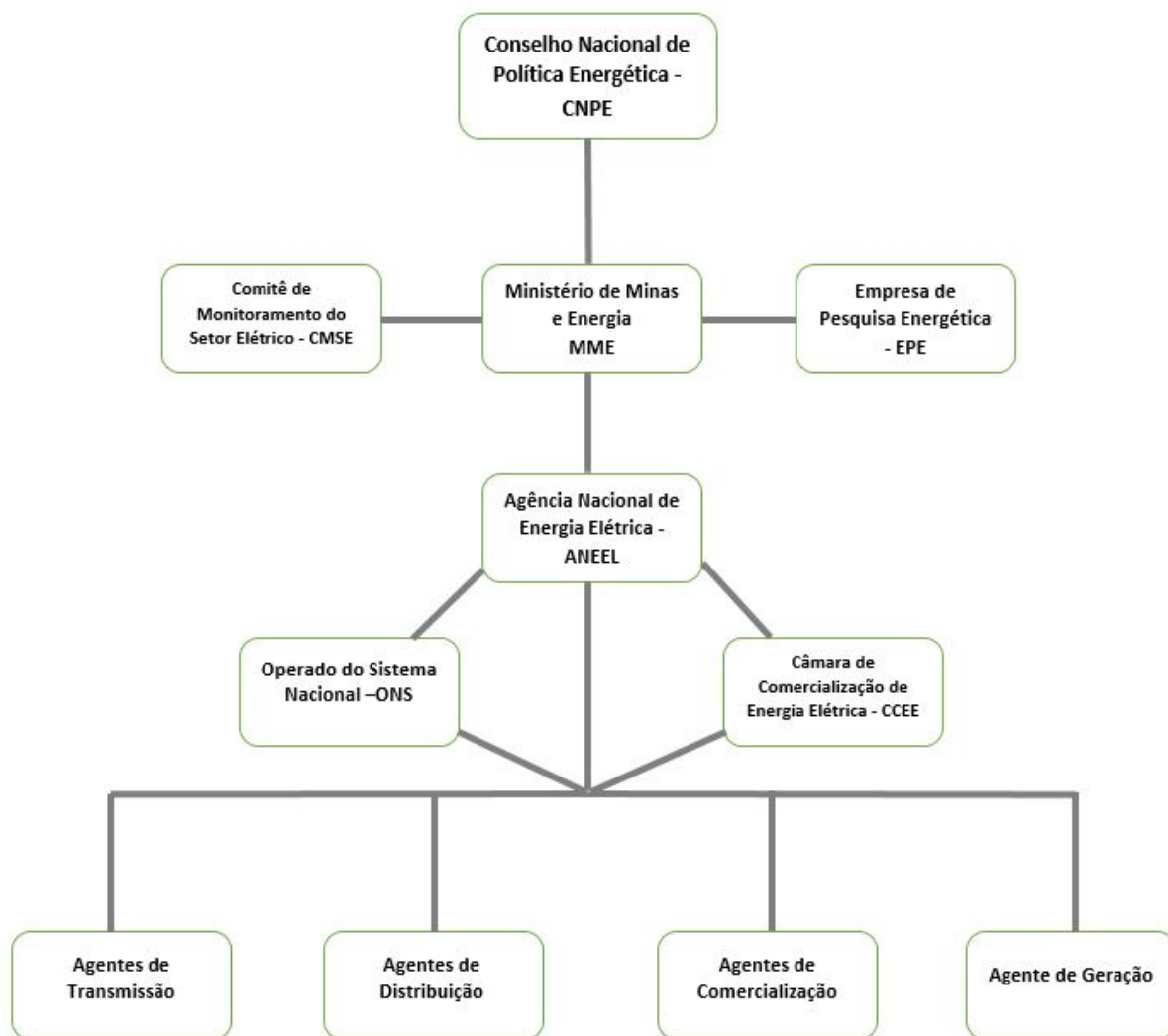
- modificações na comercialização de energia no SIN, com a criação do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e do Ambiente de Contratação Livre (ACL);
- modificações institucionais, com a reorganização de competências e a criação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica;
- retomada do planejamento setorial, com contratação regulada por meio de leilões e a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE);

- segurança jurídica e estabilidade regulatória, com o intuito de atrair investimentos, reduzir riscos e expandir o mercado.

Atualmente, no setor elétrico brasileiro atuam agentes econômicos que detêm concessão, permissão ou autorização para explorar a atividade econômica de geração, transmissão, distribuição ou comercialização de energia elétrica, e agentes institucionais, que possuem competências e atribuições relacionadas às atividades políticas, regulatórias, fiscalizatórias, de planejamento e viabilização do funcionamento setorial.

Nesse sentido, a estrutura do atual setor elétrico é ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Estrutura do atual setor elétrico brasileiro.



Fonte: Autoral.

3 Comercialização de Energia Elétrica

Com o modelo vigente do setor elétrico brasileiro, a atividade de comercialização de energia elétrica no SIN se caracteriza por ser contratual e contábil, ou seja, segundo a RN da ANEEL nº 109/2004 – Convenção de Comercialização, art. 7º, § 1º, os contratos registrados na CCEE não implicam, necessariamente, compromisso de entrega física de energia elétrica por parte dos agentes vendedores, podendo a energia ser entregue por outro agente da CCEE, ressalvando-se, para todos os efeitos, que a responsabilidade contratual pela entrega da energia continua sendo do agente vendedor referido no contrato. Além disso, a resolução também obriga que todos os contratos entre agentes vendedores e compradores para a comercialização de energia no SIN, devam ser registrados na CCEE, com a devida aprovação da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2004).

Sendo assim, é dever do agente vendedor comprovar o seu montante de energia elétrica necessário para garantir a sua venda nas transações comerciais que realizam, montante denominado de lastro. Ao comprador, segundo (ANEEL, 2004), cabe comprovar a suficiência de cobertura contratual de consumo de potência.

Por representarem instâncias distintas, é normal que haja diferenças entre os montantes gerados e comercializados, e para minimizar essa discrepância, existe no setor elétrico o termo denominado de energia assegurada para a comercialização de energia.

A energia assegurada, também chamada de garantia física, segundo (ANEEL, 2005), é a máxima produção de energia que pode ser mantida continuamente pelas usinas hidrelétricas ao longo dos anos, admitindo um certo risco de não atendimento à carga, ou seja, permite-se incertezas, dentro de um limite considerado aceitável para o sistema. Em outras palavras, garantia física é a quantidade de energia que cada gerador hidráulico pode comprometer em seus contratos de compra e venda de energia (Tolmasquim, 2011).

Essas diferenças citadas entre os volumes contratados e os efetivamente movimentados são contabilizadas pela CCEE e liquidadas no mercado de curto prazo, permitindo assim, que se resolva essas diferenças através do preço do mercado de curto prazo, denominado de Preço de Liquidação de Diferenças (PLD).

O PLD reflete o Custo Marginal de Operação (CMO), usado como aproximação de equilíbrio do mercado, tendo um valor máximo (teto), definido com base no custo variável de operação da geração térmica mais cara disponível, e um valor mínimo (piso), estabelecido pela ANEEL, que contempla os custos da operação, a manutenção das usinas hidrelétricas e as compensações financeiras pelo uso dos recursos hídricos (Tolmasquim, 2011).

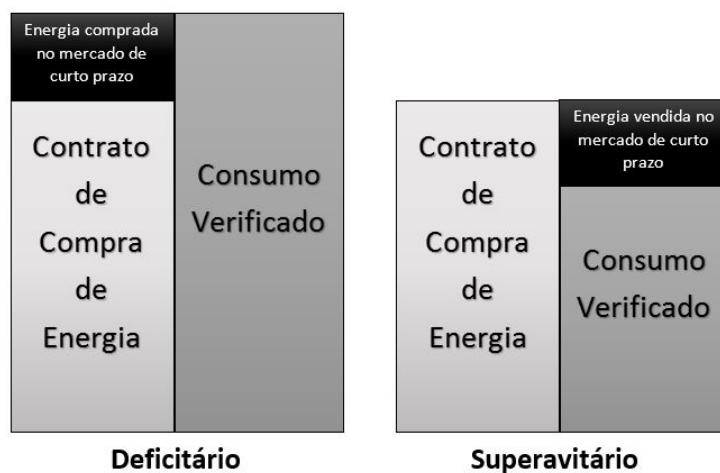
Com isso, existem duas situações possíveis no mercado de curto prazo para ambos os agentes, os compradores e os vendedores. Sob a ótica do agente comprador, a primeira situação se dá quando o contrato de compra de energia for insuficiente para cobrir o valor verificado de seu consumo, então a CCEE liquida essa diferença negativa valorando-a ao

PLD, ou seja, o agente nesse caso paga esse déficit com o preço estabelecido no mercado à vista (curto prazo), e a segunda situação se observa quando o contrato de energia for superior ao consumo medido, essa diferença positiva configura uma venda de energia no mercado à vista, também chamado de mercado spot, para o agente comprador.

Do ponto de vista do agente vendedor, caso a geração medida seja inferior ao contrato de venda de energia, essa diferença negativa e sua liquidação equivalem a uma compra de energia no mercado à vista da CCEE, ao PLD. Ao contrário, se a geração for excedente, a liquidação dessa diferença corresponde a uma venda de energia no mercado de curto prazo.

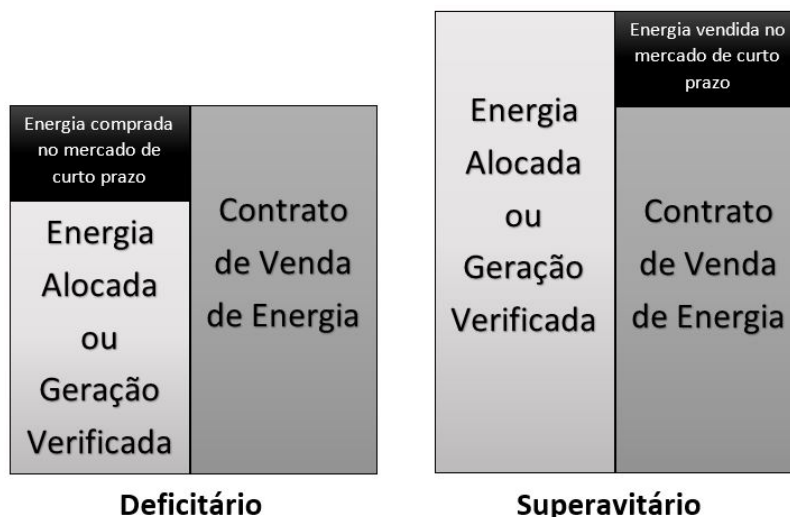
Sendo assim, as Figuras 3 e 4 ilustram a liquidação das diferenças no mercado de curto prazo, sob a ótica de um agente comprador e sob ótica de um agente vendedor, respectivamente.

Figura 3 – Mercado de curto prazo: ótica do agente comprador.



Fonte: Autoral.

Figura 4 – Mercado de curto prazo: ótica do agente vendedor.

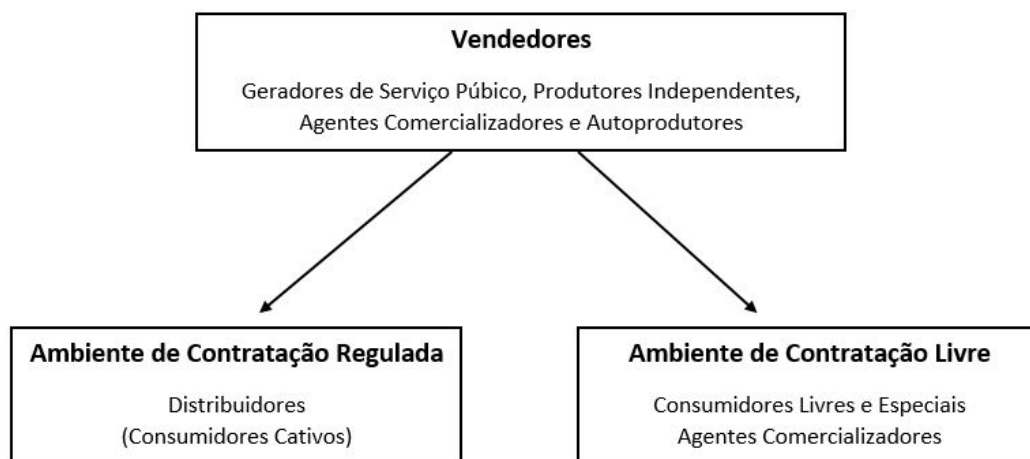


Fonte: Autoral.

3.1 Ambientes de Contratação

O mercado de energia elétrica é segmentado em dois ambientes: ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL), conforme mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Ambientes de contratação de energia.



Fonte: Autoral.

A Figura 5 pode ser melhor entendida da seguinte forma:

- vendedores são todas as fontes de geração de energia, sejam elas hidráulicas, eólicas, solares, entre outras; podem ser de patrimônio público ou privado, agentes comercializadores ou autoprodutores (consumidores que geram sua energia própria e comercializam seus sobressalentes); vendem energia tanto no ACR quanto no ACL.
- os consumidores cativos, presentes no ACR, não podem escolher de qual vendedor comprar energia; são obrigados a serem clientes da distribuidora local ou regional e pagar pela tarifa base de energia que ela determinar para região.
- os consumidores livres e consumidores livres especiais fazem contratos diretamente com os vendedores escolhidos, que nem sempre são regionais, que determinam suas tarifas e pagam para distribuidora local apenas pelo aluguel da sua linha de distribuição, referente a TUSD.

3.1.1 Ambiente de Contratação Regulada

O Ambiente de Contratação Regulada engloba os distribuidores e seus consumidores ditos “cativos”, atendidos exclusivamente pelo distribuidor local, com tarifas e condições de fornecimento reguladas pela ANEEL. Com o novo modelo do setor elétrico, desde 2004 os distribuidores pertencentes ao ACR são proibidos de comercializar energia com consumidores livres, e exercem apenas a função de transportar a energia através da

rede elétrica, recebendo por isso, os valores definidos nas Tarifas de Uso do Sistema de Distribuição.

A compra de grande parte da energia no ambiente regulado é realizada de forma conjunta pelas distribuidoras, nos chamados leilões de menor tarifa. Esses leilões são realizados pela CCEE, por delegação da ANEEL, e são a principal forma de contratação de energia no país.

Concluído o leilão, os chamados Contratos de Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado (CCEAR) são estabelecidos entre os agentes vendedores e os distribuidores participantes do leilão.

3.1.2 Ambiente de Contratação Livre

O ambiente de contratação livre abriga os consumidores ditos “livres”, habilitados a comprar energia de qualquer fornecedor, com exceção dos distribuidores. Abriga também os comercializadores, que podem comprar energia de qualquer fornecedor e vendê-la a qualquer comprador, exceto aos consumidores cativos.

A compra e venda da energia nesse ambiente são feitas através de contratos bilaterais, livremente negociados entre os agentes pertencentes ao ACL.

3.2 Regras e Procedimentos de Comercialização

O processo de comercialização de energia elétrica é regido por Regras e Procedimentos de Comercialização.

3.2.1 Regras de Comercialização

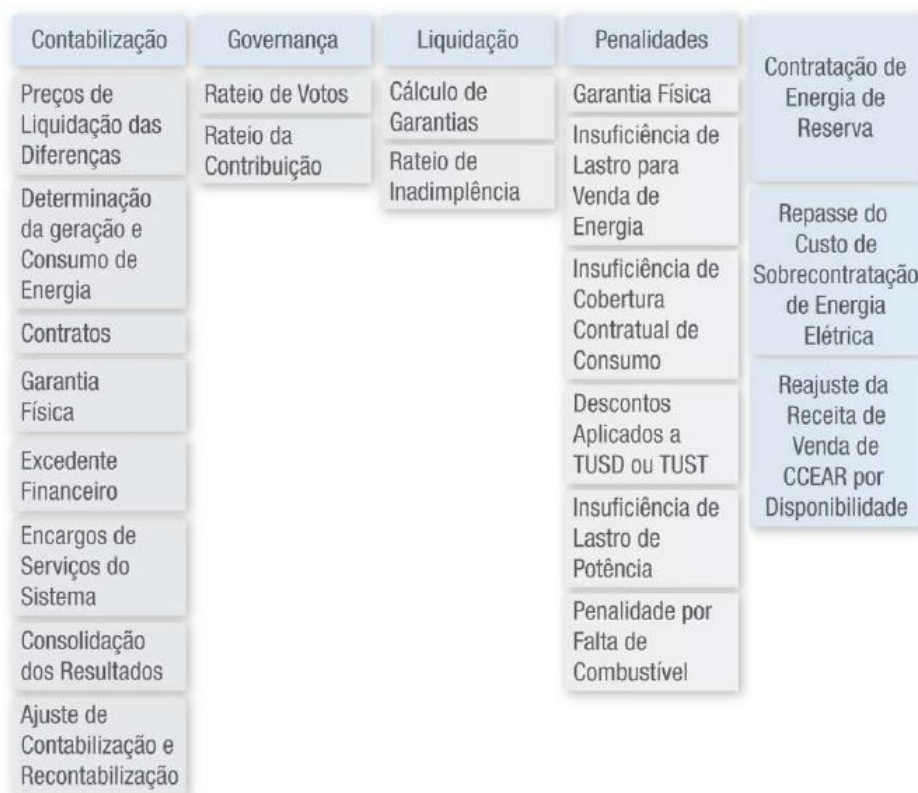
As regras de comercialização são equações matemáticas e fundamentos conceituais que complementam e integram a Convenção de Comercialização de Energia Elétrica. Essas regras são estruturadas através de uma divisão em famílias e seus respectivos módulos, conforme ilustrado na figura 6.

A família principal das Regras de Comercialização é a Contabilização, que é dividida em módulos que detalham os cálculos necessários para a apuração dos pagamentos e recebimentos dos agentes pela comercialização de energia no mercado de curto prazo.

A família denominada de Governança determina a proporção de votos com que cada agente participa das assembleias gerais, para o cálculo do montante de contribuições de cada agente para a CCEE.

A família Liquidação apura os valores calculados das garantias financeiras para transações no mercado de curto prazo e o rateio da eventual inadimplência observada nessa liquidação.

Figura 6 – Famílias de regras de comercialização.



Fonte: (CCEE, 2011).

A família Penalidades tem como objetivo garantir o cumprimento da legislação setorial, além de proporcionar maior segurança às operações de comercialização de energia. Além disso, essa família engloba o módulo que calcula os descontos aplicados à TUSD, provenientes dos contratos estabelecidos com fontes incentivadas.

Na família Contratação de Energia de Reserva são apresentados diversos dispositivos relacionados à contratação de Energia de Reserva, que de acordo com o Decreto nº 6.353/08 é a energia proveniente de usinas específicas, cuja geração é destinada a assegurar o fornecimento de energia elétrica no SIN, ou seja, essa energia pode ser proveniente de novos empreendimentos de geração e de empreendimentos de geração existente, desde que acrescentem garantia física ao SIN.

Sendo assim, essas famílias que contemplam as Regras de Comercialização são estabelecidas pela CCEE de forma a assegurar um melhor cenário para ambos os ambientes de comercialização da energia elétrica.

3.2.2 Procedimentos de Comercialização

Os Procedimentos de Comercialização (PdCs) constituem um conjunto de normas aprovadas pela ANEEL que definem condições, requisitos, eventos e prazos para a comercialização de energia elétrica no âmbito da CCEE. Esses procedimentos podem ser

atualizados por iniciativa da ANEEL, por recomendação do Conselho de Administração da CCEE ou pela solicitação de qualquer agente pertencente à Câmara Comercializadora de Energia Elétrica.

Os PdCs estão divididos em sete módulos: Agentes, Medição, Contratação de Energia e Potência, Mercado de Curto Prazo, Penalidades, Energia de Reserva, Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits (MCSD), além de um PdC contendo um glossário de termos da CCEE, cujo objetivo é reunir em um único documento a apresentação e definição de todos os termos definidos pela CCEE (Tolmasquim, 2011).

O módulo Agentes (AG) são procedimentos relativos às atividades de adesão de agentes à CCEE, manutenção de cadastro de agentes e usuários dos sistemas. Além de desligamento de agentes da CCEE.

O módulo Medição (ME) são procedimentos que têm por objetivo estabelecer responsabilidades, etapas e prazos referentes ao processo de coleta e ajuste de dados de medição, realizado pelos agentes de medição.

O módulo Contratação de Energia e Potência é dividido em 5 submódulos, que são referentes aos Contratos dos Ambientes Livre e Regulado, a Sazonalização e revisão da Sazonalização de Garantia Física, a Comercialização de potência e a Receita de Venda de Contratos estabelecidos no Ambiente Regulado (Tolmasquim, 2011).

O módulo intitulado Mercado de Curto Prazo estabelece responsabilidades e prazos referentes ao processamento da contabilização das operações do MCP no âmbito da CCEE. Além disso, estabelece prazos relativos à liquidação financeira das operações de compra e venda de energia elétrica realizadas no mercado Spot.

O quinto módulo, denominado de Penalidades constitui a metodologia de apuração e a aplicação de penalidades por infração e estabelece os procedimentos e os prazos do processo punitivo.

O módulo Energia de Reserva engloba as premissas para a apuração e divulgação dos valores relativos à energia de reserva, além disso, estabelece prazos e procedimentos inerentes à liquidação financeira referente à contratação de energia de reserva.

No último módulo, MCSD, são definidas as condições, procedimentos e prazos para os agentes da CCEE participarem do Mecanismo de Compensação de Sobras e Déficits.

Todos esses Procedimentos de Comercialização utilizados nas operações da CCEE são disponibilizados aos Agentes e ao público por meio do site institucional da CCEE (CCEE, 2015).

4 Consumidor Livre

Antes de 1995, mais precisamente antes do mês de julho, havia apenas a figura do consumidor cativo no setor elétrico brasileiro. O qual estava obrigado a comprar a energia elétrica exclusivamente da distribuidora local. Com a reforma do setor, surgiu a figura do consumidor livre, que pode ser definido como sendo aquele que tenha exercido a opção de compra de energia elétrica no ambiente de contratação livre, conforme as condições previstas nos arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 07 de julho de 1995 (BRASIL, 1995).

Atualmente, pode-se dizer que o consumidor livre é aquele que, atendido em qualquer tensão com uma carga mínima de 3 MW, tenha exercido a opção de compra de energia elétrica no ACL (Florezi, 2009).

Dentre os consumidores livres existem ainda os consumidores denominados especiais, que através da RN nº 247 de 2006 da ANEEL, podem optar pela compra de energia elétrica no ambiente de contratação livre, possuindo carga de 500 kW até 3 MW e tensão mínima de 2,3 kV, quando a energia adquirida for proveniente de fontes incentivadas (solar, eólica e biomassa) ou por fontes convencionais que possuem uma potência de 30 a 50 MW.

A Tabela 1 sumariza os consumidores livres e especiais com suas características.

Tabela 1 – Características dos consumidores livres e especiais.

Consumidor	Fonte	Demanda Mínima Contratada	Tensão Mínima	Data Ligação do Consumidor ao SIN
Livre	Convencional ou Incentivada	3 MW	69 kV	Antes de 07/1995
			Nenhuma	Após 07/1995
Especial	Convencional (30 a 50 MW) ou Incentivada	500 kW a 3MW	2,3 kV	

Fonte: Autoral.

É importante destacar que a tensão mínima dos consumidores livres depende da data em que ele foi conectado ao SIN, ou seja, caso o consumidor esteja conectado ao SIN antes de 07/1995 e queira se tornar um consumidor livre, deverá ter uma tensão mínima de 69 kV, e após essa data, não se exige nenhuma tensão mínima. Essa determinação referente a data de ligação do consumidor ao SIN, foi estabelecida na Re-SEB (Tolmasquim, 2011).

Para os consumidores especiais, independentemente de qual foi a data da conexão deles ao SIN, a tensão mínima exigida é de 2,3 kV.

4.1 Consumidor Livre Especial

Através da RN ANEEL nº 247 de 21 de dezembro de 2006, foram criadas condições para o surgimento dos consumidores especiais, e antes disso, com a RN nº 77 da ANEEL, de 18 de agosto de 2004, foi determinado o desconto aplicado na TUSD ao agente comprador de energia incentivada.

Conforme a Tabela 1, o consumidor especial tem a opção de contratar energia de fontes incentivadas e obter esse desconto. Esse desconto é aplicado apenas à parcela fio da tarifa, relativo aos custos de distribuição.

Com as Regras de Comercialização, a CCEE se tornou responsável por calcular mensalmente o percentual desse desconto aplicado à TUSD para os consumidores Especiais, que, segundo Tatemoto (2013), representa a média global dos descontos de seus contratos de compra de energia incentivada (CCEI's), calculada pelo quociente entre os descontos ponderados pelo lado do comprador e o máximo entre a quantidade total contratada ou o consumo verificado.

Sendo assim, (Tatemoto, 2013) cita 3 casos para exemplificar esse desconto aplicado à TUSD, mostrados na Figura 7.

Figura 7 – Cenários de exemplo do desconto na TUSD.

(1) Contratos de Compra (CCEI Compra) = Contratos de Venda (CCEI Venda)		(2) Contratos de Compra (CCEI Compra) + Contratos de Compra (Energia convencional)		(3) Contratos de Compra (CCEI Compra) + Insuficiência de Cobertura Contratual de Consumo	
Lastro = 8	Consumo = 8	Lastro = 10	Consumo = 10	Lastro = 8	Consumo = 9
CCEI compra = 6 Desconto = 50%	Consumo = 8 Desconto = ?	CCEI compra = 6 Desconto = 50%	CCEI = 10 Desconto = ?	CCEI compra = 6 Desconto = 50%	CCEI = 9 Desconto = ?
CCEI compra = 2 Desconto = 50%		CCEI compra = 2 Desconto = 50%		CCEI compra = 2 Desconto = 50%	
		CCEI compra = 2 Desconto = 0%			

Fonte: (Tatemoto, 2013).

Para o cenário 1 da Figura 7, verifica-se que o consumidor contratou energia de duas fontes incentivadas e com desconto de 50% para ambas. Além disso, verifica-se que seu consumo de energia é igual à quantidade de energia comprada. Sendo assim, o desconto final atribuído para este consumidor é representado pela equação abaixo:

$$Desconto = \frac{6 \times 0,5 + 2 \times 0,5}{6 + 2} = 50\% \quad (4.1)$$

Para o cenário 2 da Figura 7, o consumidor realizou contratos de compra de energia incentivada com desconto de 50% e um contrato de compra de energia com desconto nulo. Sendo assim, o desconto final será:

$$Desconto = \frac{6 \times 0,5 + 2 \times 0,5 + 2 \times 0}{6 + 2 + 2} = 40\% \quad (4.2)$$

O último cenário da Figura 7, corresponde à compra de duas fontes incentivadas com 50% de desconto. Entretanto, o consumo verificado é maior do que o contratado, resultando no desconto final:

$$Desconto = \frac{6 \times 0,5 + 2 \times 0,5}{9} = 44,44\% \quad (4.3)$$

Com isso, nota-se a vantagem para o consumidor especial em comprar energia proveniente de fontes incentivadas. É importante ressaltar novamente que, o desconto aplicado à TUSD é referente ao transporte da energia, ou seja, um valor pago à concessionária local pelo fio usado para esse transporte. Além disso, o valor atribuído à TUSD é determinado no ACR, sendo determinado pela ANEEL, impedindo o consumidor especial de negociar esse valor.

5 Estudo de Caso

Neste capítulo é apresentado o estudo de caso adotado com o objetivo de realizar a comparação entre os dois ambientes de contratação de energia: ACR e ACL, referente à iluminação pública de João Monlevade.

Para isso, uma breve introdução à iluminação pública é apresentada, detalhando a alteração ocorrida com a RN nº 414/2010 da ANEEL, comparando os dois cenários possíveis (antes e depois desta Resolução) e a forma de custeio da Contribuição para Iluminação Pública (CIP) para João Monlevade.

Além disso, a seção, deste capítulo, é destinada à metodologia aplicada para a realização da comparação dos cenários.

5.1 Iluminação Pública

"A iluminação pública é definida como sendo o serviço que tem o objetivo de prover luz ou claridade artificial aos logradouros públicos no período noturno ou nos escurecimentos diurnos ocasionais, incluindo locais que demandem iluminação permanente no período diurno"(Rosito, 2009).

A IP é de extrema importância quando se trata da qualidade de vida do cidadão, por proporcionar segurança pública no dia-a-dia, por embelezar as cidades, valorizar os pontos históricos e turísticos e, principalmente, por prevenir a criminalidade.

Um fato que demonstra a importância desse setor para o Brasil é que no ano de 2013 existiam aproximadamente 15 milhões de pontos de iluminação pública no país, correspondendo a cerca de 4,5% da demanda nacional e a 3% do consumo total (ELETROBRAS, 2013).

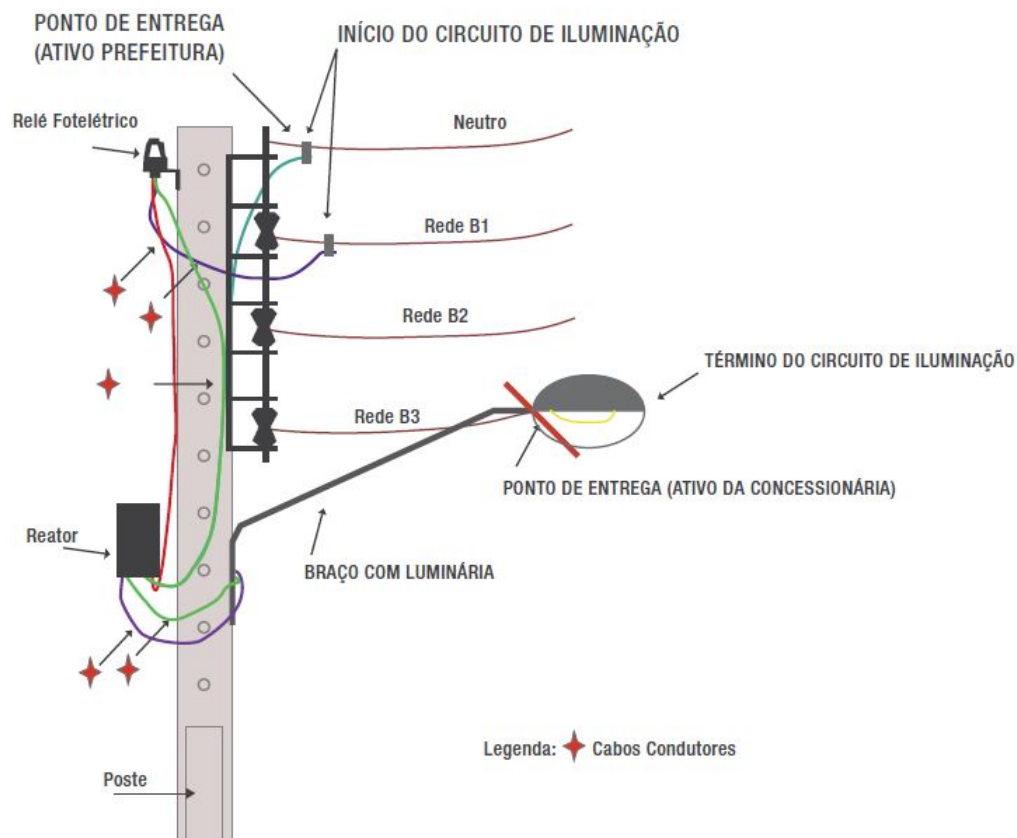
5.1.1 Resolução Normativa nº 414 de 2010 - ANEEL

Com a RN nº 414 de 2010 da ANEEL, o município se tornou responsável pela construção, expansão, operação e manutenção de iluminação pública. Antes disso, a responsabilidade da iluminação pública cabia inteiramente à concessionária de energia elétrica, que dispunha de quadro de pessoal técnico qualificado, materiais e equipamentos adequados e uma logística estruturada para tais atividades.

Existem dois tipos de tarifas aplicadas à iluminação pública: B4a e a B4b. Quando a iluminação pública é de responsabilidade dos municípios, a tarifa cobrada é a B4a. Isso significa que o ponto de entrega da energia é na rede elétrica ou no início do circuito de iluminação. Quando a IP é responsabilidade da concessionária, a tarifa cobrada é a B4b, onde o ponto de entrega da energia é no bulbo da lâmpada ou no término do circuito

de iluminação. Os pontos de entrega da energia elétrica de cada tarifa são mostrados na Figura 8.

Figura 8 – Comparação das despesas adicionais à municipalidade



Fonte: Confederação Nacional dos Municípios (CNM), 2010.

Vale ressaltar que essas tarifas aplicadas à IP pertencem ao ACR no Grupo B, que são consumidores de baixa tensão (inferior a 2,3 kV). A Tabela 2 mostra os valores cobrados por ambas as tarifas sem o acréscimo de impostos.

Tabela 2 – Tarifas aplicadas à IP, sem impostos.

B4 - ILUMINAÇÃO PÚBLICA	Consumo R\$/kWh	Consumo R\$/kWh	PATAMAR 1 Consumo R\$/kWh	PATAMAR 2 Consumo R\$/kWh
Iluminação Pública - B4a - Rede de Distribuição	0,29217	0,30717	0,32217	0,33717
Iluminação Pública - B4b - Bulbo da Lâmpada	0,31873	0,33373	0,34873	0,36373

Fonte: (CEMIG, 2016).

Como mostrado na Tabela 2, as tarifas são de acordo com o Sistema de Bandeiras Tarifárias, que são: verde, amarela e vermelha. A bandeira verde é utilizada quando as condições de geração de energia são favoráveis, ou seja, a tarifa não sofre acréscimo. A amarela indica condições menos favoráveis; sendo assim, a tarifa sofre um acréscimo de R\$0,015 para cada quilowatt-hora consumido. Por fim, a bandeira vermelha ocorre quando se tem condições mais custosas de geração, e a tarifa sofre um acréscimo de R\$0,03 para o patamar 1 e um acréscimo de R\$0,045 para o patamar 2 para cada quilowatt-hora consumido.

Hoje em dia, com a transferência da responsabilidade da IP aos municípios através da RN, a tarifa vigente é a B4a, que é cerca de 9% menor que a tarifa B4b, resultando em um ganho econômico à primeira vista para a municipalidade, referente à fatura de energia elétrica. Apesar dessa diminuição do valor da tarifa, o município passa a ter as despesas mencionadas com a IP, que antes não possuía. Devido a isso, pode-se dizer que os municípios têm um aumento de dispêndios, dificuldades técnicas (falta de *expertise*), carência de recurso para gestão, necessidade de licitações, investimentos em estruturas e treinamento de equipes, necessidade de recursos para expansão, entre outras despesas.

Para exemplificar, considere um município fictício, baseado em valores obtidos de análises estatísticas a partir de dados reais de consumo de energia referente à IP, de todos os municípios do estado de São Paulo em 2011 (Paulo, 2013).

Tabela 3 – Comparação das despesas adicionais à municipalidade

Parâmetros	Valores
Faixa Populacional	20 mil a 30 mil
Quantidade de municípios	59 municípios
População média/município	24.708 habitantes
Consumo anual médio (base 2011)	2.179 MWh
Quantidade média de pontos de IP	3.038 pontos
Tarifa média B4a	R\$ 139,20/ MWh
Tarifa média B4b	R\$ 152,66/ MWh
Custo unitário mensal estimado de O&M*	R\$ 10,00/ponto

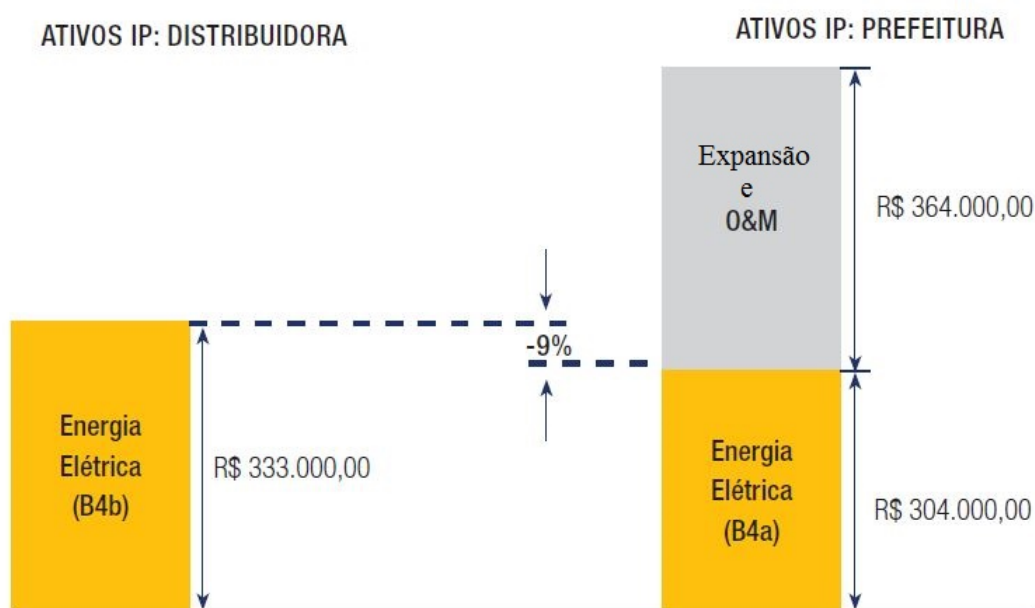
Fonte dos dados: (Governo do Estado de São Paulo, 2013)

*O&M - Operação e Manutenção.

Para efetuar este cálculo, considerou-se acesas as lâmpadas por aproximadamente 12 horas diárias. Assim, foi possível obter valores estimados de despesas com energia elétrica referente à IP e com a operação e manutenção, aplicadas em ambas as tarifas (B4a e B4b).

A Figura 9 mostra as respectivas despesas, para esse município fictício, do consumo de energia elétrica na condição da concessionária prestar apenas o serviço de expansão e de O&M, e na condição da prefeitura em assumir tais serviços.

Figura 9 – Comparação das despesas adicionais à municipalidade



Fonte: (Governo do Estado de São Paulo, 2013)

Pela Figura 9, nota-se uma economia de R\$ 29.000,00 anual, representando os 9% de redução na tarifa de energia elétrica, da B4b para a B4a. Entretanto, esse valor é insuficiente para arcar com os gastos de operação e manutenção da iluminação pública, sendo estes em torno de R\$ 335.000,00 adicionais para prestação de serviço.

5.2 Características e Custos do Sistema de Iluminação Pública em João Monlevade

No município de João Monlevade, a carga instalada no sistema de iluminação pública é mostrada na Tabela 4. Além desses dados mostrados na Tabela 4, tem-se a necessidade de considerar a potência total dos relés. Ao todo, 7.119 relés com potência unitária de 1,2 Watts, resultando em uma potência total de 8.542,80 Watts e uma potência total para o sistema de iluminação pública de aproximadamente 1.196,40 MW.

Tabela 4 – Carga da IP de João Monlevade.

Tipo	Potência Unitária (W)			Quantidade	Potência Total (KW)
	Lâmpada	Reator	Lâmpada + Reator		
Lâmpadas Vapor de Sódio	70	14	84	3171	266,36
	100	17	117	3352	392,18
	150	22	172	1012	174,06
	250	30	280	1200	336
	350	36	386	0	0
	360	36	396	0	0
	400	38	438	4	1,75
	SUBTOTAL			8739	1170,35
Lâmpadas Vapor de Mercúrio	80	9,6	89,6	16	1,43
	125	13,75	138,75	106	14,71
	250	25	275	28	7,7
	400	36	436	4	1,74
	SUBTOTAL			154	25,58
Lâmpadas Vapor Metálico	35	10	45	0	0
	70	15	85	5	0,43
	150	23	173	0	0
	250	30	280	0	0
	400	40	440	0	0
	SUBTOTAL			5	0,43
Pontos de IP	TOTAL			8898	1196,36

Fonte dos dados: (Prefeitura de João Monlevade, 2016).

5.2.1 Contribuição para Iluminação Pública de João Monlevade

A troca da responsabilidade dos ativos de iluminação pública pode ter provocado grandes elevações dos gastos na folha mensal das prefeituras brasileiras. Com isso, para a cidade de João Monlevade, com a lei municipal N° 1.560/2002 o município instituiu a Contribuição para Custeio dos Serviços de Iluminação Pública – CIP, na forma de Lei, para o custeio dos serviços de IP prestados aos contribuintes nas vias e logradouros públicos do município.

De acordo com o Artigo 2º dessa mesma lei, “a CIP será cobrada do proprietário, o titular do domínio útil ou possuidor, a qualquer título, de unidade imobiliária servida por iluminação pública”; ou seja, todo tipo de consumidor de imóveis, edificados ou não, seja ele residencial, industrial, comercial, rural ou terrenos, que é servido por IP, é obrigado a pagar a CIP (Moreira, 2002).

A arrecadação da CIP varia de município para município, pois cada uma tem a sua forma de fazer a cobrança. A cidade possui seus gastos estimados com IP pela concessionária de energia local e com isso a câmara dos vereadores estipula o valor necessário de arrecadação. Essa arrecadação é um valor que o consumidor paga na conta de luz e é definido por uma

determinada porcentagem sobre uma base de cálculo estipulada pelo município, fiscalizado pela concessionária. Estes valores de porcentagem para João Monlevade estão descritos na Tabela 5.

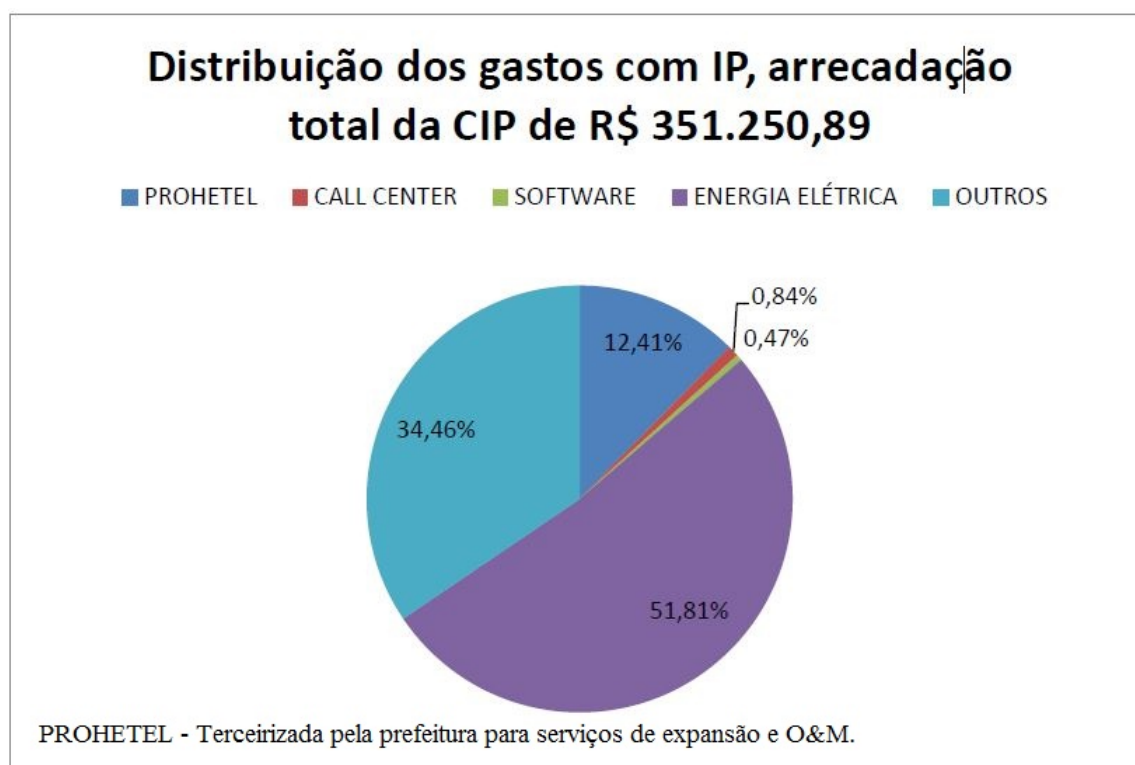
Tabela 5 – Porcentagem da CIP da cidade de João Monlevade

Valores do CIP em João Monlevade	
Faixa de Consumo (kWh/mês)	Percentual da Tarifa do CIP (2014)
0 a 50	Isento
51 a 100	1,50%
101 a 200	5,00%
201 a 300	9,00%
301 a 500	11,00%
Acima de 500	15,00%

Fonte: (Prefeitura de João Monlevade, 2014)

A partir disso, no ano de 2014 a cidade de João Monlevade obteve uma arrecadação de R\$351.250,89 com a CIP. Pelo gráfico mostrado na Figura 10, o custo da energia elétrica para a IP do município corresponde a maior parcela, 51,81% do total, que representa o valor de R\$ 183.000,00 pagos à concessionária pela energia elétrica.

Figura 10 – Distribuição da CIP em João Monlevade



Fonte dos dados: (Prefeitura de João Monlevade, 2014)

A parcela do gráfico denominada OUTROS, representa aproximadamente 1/3 da arrecadação total que é destinada a melhorias e expansão do sistema de IP. O restante

representa serviços contratados pela prefeitura para a operação e manutenção da IP.

5.3 Metodologia

Esta seção é destinada à metodologia aplicada para a comparação de contratação de energia elétrica em ambos os ambientes (cativo e livre).

Após a abordagem conceitual dos ambientes de contratação de energia e com os trabalhos correlatos citados, são comparados os seguintes cenários durante o ano de 2016:

- compra de energia pelo ambiente regulado (contratação atual de JM para IP);
- compra de energia pelo ambiente livre provida de fonte convencional;
- compra de energia pelo ambiente livre provida de fonte incentivada (com 50% de desconto na TUSD);

5.3.1 Estimação da Tarifa de Energia pelo ACR

Para base de cálculo da tarifa de energia do ambiente regulado é necessário obter o valor em R\$ do kWh, determinado pela seguinte maneira:

$$Tarifa = \frac{Fatura}{Consumo} \quad (5.1)$$

Sendo que:

- Tarifa é expressada em R\$/kWh;
- Fatura é o valor total do gasto mensal de energia elétrica em R\$;
- Consumo é o gasto total de kWh mensal do consumidor.

No mês de setembro de 2016, a prefeitura de João Monlevade informou que o consumo mensal de energia elétrica foi de 586.425 kWh, gerando um gasto total de R\$ 232.409,90. Aplicando-se a fórmula 5.1, obtém-se o valor de 0,3963 R\$/kWh, referente à tarifa cobrada pela compra de energia para IP, que é o valor base para estimação das tarifas mensais do ano de 2016.

Conforme a ANEEL, as bandeiras tarifárias aplicadas mensalmente durante o ano de 2016 são mostradas na Tabela 6, juntamente com os valores das tarifas respectivas para a IP.

Tabela 6 – Bandeiras e valores das tarifas mensais (com impostos).

Histórico das bandeiras para IP - 2016		
Mês	Bandeira	Tarifa (R\$ / kWh)
Janeiro	Vermelha - Patamar II	0,4413
Fevereiro	Vermelha - Patamar I	0,4263
Março	Amarela	0,4113
Abril	Verde	0,3963
Maiο	Verde	0,3963
Junho	Verde	0,3963
Julho	Verde	0,3963
Agosto	Verde	0,3963
Setembro	Verde	0,3963
Outubro	Verde	0,3963
Novembro	Amarela	0,4113
Dezembro	Verde	0,3963

5.3.2 Estimação da Tarifa de Energia pelo ACL

A compra de energia pelo ambiente livre é determinada pela tarifa do PLD, fornecida pela CCEE, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Preço mensal do PLD em R\$/MWh para cada região do país.

Mês	Submercado			
	SE/CO	S	NE	N
01/2017	121,44	121,44	139,25	121,44
12/2016	122,19	122,19	122,19	122,19
11/2016	166,05	166,05	166,05	166,05
10/2016	200,21	200,21	200,21	200,21
09/2016	149,02	140,35	149,02	149,02
08/2016	115,58	112,36	119,47	119,47
07/2016	83,43	83,43	108,68	106,13
06/2016	61,32	56,13	118,60	102,22
05/2016	75,93	74,91	106,07	88,98
04/2016	49,42	49,42	266,71	49,46
03/2016	37,73	37,73	249,11	37,73
02/2016	30,42	30,42	166,28	30,42
01/2016	35,66	35,61	310,38	63,49

Fonte: (CCEE, 2017).

A utilização do PLD como estimativa da tarifa no ambiente de contratação livre é justificada pela confidencialidade das informações dos contratos de compra de energia entre o agente comprador e o agente vendedor.

O valor da tarifa da energia de fonte convencional e fonte incentivada são distintas. Entretanto, neste documento é adotado o mesmo valor, devido a confidencialidade dos valores específicos para tais tarifas.

A Tabela 7 é dividida em submercados, que são as regiões do país onde os preços do PLD variam de acordo com a condição climática de cada uma. Sendo assim, Nóbrega (2006) considera cada submercado como um mercado independente, possuindo cada um o seu próprio preço.

Para este estudo, adotou-se a região do Sudeste no período de janeiro a dezembro de 2016, devido a localização da cidade de João Monlevade.

Como já mencionado neste trabalho, o valor da TUSD para o ambiente regulado já está contabilizado no valor da tarifa calculada, mas para o ambiente livre, tem-se a necessidade de adicionar este valor, além da tarifa de energia cobrada.

A TUSD é estimada como sendo 30% do valor total da fatura de energia elétrica mensal, no ambiente regulado. Por exemplo: em setembro de 2016, sabe-se que o valor pago à CEMIG, pela prefeitura de João Monlevade, foi de R\$ 232.409,90. Sendo assim, a TUSD correspondente ao mês de setembro é de aproximadamente 30% deste valor, R\$ 69.722,97.

5.3.3 Estimativa do Consumo Mensal da IP de João Monlevade

Para a estimativa do consumo de energia elétrica durante o ano de 2016, estipula-se que diariamente a carga do sistema de iluminação pública da cidade esteja funcionando durante 11:52 horas (CEMIG, 2016). Com isso, adotando a carga total do sistema de IP como 1,2 MW aproximadamente, obtém-se um total de 14.244 kWh/dia. A Tabela 8 mostra os valores mensais durante o ano de 2016.

Tabela 8 – Valores mensais de consumo de energia elétrica de JM.

Consumo mensal da IP de JM - 2016		
Mês	Dias	Consumo (kWh)
Janeiro	31	441.564
Fevereiro	29	413.076
Março	31	441.564
Abril	30	427.320
Maio	31	441.564
Junho	30	427.320
Julho	31	441.564
Agosto	31	441.564
Setembro	30	427.320
Outubro	31	441.564
Novembro	30	427.320
Dezembro	31	441.564

6 Resultados

Para obter os resultados, empregou-se a fórmula 5.1 para determinar o valor da fatura de cada mês, ou seja, o valor determinado é o produto do consumo mensal pela tarifa mensal. Além disso, utilizou-se o software Excel, juntamente com as tabelas de cada cenário, para a plotagem do gráfico comparativo. A Tabela 9 mostra os valores mensais da compra de energia para o ambiente regulado.

Tabela 9 – Valores mensais ACR.

Faturas mensais da IP de João Monlevade - 2016				
Mês	Dias	Consumo (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	Fatura (R\$)
Janeiro	31	441.564	0,4413	R\$ 194.862,19
Fevereiro	29	413.076	0,4263	R\$ 176.094,30
Março	31	441.564	0,4113	R\$ 181.615,27
Abril	30	427.320	0,3963	R\$ 169.346,92
Maio	31	441.564	0,3963	R\$ 174.991,81
Junho	30	427.320	0,3963	R\$ 169.346,92
Julho	31	441.564	0,3963	R\$ 174.991,81
Agosto	31	441.564	0,3963	R\$ 174.991,81
Setembro	30	427.320	0,3963	R\$ 169.346,92
Outubro	31	441.564	0,3963	R\$ 174.991,81
Novembro	30	427.320	0,4113	R\$ 175.756,72
Dezembro	31	441.564	0,3963	R\$ 174.991,81

A partir da Tabela 9, a TUSD foi estipulada para cada mês, conforme a Tabela 10. Lembrando que no mercado cativo a TUSD já está inclusa no valor da tarifa.

Tabela 10 – Valores mensais da TUSD.

Estimação da TUSD da IP de João Monlevade		
Mês	Fatura (R\$)	TUSD (R\$)
Janeiro	R\$ 194.862,19	R\$ 58.458,66
Fevereiro	R\$ 176.094,30	R\$ 52.828,29
Março	R\$ 181.615,27	R\$ 54.484,58
Abril	R\$ 169.346,92	R\$ 50.804,07
Maio	R\$ 174.991,81	R\$ 52.497,54
Junho	R\$ 169.346,92	R\$ 50.804,07
Julho	R\$ 174.991,81	R\$ 52.497,54
Agosto	R\$ 174.991,81	R\$ 52.497,54
Setembro	R\$ 169.346,92	R\$ 50.804,07
Outubro	R\$ 174.991,81	R\$ 52.497,54
Novembro	R\$ 175.756,72	R\$ 52.727,01
Dezembro	R\$ 174.991,81	R\$ 52.497,54

Sabendo-se dos valores mensais da TUSD, a Tabela 11 mostra os dados referente ao ambiente livre, com a contratação a partir de fonte convencional. Sendo assim, tem-se a necessidade de adicionar no valor da fatura mensal, os valores correspondentes da TUSD, mostrados na Tabela 10.

Tabela 11 – Valores mensais ACL a partir de fonte convencional.

Faturas mensais da IP de João Monlevade - 2016						
Mês	Dias	Consumo (kWh)	Estimativa do PLD (R\$/kWh)	TUSD	Fatura	
					Sem TUSD	Com TUSD
Janeiro	31	441.564	0,03566	R\$ 58.458,66	R\$ 15.746,17	R\$ 74.204,83
Fevereiro	29	413.076	0,03042	R\$ 52.828,29	R\$ 12.565,77	R\$ 65.394,06
Março	31	441.564	0,03773	R\$ 54.484,58	R\$ 16.660,21	R\$ 71.144,79
Abril	30	427.320	0,04942	R\$ 50.804,07	R\$ 21.118,15	R\$ 71.922,23
Maio	31	441.564	0,07593	R\$ 52.497,54	R\$ 33.527,95	R\$ 86.025,50
Junho	30	427.320	0,06132	R\$ 50.804,07	R\$ 26.203,26	R\$ 77.007,34
Julho	31	441.564	0,08343	R\$ 52.497,54	R\$ 36.839,68	R\$ 89.337,23
Agosto	31	441.564	0,11558	R\$ 52.497,54	R\$ 51.035,97	R\$ 103.533,51
Setembro	30	427.320	0,14902	R\$ 50.804,07	R\$ 63.679,23	R\$ 114.483,30
Outubro	31	441.564	0,20021	R\$ 52.497,54	R\$ 88.405,53	R\$ 140.903,07
Novembro	30	427.320	0,16605	R\$ 52.727,01	R\$ 70.956,49	R\$ 123.683,50
Dezembro	31	441.564	0,12219	R\$ 52.497,54	R\$ 53.954,71	R\$ 106.452,25

O próximo cenário é referente à contratação de energia pelo ACL por fonte incentivada, ou seja, com 50% de desconto no valor da TUSD, mostrado na Tabela 12.

Tabela 12 – Valores mensais ACL a partir de fonte incentivada (50% no valor da TUSD).

Faturas mensais da IP de João Monlevade - 2016					
Mês	Dias	Consumo (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	TUSD	Fatura
Janeiro	31	441.564	0,03566	R\$ 29.229,33	R\$ 44.975,50
Fevereiro	29	413.076	0,03042	R\$ 26.414,14	R\$ 38.979,92
Março	31	441.564	0,03773	R\$ 27.242,29	R\$ 43.902,50
Abril	30	427.320	0,04942	R\$ 25.402,04	R\$ 46.520,19
Maio	31	441.564	0,07593	R\$ 26.248,77	R\$ 59.776,73
Junho	30	427.320	0,06132	R\$ 25.402,04	R\$ 51.605,30
Julho	31	441.564	0,08343	R\$ 26.248,77	R\$ 63.088,46
Agosto	31	441.564	0,11558	R\$ 26.248,77	R\$ 77.284,74
Setembro	30	427.320	0,14902	R\$ 25.402,04	R\$ 89.081,26
Outubro	31	441.564	0,20021	R\$ 26.248,77	R\$ 114.654,30
Novembro	30	427.320	0,16605	R\$ 26.363,51	R\$ 97.319,99
Dezembro	31	441.564	0,12219	R\$ 26.248,77	R\$ 80.203,48

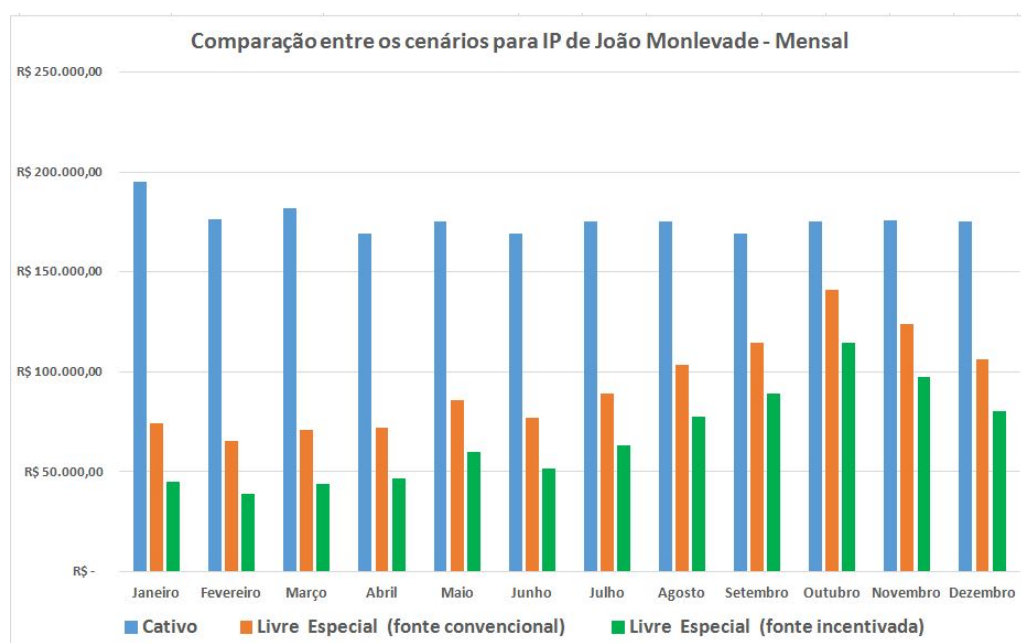
Com os dados fornecidos, a Tabela 13 mostra os valores de todos os cenários e o gráfico da Figura 11, mostra a comparação entres os mesmos.

Tabela 13 – Valores mensais de todos os cenários.

Comparação entre os cenários para IP de João Monlevade			
Mês	Faturas mensais		
	Cativo	Livre Especial (Fonte Convencional)	Livre Especial (Fonte Incentivada 50%)
Janeiro	R\$ 194.862,19	R\$ 74.204,83	R\$ 44.975,50
Fevereiro	R\$ 176.094,30	R\$ 65.394,06	R\$ 38.979,92
Março	R\$ 181.615,27	R\$ 71.144,79	R\$ 43.902,50
Abril	R\$ 169.346,92	R\$ 71.922,23	R\$ 46.520,19
Maiο	R\$ 174.991,81	R\$ 86.025,50	R\$ 59.776,73
Junho	R\$ 169.346,92	R\$ 77.007,34	R\$ 51.605,30
Julho	R\$ 174.991,81	R\$ 89.337,23	R\$ 63.088,46
Agosto	R\$ 174.991,81	R\$ 103.533,51	R\$ 77.284,74
Setembro	R\$ 169.346,92	R\$ 114.483,30	R\$ 89.081,26
Outubro	R\$ 174.991,81	R\$ 140.903,07	R\$ 114.654,30
Novembro	R\$ 175.756,72	R\$ 123.683,50	R\$ 97.319,99
Dezembro	R\$ 174.991,81	R\$ 106.452,25	R\$ 80.203,48

A partir da Tabela 13, nota-se uma diferença significativa entre os cenários comparados. Como por exemplo o mês de janeiro, onde que a diferença entre a compra de energia elétrica do ambiente de contratação regulado (denominado como cativo) para o ambiente de contratação livre por fonte incentivada (intitulada como Livre Especial Fonte Incentivada 50%) é de aproximadamente R\$ 150.000,00, equivalente a 76% do valor estipulado para o ACR.

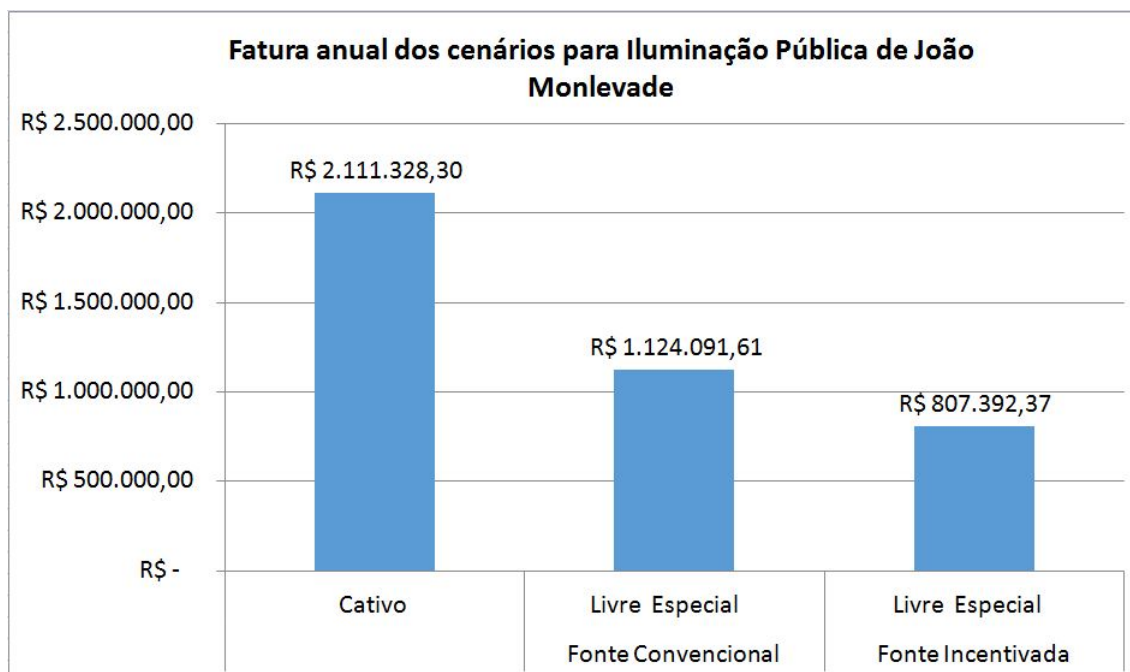
Figura 11 – Valores mensais de consumo de energia elétrica de JM.



A partir da Figura 11, para o ambiente regulado, denominado como Cativo (em azul), percebe-se a desvantagem na compra de energia elétrica, uma vez em que nesse período de 1 ano de análise, o ambiente se mostrou o pior caso possível, em termos econômico-financeiros

Para melhor exemplificar os resultados obtidos através da comparação, o gráfico da Figura 12, mostra os valores anuais gastos por todos os cenários.

Figura 12 – Valores anuais para todos os cenários.



A partir do gráfico da Figura 12, nota-se que a diferença entre as faturas anuais do ambiente cativo para o ambiente livre com 50% de desconto na TUSD, é de R\$ 1.303.935,93 totalizando uma economia de aproximadamente 38% da folha anual do município. Considerando como 3% a margem de erro aplicada a este estudo, a economia calculada fica entre R\$ 1.264.817,85 a R\$ 1.343.054,00.

7 Considerações Finais

O mercado livre de energia elétrica proporciona a vantagem de negociar o preço entre o agente gerador e o agente consumidor. Já no mercado cativo a energia tem preço fixado por tarifas, sem margem para negociação, fazendo com que o consumidor fique a mercê da concessionária local.

Ao simular o município de João Monlevade como um consumidor livre especial, notou-se uma grande vantagem relacionada à tarifa paga pela energia elétrica. Outra questão importante é que a tarifa utilizada para os cenários de contratação livre é o PLD disponibilizado pela CCEE, uma vez que os contratos entre o agente comprador e o agente vendedor não são disponibilizados.

Apesar de vantajoso, o ACL possui um rígido regulamento: é necessário estimar o consumo de energia elétrica antes de estabelecer o contrato de compra. Caso gaste mais do que o contratado, terá que comprar a energia pelo PLD (mercado a vista); caso gaste menos do que o contratado, é possível obter um crédito em sua fatura.

Para o estudo de caso aplicado, Iluminação Pública de João Monlevade, tem-se a vantagem de possuir o mesmo consumo de energia elétrica, pois a carga se mantém por um período considerável, fazendo com que a contratação da energia pelo ACL seja precisa.

Conclui-se, em termos de tarifa da energia elétrica, que o ambiente de contratação livre se mostra vantajoso para a iluminação pública em João Monlevade e pode ser aplicado desde que a tensão mínima seja de 2.3 kV, para ser considerado um consumidor livre especial, tendo por base o ano de 2016.

8 Propostas Futuras

Visto que neste trabalho, obteve-se uma economia tão significativa para a cidade de João Monlevade, questiona-se a restrição aplicada aos consumidores livres especiais (tensão mínima de 2,3 kV). Caso esta não existisse, alguns aspectos técnicos necessários para a transição ao ACL poderiam ser desconsiderados, havendo ainda uma maior economia. Sendo assim, fica como proposta para uma pesquisa futura e consequente proposição aos órgãos competentes da inclusão na lei da possibilidade da iluminação pública se tornar um consumidor livre especial (sem restrição de tensão mínima).

Outra proposta é levantar a carga total da iluminação pública da região do Médio Piracicaba (municípios próximos à cidade de João Monlevade) como sendo um único consumidor, ou seja, um conjunto de consumidores reunidos por comunhão de interesse, por ter a possibilidade de ser um consumidor livre (com carga maior que 3MW) e não ter restrição relacionada ao nível de tensão, e por fim aplicar a metodologia vista neste trabalho.

Referências

- ANEEL. *Resolução Normativa nº 109 de 26 de Outubro de 2004. Institui a Convenção de Comercialização de Energia Elétrica*. 2004. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2004109.pdf>>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 7
- ANEEL. Caderno temático nº 03: Energia Assegurada. *Sistema de Compensação de Energia Elétrica. Brasília, DF, Brasil: Centro de Documentação-Cedoc*, 2005. 7
- BRASIL. *Lei nº 9.074 de 07 de Julho de 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências*. 1995. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9074compilada.htm>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 5, 13
- BRASIL. § 5º art. 26 da *Lei nº 9.427 de 26 de Dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Disciplina o Regime das Concessões de Serviços Públicos de Energia Elétrica e dá outras providências*. 1996. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/596942.pdf>>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 1
- BRASIL. *Lei nº 9.427 de 26 de Dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Disciplina o Regime das Concessões de Serviços Públicos de Energia Elétrica e dá outras providências*. 1996. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/596942.pdf>>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 5
- BRASIL. *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*. 2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5163.htm>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 1
- CCEE. *Visão Geral das Operações na CCEE*. 2011. 11
- CCEE. *Mercado Livre de Energia Elétrica*. 2015. Disponível em: <<http://www.mercadolivredeenergia.com.br/>>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 1, 12
- CEMIG. *VALORES DE TARIFA E SERVIÇOS*. 2016. Disponível em: <http://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 17
- Climaco, F. G. *Gestão de consumidores livres de energia elétrica*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2010. 2
- Energético, S. *PANORAMA COMERC: Evolução do mercado livre nos últimos 11 anos*. 2015. Disponível em: <<http://www.setorenergetico.com.br/nao-usar/panorama-comerc-evolucao-do-mercado-livre-nos-ultimos-11-anos/7780/>>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 1, 2
- Florezi, G. *Consumidores livres de energia elétrica: uma visão prática*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2009. 3, 13

- Moreira, C. E. *Lei nº 1.560 de 30 de Dezembro de 2002. Institui a contribuição para custeio do serviço de iluminação pública e dá outras providências*. 2002. Disponível em: <<http://www.pmjm.mg.gov.br/legislacaoView/?id=1579>>. Acessado em 30 de Junho de 2016. 20
- Nóbrega, A. P. da. The free consumers in the brazilian electrical energy sector. 2006. 24
- Paulo, G. D. E. D. S. *ILUMINAÇÃO PÚBLICA GUIA DO GESTOR*. 2013. Disponível em:<http://www.energia.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/519.pdf>. 18
- Pires, J. C. L. *Desafios da reestruturação do setor elétrico brasileiro*. [S.l.]: BNDES, Area de Planejamento, Departamento Econômico-DEPEC, 2000. v. 76. 5
- Ribeiro, E. B. *Desafios para expansão do mercado de fontes incentivadas: uma análise de atratividade do ponto de vista do consumidor especial*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2009. 1, 2
- Rosito, L. H. Desenvolvimento da iluminação pública no brasil. *O Setor Elétrico*, 2009. 16
- Scarabelot, Á. G. Ferramenta de apoio à tomada de decisão de migração ao mercado livre para consumidores potencialmente livres. 2009. 2
- Tatemoto, K. A. *Energia incentivada: uma análise integrada dos aspectos regulatórios, de comercialização e de sustentabilidade*. Tese (Doutorado) — Universidade de São Paulo, 2013. 14
- Tolmasquim, M. T. *Novo modelo do setor elétrico brasileiro*. [S.l.]: Synergia, 2011. 1, 3, 7, 12, 13