

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

Vinícius Radetzke da Silva

**DESENVOLVIMENTO E A REGULAÇÃO DO MERCADO LIVRE DE
ENERGIA NO BRASIL**

Santa Maria, RS
2017

Vinícius Radetzke da Silva

**DESENVOLVIMENTO E A REGULAÇÃO DO MERCADO LIVRE DE ENERGIA
NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção.**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Roselaine Ruviaro Zanini

Santa Maria, RS
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Silva, Vinícius Radetzke da
Desenvolvimento e a regulação do mercado livre de energia no Brasil / Vinícius Radetzke da Silva.- 2017.
93 f.; 30 cm

Orientadora: Roselaine Ruviaro Zanini
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, RS, 2017

1. Mercado livre de energia 2. Preço Médio da Liquidação das Diferenças 3. Holt Winters Multiplicativo
I. Zanini, Roselaine Ruviaro II. Título.

© 2017

Todos os direitos autorais reservados a Vinícius Radetzke da Silva. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: vinicius.radetzke@iffarroupilha.edu.br


Vinícius Radetzke da Silva

**DESENVOLVIMENTO E A REGULAÇÃO DO MERCADO LIVRE DE ENERGIA
NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Engenharia de Produção**.

Aprovado em 06 de março de 2017:

COMISSÃO EXAMINADORA:


Roselaine Ruviaro Zanini, Dr.^a (UFSM)
(Presidente/Orientadora)


Adriano Mentonça Souza, Dr (UFSM)


Lorena Vicini, Dr.^a (UFSM)

Santa Maria, RS
2017

DEDICATÓRIA

A meus pais, meu irmão, minha esposa. Por todo carinho, compreensão e apoio neste período. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é fruto de um esforço coletivo, pois envolveu muitas pessoas importantes em minha vida. O meu agradecimento:

- A Deus por ter me guiado e permitido chegar até aqui.*
- Aos meus pais Eduardo e Sueli que, com muito esforço proporcionaram uma educação digna, com valores para a vida e sempre me disseram que o estudo me levaria a voos maiores, pois aqui estou Pai e Mãe. Ao meu irmão Felipe que, mesmo de longe sempre enviou uma palavra amiga de importância e de carinho. Essa conquista também é de vocês.*
- A minha esposa Ana Carolina, que sempre esteve ao meu lado, me motivando, auxiliando, mostrando os caminhos a seguir. Saiba que tens papel fundamental na conclusão desta etapa, te amo!*
- A minha querida Professora e Orientadora Dra. Roselaine Ruviaro Zanini, muito obrigado por ter-me aceito como orientando seu, obrigado pelos teus ensinamentos, pela sua paciência, compressão, dedicação, carinho e pelo exemplo de pessoa e profissional que és. Com certeza, levarei comigo este aprendizado adquirido pelos pouco mais de dois anos em que estivemos juntos nesta caminhada, um grande abraço.*
- Ao professor Adriano que contribuiu também em minha formação, obrigado pela sua ajuda, pela parceria e pelos momentos alegres que tivemos a oportunidade de estarmos juntos, aos meus colegas de laboratório.*
- As professoras Lorena e Luciane pelo convívio e pelas considerações que forneceram para o desenvolvimento deste trabalho.*
- Aos meus colegas de laboratório e do mestrado, obrigado pelas trocas de experiência e aprendizado mútuo.*
- Aos funcionários da Secretaria do PPGEP, Márcia e Fernando, pelo auxílio prestado neste período.*
- À Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade concedida e a realização profissional e pessoal de ter sido aluno desta instituição.*
- Ao Instituto Federal Farroupilha - Campus Alegrete, que me permitiu como servidor, afastar-me parcialmente para realização desta capacitação profissional.*

RESUMO

DESENVOLVIMENTO E A REGULAÇÃO DO MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO BRASIL

AUTOR: Vinícius Radetzke da Silva
ORIENTADORA: Roselaine Ruviano Zanini

O desenvolvimento do Mercado Livre de Energia no Brasil ganhou notória importância em virtude de uma série de transformações recentes na política brasileira. Durante muito tempo, investimentos não foram realizados neste setor, ocasionando um atraso na matriz energética do Brasil. Com isso, o governo buscou alternativas para modificar o quadro deficitário do setor, atrair novos investidores e promover a concorrência capitalista de preços. A regulação proporcionada por lei objetivou enquadrar o Brasil na política do mercado livre de energia, dando a liberdade de empresas a se enquadrar em requisitos que permitam consumir energia elétrica de outras empresas geradoras, seja por meio de celebração de contratos exclusivos, chamados de cativos, ou pela compra em leilões de concorrência administrados por órgãos legisladores do setor, e ainda, pela sobra de energia do mercado, chamado o *spot* do mercado livre. Desta forma, este estudo objetivou apresentar o desenvolvimento do Mercado Livre de Energia brasileiro e realizar uma comparação entre a previsão dos preços médios da liquidação das diferenças de energia (PLD) com os valores comercializados no segundo semestre de 2015. Para isso, foram coletados dados de maio de 2003 a junho de 2015. O estudo foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, do tipo exploratório e quantitativo. Os dados foram obtidos com o auxílio de informações da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica por meio de uma série temporal do PLD no mercado livre de energia elétrica. Utilizou-se para a previsão, o método de *Holt Winters* multiplicativo, sendo o melhor ajuste entre os modelos estudados, aos valores do PLD, podendo ser utilizado como referência básica para os consumidores e/ou geradores de energia afim da programação de produção, representando a redução de custos e proporcionando aumento de competitividade para produtos e serviços que por hora sejam produzidos.

Palavras-chave: Mercado livre de energia. Preço Médio da Liquidação das Diferenças. *Holt Winters* Multiplicativo.

ABSTRACT

DEVELOPMENT AND REGULATION FREE ENERGY MARKET IN BRAZIL

AUTHOR: VINÍCIUS RADETZKE DA SILVA

ADVISOR: ROSELAINÉ RUVIARO ZANINI

The development of the Free Energy Market in Brazil gained considerable importance due to a series of recent transformations in Brazilian politics. For a long time, investments were not made in this sector, causing a delay in the energy matrix of Brazil. As a result, the government sought an alternative to change the sector's deficit, attract new investors and promote capitalist price competition. The regulation provided by law aimed at framing Brazil in the policy of the free market of energy, giving the freedom of companies to fit in requirements that allow to consume electricity of other generating companies, either by means of celebration of exclusive contracts, called captives, or by buying at auctions of competition managed by legislators of the sector and also by the leftover market energy, called the free market spot. In this way, this study aimed to present the development of the Brazilian Free Energy Market and to make a comparison between the forecast of the average prices of the settlement of energy differences (PLD) and the values sold in the second half of 2015. For this purpose, From May of 2003 to June of 2015. The study was developed through bibliographical research, of the exploratory and quantitative type. The data were obtained with the aid of information from the Electric Energy Trading Chamber through a time series of the PLD in the free market of electric energy. For the prediction, the multiplicative Holt Winters method was the best fit, among the models studied, to the PLD values, and can be used as a basic reference for consumers and/or power generators related to production scheduling, representing the Reducing costs and providing increased competitiveness for products and services that are produced per hour.

Keywords: Free energy market. Average Price of Differences Settlement. Holt Winters Multiplicative.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Comparativo das características dos consumidores livre e especial	22
Quadro 2 - Demanda mínima para ingresso no mercado livre de energia no Brasil	22
Quadro 3 - Desenvolvimento do Mercado Livre de energia no Brasil	26
Quadro 4 - Agentes institucionais do setor elétrico do Brasil	27
Quadro 5 - Diferenças entre consumidores Cativo e Livre	33
Quadro 6 - Ambientes de contratação de energia ACL e ACR.....	36
Quadro 7 - Características do fornecimento de energia elétrica ACL e ACR	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Integração eletroenergética brasileira em 2015.....	30
Figura 2 -	Mapa dos submercados do sistema elétrico brasileiro	32
Figura 3 -	Mercado Cativo de energia	33
Figura 4 -	Mercado Livre de energia	34
Figura 5 -	Ambiente de contratação no mercado de energia elétrica brasileiro	38
Figura 6 -	Mercado spot no processo da comercialização de energia	40
Figura 7 -	Fluxo do mercado spot	48

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A - Preço Médio de Liquidação das Diferenças (PLD) da energia elétrica em (Mwh) no período de maio de 2003 a dezembro de 2015.....	90
--	----

LISTA DE ABRAVIATURAS E SIGLAS

ABRACEEL	Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulado
AEH	Alisamento Exponencial de Holt
AEHW	Alisamento Exponencial de Holt-Winters
AES	Alisamento Exponencial Simples
AIC	Critério de Informação Akaike
AICc	Critério de Informação Akaike Corrigido
AIPE	Associação Independente dos Produtores de Energia
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo e Gás
ARIMA	Autoregressivo Integrado de Média Móvel
ARMA	Autoregressivo de Média Móvel
ARMAX	Autoregressivo de Médias Móveis
BIC	Critério de Informação Bayesiano
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Social
CCD	Contrato de Conexão de Distribuição
CCEAR	Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CCML	Contrato de Comercialização
CCT	Contrato de Conexão a Transmissão
CMO	Custo Marginal de Operação
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CPST	Contrato de Prestação de Serviço de Transmissão
CUSD	Contrato de Uso do Sistema de Produção
CUST	Contrato de Uso do Sistema de Transmissão
DOU	Diário Oficial da União
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ESS	Encargos de Serviços do Sistema
FIRJAN	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
GW	Gigawatt
HW	Holt-Winters
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
KV	Kilovolts
KW	Kilowatts
LER	Leilões Especiais de Energia de Reserva
LFA	Leilões Especiais de Fontes Alternativas
MAD	Desvio Médio Absoluto
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MAPE	Erro Percentual Absoluto Médio
MCP	Mercado de Curto Prazo
MME	Ministério de Minas e Energia
MMS	Médias Móveis Simples
MSE	Erro Médio Quadrático
MWh	Megawatt-hora
ONS	Operador Nacional do Sistema

PIB	Produto Interno Bruto
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PND	Programa Nacional de Desestatização
RMSE	Raiz do Erro Quadrático Médio
SARIMA	Autorregressivo Integrado de Média Móvel Sazonal
SIN	Sistema Interligado Nacional
VAR	Vetor Autorregressivo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	PROBLEMA.....	16
1.2	OBJETIVO	16
1.2.1	Objetivo Geral	16
1.2.2	Objetivos Específicos	16
1.3	JUSTIFICATIVA	16
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	17
2	MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRO	18
2.1	LEGISLAÇÃO DO MERCADO DE ENERGIA DO BRASIL.....	23
2.2	AMBIENTES DE CONTRATAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	32
2.2.1	Ambientes de Contratação Regulada (ACR) versus Ambiente de Contratação Livre	34
2.2.1.1	<i>Preço de Liquidação das diferenças e Mercado Spot</i>	39
3	MATERIAIS E MÉTODOS	44
3.1	SÉRIES TEMPORAIS	46
3.2	MÉTODOS DE SUAVIZAÇÃO EXPONENCIAL.....	50
3.2.1	Alisamento exponencial simples (AES)	51
3.2.2	Alisamento exponencial duplo de Holt (AEH)	53
3.2.3	Alisamento exponencial sazonal de Holt-Winters (AEHW)	54
3.3	CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DAS CONSTANTES E DOS MODELOS DE PREVISÃO	57
3.3.1	Desvio médio absoluto (MAD)	57
3.3.2	Desvio médio quadrático (MSE)	58
3.3.3	Erro percentual absoluto médio (MAPE)	58
3.3.4	Raiz do erro quadrático médio (RMSE)	59
4	ARTIGO: O DESENVOLVIMENTO E O AJUSTE DO MERCADO LIVRE DE ENERGIA NO BRASIL	60
5	CONCLUSÃO	81
	REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

A busca por energia elétrica é um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento da humanidade, seja ela por novos meios de produção, locomoção e geração de energia. O modo de vida do ser humano tem dado a ele, a opção de estar reinventando-se em busca de uma fonte de energia constante e, esta opção, requer uma sinergia muito grande para criar novas maneiras que apresentem oferta de energia e satisfaçam uma demanda crescente.

O arranjo energético prepondera algumas mudanças na forma de organização e administração da matriz energética de um país. A fabricação de energia implica em verificar aspectos como: potencial de geração, impactos à sociedade, recursos tecnológicos disponíveis e capacidade de atratividade financeira para novos projetos.

Em meados dos anos 90, o setor elétrico brasileiro passou por uma transformação importante, pois, até então, o sistema era controlado por empresas públicas que tinham como responsabilidade a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, ocasionada pela perda da capacidade de investimentos por falta de reajustes das tarifas, no setor elétrico o governo brasileiro buscou como saída a realização de quebra do monopólio estatal, passando à prática da privatização das empresas de distribuição de energia elétrica (COSTA; PIEROBON, 2008).

O caminho para a reorganização foi colocado em prática, em 1995, pelo então governo Fernando Henrique Cardoso, quando promulgada a Lei nº 9.074/95, que objetivou o estímulo à concorrência e redução de custos de energia elétrica, principalmente, para as indústrias do país, além de atrair novos investimentos para o setor energético brasileiro.

Assim, no ano de 1995, o governo passou a provocar uma desverticalização na cadeia produtiva de energia elétrica, mais especificamente, a partir da geração, transmissão, distribuição e comercialização, com isso, estes segmentos tornaram-se tipos de negócios diferentes entre si. Os setores de transmissão e distribuição continuaram sendo tratados como serviços públicos regulados (considerados monopólios naturais), enquanto a competição foi incentivada nos segmentos de geração e comercialização. Esse fato abriu caminho para que a energia elétrica passasse a ser tratada como uma mercadoria passível de negociação, seguindo uma tendência mundial praticada em países, a exemplo dos Estados Unidos, Canadá e Inglaterra, precursores nesta prática desde o início da década de 1990.

Nos Estados Unidos, por exemplo, de acordo com Prechel (2012), o processo de mudança estrutural na matriz de geração de energia adaptada ao Mercado Livre de energia

surgiu a partir de 1978, permitindo a desverticalização do sistema ao adicionar novas empresas geradoras de energia elétrica.

Conforme explicam Soares (1998) e Vinhaes (1999), algumas mudanças foram realizadas na regulamentação dos setores elétricos de diversos países com objetivo de sanar a falta de incentivos, a eficiência e a realização de alterações em estruturas com o incremento de novas tecnologias, adaptação à legislação ambiental ou identificação de demanda futura.

Fomentar a mudança e a prática consolidada de um modelo de competição visando o Mercado Livre de energia, de acordo com Prechel (2012), beneficiaria o setor industrial e consumidores, por efeitos como: avanço de tecnologia, liberdade de escolha para o cliente, redução dos preços acirrando a concorrência, comercialização simultânea de várias empresas geradoras de energia e diminuição de custos e dos preços de produtos e serviços em todas as regiões do país.

Considerando a Lei 10.848/04 intitulada como marco regulatório do setor elétrico brasileiro foi estabelecida uma nova reformulação do Mercado Livre de energia com a introdução de novas regras de comercialização de energia elétrica, nesta lei, dividiram-se os ambientes de contratação de energia elétrica em Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e Ambiente de Contratação Livre (ACL). Os consumidores que atenderem aos pré-requisitos do ACL passam a ter liberdade de escolha de quem comprar a sua energia elétrica. Diferentemente dos consumidores chamados de cativos, que têm a obrigatoriedade de contar, com somente, uma empresa fornecedora de energia elétrica.

No ambiente do ACR, o Decreto 5.163/04 ao regulamentar a Lei 10848/04 previu a realização de leilões de energia nova e existente que ocorreriam no âmbito do ACR, com prazos definidos de entrega dessa energia formalizados por meio de um contrato bilateral, chamado de Contrato de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR).

Segundo Belyaev (2010), a abertura ao mercado proporcionada pelas regulações impostas pelo governo fez com que houvesse um aumento expressivo de transações de energia e dos instrumentos financeiros associados, corroborando para o maior desenvolvimento do mercado. Para um maior controle e regulação do Mercado de Energia foram criados órgãos reguladores do governo, a exemplo da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), responsável pela regulamentação tarifária de contratação e acesso aos sistemas de transmissão, o Operador Nacional do Sistema (ONS) responsável por operar o Sistema Interligado Nacional (SIN) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) que cria o ambiente de comercialização e define a forma de participação dos agentes no mercado.

1.1 PROBLEMÁTICA

Conforme o exposto anteriormente sobre o Mercado Livre de Energia, o problema desta pesquisa foi apresentar: Como ocorreu o processo de desenvolvimento do Mercado Livre de energia no Brasil e a variação dos seus preços.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar a evolução da média do Preço de Liquidação das Diferenças (PLD) de energia elétrica comercializada no Mercado Livre de energia brasileiro.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de auxiliar a atingir o objetivo geral desta pesquisa, foram estipulados alguns objetivos específicos que seguem:

- Fazer uma revisão de literatura do desenvolvimento e atual situação da legislação Brasileira sobre o mercado livre de energia;
- Realizar uma análise descritiva sobre o PLD médio da energia elétrica comercializada no Mercado Livre de energia do Brasil, por região e por ano;
- Ajustar modelos de séries temporais, por região do Brasil, para o PLD médio da energia elétrica comercializada no Mercado Livre de energia, a fim de conhecer o comportamento da série;
- Fazer previsões para a demanda do PLD da energia no Mercado Livre por região brasileira, mediante ajuste de séries temporais.

1.3 JUSTIFICATIVA

A energia elétrica é considerada como um fator primordial para o desenvolvimento e crescimento econômico de uma nação. Ao estabelecer políticas para o setor energético brasileiro, o governo, objetivou a autonomia energética para reduzir o preço da energia elétrica consumida, principalmente, pelas empresas, e com isso, impulsionar e favorecer os

meios de produção frente à concorrência do mercado global. Neste trabalho serão utilizados para análise dos dados, modelos de séries temporais que contribuem para a previsão e controle visando uma gestão mais eficaz.

Desta forma, esta pesquisa buscou apresentar o desenvolvimento do Mercado Livre de Energia brasileiro e, como os modelos de análise das séries temporais podem contribuir na previsão da evolução da média do PLD da energia elétrica comercializada neste mercado.

Possuir informações baseadas na utilização de modelos de análise em séries temporais representa confiabilidade nas previsões, permitindo que empresas possam antever as informações do preço médio de energia elétrica, com isso, realizar programação da respectiva produção com maior assertividade, onde a redução praticada no custo da energia proporcione aumento de competitividade para produtos e serviços, que por hora sejam produzidos.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Está estruturado em seis capítulos: Introdução, Mercado de energia brasileiro, Materiais e métodos, Artigo: Desenvolvimento e ajuste do mercado livre de energia no Brasil e Conclusão. O primeiro capítulo aborda uma introdução ao tema estudado, a delimitação do tema, a problemática, além dos objetivos, geral e específicos e a justificativa para a realização do estudo.

O segundo capítulo é composto por uma revisão bibliográfica sobre o mercado livre de energia brasileiro com uma revisão bibliográfica sobre o tema.

O terceiro capítulo são apresentados os Materiais e métodos, na qual são expostos os procedimentos e técnicas para modelagem de séries temporais.

No quarto capítulo é composto pelo referencial teórico referente aos modelos e técnicas aplicados em séries temporais.

No quinto capítulo é apresentado o Artigo: Desenvolvimento e ajuste do mercado livre de energia no Brasil

O sexto capítulo é composto pela conclusão da dissertação.

Finalize-se o trabalho com a apresentação das referências bibliográficas utilizadas.

2 MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA BRASILEIRO

Com origem na pré-história, em virtude de sua necessidade, o homem criou o fogo e, com esta descoberta, conseguiu desenvolver outros mecanismos que o auxiliariam no seu trabalho diário. Esta descoberta impulsionou melhoras em sua alimentação, conforto, iluminação e segurança. Outras experiências foram sendo realizadas, a exemplo da invenção da roda e técnicas para transporte, culminando com o surgimento da máquina a vapor que marcou a Revolução Industrial ocorrida na Inglaterra entre os séculos XVIII e XIX. Na época, o fogo usado para aquecer caldeiras liberava o vapor que era utilizado para movimentação de muitas máquinas, sendo um marco para o desenvolvimento do processo industrial no continente Europeu. A partir disso, novas fontes de energia foram utilizadas a exemplo dos combustíveis fósseis, como carvão mineral, petróleo e gás natural e mais tarde a energia nuclear.

De acordo com Segura (2012) o progresso mundial no uso de fontes de energia aconteceu com o desenvolvimento da industrialização, no início do século XX. No Brasil, a lenha foi o principal recurso energético e era responsável por impulsionar a produção, tanto do ciclo da cana de açúcar como o ciclo do ouro. Após este primeiro momento, surgiu o ciclo do café, e neste meio tempo a fonte de energia passou ser o carvão mineral importado, implicando em custos mais altos para a produção, o que motivou investimentos destinados à geração de energia elétrica.

O surgimento da eletricidade criou a necessidade de tecnologias para realizar sua distribuição, as quais se desenvolveram rapidamente, graças a uma demanda crescente da indústria, sendo que sua primeira aplicação se deu na iluminação pública. Conforme Goeking (2010), os primeiros sistemas de distribuição foram instalados no final do século XIX, na Inglaterra, França e na Itália, já no Brasil, a expansão dos serviços de energia foi em 1867, quando o transporte da energia entre a fonte geradora e os poucos consumidores brasileiros acontecia com dínamos. Nesta época, a tecnologia não era suficiente para ser enviada a locais mais distantes e as empresas estrangeiras deram os primeiros passos para o desenvolvimento da eletrificação no Brasil.

A partir da metade do século XX, a expansão da economia mundial trouxe a globalização como fator preponderante, pois a necessidade crescente de competitividade entre economias nacionais e regionais ascendeu à importância estratégica da disponibilidade de energia elétrica e sua possibilidade de desenvolvimento do país. Neste período, o governo preocupou-se em garantir a manutenção da energia elétrica e, devido ao potencial hídrico,

foram investidos recursos para a criação de energia extraída de fontes hídricas, responsáveis pelo maior percentual de geração de energia elétrica até os dias atuais.

Também, entre os anos 50 e 60, de acordo com Segura (2012), o investimento estatal marcou o início da industrialização do setor energético, as áreas de petróleo, hidroeletricidade e carvão adquiriram dimensões de indústria, somando os esforços do governo na construção de indústrias de base e infraestrutura. A indústria nacional foi desenvolvida e, com isso, reduziu-se a dependência brasileira da exportação das *commodities* agrícolas e minerais.

Diante disso, conforme Barros (2007), a primeira década do século XXI foi caracterizada pelo acirramento das economias globais, neste caso, a competitividade no setor energético tem sido um fator desencadeante de desenvolvimento de nações, quando as mesmas, proporcionam condições favoráveis para a demanda das indústrias e da sociedade, bem como, a rivalidade entre empresas. Porter (1990) destaca que a prosperidade de uma nação é criada e não herdada, e afirma que, uma nação para se tornar competitiva deve ter a capacidade de sua indústria inovar e atualizar-se.

No tocante à inovação, a competitividade está ligada a custos e, para setores da economia, a exemplo da indústria, ganhar novos mercados representa reduzir custos na produção do produto, garantir qualidade e ser atrativo no seu preço final. Considerando-se a realidade atual, até março de 2015, em um levantamento realizado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), o custo médio da energia para a indústria nacional tenha subido 48%, alcançando R\$ 534,28, por megawatt-hora (Mwh). Neste contexto, o valor mencionado coloca o Brasil em uma posição indesejada por muitas nações, já que o país é o primeiro colocado no *ranking* internacional dos 28 países com maior custo da energia para a indústria, superando a Índia e a Itália, que ocupavam as primeiras posições (GANDRA, 2015).

O fato do custo da energia ser maior no Brasil, comparado ao custo de energia de outros países concorrentes no comércio, implicará em produtos mais caros, falta de geração de empregos, de recolhimento de impostos, falta de atratividade de investidores internos e externos, perdendo-se em competitividade, por consequência, um atraso no desenvolvimento da economia.

Com uma população estimada em mais de 206 milhões de habitantes (IBGE, 2016), um Produto Interno Bruto de mais de R\$ 5,52 trilhões de reais (IBGE, 2014), uma capacidade instalada de 148.8 GW e um consumo médio mensal de eletricidade de 39,7 GW, o Brasil, atualmente, busca outras formas de geração de energia.

De acordo com os dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2016), a matriz energética do Brasil é formada, atualmente, pelas seguintes usinas geradoras de energia elétrica e o respectivo percentual de produção: Hídricas (61,55%), Fóssil (17,56%), Biomassa (8,90%), Eólica (5,13%), Nuclear (1,37%) e Importação (5,49%), referente à importação de energia elétrica do: Paraguai, Argentina, Venezuela e Uruguai.

Conforme menciona Godoy (2000), todo o processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro ocorreu devido a uma tendência mundial, que iniciou em dezenas de países a nível mundial. Na prática, tal processo estimulava a criação de um mercado competitivo com a privatização de alguns segmentos do setor, a fim de atrair o capital privado para os investimentos necessários ao crescimento do mesmo. Com o passar do tempo, a energia elétrica não foi percebida apenas como um produto ofertado para satisfazer a necessidade da população e, tão pouco um serviço público, mas como uma *commoditie* que, de acordo com o exposto por Silva (1999), representa uma mercadoria ou produto comercializado sem designação específica, cujos direitos e juros sobre o mesmo estejam sendo, ou possam vir a ser negociados com vencimento em uma data futura.

Esta reestruturação, de acordo com Tolmasquim (2011), surgiu com a criação da Lei nº 9.074/95, objetivou-se estimular a concorrência, reduzir custos de energia elétrica nas indústrias do país e promover a competitividade e atrair novos investimentos para o setor energético do país. Além disso, o governo, de certa forma, tinha por objetivo sanar o déficit fiscal vendendo seus ativos e direcionando os recursos para um programa de investimentos, aumentando a eficiência das empresas de energia.

As reformas propostas pelo governo apresentaram características diferenciadas, (GOMES et al., 2002):

- A criação do Mercado Atacadista de Energia (MAE) que, atualmente, é chamada de Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE).
- A desverticalização da produção, transmissão, distribuição e comercialização.
- O livre acesso dos geradores e comercializadores na estrutura de redes de transmissão e distribuição.
- A competitividade dos segmentos de produção e comercialização.

De acordo com Lanzotti, Correia e Silva (2002), com o surgimento da competição nas operações de compra e venda de energia, ocorreram mudanças na maneira como esta energia é comercializada nos vários mercados pelo mundo. O autor classifica ainda, que uma

ferramenta bastante utilizada no processo de comercialização é o mecanismo dos leilões, pois representa uma maneira eficiente de revelar o preço da energia comercializada, bem como da eficiência no processo.

O processo de abertura do setor elétrico brasileiro resultou em dois mercados distintos de energia: o Mercado Cativo e o Mercado Livre.

De acordo com a ANEEL (2016), o Mercado Cativo é o ambiente de contratação de energia elétrica onde o consumidor é totalmente passivo. A energia é fornecida, exclusivamente, pela distribuidora local, com o preço e as demais condições de fornecimento reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica.

O Mercado Livre é o ambiente no qual o consumidor pode comprar a energia de comercializadores e/ou geradores em condições livremente pactuadas por contratos entre as partes. A principal vantagem desse ambiente de contratação é a possibilidade de negociar produtos customizados, com prazos, volumes, preços e índices de reajustes que atendam às expectativas do comprador.

A Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996 no seu segundo artigo especifica:

Art. 2 Para fins e efeitos desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

I - Consumidor Especial é o agente da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, da categoria de comercialização, que adquire energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração enquadrados no § 5º do art. 26 da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, para unidade consumidora ou unidades consumidoras reunidas por comunhão de interesses de fato ou de direito, cuja carga seja maior ou igual a 500 kW e que não satisfaçam, individualmente, os requisitos dispostos nos arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995;

II - Consumidor Livre é o agente da CCEE, da categoria de comercialização, responsável por unidade consumidora enquadrada nas condições estabelecidas nos arts. 15 e 16 da Lei nº 9.074, de 1995;

III - Geração Incentivada é a geração de responsabilidade do agente da CCEE, da categoria geração, enquadrado no § 1º do art. 26 da Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, elegível, portanto, à aplicação de descontos associados às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição, incidentes na produção e no consumo de energia elétrica por ele comercializada.

Conforme CCEE (2011), é considerado consumidor livre, aquele que possui a opção de contratação de energia e potência de unidades distribuidoras, atentando-se às condições reguladas semelhantes as aplicadas ao consumidor cativo, a exemplo de tarifas e prazos. No tocante a isso, os mesmos itens aplicáveis ao Consumidor Livre, devem ser observados conforme mostrado a seguir:

Fábricas, shoppings, indústrias que estão enquadrados nesta categoria podem hoje escolher de quem comprar energia.

Para migrar do Mercado Cativo para o livre, o consumidor deve observar o prazo de 6 meses antes do término do contrato cativo.

Possuir demanda contratada igual ou maior que 3.000 KW em qualquer horário (ponta ou fora de ponta).

Estar ligado à rede de distribuição ou de transmissão em nível de tensão de fornecimento igual ou superior a 69 KV (Kilo-Volts), se a data de ligação do consumidor ocorreu até 07/07/95.

Unidades consumidoras ligadas após de 07/07/95 podem estar ligadas em qualquer nível de tensão, bastando que possua demanda contratada superior a 3.000 KW

O consumidor pode “nascer livre” desde que apresente um Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) com demanda contratada igual ou maior que 3.000 KW (Quilowatts) em qualquer horário (ponta ou fora de ponta).

O consumidor livre deve, obrigatoriamente, ser Agente da CCEE.

O processo de retornar para o cativo exige que a comunicação seja feita com 5 anos de antecedência.

No Quadro 1 são mostrados comparativos entre requisitos de contratação de energia antes e após a Lei nº 9.074/95 para os consumidores livre e especial.

Quadro 1 - Comparativo das características dos consumidores livre e especial

Consumidor	Fonte	Demanda mínima	Tensão mínima	Data de ligação do consumidor
Livre	Convencional ou incentivada	3000 KW	2,3 KV 69 KV	Após 08/07/1995 Antes de 08/07/1995
Especial	Incentivada	500 MW	2,3 KV	Qualquer data

Fonte: Adaptação de CCEE (2011).

Conforme a Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia, ABRACEEL (2015), no Quadro 2, é demonstrado um comparativo entre países da América Latina de acordo com o pré-requisito mínimo para consumidores entrarem no Mercado Livre de energia elétrica.

Quadro 2 - Demanda mínima para ingresso no mercado livre de energia no Brasil

País	Condição mínima	País	Condição mínima
Argentina	30 Kw	Colômbia	100 Kw
Uruguai	250 Kw	Guatemala	100 Kw
Bolívia	1000 Kw	Panamá	100 Kw
Brasil	3000 Kw	Peru	1000 Kw
Chile	500 Kw	República Dominicana	1000 Kw

Fonte: Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia, ABRACEEL (2015).

Observa-se que, no Brasil, o valor de 3000 KW é o mínimo de consumo para ingressar no Mercado Livre de energia, se caso for consumidor especial, o mínimo cai para 500 KW, restrito a compra de energia incentivada pelo governo.

Atualmente, conforme o Operador Nacional do Sistema (ONS) (2016), aproximadamente 27% da energia produzida no Brasil é negociada no Mercado Livre, que movimenta, anualmente, negócios em torno de R\$ 30 bilhões. Sendo um ambiente em contínua evolução, os agentes que nele atuam precisam estar constantemente atualizados das regras e procedimentos de mercado, para que tenham o conhecimento e o profissionalismo necessários no processo de tomada de decisões.

2.1 LEGISLAÇÃO DO MERCADO DE ENERGIA DO BRASIL

Conforme explica Abreu (1999), a reestruturação do sistema elétrico brasileiro foi proporcionada por mudanças na legislação por meio de leis e decretos, descritos a seguir:

Lei nº 8.987 – Fevereiro de 1995 - Regulamenta o Artigo nº 175 da Constituição Federal; obriga a licitação das concessões de geração, transmissão e distribuição; e define os critérios gerais a serem aplicados nas licitações e nos contratos de concessões.

Decreto nº 1.503 – Maio de 1995 - Inclui o sistema Eletrobrás no Programa Nacional de Desestatização (PND) e orienta a privatização dos segmentos de geração e distribuição do sistema Eletrobrás.

Lei nº 9.074 – Julho de 1995 - Complementa a Lei nº 8.987, no que diz respeito aos serviços de energia elétrica; cria a Figura do produtor independente de energia elétrica; libera grandes consumidores do monopólio comercial das concessionárias; assegura livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição.

Decreto nº 1.717 – Novembro de 1995 - Estabelece normas para prorrogação de concessões de serviços públicos de energia elétrica.

Decreto nº 2.003 – Setembro de 1996 - Regulamenta a produção de energia elétrica por produtor independente e autoprodutor e dá outras providências.

Lei nº 9.427 – Dezembro de 1996 - Institui a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica), disciplina o regime de concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências.

Decreto Lei nº 2.335/97 - constitui a ANEEL. - Portaria nº 459/97 – Novembro de 1997 - Regulamenta as condições de livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição.

Portaria nº 466/97 – Dezembro de 1997 - Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica - Resolução nº 94/98 – Março de 1998 - Estabelece participação das empresas no mercado de distribuição e 25 gerações.

Lei nº 9.648/98 – Maio de 1998 e Decreto nº 2.655/98 – Julho de 1998 - Reestrutura o setor elétrico, cria o MAE e o ONS (Operador Nacional do Sistema) e estabelece condições relativas ao funcionamento do Mercado Atacadista de Energia (MAE). por meio das mudanças advindas das leis e decretos anteriormente citados, é que o setor elétrico brasileiro entra em sua fase de reestruturação.

Ainda, conforme Abreu (1999), para que ocorressem as privatizações das empresas estatais foi utilizado o argumento, de que era necessário acabar com o monopólio para

proporcionar a livre concorrência. Isto explica as criações de leis e decretos conforme citados além do surgimento de alguns órgãos de controle corroborando com a intenção do governo de fomentar a competição baseado em privatizações.

Ainda, descreve que, na ANEEL, foram criadas quatro modalidades de aprovação para exploração de serviços de eletricidade pelo setor privado, são elas:

- Concessionário: Pessoa jurídica, empresa ou consórcio de empresas, que recebe delegação da União para desempenhar, por sua conta e risco e por prazo determinado, um serviço de energia elétrica (Lei 8.987/95, Art. 2º, II). Licitações das concessões processadas nas modalidades de concorrência ou leilão, conforme as normas das Leis 8.987/95 e 9.074/95, com ampliação subsidiária da Lei 8.666/93 (Art. 23).
- Permissionário: Pessoa física ou jurídica que recebe delegação da União, a Título Precário, para desempenhar um serviço de energia elétrica (Lei 8.987/95, Art. 2º, IV).
- Autorizatório de serviços públicos: Autorização é o ato unilateral do Poder Público, mediante o qual, por provocação do interessado, a administração remove o obstáculo legal para facultar-lhe o exercício de uma atividade, de outro modo proibida.
- Registro: Simples comunicado à ANEEL, definido apenas quanto aos limites no Decreto nº 2.003/96, Art. 5º, inexistindo uma definição geral.

Diante a estas classificações, Abreu (1999) explica que os contratos para comercialização de energia elétrica foram regidos pela Lei nº 9.074 de 7 de julho de 1995 que proporcionou inúmeros avanços, a saber:

- Prorrogou as concessões pelo prazo de 20 anos, ou prazo mais longo de concessão residual.
- Adequou o processo de privatização das empresas do setor elétrico, com outorga das concessões, pelo período de 30 anos.
- Determinou que as tarifas fossem atribuição do regulador.
- As licitações para o serviço público serão realizadas as concessões de geração por meio de hidrelétricas acima de 1 MW e termelétricas acima de 5 MW.
- Determinar a que é o produtor independente de energia.
- Deixar determinado que uma rede básica de transmissão, no caso de novo trecho, terá sua concessão licitada.
- Determinar a separação contábil em relação aos custos de geração, transmissão e distribuição.

- Permitir que as empresas criem consórcios para usinas destinadas ao serviço público, produção independente e autoprodutores.
- Determinar que seja livre o acesso para a transmissão e liberdade de escolha do fornecedor. Neste caso, os antigos consumidores teriam o direito de escolher, progressivamente, o seu fornecedor.
- Permitir acordos da União com os Estados para transferir atividades complementares de fiscalização e controle sobre os serviços públicos de eletricidade.
- Extinguir a reserva de mercado das concessionárias federais sobre os potenciais hidrelétricos de suas áreas, estabelecida pela Lei de Itaipu. Como ponto negativo, advindo da obrigatoriedade de desverticalização das companhias, criou-se um ambiente de elevados custos de transações, devido à confecção e administração dos seguintes contratos necessários à comercialização da energia elétrica.
 - Contratos com o Mercado Atacadista de Energia (MAE) que, atualmente, é chamada de CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica.
 - Contrato para Prestação de Serviços Ancilares (serviços agregados, que são implícitos à comercialização da energia elétrica).
 - Contrato de Uso do Sistema de Transmissão – CUST.
 - Contrato de Uso do Sistema de Distribuição – CUSD.
 - Contratos Bilaterais de Longo Prazo.
 - Contrato de Compra/Venda de Curto Prazo – (*spot*).
 - Contrato de Comercialização – CCML.
 - Contrato de Prestação de Serviço de Transmissão – CPST.
 - Contrato de Conexão à Transmissão – CCT.
 - Contrato de Conexão à Distribuição – CCD.
 - Contrato de Geração;
 - Contrato de Distribuição.

As mudanças provocadas pela lei classificaram o mercado em duas partes, conforme explicam Martins e Celescuekci (2004), sendo que a energia, somente poderá ser contratada sob duas formas: de acordo com as regras do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) ou de acordo com as regras do Ambiente de Contratação Livre.

No Quadro 3, apresenta-se um demonstrativo das três fases do modelo do desenvolvimento do Mercado Livre de energia do Brasil.

Quadro 3 - Desenvolvimento do Mercado Livre de energia no Brasil

Modelo Antigo	Modelo de Livre Mercado	Novo Modelo
(Até 1995)	(De 1995 a 2003)	(A partir de 2004)
Financiamento por meio de recursos públicos	Financiamento por meio de recursos públicos e privados	Financiamento por meio de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização.	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e 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 ACL: preços livremente negociados na geração e comercialização. No ACR: Leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Mercado Livre e Regulado
Planejamento determinativo- Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento indicativo pelo Conselho Nacional de Política Elétrica (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do mercado	Contratação: 85% do mercado até agosto de 2003 e 95% do mercado até dezembro de 2004	Contratação: 100% do mercado, mais reserva
Sobras/Déficits do balanço energético rateados entre os compradores	Sobras/déficits do balanço energético liquidados ao MAE	Sobras/ déficits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Défisits (MCSD) para as distribuidoras

Fonte: CCEE (2016).

Concordando com as modificações expostas nas regulações, Tomalsquin (2011) acrescenta que o sistema elétrico brasileiro tem, em sua composição, sete agentes institucionais, os quais exercem atividades de regulação, de natureza técnica especial e de governo. Com o desenvolvimento do mercado não muito difundido, foi promulgada em 16 de março de 2004, a Lei nº 10.848 que apresentou algumas reformulações ao então Decreto nº 5.163. Neste caso, conforme explica Rego (2007), a nova lei regulamentou a

comercialização de energia elétrica e outorgou o processo de concessões e de autorizações de geração de energia elétrica.

O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2016) faz parte de uma complexa rede de instituições e agentes, que desempenham diferentes funções no setor elétrico brasileiro. No Quadro 4 são ilustradas as principais instituições do atual modelo setorial.

Quadro 4 - Agentes institucionais do setor elétrico do Brasil

Órgão	Função
CNPE- Conselho Nacional de Política Energética	Política Energética/Matriz
MME- Ministério de Minas e Energia	Implementação da Política Energética
EPE- Empresa de Pesquisa Energética	Planejamento da Expansão
CMSE- Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico	Segurança do Suprimento
ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica	Regulação e Fiscalização
CCEE- Câmara e Comercialização de Energia Elétrica	Comercialização
ONS- Operador Nacional do Sistema Elétrico	Operação Técnica

Fonte: Adaptado ONS (2016).

O CNPE é um órgão de assessoramento do Presidente da República para formulação de políticas nacionais e diretrizes de energia, visando, dentre outros, o aproveitamento natural dos recursos energéticos do país, rever, periodicamente, a matriz energética e estabelecer diretrizes para programas específicos. É órgão multiministerial presidido pelo Ministro de Minas e Energia.

O Ministério de Minas e Energia (MME) é encarregado de formulação, de planejamento e implementação de ações do Governo Federal no âmbito da política energética nacional.

O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE), criado pela Lei nº 10.848 de 15/03/2004 e regulamentado pelo Decreto nº 5.175 de 09/08/2004, é coordenado diretamente pelo Ministro de Minas e Energia (MME). Sua função principal é monitorar e avaliar, permanentemente, as condições de segurança e continuidade do suprimento de energia no país.

A Agência Nacional de Petróleo e Gás (ANP) é o órgão regulador das atividades que integram a indústria do petróleo e gás natural e a dos biocombustíveis no Brasil. Autarquia federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a ANP é responsável pela execução da

política nacional para o setor energético do petróleo, gás natural e biocombustíveis, de acordo com a Lei do Petróleo (Lei nº 9.478/1997).

A Empresa de Pesquisa Energética (EPE) tem como finalidade, prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como: energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL conforme Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996 e regulamentado pelo Decreto nº 2.335/97 instituiu o setor para disciplinar o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica. Complementando, as funções da ANEEL, temos que:

- Mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico entre estes e os consumidores.
- Conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia e garantir tarifas justas, zelando pela qualidade do serviço.
- Arbitrar, ainda na exigência de investimentos às empresas, no fomento à competição entre os operadores e à garantia de asseverar a universalização dos serviços.

Foi criado também o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS em 26 de agosto de 1998, pela Lei nº 9.648/98 com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.848/04 e regulamentado pelo Decreto nº 5.081/04, caracteriza-se de pessoa jurídica de direito privado, sob a forma de associação civil, sem fins lucrativos, responsáveis pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN) além de:

- Propor ao poder concedente, as ampliações das instalações da rede básica, bem como os reforços dos sistemas existentes a serem considerados no planejamento da expansão dos sistemas de transmissão.
- Propor regras para a operação das instalações de transmissão da rede básica a serem aprovadas pela ANEEL sob a fiscalização e regulação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

A CCEE, de acordo a dados da (ANEEL, 2016), foi criada pela Lei nº 10.848 de 15 de março de 2004 e regulamentada pelo Decreto nº 5.177, de 12 de agosto de 2004. Pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, recebendo regulação e fiscalização da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), é finalidade da CCEE ordenar a comercialização de

energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN). De acordo ainda com a ANEEL (2016), são atribuições da CCEE: realizar e promover os leilões para comercialização de energia elétrica, regular todos os contratos de comercialização em um ambiente regulado, realizar o registro e a quantidade total de energia produzida e os contratos realizados, apurar o preço de liquidação do mercado de curto prazo, e ainda, efetuar a contabilização dos totais de energia comercializada e a liquidação financeira dos valores decorrentes das operações de compra e venda de energia elétrica que são realizadas no mercado de curto prazo.

A CCEE sucedeu ao MAE, criado pela Lei nº 10.433 de 24 de abril de 2002. Estes órgãos são fundamentais para a caracterização do setor elétrico atual.

De acordo com a ONS (2016), os Agentes Setoriais, por sua vez, também possuem funções distintas nesse cenário, conforme o que segue.

Agentes Geradores: São conhecidos como os concessionários de geração de energia elétrica, operando usinas de geração de energia e prestando serviços auxiliares.

Agentes de Transmissão: São os agentes que possuem a concessão para transmissão de energia elétrica, com instalações na rede básica.

Agentes de Distribuição: São os agentes que utilizam e operam o sistema de distribuição na sua área de concessão, além disso, comunicam ao sistema participando do sistema interligado, devido a ser um usuário da rede básica, contratando, além disso, os serviços de transmissão de energia, e também serviços auxiliares do Operador Nacional do Sistema Elétrico.

Consumidores Livres: São os consumidores que têm a opção de escolher seu fornecedor de energia elétrica, conforme definido em resolução da ANEEL.

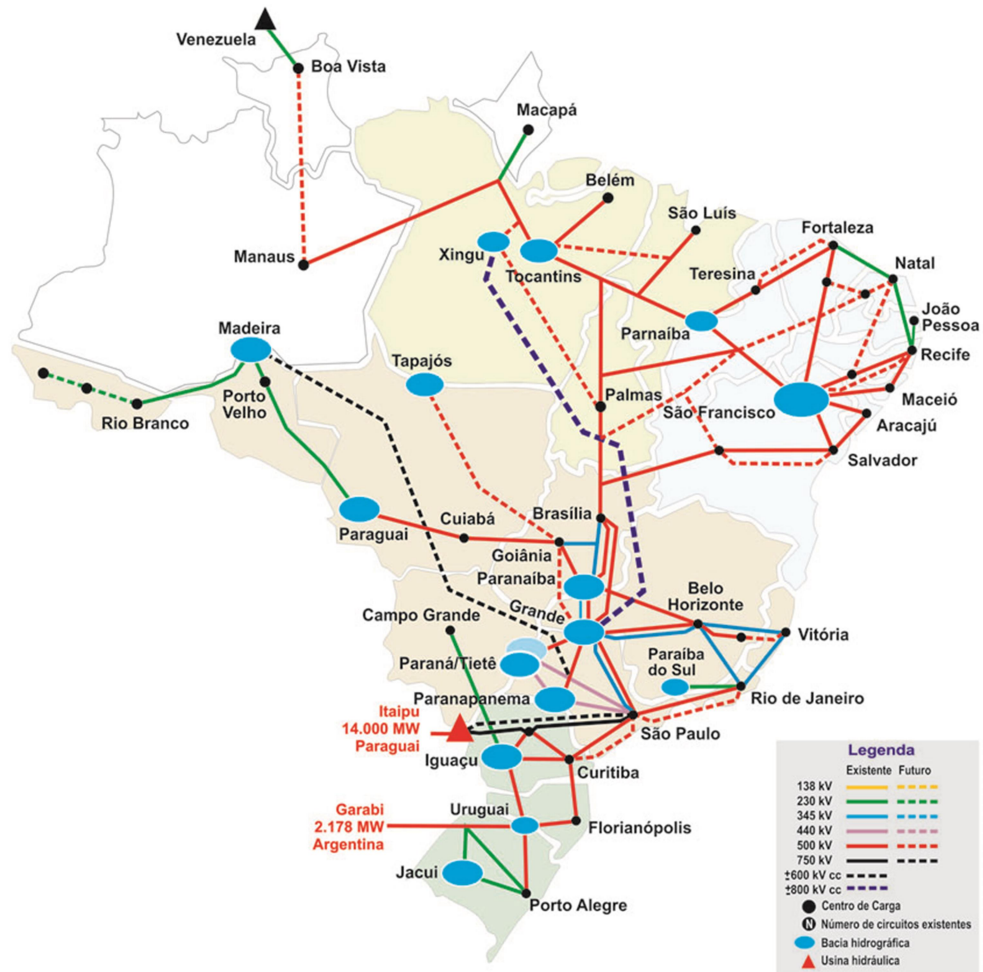
Agentes Importadores: São os agentes que possuem autorização para gerenciar os sistemas de implantação de sistemas de transmissão associados à importação de energia elétrica.

Agentes Exportadores: São agentes que possuem a autorização para implantação de sistemas de transmissão associados à exportação de energia elétrica.

Agente Comercializador da Energia de Itaipu: A Itaipu pertencente ao Brasil e ao Paraguai, parte da energia gerada em Itaipu é disponibilizada em cerca de 30% do mercado de energia brasileiro das regiões sul/sudeste/centro-oeste. A comercialização dessa energia no Brasil é coordenada pela Eletrobrás.

Na Figura 1 é exposta a interligação eletroenergética do Brasil, de acordo com o Operador Nacional do Sistema.

Figura 1 - Integração eletroenergética brasileira em 2015



Fonte: ONS- Operador Nacional do Sistema (2016).

Conforme ainda com o ONS (2016), o Brasil utiliza o modelo de despacho centralizado, no qual o operador decide o quanto cada usina do SIN irá produzir de acordo com a demanda.

O mercado brasileiro está dividido em quatro regiões ou em quatro submercados com características físicas semelhantes, sendo: o Sul, composto pelos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; o Sudeste/Centro Oeste: São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso; o Nordeste: Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão; e o Norte: Tocantins, Rondônia, Acre, Pará, Amapá, Roraima e Amazonas.

Da Silva (2001) afirma que, para o apropriado desenvolvimento e funcionamento do processo regulatório descrito, são necessários: uma eficiência econômica da indústria como um todo; Autossustentação da indústria de modo a garantir a expansão do sistema; operação

confiável do sistema e atendimento a requisitos de qualidade de energia elétrica; além da universalização dos serviços.

Em relação ao método de estruturação do governo brasileiro, Magalhães (2009) destaca que a reestruturação do setor energético brasileiro deixou as seguintes falhas:

Os modelos, inicialmente, projetados foram executados de maneira imprecisa.

Ausência de instituições sólidas para regular os segmentos monopolistas de distribuição e transmissão.

A ausência de um mercado *spot* transparente (Caracteriza-se pelas negociações realizadas em bolsa de mercadorias em que as negociações são pagas à vista e a entrega das mercadorias é imediata).

A permissividade em relação ao exercício de poder de mercado dos geradores, que se mantiveram verticalizados.

Segundo a CCEE (2016), os agentes do setor elétrico são classificados de acordo com a capacidade:

- Categoria Geração: Geradores concessionários de serviço público, com capacidade instalada maior ou igual a 50 MW.
- Produtores Independentes, com capacidade instalada maior ou igual a 50 MW.
- Autoprodutores, com capacidade instalada maior ou igual a 50 MW e despachados pelo ONS.
- Categoria Distribuição: Distribuidores com consumo maior ou igual a 500 GWh/ano, referindo-se ao ano anterior e àqueles com consumo menor, mas que não adquirem a totalidade da energia de supridor com tarifa regulada.
- Categoria Comercialização Agentes Importadores e Exportadores: com volume intercambiado maior ou igual a 50 MW.
- Comercializadores com volume negociado maior ou igual a 500 GWh/ano, referindo-se ao ano anterior.
- Consumidores Livres e Especiais: É importante observar que os agentes de transmissão não participam da CCEE.

O Sistema Interligado Nacional apresenta o mercado brasileiro dividido em submercados do Sistema Elétrico Brasileiro, conforme a Figura 2.

Figura. 2 - Mapa dos submercados do sistema elétrico brasileiro



Fonte: SIN- Sistema Interligado Nacional (2016).

De acordo com a CCEE (2016), os consumidores especiais representam 3% do volume total do Mercado Livre de energia no Brasil, sendo 24% de consumidores livres e outros 73% são consumidores do mercado regulado.

2.2 AMBIENTES DE CONTRATAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

O ambiente de contratação de energia elétrica sofreu alterações quando entrou em vigor a Lei nº10.848/2004 que mudou as principais regras para empresas e consumidores em geral. Onishi (2007) ressalta que as alterações aconteceram nas regras de comercialização, distribuição e geração de energia elétrica. De acordo com Martins e Celescucki (2004) as alterações na lei geraram a falta de viabilidade econômica, perspectiva negativa na geração de lucros, tendo sido estas as principais alegações feitas pelas empresas.

Mayo (2009) afirma que as modificações da lei proporcionaram dois novos ambientes de contratação de energia elétrica no mercado do Brasil, são eles:

Ambiente de Contratação Regulada (ACR), objetiva atender os consumidores cativos, ou seja, são atendidos por um único fornecedor de energia elétrica;

Ambiente de Contratação Livre (ACL), atende aos consumidores livres (Consumo de energia acima de 3 MW e ou 0,5 MW quando adquiridos de fontes renováveis), a opção por fornecedores com melhor preço.

No Quadro 5, apresentam-se as diferenças entre Consumidores Cativos e Livres de energia.

Quadro 5 - Diferenças entre Consumidores Cativos e Livres

Consumidor Cativo	Consumidor Livre
Demanda Inferior a 3 MW	Demanda superior aos 3 MW 69 KV
	Flexibilidade de compra de energia
Compra de energia apenas do distribuidor ao qual está associado	Contratos Bilaterais
	Mercado <i>Spot</i>

Fonte: CCEE (2016).

Segundo a CCEE (2016), os dois novos ambientes de contratação de energia elétrica geraram dois tipos de consumidores de energia elétrica no Brasil, o cativo e o livre.

O consumidor cativo é aquele que compra energia elétrica de concessionária ou permissionária, que tem a concessão para fazer o serviço de distribuição, sendo que este, não tem possibilidade de negociar preço, ficando sujeito às tarifas de fornecimento estabelecidas pela ANEEL. Na compra de energia elétrica de distribuidoras que adquiriram essa energia por meio de leilões, é necessário repassar esses custos ao consumidor.

Assim, o sistema de compra e consumo de energia no Mercado Cativo é apresentado na Figura 3:

Figura 3 - Mercado Cativo de energia



Fonte: Adaptado de CCEE (2016).

O consumidor livre é aquele que traça estratégias e negocia livremente as condições comerciais de contratação da sua energia, possui a possibilidade de escolher preço, prazo, indexação e ter flexibilidade quanto ao montante de consumo. Além disso, escolhe seu fornecedor de energia, que pode ser um gerador ou um agente comercializador. Sendo assim, com essas características, o sistema de compra e consumo de energia no Mercado Livre funciona conforme apresentado na Figura 4.

Figura 4 - Mercado Livre de energia



Fonte: Adaptado de CCEE (2016).

No Mercado Livre, o consumidor escolhe seu gerador diretamente ou por intermédio do agente comercializador. O resultado é o benefício econômico da energia elétrica em comparação às tarifas praticadas no ambiente cativo.

2.2.1 Ambientes de Contratação Regulada (ACR) *versus* Ambiente de Contratação Livre (ACL)

O Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004 que trata das regras gerais de comercialização de energia elétrica no Brasil estabelece o seguinte:

Art. 1- A comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores no Sistema Interligado Nacional SIN, dar-se-á nos Ambientes de Contratação Regulada ou Livre, nos termos da legislação, deste Decreto e de atos complementares.

§ 1 A Agência Nacional de Energia Elétrica ANEEL expedirá, para os fins do disposto no caput, em especial, os seguintes atos:

- I a convenção de comercialização;
- II as regras de comercialização; e
- III os procedimentos de comercialização.

§ 2 Para fins de comercialização de energia elétrica, entende-se como:

- I Ambiente de Contratação Regulada ACR o segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores e agentes de distribuição, precedidas de licitação, ressalvada os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos;
- II Ambiente de Contratação Livre ACL o segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica, objeto de contratos

- bilaterais livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos;
- III agente vendedor, o titular de concessão, permissão ou autorização do poder concedente para gerar, importar ou comercializar energia elétrica;
- IV agente de distribuição, o titular de concessão, permissão ou autorização de serviços e instalações de distribuição para fornecer energia elétrica a consumidor final exclusivamente de forma regulada;
- V agente autoprodutor, o titular de concessão, permissão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo.

A regulação proposta é explicada por Martins e Celescucki (2004), o qual relata que no ambiente de contratação regulada (ACR) será comercializada a energia elétrica utilizada pelas companhias distribuidoras, com a finalidade de repassar a energia e atender a seus consumidores finais. É vedado às distribuidoras adquirirem energia elétrica fora do ACR. Para isso, cada distribuidor deverá participar dos processos de licitação promovido pela ANEEL ou pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica- CCEE.

Conforme o Ministério de Minas e Energia MME (2014) no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) os agentes vendedores (geradores, comercializadores e autoprodutores) e as distribuidoras estabelecem Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR) precedidos de licitação ressalvados os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

No caso do Ambiente de Comercialização Livre ACL explicam Martins e Celescucki (2004), a energia elétrica utilizada será comercializada para atender aos consumidores livres, neste caso, através do intermédio de contratos bilaterais que poderão ser livremente negociados entre as partes envolvidas. A nova dificuldade que a lei criou é a de que algumas empresas que possuem sobras de energia, os chamados excedentes, neste caso, não poderão comercializar diretamente a outro interessado sem que ocorra o conhecimento da ANEEL, que também limita e regula os preços desta energia cedente.

Martins e Celescucki (2004) explicam que, no tocante à área de distribuição, a Lei nº 10.848/2004 define que as empresas distribuidoras deverão adquirir a totalidade de sua energia, de acordo com a sua necessidade, para isso, utilizarão como instrumento, o contrato regulado firmado vide regra do Ambiente de Comercialização Regulada (ACR).

No Quadro 6 são apresentados os ambientes de contratação de energia: ACL e ACR.

Quadro 6 - Ambientes de contratação de energia: ACL e ACR

Definições	Ambiente livre	Ambiente Regulado
Participantes	Geradoras, comercializadoras, consumidores livres e especiais.	Geradoras, distribuidoras e comercializadoras, negociam energia em leilões existentes
Contratação	É tida como livre negociação entre os compradores e vendedores	Realizada por meio de leilões de energia promovidos pela CCEE, sob delegação da ANEEL
Tipo de contrato	Acordo é realizado livremente estabelecido entre as partes	O contrato é regulado pela ANEEL, denominado Contrato de Comercialização de Energia Elétrica para o Ambiente Regulado
Preço	Acordado entre comprador e vendedor	Estabelecido no leilão

Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica- CCEE (2016).

Conforme Diário Oficial da União – DOU (2004), as empresas distribuidoras deverão informar ao poder concedente sobre a quantidade de energia à qual será utilizada. Caso extrapolar esta quantidade, o consumidor poderá estar sujeito às penalidades por eventuais desvios. A Lei nº10.848/2004 arbitra ainda, e define que são vedadas às empresas distribuidoras:

- Desenvolver atividades de geração e transmissão.
- Vender energia para consumidores livres fora de sua área de concessão.
- Participar em outras sociedades.
- Praticar atividades estranhas ao objeto da concessão.

De acordo com MME (2014), no Ambiente de Contratação Livre (ACL), os geradores, consumidores livres, autoprodutores, comercializadores, importadores e exportadores de energia estabelecem entre si contratos bilaterais de compra e venda de energia, com preços e quantidades livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos.

No que tange as empresas geradoras, Martins e Celescuekci (2004) explicam que a Lei nº 10.848/2004 possibilita que as empresas geradoras vendam energia nos dois ambientes, o ACR e ACL. Mas, considerando a lei, a venda no ambiente regulado, acontecerá por meio de licitações. Onishi (2007) relata que as licitações de geração existentes, chamadas de energia velha, atenderão ao mercado presente das companhias distribuidoras.

Os contratos terão, normalmente, duração de 3 a 15 anos, com entrega a partir do ano seguinte à licitação. Neste caso, a contratação deverá ser realizada pela quantidade de energia,

sendo que os riscos hidrológicos serão assumidos pelos geradores, justificando que 62% da produção de energia brasileira vêm do setor de hidrelétricas.

No Quadro 7 são demonstradas as principais características do fornecimento de energia elétrica em ambos os mercados:

Quadro 7 - Características do fornecimento de energia elétrica ACL e ACR

Características	Mercado Cativo	Mercado Livre
Fornecedor da Energia	Concessionária local	Qualquer gerador ou comercializador do SIN*
Preço da Energia	Tarifas reguladas pela ANEEL, sujeitas às bandeiras tarifárias.	Livremente pactuado entre as partes
Reajuste da Energia	Determinado anualmente pela ANEEL	Indexador pactuado entre as partes
Prazo Contratual	Pré-estabelecido pela ANEEL	Livremente pactuado entre as partes
Volume	De acordo com a energia consumida	Livremente pactuado entre as partes
Preço e reajuste do Transporte	Tarifas reguladas e reajustadas anualmente pela ANEEL	
Responsável pelo fornecimento físico	Concessionária local	

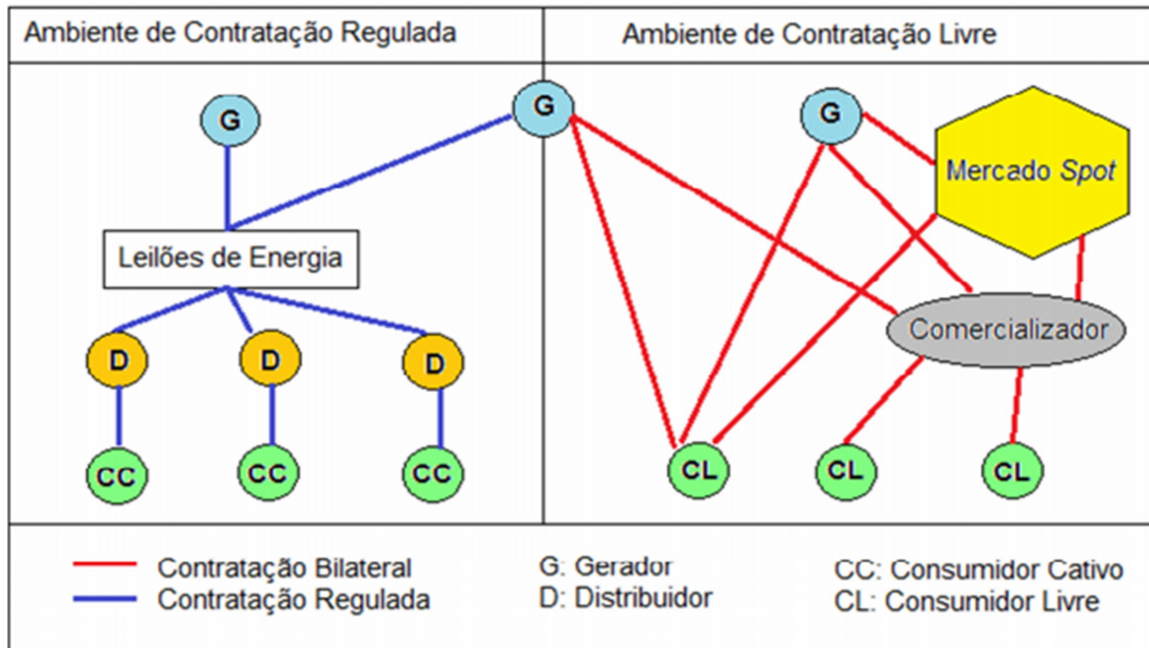
Fonte: SIN- Sistema Interligado Nacional (2016).

Segundo Martins e Celescuecki (2004) a possibilidade de ocorrerem os riscos hidrológicos, falta de chuvas, serão assumidos pelos geradores ou empresas distribuidoras. Mas, no caso de alterações de valores serão repassados às tarifas dos consumidores finais. Se houver a opção de racionamento de energia, contratos serão adaptados, proporcionalmente, ao que foi reduzido.

De acordo com o Ministério de Minas e Energia MME (2014), os processos de leilões de energia elétrica no Brasil deverão ocorrer de acordo com os processos licitatórios realizados com o objetivo de contratar a energia elétrica necessária para assegurar o pleno atendimento da demanda futura no Ambiente de Contratação Regulada – ACR (mercado formado pelas distribuidoras).

Na Figura 5 é apresentado o ambiente de contratação no mercado de Energia Elétrica Brasileiro.

Figura 5 - Ambiente de contratação no mercado de Energia Elétrica Brasileira



Fonte CCEE (2016).

De acordo com o MME (2014), cabe ao Ministério de Minas e Energia disciplinar sobre os tipos e classificações dos leilões.

Leilão A-5: Funciona de acordo a um processo licitatório para a contratação de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração realizado com 5 (cinco) anos de antecedência do início de operação efetiva do empreendimento. Esta forma de leilão contempla para viabilizar empreendimentos de longa maturação, como, por exemplo, os empreendimentos hidrelétricos.

Leilão A-3: É um processo licitatório que visa contratar energia elétrica de novos empreendimentos com 3 (três) anos de antecedência do início do suprimento. A intenção é viabilizar empreendimentos de médio prazo de maturação, como, por exemplo, os empreendimentos termelétricos.

Leilão A-1: Processo licitatório para a contratação de energia elétrica de empreendimentos existentes realizado com 1 (um) ano de antecedência do início do suprimento.

Leilão de Ajuste: É um processo licitatório que objetiva complementar a carga de energia necessária ao atendimento do mercado consumidor dos agentes de distribuição, até o limite de 1% do mercado de cada distribuidora.

Leilões especiais de projeto estruturante: São leilões para compra de energia que provêm da compra de energia proveniente de projetos de geração estratégica e de interesse

público. Nesses leilões são preservadas a modicidade tarifária e confiabilidade do sistema elétrico, no planejamento a longo, médio e curto prazo.

Leilões Especiais de Fontes Alternativas – LFA: Caracterizados por leilões de fontes alternativas com o objetivo de incentivar a geração de energia por fontes renováveis, além de ampliação para gerações de energia eólica e de bioeletricidade.

Leilões Especiais de Energia de Reserva – LER: Possuem como objetivo, assegurar o fornecimento de energia elétrica ao Sistema Interligado Nacional (SIN) com energia proveniente de usinas, especialmente, contratadas para este fim.

É importante ressaltar que, os leilões realizados a partir de 2005 introduziram competição entre os agentes de geração na contratação de energia elétrica, atendendo princípios de segurança no abastecimento e de modicidade tarifária, a energia contratada a partir desse modelo, resultou em aquisições pelo menor preço.

2.2.1.1 Preço de liquidação das diferenças e Mercado Spot

De acordo com CCEE (2016), dentre suas atribuições, a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica controla todos os contratos celebrados entre os agentes, comparando-os com o montante de energia medido e o valor acordado entre gerador e consumidor por cláusula, a fim de calcular alguma possível diferença. Por meio desta contabilização, são verificadas as diferenças entre toda energia consumida e produzida, e que irão ser liquidadas no mercado de curto prazo, valorado ao PLD (Preço de Liquidação das Diferenças). Este preço é verificado em escala semanal para cada patamar de carga e para cada região ou submercado, tendo como base, o custo marginal de operação do sistema, sendo limitado por um preço mínimo e máximo.

O PLD foi criado com a finalidade de medir estas diferenças que serão liquidadas, definidas na relação entre agentes, credores e devedores, além de ter a função de aplicar penalidades e outros procedimentos de contabilização (CCEE 2016). De acordo com o estabelecido no inciso VI do Artigo 2º do Decreto nº 5.177/2004, cabe ao CCEE realizar a contabilização dos montantes de energia elétrica, comercializados no Sistema Interligado Nacional – SIN, bem como, promover a liquidação financeira dos valores decorrentes das operações de compra e venda de energia elétrica no Mercado de Curto Prazo (MCP).

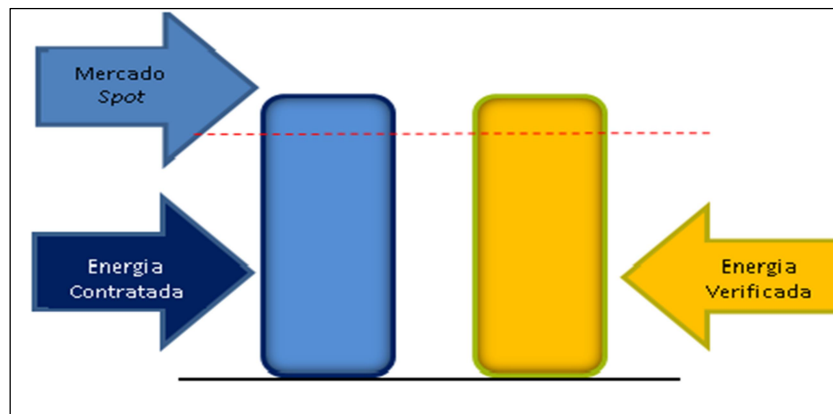
Para a valoração dos montantes liquidados no MCP é utilizado o Preço de Liquidação das Diferenças – PLD, apurado pela CCEE, por submercado, conforme determina o inciso V

do art. 2º do Decreto nº 5.177/2004 semanalmente e, por patamar de carga, de acordo com o disposto no art. 57 do Decreto nº 5.163/2004.

A base para cálculo do PLD é o Custo Marginal de Operação (CMO), fruto dos modelos matemáticos utilizados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) para definir a programação da operação do sistema, limitado por um preço mínimo e, por um preço máximo, estabelecidos anualmente pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Por meio do PLD surge o mercado de curto prazo (mercado *Spot*), denominado como o mercado que envolve as diferenças de montantes contratados e montantes consumidos ou produzidos pelos agentes (CCEE, 2011).

Na Figura 6 apresenta-se o Mercado *Spot* no processo de comercialização de energia.

Figura 6 - Mercado *Spot* no processo de comercialização de energia



Fonte: Adaptado de CCEE (2016).

De acordo com a CCEE, o NEWAVE é um programa de computador adotado como um modelo de planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos com representação individualizada do parque termelétrico e representação agregada, por meio de reservatórios equivalentes de energia do parque hidrelétrico. O programa leva em consideração uma série de informações, como o volume de água dos reservatórios das usinas hidrelétricas de cada submercado, a previsão de chuvas e a confirmação, ou não, da entrada em operação de novas usinas contratadas em leilão. O objetivo básico do NEWAVE é determinar metas de geração que atendam à demanda e minimizem o valor esperado do custo de operação ao longo do período de planejamento.

Já o modelo DECOMP, de acordo com a CCEE, tem como objetivo determinar o despacho de geração das usinas hidráulicas e térmicas que minimiza o custo de operação ao longo do período de planejamento, dado o conjunto de informações disponíveis (carga,

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

Diante disso, um dos resultados fornecidos pela cadeia de modelos NEWAVE e DECOMP resultam no Custo Marginal de Operação, que representa o custo variável do recurso de geração mais caro despachado, caso esse ainda tenha disponibilidade para suprir o próximo incremento de carga, neste caso, o Preço de Liquidação das Diferenças - PLD será determinado com base no CMO para a primeira semana do horizonte de planejamento, considerando-se os limites máximo e mínimo definidos anualmente pela ANEEL.

Para o cálculo do preço do PLD conforme Januário (2007) não são consideradas as restrições de transmissão interna a cada submercado para que a energia comercializada possa ser tratada como igualmente disponível em todos os pontos de consumo. Neste caso, a energia não tem disponibilidade igual para todos os pontos de submercado, e isso, gera uma diferença de custo entre o despacho, sem restrições, e o despacho real. Esse custo é baseado nos Encargos de Serviços do Sistema (ESS).

A CCEE considera importante também, no cálculo do PLD, o chamado patamar de carga, que é o período de tempo do dia em que as características do consumo de energia no SIN tendem a ser semelhantes. Esta classificação baseia-se em leve, médio e pesado, sendo o último considerado de segunda-feira à sábado, e leve e médio aos domingos e feriados nacionais, onde a atividade industrial é mais baixa. Estes valores podem sofrer alterações, sendo o valor mínimo e um valor máximo para ajustar o PLD. Se considerar um período de forte racionamento de energia, por exemplo, poderá fazer o preço do PLD maximizar de maneira exagerada, ao contrário, quando as usinas hidrelétricas estão com a capacidade máxima em seus reservatórios, o preço do PLD tende a minimizar.

O preço da energia no sistema elétrico do Brasil pode estar associado à disponibilidade de água nos reservatórios e à precipitação pluviométrica (MORCH et al., 2010). Isto pode ser confirmado pelos dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL-2016), na qual a matriz energética do Brasil é formada em sua maior parte por usinas geradoras hidrelétricas, com 61,55% do total energético produzido no país. Isto explica que os índices de economia de energia são maiores nas regiões demonstradas, quando as mesmas recebem chuvas em intensidade maior, ocasionando alta produção, elevando a armazenagem hídrica, o que garante fornecimento de energia com prazo em um período mais longo.

Para Melo (1999), os períodos de seca prolongados tendem a elevar o preço da eletricidade em virtude da ativação de outros tipos de unidades geradoras de energia e a relação custo benefício se torna mais acentuada, a exemplo das termoelétricas que usam o

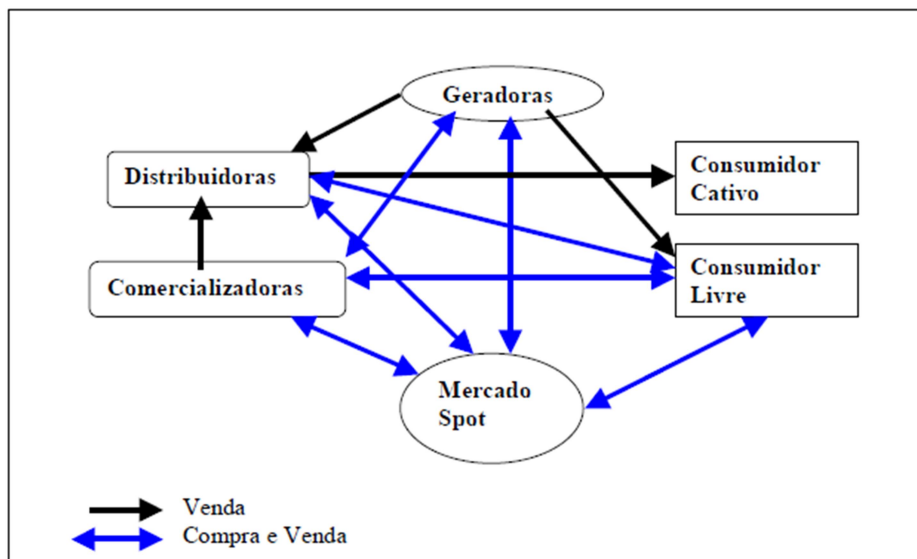
carvão para produção de energia, enquanto que, períodos de chuva acima da média, tendem a encher os reservatórios das usinas e, com isso, reduzir o preço.

De acordo o SIN (2016), 26% de toda a energia consumida no mercado nacional provêm do Mercado Livre, desta forma, a empresa que opta em fazer parte deste mercado atendendo aos pré-requisitos já citados, tende a uma redução nos custos com a contratação de energia elétrica.

Por meio da reestruturação proporcionada no setor elétrico brasileiro, foram introduzidas novas práticas na comercialização da energia no mercado de curto prazo, e o nome mercado *spot* surge para designar o modelo de comercialização de energia baseada no pré-operacional. Born e Nagayama (1996) afirmam que, o mercado *spot* é caracterizado pela entrega de imediato do produto, em um ambiente onde existem transações de compra de energia, estas relações são arbitradas conforme regras estabelecidas pela ANEEL. Quando a geração de energia definida por contrato estiver abaixo do acordado, o gerador de energia, neste caso, deverá comprar energia no curto prazo (Mercado *spot*) para cumprir os contratos bilaterais de longo prazo estabelecidos com empresas distribuidoras e comercializadoras no mercado de energia elétrica.

A Figura 7 representa o fluxo do mercado *spot*.

Figura 7- Fluxo da contratação de energia elétrica no mercado *spot*



Fonte: Autor.

Conforme a CCEE (2016), o preço da energia neste mercado é usado para liquidar os volumes de energia não cobertos pelos contratos bilaterais. Desta forma, o mercado *spot* serve como uma saída para ajustar os montantes contratados e/ou reavaliar os contratos assumidos,

permitindo também uma opção de contratação de energia de maneira mais rápida, mas com o preço superior ao definido pelos contratos bilaterais.

Para a formulação do preço, o Operador Nacional do Sistema determina que o despacho das unidades geradoras tenha como objetivo otimizar o sistema elétrico, para isso, são levados em conta dados técnicos de usinas, afluências hídricas, nível de reservatórios, a disponibilidade das máquinas e o custo dos combustíveis. Por meio destas informações, será criado pelo ONS uma escala de geração de energia, considerando o menor custo de operacionalização do sistema, o valor da água, para servir de base a determinação do preço *spot* que, por sua vez, representa o custo marginal de curto prazo do sistema, no qual oferta e demanda de energia estarão equilibradas pelo ONS (2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

São apresentados neste capítulo os procedimentos metodológicos da pesquisa, como a caracterização do estudo, local, o período da pesquisa, bem como a origem dos dados e a aplicação das técnicas utilizadas.

A pesquisa foi definida de caráter exploratório com pesquisa bibliográfica, onde buscaram-se autores e pesquisadores que referenciam sobre o tema, com isso, objetivou-se explicar a temática utilizando o conhecimento disponível consubstanciado nas teorias formuladas por pesquisadores sobre os pontos tratados (YIN, 2001).

A pesquisa classifica-se ainda como quantitativa, pois foram desenvolvidas análises baseadas em uma série de dados estatísticos. Desta forma, os resultados encontrados servirão de base para a construção de uma conclusão, a fim de recomendar um curso de ação final (MALHOTRA et al., 2006).

Conforme Giddens (2012), esta pesquisa será de acordo com o método quantitativo, de modo a obter uma compreensão e explicação mais ampla do tema estudado. Conforme Minayo e Gomes (1993) a pesquisa quantitativa não pode ser pensada como oposição contraditória, pois o estudo quantitativo pode gerar questões para serem aprofundadas qualitativamente.

Neste estudo, inicialmente, realizou-se uma revisão de literatura sobre o desenvolvimento, regulação e a evolução da série histórica mensal do preço médio de liquidação das diferenças (PLD) por Mw (Mega watt) que é comercializado no Mercado Livre de energia brasileiro, no período compreendido entre maio 2003 até junho de 2015.

Para estas previsões, optou-se pela utilização de séries temporais, este tipo de análise é usado, normalmente, em casos em que há um padrão persistente ou sistemático no comportamento da variável, a exemplo dos dados sazonais, onde ocorre aumento ou diminuição num padrão recursivo regular em um determinado decorrer do tempo, ou dado com tendência em que ocorre aumento ou diminuição, consistentemente, no decorrer do tempo (PINDYCK; RUBENFIELD, 2004).

Posteriormente, realizou-se uma análise descritiva por regiões do país, na qual foram apresentados a média, o valor mínimo e o máximo, o desvio-padrão e o coeficiente de variação do preço médio de liquidação das diferenças (PLD) de maio de 2003 a junho de 2015. Além disso, foi realizado um teste de ANOVA para verificar se existia diferença significativa entre os preços médios das regiões consideradas. Após, realizaram-se os testes de

Wald–Wolfowitz e Kruskal-Wallis para verificar a presença de tendência e sazonalidade, respectivamente.

Em seguida, foram analisados os modelos de alisamento exponencial simples, de Holt e de Holt-Winters (aditivo e multiplicativo), sendo que este último, foi o que apresentou os melhores resultados para a previsão. O modelo considerado é a suavização exponencial Holt-Winters, baseado em três parâmetros de suavização: a média ou nível, a tendência e a sazonalidade, além de um elemento residual não previsível designado por erro aleatório (SNYDER; SHAMI, 2001). Como a série apresenta variação sazonal não constante ao longo do tempo, ou seja, existe diferença entre o maior e menor ponto de demanda com o passar do tempo, o melhor método a ser utilizado é o modelo Holt-Winters multiplicativo (MORETTIN; TOLOI, 1987).

Para verificar a adequação do ajuste do modelo foram considerados os seguintes critérios: desvio médio absoluto (MAD), erro percentual absoluto médio (MAPE) e erro médio quadrático (MSD) e a raiz do erro médio quadrático (RMSE) para avaliar a qualidade das previsões.

Desta forma, justifica-se a utilização deste método, conforme descrito pelo artigo publicado por Souza, Samohyl e Meurer (2004), no estudo em questão realizou-se a análise de uma série histórica do consumo industrial de energia elétrica em Santa Catarina, onde realizaram-se previsões utilizando, especificamente, o método Holt Winters e de regressão dinâmica. A avaliação de tais métodos foi baseada no resultado do cálculo do MAPE (Erro Percentual Absoluto Médio) e do U de Theil (ou coeficiente de desigualdade), sendo que, o MAPE representa a percentagem do erro médio da previsão, e o U de Theil mede a desigualdade percentual entre os valores previstos e observados. Os pesquisadores revelaram que ambos os métodos são apropriados para que se realizem previsões de consumo industrial de energia elétrica, porém, com algumas diferenciações entre eles. O método de Holt-Winters, por exemplo, foi o que produziu as melhores previsões fora da amostra, diminuindo, inclusive, seu percentual absoluto médio de erros, enquanto que o método multivariado causal gerou as melhores previsões dentro da amostra, com uma vantagem em relação ao univariados.

A definição de métodos objetiva auxiliar na análise dos dados, os quais são utilizados nas constantes dos modelos de previsão, baseando-se no melhor ajuste, conforme explicado por Burnham e Anderson (2004).

As análises foram realizadas com auxílio do *software* Statistica 9.1 e planilhas de Excel, os ajustes dos modelos foram avaliados de acordo com a qualidade, no período compreendido de julho a dezembro de 2015.

A previsão por séries temporais leva em consideração, que observações passadas da série contêm informações sobre o padrão de seu comportamento no futuro. Neste caso, a finalidade destes métodos consiste em identificar o padrão da série, separando-o do ruído contido nas observações individuais, de modo a utilizar para prever os valores futuros da série (HENNING; ALVES; KONRATH, 2010).

A seguir, será apresentada a metodologia proposta, com os principais conceitos e modelos de alisamento exponencial para séries temporais.

3.1 SÉRIE TEMPORAL

Uma série temporal baseia-se em um conjunto de observações ou medidas usando um intervalo de tempo, no momento em que as observações consecutivas são dependentes umas das outras, é possível chegar a uma previsão e, com isso, fornecer bases para compreender o estudo em análise (SAMOHYL et al., 2001).

Ao realizar um estudo sobre dados em uma série histórica, é necessário investigar o mecanismo gerador da série temporal e com base em informações, conforme afirma Batista (2009), o estudo dos valores futuros permite descrever o comportamento de determinado mercado ou público consumidor, construir um modelo que auxilie na tomada de decisão. O modelo de previsão de uma série temporal, de acordo com Morettin e Tolo (2004), é mais um meio de fornecer informações e subsídios de maneira mais apropriada e indo de encontro aos objetivos quando se pretende produzir previsões.

A utilização de previsões de demanda dará informações necessárias para decisão em uma gestão, a exemplo como definir participação de mercado, clientes potenciais, mercados interno e externo, e ainda conforme a Werner e Ribeiro (2006), permitir a elaboração de uma estratégia de diferenciação da empresa frente aos concorrentes.

Ao afirmar que o primeiro objetivo de uma análise por meio de série temporal é elaborar um modelo estatístico, Maurício (2007), afirma que este objetivo seja descrito adequadamente a série real, de modo que, as implicações teóricas do modelo sejam compatíveis com a amostragem observada na série temporal.

Sob a ótica de Morettin e Tolo (1987), os objetivos da análise de série temporal são:

- Investigar o mecanismo gerador da série.

- Fazer previsões de valores futuros da série.
- Descrever o comportamento da série.
- Procurar periodicidades relevantes nos dados.

Para prever valores futuros, baseados em valores passados, é necessário que se disponha de uma memória histórica de dados ocorridos anteriormente. Os dados não garantem a previsão futura, justificando assim, a utilização de técnicas ou modelos com estatísticas fundamentadas nas séries temporais (RIBEIRO et al., 2009).

As séries temporais são informações coletadas para um mesmo fim, em pontos durante um período de tempo. Stock e Watson (2004) destacam que, para uma série ser estacionária, as variáveis não podem apresentar tendências e devem ser estáveis ao longo do tempo, sendo importante que as variáveis sejam estacionárias ou passíveis de sua estacionariedade.

Uma série temporal é decomposta em componentes de tendência, elementos sazonais e componentes irregulares. Conforme Enders (1995), nas séries temporais, as previsões de curto prazo são realizadas nas correlações positivas existentes entre os componentes irregulares. Estes componentes irregulares são presentes na série estacionária.

Os métodos de decomposição assumem que uma série temporal é constituída por um conjunto de componentes não observáveis, o processo parte para analisar cada um dos componentes presentes na série, individualmente (tendência, sazonalidade, ciclo e aleatoriedade), desta forma, permitindo que o comportamento da série temporal seja mais bem entendido e a extrapolação para o futuro possa ser realizada (OLIVEIRA et al., 2010).

Conforme Morettin e Toloí (2004), a maneira tradicional de analisar uma série temporal é por meio da realização de sua decomposição, composta por 4 elementos, são eles:

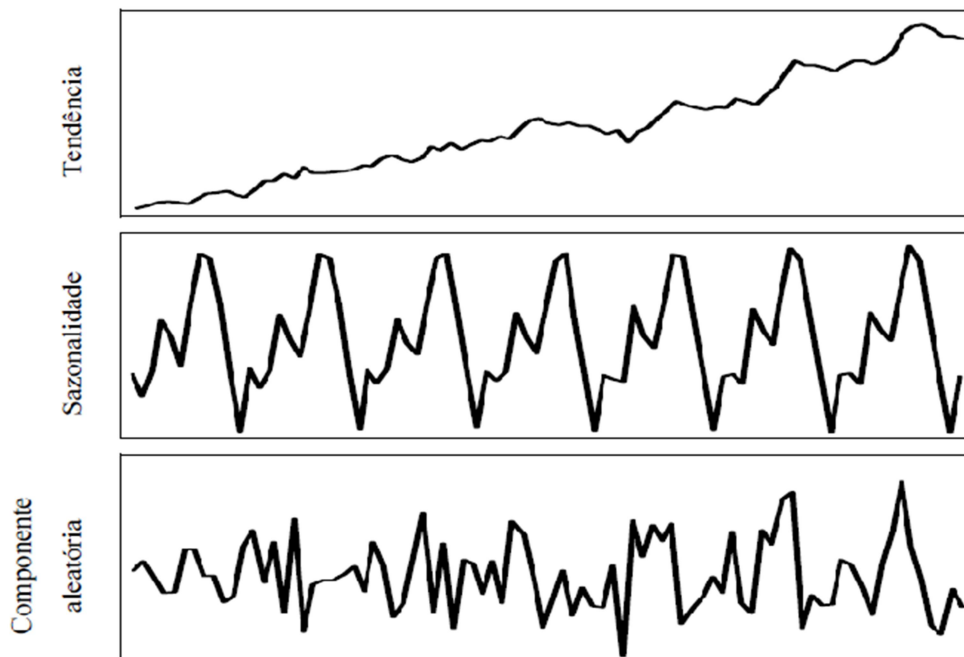
- Tendência - Basicamente indica o seu comportamento de longo prazo, isto é, se na análise conferida ela cresce, decresce ou permanece estável e, se sua velocidade muda. Os casos mais básicos são trabalhados com tendência constante, linear ou quadrática.
- Ciclos - São caracterizados, basicamente, pela medição das oscilações de subida e de queda nas séries apresentadas, de forma suave e repetida ao longo da componente de tendência. Têm-se como principais exemplos, os modelos de ciclos relacionados à economia e à meteorologia.
- Sazonalidade - Está ligada às oscilações de subida ou quedas e também à representatividade ocorrida em determinados períodos, como anual, mensal, diários, etc. A diferença entre o efeito sazonal e cíclico é que o primeiro indica a repetição de um padrão de

uma série dentro do período de um ano, já os ciclos indicam padrões que se repetem em períodos superiores a um ano.

- Variações aleatórias ou erro - Baseadas em mudanças irregulares na série temporal, que não são causadas por outro componente em análise, consideradas aleatórias e imprevisíveis.

A decomposição permite melhor compreensão e entendimento do comportamento das séries sazonais, a utilização desta técnica permite que as séries temporais possam apresentar os seguintes componentes: Tendência, Sazonalidade e componente aleatória ou irregular (MAKIDRAKIS et al., 1998). Desta forma, como é possível observar na Figura 7. A decomposição permite realizar a separação dos componentes irregulares ou aleatórios e utilizar outros componentes para realizar previsões de valores para o futuro.

Figura 7 – Decomposição de uma série temporal



Fonte: Adaptado de (MAKIDRAKIS et al., 1998).

Ao se estudar uma série temporal de acordo com Morettin e Toloí (2004), busca-se:

- Análise e modelagem da série temporal - Descrever a série, verificar suas características mais relevantes e suas possíveis relações com outras séries.
- Previsão na série temporal - Por meio de valores históricos da série, procura-se estimar as previsões (*forecast*). O número de instantes à frente para o qual é feita a previsão é chamado de horizonte de previsão.

Para compreender como o mecanismo é associado a uma série temporal, torna-se mais assertivo mensurar um comportamento de uma série de modo a descrever sua periodicidade e explicar o que ocasiona tal desempenho.

Os modelos utilizados para descrever séries temporais são processos estocásticos, nestes processos, o controle é realizado por meio de leis probabilísticas (MORETTIN, 1987).

Dentre aos modelos baseados em dados quantitativos, segundo Figueredo (2008), destacam-se a análise de série temporal, os modelos de correlação e alguns dados históricos de um produto que tenham ainda um modelo matemático para numerar uma demanda desejada.

Existem cinco abordagens de previsão para as séries temporais, de acordo ao proposto por Gujarati (2004) que são:

Método de suavização exponencial: São métodos de ajuste de uma curva adequada aos dados históricos em uma série temporal. São utilizados também o método de suavizamento exponencial simples, e os métodos linear de Holt e Holt-Winters e suas variações.

Modelos de regressão de única equação: Trata-se de um modelo linear, log-linear ou não linear, ressalta-se que os erros de previsão aumentam à medida que, a previsão avança no futuro.

Modelos de regressão com equações simultâneas: Baseado em uma abordagem multivariada, consiste de um sistema com inúmeras equações e variáveis endógenas, por meio de estimativa de parâmetros e interações entre estas variáveis.

Modelos autorregressivos integrados de médias móveis (ARIMA): Também conhecida como a metodologia Box e Jenkins. O modelo ARIMA, possui como prática, a construção de modelos com equações únicas, mas na análise com propriedades probabilísticas ou estocásticas. Observa-se ainda que, quando for necessária a inclusão da componente sazonal para tornar o modelo mais verossímil, utiliza-se o modelo SARIMA.

Autorregressões vetoriais (VAR): É o modelo onde são consideradas as variáveis endógenas em conjunto, sendo estas explicadas de acordo com seus valores, em geral, não há variáveis exógenas neste modelo.

A construção de modelos depende de vários fatores, tais como: o comportamento do fenômeno ou o conhecimento *a priori* que temos de sua natureza e do objeto da análise. Na prática, depende, também, da existência de métodos ótimos de estimação e da disponibilidade de programas (*software*) adequados (MORETTIN; TOLOI, 2004, p. 21).

Para estudos em séries temporais, são necessárias algumas etapas: Definição do problema, coleta de informações, análise preliminar dos dados, escolha e ajuste do modelo, uso e avaliação do modelo de previsão (MAKIDRAKIS et al., 1998).

A realização de previsões de demanda representa uma garantia a muitas empresas, pois, os resultados podem influenciar no estabelecimento de metas. Werner e Ribeiro (2006), afirmam que as previsões auxiliam as empresas a enfrentarem a concorrência e as exigências do consumidor, permitindo a utilização de vários métodos e modelos, variando de acordo com o comportamento da série temporal.

Considerando isso, justifica-se a opção pela escolha do método de suavização exponencial por considerar como a forma mais simples de análise de dados, uma vez que, pode ser implementado e compreendido mais facilmente.

A seguir, apresentam-se os métodos de alisamento ou suavização que serão utilizados nas análises dos dados.

3.2 MÉTODOS DE SUAUIZAÇÃO EXPONENCIAL

A técnica do alisamento exponencial é uma variante de modelos univariados, neste caso, não é baseada no modelo ARIMA, conforme explica Brooks (2002). Por isso, de acordo com esta técnica, os valores recentes de uma série temporal possuem maior assertividade de previsão dos valores futuros, em relação aos valores mais distantes. Porém, a análise dos valores mais distantes, pode revelar elementos ou informações que podem ajudar na formação de um modelo com maior eficácia.

Os métodos de suavização exponencial, ou alisamento exponencial são caracterizados por uma abordagem simples e previsível dos dados, de acordo com Taylor (2004), utilizando-se, para isso, basicamente, uma média ponderada de forma exponencial, registrando em observações em eventos passados.

Os métodos de suavização exponencial buscam decompor uma série em componentes de (tendência e sazonalidade), os valores são suavizados e ajustados por meio de pesos diferenciados, cujos valores decaem, exponencialmente, para zero quanto mais antigo (SAMOHYL et al., 2008).

A técnica de suavização exponencial possui três modelos: Simples, Dupla de Holt e Holt-Winters, tais modelos serão abordados mais detalhadamente a seguir.

Os modelos mais conhecidos de suavização, segundo (RITZMAN et al., 2004), são:

- Suavização Exponencial simples - é normalmente utilizada quando não existe tendência ou sazonalidade na demanda simples. Este método exige apenas os dados de previsão do último período, a demanda do período atual e um parâmetro de aproximação com valor entre 0 e 1.
- Suavização Exponencial Dupla de Holt - é utilizada quando se registra tendência em uma análise, representada por um aumento ou diminuição na média da série ao longo do período de análise. Havendo a necessidade da suavização da média e tendência nos períodos.
- Suavização Exponencial Sazonal de Holt-Winters - é um método utilizado na presença de um aspecto sazonal, desta forma, alterações que ocorrem regularmente repetidas vezes na demanda, variando para cima ou para baixo.

O alisamento exponencial é uma técnica de maior utilização na previsão de negócios e na economia. Conforme Gujarati (2004), esses métodos visam ao ajustamento de uma curva aos dados históricos, estabelecendo a previsão de valores futuros.

3.2.1 Alisamento Exponencial Simples (AES)

No alisamento exponencial simples, as informações coletadas mais recentes são evidenciadas pela aplicação de um fator que determina essa importância. Morettin e Tolo (2006) afirmam que este método possibilita extrair informações das observações das séries temporais atribuindo pesos a cada observação da série, sendo considerado como uma média ponderada, na qual pode-se atribuir peso maior às informações mais recentes, por meio da constante de suavização.

Na suavização exponencial simples, o valor da constante de suavização pode ser definido por meio da média do quadrado dos erros, assumindo valores que vão de zero a um (PELLEGRINI; FOGLIATTO, 2001).

A técnica do alisamento permite mover ou reduzir as flutuações de curto prazo, que ocorrem, normalmente, nas séries temporais. Segundo Pindyck e Rubinfeld (2004), os pesos alocados a cada elemento da série temporal irão decair, exponencialmente, por este motivo recebe o nome de alisamento ou suavização exponencial, sendo do mais recente para o mais antigo.

O alisamento exponencial simples é apropriado para séries localmente constantes, isto é, séries temporais sem tendência ou sazonalidade. Makridakis e Wheelwright (1985), afirmam que a diferenciação nas observações de uma série temporal é fundamentada pela

inferência de que as últimas observações contêm mais informações sobre o futuro, neste caso, são mais relevantes para a previsão.

Desta forma, Morettin e Toloí (2004) indicam que o método de alisamento exponencial simples pode ser representado conforme a equação 1:

$$\bar{Z}_t = \alpha Z_t + (1 - \alpha) \bar{Z}_{t-1}, \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (1)$$

Onde:

$t = 1, 2, \dots,$

$h =$ horizonte de previsão;

Z_t é o valor da série no instante t ;

\bar{Z}_t é o valor exponencialmente alisado no instante t ;

\bar{Z}_{t-1} é o valor exponencialmente alisado no instante $t-1$;

α é a constante de alisamento/suavização, assumindo valores no intervalo $0 \leq \alpha \leq 1$;

$\bar{Z}_0 = Z_1$, ou seja, o valor inicial alisado é igual à primeira observação da série.

O alisamento exponencial simples é uma média ponderada que, normalmente, é realizado com pesos maiores às observações mais recentes, eliminando, principalmente, as desvantagens de outros métodos. Para a previsão de valores futuros, considera-se o último valor exponencialmente suavizado. Neste caso:

$$\hat{Z}_t(h) = \bar{Z}_t, \quad \forall h > 0, \quad (2)$$

$$\hat{Z}_t(h) = \alpha Z_t + (1 - \alpha) \hat{Z}_{t-1}(h + 1), \quad (3)$$

A equação (3) pode ser interpretada como uma equação de atualização da previsão quando existir uma nova observação. Além disso, a previsão feita pela equação (3) reduz o problema de armazenagem de observações.

Em relação à determinação do valor da constante, Morettin e Toloí (2004) acrescentam que, quanto menor o valor de α , mais estáveis serão as previsões finais,

considerando que, ao possuir um α baixo, os pesos maiores serão dados para as observações passadas. Vale considerar ainda, que as principais vantagens da utilização do método de alisamento exponencial simples é o fácil entendimento, grande flexibilidade ocasionada pela variação constante de alisamento, sendo que, a principal desvantagem do método é a dificuldade de definição do valor mais apropriado da constante de suavização.

3.2.2 Alisamento Exponencial Dupla de Holt (AEH)

O modelo de Holt pode ser utilizado em séries temporais que apresentam tendência linear (MAKIDRAKIS et al., 1998). Este modelo, de acordo com Armstrong (1999), é utilizado considerando-se duas constantes de suavização, designadas por A e C (com valores entre 0 e 1).

O alisamento de Holt é um método similar ao alisamento exponencial simples, diferindo pelo fato de que, ao invés de suavizar somente o nível, utiliza-se também uma nova constante de suavização realizando a modelagem de tendência de uma série. Morettin e Tolo (2004) explicam que os valores do nível e da tendência da série no instante t são estimados conforme abaixo:

$$\bar{Z}_t = AZ_t + (1 - A)(\bar{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}) \quad , 0 < A < 1 \text{ e } t=2 \quad (4)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1 - C)\hat{T}_{t-1} \quad , 0 < C < 1 \text{ e } t=2 \quad (5)$$

A e C são denominadas constantes de suavização, nas equações 4 e 5, como em todo o método de suavização, modificam estimativas prévias quando uma nova observação é obtida onde \hat{T}_{t-1} é considerado a tendência num instante anterior.

Considerando-se previsões futuras para o valor \bar{Z}_{t+h} , partindo de t é dado por:

$$\hat{Z}_t(h) = \bar{Z}_t + h\hat{T}_t, \quad \forall h > 0, \quad (6)$$

Desta forma, a previsão é feita ao adicionar-se ao valor básico (\bar{Z}_t) multiplicando ao número objetivado à frente ao qual deseja-se prever (h), conforme as equações abaixo:

$$\bar{Z}_{t+1} = AZ_{t+1} + (1-A)(\bar{Z}_t + \hat{T}_t), \quad (7)$$

$$\hat{T}_{t+1} = C(\bar{Z}_{t+1} - \bar{Z}_t) + (1-C)\hat{T}_t \quad (8)$$

Considerando a nova previsão para o valor (\bar{Z}_{t+h}) é representada pela equação (9), conforme abaixo:

$$\hat{Z}_{t+1} = (h-1) = \bar{Z}_{t+1} + (h-1)\hat{T}_{t+1}. \quad (9)$$

De acordo ainda com Morettin e Tolo (2004), a utilização das equações (6), (7) e (8) implica em realizar hipóteses sobre os valores iniciais. Este processo é análogo ao de determinação de constante pelo alisamento exponencial simples. Por fim, as vantagens se assemelham ao método de alisamento simples e, a desvantagem, fica por conta da dificuldade de determinação dos valores mais apropriados para as duas constantes de suavização, A e C.

3.2.3 Alisamento Exponencial Sazonal de Holt-Winters (AEHW)

Morettin e Tolo (2004) descrevem que, para as séries temporais que possuem um padrão de comportamento com maior complexidade, deve-se adotar como método o de Holt-Winters e o método de suavização exponencial geral (ou suavização direta).

A abordagem tradicional de suavização exponencial Holt-Winters baseia-se em três parâmetros de suavização: a média ou nível, a tendência e a sazonalidade, além de um elemento residual não previsível designado por erro aleatório (SYNDER; SHAMI, 2001).

Os modelos de Holt-Winters (HW) possuem utilização quando verificado nos dados analisados a ocorrência de tendência linear, além de componente de sazonalidade, sendo que a aplicação é válida para séries não estacionárias (PELLEGRINI; FLOGLIATTO, 2000). De acordo com Morettin e Tolo (1987), os modelos de Holt-Winters dividem-se em dois tipos: Holt-Winters aditivo e Holt-Winters multiplicativo.

- O modelo multiplicativo é usado, normalmente, em séries onde a amplitude da variação sazonal não permaneça constante ao longo do tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos, cresce com o passar do tempo.

• O modelo aditivo é utilizado para realizar previsões em séries temporais, desde que a amplitude da variação sazonal permaneça em uma constância ao longo do tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos, permanece constante com o passar do tempo.

Morettin e Toloï (2006), descrevem que os modelos de Holt-Winters funcionam com três parâmetros de suavização A, C e D, sendo obtidos pelo mesmo processo descrito nos modelos de Holt. Neste caso, os valores das constantes A, C e D, são associados a cada uma das componentes para a sazonalidade, nível e tendência.

Considerando que uma série sazonal multiplicativa é dada por série temporal com períodos, o método de AEHW considera o fator sazonal F_t como sendo multiplicativo e a tendência e outras componentes do modelo permanecem como aditiva, isto é,

$$Z_t = \mu_t F_t + T_t + a_t, \quad t=1, \dots, N \quad (10)$$

As três equações de suavização são dadas por:

$$\bar{Z}_t = A \left(\frac{Z_t}{\hat{F}_{t-s}} \right) + (1-A)(\hat{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}), \quad 0 < A < 1, \quad t=s+1, \dots, N, \quad (11)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1-C)\hat{T}_{t-1}, \quad 0 < C < 1, \quad t=s+1, \dots, N \quad (12)$$

$$\hat{F}_t = D \left(\frac{Z_t}{\bar{Z}_t} \right) + (1-D)\hat{F}_{t-s}, \quad 0 < D < 1, \quad t=s+1, \dots, N, \quad (13)$$

As equações (11), (12) e (13) representam estimativas do fator sazonal, do nível e da tendência, sendo que, A, C e D são as constantes de suavização, respectivamente.

As estimativas do fator sazonal, tendência da série aditiva são representadas pelas seguintes equações:

$$Z_t = \mu_t + T_t + F_t + a_t. \quad (14)$$

As estimativas do fator sazonal, nível e tendência da série são dadas por:

$$\bar{Z}_t = A(Z_t - \hat{F}_{t-s}) + (1-A)(\bar{Z}_{t-1} - \hat{T}_{t-1}), \quad 0 < A < 1, \quad (15)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1-C)\hat{T}_{t-1}, \quad 0 < C < 1, \quad (16)$$

$$\hat{F}_t = D(Z_t - \bar{Z}_t) + (1-D)\hat{F}_{t-s}, \quad 0 < D < 1, \quad (17)$$

Na análise de um modelo de previsão, o padrão de uma série para os dois procedimentos são dadas a seguir, considerando uma série sazonal multiplicativa.

$$\hat{Z}_t(h) = (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t)\hat{F}_{t+h-s}, \quad h=1,2,\dots,s \quad (18)$$

$$\hat{Z}_t(h) = (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t)\hat{F}_{t+h-2s}, \quad h=s+1,\dots,2s \quad (19)$$

Onde \bar{Z}_t , \hat{T}_t e \hat{F}_t são dados pelas equações (20) (21) e (22)

$$\bar{Z}_{t+1} = A\left(\frac{Z_{t+1}}{\hat{F}_{t+1-s}}\right) + (1-A)(\bar{Z}_t + \hat{T}_t), \quad 0 < A < 1, \quad t=s+1,\dots,N, \quad (20)$$

$$\hat{T}_{t+1} = C(\bar{Z}_{t+1} - \bar{Z}_t) + (1-C)\hat{T}_t, \quad 0 < C < 1, \quad t=s+1,\dots,N \quad (21)$$

$$\hat{F}_{t+1} = D\left(\frac{Z_{t+1}}{\bar{Z}_{t+1}}\right) + (1-D)\hat{F}_{t+1-s}, \quad 0 < D < 1, \quad t=s+1,\dots,N, \quad (22)$$

As atualizações das previsões são realizadas quando se tem uma nova observação Z_{t+1} , neste caso, usando as equações (23), (24). Assim, a nova previsão para observação Z_{t+h} será:

$$\hat{Z}_{t+1}(h-1) = (\bar{Z}_{t+1} + (h-1)\hat{T}_{t+1})\hat{F}_{t+1+h-s}, \quad h=1,2,\dots,s+1, \quad (23)$$

$$\hat{Z}_{t+1}(h-1) = (\bar{Z}_{t+1} + (h-1)\hat{T}_{t+1})\hat{F}_{t+1+h-2s}, \quad h=s+2,\dots,2s+1, \quad (24)$$

Nas previsões de curto prazo, o Modelo de Alisamento Exponencial de Holt-Winters é o mais apropriado, pois, o método de AEHW é simples, de baixo custo de operação, boa

precisão e capacidade de ajustamento automático rápido a mudanças na série (WINTERS, 1960).

Morettin e Tolo (2004) referem ainda, que as vantagens deste método são semelhantes ao de Holt, sendo que o AEHW é adequado à análise de séries com padrão de comportamento mais geral. Em relação às desvantagens, as principais dificuldades são em determinar os valores mais apropriados das constantes de suavização, e também a dificuldade para estudar as propriedades estatísticas a exemplo de média, variância de previsão e, por conseguinte, a construção de um intervalo de confiança.

3.3 CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DAS CONSTANTES E DOS MODELOS DE PREVISÃO

A escolha de modelos deve basear-se no melhor ajuste, conforme explicado por Burnham e Anderson (2004). Para verificar a adequação do ajuste do modelo foram considerados os seguintes critérios: MAD, MSE e MAPE. Além disso, para avaliar a qualidade das previsões também foi considerado o RMSE, dados a seguir.

3.3.1 Desvio Médio Absoluto (MAD)

O desvio médio absoluto caracteriza-se por ser uma média da diferença absoluta entre os valores observados e estimados. O cálculo é realizado levando-se em conta os dados de demanda real e as previsões. Neste caso, quanto menor o valor encontrado do MAD, melhor é o ajuste do modelo (VARGAS et al., 2000). A expressão que representa o MAD é vista a seguir:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Z_t - \hat{Z}_t|}{n} \quad (25)$$

Onde:

n é o número de valores previstos, Z_t , representa o valor real da série temporal para o período, \hat{Z}_t representa o valor previsto da série temporal e t corresponde ao período avaliado. O MAD tem grande relevância em uma análise, pois se mede a dispersão ou variação dos valores medidos comparando-se ao esperado (CHASE et al., 2006).

3.3.2 Erro Médio Quadrático (MSE)

O desvio médio quadrático (MSE) ou erro médio quadrático (MSD) é a medida dos erros de previsão elevados ao quadrado, quanto menor o MSD, mais precisa é a previsão (LAWRENCE et al., 2009).

$$MSE = \frac{\sum (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n} \quad (26)$$

Onde:

t é o período, Z_t , representa o valor atual do período t , \hat{Z}_t , valor previsto no período t , e n representa o número de previsões. O MSD apresenta importância no estudo estatístico, pois permite análise do desempenho de métodos de previsão (LAWRENCE et al., 2009).

3.3.3 Erro Percentual Absoluto Médio (MAPE)

O erro percentual absoluto médio é utilizado para avaliar a qualidade das previsões conforme Ritzman e Krajewski (2004), o MAPE é usado na análise de desempenho da previsão sob uma nova perspectiva apropriada.

$$MAPE = \frac{\left[\frac{\sum |Z_t - \hat{Z}_t|}{Z_t} \right]}{n} \times 100 \quad (27)$$

Onde:

n é o número total de períodos, Z_t , representa o valor real da série temporal para o período t , \hat{Z}_t representa a previsão para o período t . O MAPE resulta da média dos erros percentuais absolutos nas previsões, e quanto menor o MAPE, melhor é o modelo da previsão.

3.3.4 Raiz do Erro Quadrático Médio (RMSE)

O MAPE é um indicador utilizado para descrever o desempenho médio do erro do modelo utilizado ou desenvolvido. Desta forma, o resultado obtido por meio de seu cálculo é uma medida percentual, podendo ser comparado com os resultados obtidos com a modelagem em outras séries temporais Makridakis, Wheelwright e Hyndman, (1998).

A raiz do erro quadrático médio (RMSE) tem sua utilização na apuração dos resultados numéricos com a vantagem de apresentar valores do erro, nas mesmas dimensões da variável analisada.

O RMSE é dado por:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^N (e_t^2)}{N}} \quad (28)$$

Onde:

N representa o número de elementos considerados para o cálculo destes critérios, e_t é o resíduo do período t , obtido através do modelo número de valores previstos.

Finalizando, foram apresentados os valores previstos, a médio de prazo (6 meses), para a série da média dos preços de liquidação das diferenças, nas quatro regiões pesquisadas.

Para a análise estatística dos dados foram utilizadas planilhas do Excel e o *software Statistica 9.1*.

4 ARTIGO:

THE DEVELOPMENT AND ADJUSTMENT OF THE FREE ENERGY MARKET IN BRAZIL

Abstract -The development of the Free Energy Market in Brazil was a government strategy proposed by means of some laws from the 1990s to compensate for the lack of government investments for previous decades in the country's energy matrix. The regulation proposed by law framed Brazil in the policy of free energy market, with that, companies that meet the regulatory prerequisites may become a consumer and / or generator of electricity and satisfy the requirements of consumers by way of celebration Of bilateral contracts, or acquire energy in the short-term market, known as spot market, controlled and regulated by competent bodies. Considering the importance of the subject and the possibility of contribution on it, this study had as objective to analyze the evolution of the price of electric energy marketed in the Free Market of Brazilian energy, through the history of the settlement price of differences (PLD) in the free market Of Brazilian energy in the period from May 2003 to June 2015, and after making the prediction of the LDP for the following six months in four regions of Brazil. For that, we used ANOVA test to verify if there was a significant difference between the average prices of the regions considered, after the tests of Wald-Wolfowitz and Kruskal-Wallis were verified to verify the presence of trend and seasonality respectively, also the model was used (HF), absolute mean deviation (MAPE) and mean square error (MSD), and the root mean square error (ADF) were used to verify the adequacy of the fit of the model. And (RMSE) to evaluate the quality of the forecasts. There was a variation of the average of the PLD of the electric energy for the four regions, in which there are some periods with increasing tendency, besides periods of variability along the registers, in addition, it was observed that there was no significant difference between the Of the electric power PLD, when compared to the four regions (p -value = 0.94). Afterwards, there was significant trend and seasonality ($p < 0.05$) for the series of the four regions. The models that presented the lowest value for the mean absolute percentage error (MAPE) for the four regions were considered, considering that They were the ones that presented the lowest values for the prediction quality criteria. Energy PLD Forecasting will help consumers and / or power generators perform production scheduling.

Keywords: regulation, free energy market, settlement price of differences.

I. INTRODUÇÃO

A BUSCA por energia elétrica é um dos fatores responsáveis pelo desenvolvimento da humanidade, seja ela por novos meios de produção, locomoção e geração de energia.

Em meados dos anos 90, o setor elétrico brasileiro foi atualizado, até então, o sistema era controlado por empresas públicas responsáveis pela geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. O atraso ocasionado pela perda da capacidade de investimentos e por falta de reajustes das tarifas no setor elétrico, obrigou o governo brasileiro realizar a quebra do monopólio estatal, passando à prática da privatização das empresas distribuidoras, a fim de promover uma melhora nos investimentos e serviços prestados aos consumidores [1].

A reorganização do setor foi colocada em prática, em 1995, com a Lei nº 9.074/95, a qual objetivou estimular a concorrência e a redução de custos no valor da energia elétrica consumida pelo setor industrial do país, além de promover a competitividade e atrair novos investimentos para o setor energético. A mudança contribuiu também para que o governo pudesse sanar o déficit fiscal, vendendo seus ativos e direcionando os recursos para outros programas de investimentos [2].

Todo o processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro seguiu uma tendência mundial iniciada por países, a exemplo de Estados Unidos, Canadá e Inglaterra, ainda no início da década de 90. O processo iniciado pelo governo buscou estimular a criação de um mercado competitivo com a privatização de alguns segmentos do setor, a fim de atrair o capital privado para os investimentos necessários ao crescimento e desenvolvimento do setor [3].

A Lei nº 10.848/04, marco regulatório do setor elétrico brasileiro, estabeleceu uma nova reformulação do Mercado Livre de energia elétrica, com a introdução de novas regras de

comercialização, dividindo os ambientes de contratação em Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e Ambiente de Contratação Livre (ACL). Os consumidores que atenderem aos pré-requisitos do ACL passaram a ter liberdade de escolha para comprar a sua energia elétrica, diferentemente, dos chamados de cativos, que têm a obrigatoriedade de contar com somente uma empresa fornecedora.

Fomentar a mudança e a prática consolidada de um modelo de competição visando o Mercado Livre de energia, beneficiará o setor industrial e consumidores por efeitos como: avanço de tecnologia, liberdade de escolha para o cliente, redução dos preços acirrando a concorrência, comercialização simultânea de várias empresas geradoras de energia e diminuição de custos e dos preços de produtos e serviços em todas as regiões do país [4]. A redução de custos possibilita maior competitividade na indústria, produzindo e garantindo atratividade dos produtos para novos mercados, além da redução de seu preço final.

De acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica [5], a matriz energética do Brasil é formada, atualmente, pelas seguintes usinas geradoras e o respectivo percentual de produção: Hídricas (61,55%), Fóssil (17,56%), Biomassa (8,90%), Eólica (5,13%), Nuclear (1,37%) e Importação (5,49%), referentes à importação do Paraguai, Argentina, Venezuela e Uruguai.

A realidade atual brasileira é que, até março de 2015, em um levantamento realizado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN), o custo médio da energia consumida pela indústria nacional aumentou em 48%, alcançando R\$ 534,28, por megawatt-hora (Mwh). Este valor coloca o Brasil em um ranking indesejado, liderando a lista dos 28 países com maior custo da energia para a indústria, superando países como Índia e Itália, que ocupavam as primeiras posições em anos anteriores [6].

Desta forma, este estudo objetivou apresentar a evolução do Mercado Livre de Energia brasileiro e também realizar uma comparação entre a previsão dos preços médios da liquidação das diferenças de energia (PLD) comercializada para o segundo semestre de 2015. Justifica-se que os resultados deste estudo, permitirão que as empresas possam antever as informações do mercado de energia elétrica e realizarem programação de produção com maior assertividade, onde o insumo energia represente a redução de custos e proporcione aumento de competitividade para produtos e serviços que por hora sejam produzidos.

II. REGULAÇÃO DO MERCADO LIVRE

O fato do custo da energia ser maior no Brasil, comparado a outros países concorrentes no comércio mundial, implica em produtos mais caros e, a consequência disto é que existe uma redução sobre o comércio, investimentos, geração de novos postos de trabalho, e ainda diminuição e recolhimento de impostos e competitividade, fatores estes, responsáveis por atrasos no desenvolvimento da economia.

As reformas propostas pelo governo, a partir da década de 90 buscaram apresentar como características fundamentais, a criação do Mercado Atacadista de Energia (MAE), que atualmente é chamada de Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE); a promoção e desverticalização da produção, transmissão, distribuição e comercialização; e também o livre acesso dos geradores e comercializadores na estrutura de redes de transmissão e distribuição [7].

A regulação do Mercado de comercialização de energia elétrica foi concebida, inicialmente, pela Lei nº 9.074 de 7 de julho de 1995, onde o governo liberou concessões e permissões para que, empresas pudessem assumir serviços e obras públicas até então explorados pelo governo federal. Esta lei contemplou os serviços de energia elétrica e os pré-requisitos para enquadrar-se no fornecimento de energia, além de estabelecer o Mercado Livre de energia.

Para regular e fiscalizar este mercado, foi criada através da Lei nº 9.427/96 a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), por conseguinte, por meio da Lei nº 9.648/98 foi estabelecido o comércio livre de energia entre concessionários, permissionários e autorizado,

sendo este um setor para disciplinar o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica.

Cabe à ANEEL mediar os conflitos de interesses entre os agentes do setor elétrico, entre estes e os consumidores, além de conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia e garantir tarifas justas, zelando pela qualidade do serviço, e ainda, regular os investimentos propostos pelas empresas.

Com o desenvolvimento do mercado não muito difundido, foi promulgada em 16 de março de 2004, a Lei nº 10.848 que regulamentou a comercialização de energia elétrica e outorgou o processo de concessões e de autorizações de geração de energia [8].

No Quadro 1 apresenta-se um comparativo dos três modelos de desenvolvimento do Mercado Livre de energia brasileiro.

Quadro 1 - Desenvolvimento do Mercado Livre de energia no Brasil

Modelo Antigo	Modelo de Livre Mercado	Novo Modelo
(Até 1995)	(De 1995 a 2003)	(A partir de 2004)
Financiamento por meio de recursos públicos	Financiamento por meio de recursos públicos e privados	Financiamento por meio de recursos públicos e privados
Empresas verticalizadas	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e comercialização.	Empresas divididas por atividade: geração, transmissão, distribuição e 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 seguimentos	Preços livremente negociados na geração e comercialização	No ACL: preços livremente negociados na geração e comercialização. No ACR: Leilão e licitação pela menor tarifa
Mercado Regulado	Mercado Livre	Mercado Livre e Regulado
Planejamento determinativo- Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos (GCPS)	Planejamento indicativo pelo Conselho Nacional de Política Elétrica (CNPE)	Planejamento pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE)
Contratação: 100% do mercado	Contratação: 85% do mercado até agosto de 2003 e 95% do mercado até dezembro de 2004	Contratação: 100% do mercado, mais reserva
Sobras/ Déficit do balanço energéticos rateados entre os compradores	Sobras/ défcits do balanço energéticos liquidados ao MAE	Sobras/ défcits do balanço energético liquidados na CCEE. Mecanismo de Compensação de Sobras e Défcits (MCSO) para as distribuidoras

Fonte: CCEE (2016)

A efetiva mudança proporcionada pelo acréscimo das leis proporcionou melhor organização do sistema elétrico brasileiro, foram criados sete agentes institucionais [9], apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 - Agentes institucionais do setor elétrico do Brasil

Órgão	Função
CNPE- Conselho Nacional de Política Energética	Política Energética/Matriz
MME- Ministério de Minas e Energia	Implementação da Política Energética
EPE- Empresa de Pesquisa Energética	Planejamento da Expansão
CMSE- Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico	Segurança do Suprimento
ANEEL- Agência Nacional de Energia Elétrica	Regulação e Fiscalização
CCEE- Câmara e Comercialização de Energia Elétrica	Comercialização
ONS- Operador Nacional do Sistema Elétrico	Operação Técnica

Fonte: Adaptado de ONS (2016)

III. OS AMBIENTES PARA A CONTRATAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

De acordo com o Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004, são especificadas as regras gerais de comercialização de energia elétrica no Brasil, conforme segue: A comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como, destes com seus consumidores no Sistema Interligado Nacional SIN acontecerá nos Ambientes de Contratação Regulada ou Livre, ficando a cargo da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), regular, convencionar e fiscalizar as regras e procedimentos de comercialização da energia elétrica, para isso, define-se que:

I Ambiente de Contratação Regulada (ACR) é o segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica entre agentes vendedores e agentes de distribuição, precedidas de licitação, ressalvados os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos;

II Ambiente de Contratação Livre (ACL) trata-se do segmento do mercado no qual se realizam as operações de compra e venda de energia elétrica, objeto de contratos bilaterais livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos;

III Agente vendedor caracteriza-se pelo titular de concessão, permissão ou autorização do poder concedente para gerar, importar ou comercializar energia elétrica;

IV Agente de distribuição, é tido como o titular de concessão, permissão ou autorização de serviços e instalações de distribuição para fornecer energia elétrica a consumidor final, exclusivamente, de forma regulada;

V Agente autoprodutor o titular de concessão, permissão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo.

A energia somente poderá ser contratada sob duas formas: Atendendo aos requisitos do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e do Ambiente de Contratação Livre [10].

O Ambiente de Contratação Regulada (ACR) objetiva atender os consumidores cativos, ou seja, aqueles consumidores atendidos por um único fornecedor de energia elétrica. Neste ambiente, os agentes vendedores (geradores, comercializadores e autoprodutores) e as distribuidoras estabelecem Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR) precedidos de licitação, ressalvados os casos previstos em lei, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos [11].

Entretanto, no Ambiente de Contratação Livre (ACL) são atendidos os consumidores livres (Consumo de energia acima de 3 MW e ou 0,5 MW quando adquiridos de fontes renováveis), tem-se a opção de escolha por fornecedores com melhor preço.

A energia elétrica utilizada para atender aos consumidores livres, será celebrada por meio de contratos bilaterais, onde será de livre negociação entre as partes envolvidas. A lei foi

organizada de maneira que as empresas que possuem sobras de energia, os chamados excedentes, só poderão comercializar diretamente a outro interessado com o conhecimento e consentimento da ANEEL, que será responsável por limitar e regular os preços desta energia comercializada [10].

Atualmente, aproximadamente 27% da energia produzida no Brasil é negociada no Mercado Livre, que movimentava anualmente negócios em torno de R\$ 30 bilhões. Sendo um ambiente em contínua evolução, os agentes que nele atuam precisam estar constantemente atualizados das regras e procedimentos de mercado, para que tenham o conhecimento e o profissionalismo necessários no processo de tomada de decisões [9]. De acordo com [12], os consumidores especiais, representam 3% do volume total do Mercado Livre de energia no Brasil, sendo 24% de consumidores livres e outros 73% são consumidores do mercado regulado.

Com o surgimento destes dois novos ambientes de contratação de energia elétrica, também foram gerados dois tipos de consumidores de energia elétrica no Brasil [12].

O consumidor cativo é aquele que compra energia elétrica de concessionária ou permissionária, que tem a concessão para fazer o serviço de distribuição e que não tem possibilidade de negociar, ficando sujeito às tarifas de fornecimento estabelecidas pela ANEEL. Na compra de energia elétrica de distribuidoras que adquiriram essa energia, por meio de leilões, é necessário repassar esses custos ao consumidor. Assim, o sistema de compra e consumo de energia no Mercado Cativo é apresentado na Figura 1:

Figura 1 - Mercado Cativo de energia



Fonte: Adaptado de CCEE (2016)

O Mercado Cativo é o ambiente de contratação de energia elétrica onde o consumidor é totalmente passivo. A energia é fornecida, exclusivamente, pela distribuidora local, e as demais condições de fornecimento reguladas pela Agência Nacional de Energia Elétrica [5].

Entretanto, o Mercado Livre é o ambiente no qual o consumidor pode comprar a energia de comercializadores e/ou geradores em condições livremente pactuadas por contratos entre as partes. A principal vantagem desse ambiente de contratação é a possibilidade de negociar produtos customizados, com prazos, volumes, preços e índices de reajustes que atendam às expectativas do comprador [5].

O consumidor livre é aquele que traça estratégias e negocia livremente as condições comerciais de contratação da sua energia, pois possui a possibilidade de escolher prazo, indexação e ter flexibilidade quanto ao montante de energia consumida. Além disso, este consumidor escolhe seu fornecedor de energia, que pode ser um gerador ou um agente comercializador [12].

Sendo assim, com essas características, o sistema de compra e consumo de energia no Mercado Livre funciona conforme apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Mercado Livre de energia



Fonte: Adaptado de CCEE (2016)

É considerado consumidor livre aquele que possui a opção de contratação de energia e potência de unidades distribuidoras, atendendo as mesmas condições reguladas e aplicadas ao consumidor cativo, a exemplo de tarifas e prazos. No tocante a isso, os mesmos itens aplicáveis ao Consumidor Livre, devem ser observados conforme mostrado a seguir [13]:

(i) Fábricas, shoppings, indústrias que estão enquadrados nesta categoria podem hoje escolher de quem comprar energia.

(ii) Para migrar do Mercado Cativo para o Livre, o consumidor deve observar o prazo de 6 meses antes do término do contrato Cativo.

(iii) Devem possuir demanda contratada igual ou maior que 3.000 KW em qualquer horário.

(iv) Devem estar ligados à rede de distribuição ou de transmissão em nível de tensão de fornecimento igual ou superior a 69 Kv se a data de ligação do consumidor ocorreu até 07/07/95.

Considerando que unidades consumidoras geradas após 07/07/95, podem estar ligadas em qualquer nível de tensão, bastando que possuam demanda contratada superior a 3.000 KW.

O consumidor pode “nascer livre”, desde que apresente um Contrato de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) com demanda contratada igual ou maior que 3.000 KW, em qualquer horário (ponta ou fora de ponta). O consumidor livre deve, obrigatoriamente, ser agente da CCEE. O processo de retornar para o cativo exige que a comunicação seja feita com 5 anos de antecedência.

No Mercado Livre, o consumidor escolhe seu gerador diretamente ou por intermédio do agente comercializador. O resultado é o benefício econômico da energia elétrica em comparação às tarifas praticadas no ambiente cativo. Mesmo que o Brasil possua uma legislação para o mercado livre de energia, o pré-requisito de condição mínima impede que muitos outros consumidores e geradores façam parte deste mercado. Em um comparativo com outros países da América Latina no Quadro 3, o Brasil, comparado a países da América do Sul é o país que possui a maior exigência, condição mínima, para ingressar neste mercado [14].

Quadro 3- Demanda mínima para ingresso no mercado livre de energia no Brasil

País	Condição mínima	País	Condição mínima
Argentina	30 Kw	Guatemala	100 Kw
Bolívia	1000 Kw	Panamá	100 Kw
Brasil	3000 Kw	Peru	1000 Kw
Chile	500 Kw	República Dominicana	1000 Kw
Colômbia	100 Kw	Uruguai	250 Kw

Fonte: ABRACEEL (2015)

A Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no seu segundo artigo, alterado pela Lei nº 9.648/98 art.10, define, além do consumidor livre, o consumidor especial e a geração de energia incentivada.

O consumidor especial é o agente da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE, da categoria de comercialização, que adquire energia elétrica proveniente de empreendimentos de geração de fontes solar, eólica e biomassa quando a carga for maior ou igual a 500 kW.

A Geração Incentivada trata-se da geração de responsabilidade do agente da CCEE, da categoria geração, representada por empreendimentos hidrelétricos com potência igual ou inferior a 3.000 kW e, para aqueles com base em fonte solar, eólica, biomassa e cogeração. Neste caso, o gerador recebe incentivos como: a aplicação de descontos associados às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e distribuição, incidentes na produção e no consumo de energia elétrica por este agente comercializador.

No Quadro 4 mostra-se um comparativo entre requisitos de contratação de energia antes e após a Lei nº 9.074/95.

Quadro 4- Comparativo das características dos consumidores livre e especial

Consumidor	Fonte	Demanda mínima	Tensão mínima	Data de ligação do consumidor
Livre	Convencional ou incentivada	3000 KW	2,3 KV 69 KV	Após 08/07/1995 Antes de 08/07/1995
Especial	Incentivada	500 MW	2,3 KV	Qualquer data

Fonte: Adaptado de CCEE (2016)

Observa-se que, no Brasil, o valor de 3.000 KW é o pré-requisito ou consumo mínimo para ingressar no Mercado Livre de energia. Para o consumidor especial, o mínimo é de 500 KW, restrito à compra de energia incentivada pelo governo.

No Quadro 5 são apresentados os ambientes de contratação de energia: ACL e ACR.

Quadro 5 - Ambientes de contratação de energia: ACL e ACR

Definições	Ambiente livre	Ambiente Regulado
Participantes	Geradoras, comercializadoras, consumidores livres e especiais.	Geradoras, distribuidoras e comercializadoras, negociam energia em leilões existentes
Contratação	É tida como livre negociação entre os compradores e vendedores	Realizada por meio de leilões de energia promovidos pela CCEE, sob delegação da ANEEL
Tipo de contrato	Acordo é realizado livremente estabelecido entre as partes	O contrato é regulado pela ANEEL, denominado Contrato de Comercialização de Energia Elétrica para o Ambiente Regulado
Preço	Acordado entre comprador e vendedor	Estabelecido no leilão

Fonte: CCEE (2016)

As empresas distribuidoras deverão informar ao poder concedente, a quantidade de energia que será utilizada. Caso extrapolar esta quantidade, o consumidor poderá estar sujeito às penalidades por eventuais desvios [15]. A Lei nº 10.848/2004, estabelece que são vedadas às empresas distribuidoras: Desenvolver atividades de geração e transmissão, vender energia para consumidores livres fora de sua área de concessão, participar em outras sociedades ou praticar atividades estranhas ao objeto da concessão.

No Ambiente de Contratação Livre (ACL), os geradores, consumidores livres, autoprodutores, comercializadores, importadores e exportadores de energia estabelecem entre si contratos bilaterais de compra e venda de energia, com preços e quantidades livremente negociados, conforme regras e procedimentos de comercialização específicos [11].

No Quadro 6 são apresentadas as principais características do fornecimento de energia elétrica em ambos os mercados:

Quadro 6 - Características do fornecimento de energia elétrica ACL e ACR

Características	Mercado Cativo	Mercado Livre
Fornecedor da Energia	Concessionária local	Qualquer gerador ou comercializador do SIN*
Preço da Energia	Tarifas reguladas pela ANEEL, sujeitas às bandeiras tarifárias.	Livremente pactuado entre as partes
Reajuste da Energia	Determinado anualmente pela ANEEL	Indexador pactuado entre as partes
Prazo Contratual	Pré-estabelecido pela ANEEL	Livremente pactuado entre as partes
Volume	De acordo com a energia consumida	Livremente pactuado entre as partes
Preço e reajuste do Transporte	Tarifas reguladas e reajustadas anualmente pela ANEEL	
Responsável pelo fornecimento físico	Concessionária local	

Fonte: SIN- Sistema Interligado Nacional (2016)

No que tange a empresas geradoras, a Lei nº10.848/2004 possibilita que vendam energia nos dois ambientes o ACR e ACL. Mas, considerando a lei, a venda no ambiente regulado, acontecerá por meio de licitações [10]. As licitações de geração existentes, chamadas de energia velha, atenderão ao mercado presente das companhias distribuidoras, [16]. Os contratos terão, normalmente, duração de 3 a 15 anos, com entrega a partir do ano seguinte à licitação. Neste caso, a contratação deverá ser realizada pela quantidade de energia, sendo que os riscos hidrológicos serão assumidos pelos geradores.

Os riscos hidrológicos, como por exemplo, a falta de chuvas, serão assumidos pelos geradores ou empresas distribuidoras. Mas, no caso de alterações de valores, serão repassadas às tarifas dos consumidores finais [10]. Se houver a opção de racionamento de energia, contratos serão adaptados proporcionalmente ao que foi reduzido.

Os processos de leilões de energia elétrica no Brasil deverão ocorrer de acordo com os processos licitatórios realizados, com o objetivo de contratar a energia elétrica necessária para assegurar o pleno atendimento da demanda futura no Ambiente de Contratação Regulada – ACR (mercado formado pelas distribuidoras) [11].

No Quadro 7 é apresentado um comparativo entre o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Comercialização Livre.

Quadro 7 - Ambientes de contratação de energia: ACL e ACR

Definições	Ambiente livre	Ambiente Regulado
Participantes	Geradoras, comercializadoras, consumidores livres e especiais.	Geradoras, distribuidoras e comercializadoras, negociam energia em leilões existentes
Contratação	É tida como livre negociação entre os compradores e vendedores	Realizada por meio de leilões de energia promovidos pela CCEE, sob delegação da ANEEL
Tipo de contrato	Acordo é realizado livremente estabelecido entre as partes	O contrato é regulado pela ANEEL, denominado Contrato de Comercialização de Energia Elétrica para o Ambiente Regulado
Preço	Acordado entre comprador e vendedor	Estabelecido no leilão

Fonte: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica- CCEE (2016)

Dentre suas atribuições, cabe à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica controlar todos os contratos celebrados entre os agentes, comparando-os com o montante de energia medido e o valor acordado entre gerador e consumidor por cláusula, a fim de calcular alguma possível diferença. Por meio desta contabilização são verificadas as diferenças entre toda energia consumida e produzida, e que irão ser liquidadas no mercado de curto prazo, valorado ao PLD (Preço de Liquidação das Diferenças) [12].

Este é verificado em escala semanal, para cada patamar de carga e para cada região ou submercado, tendo como base, o custo marginal de operação do sistema, fruto dos modelos matemáticos utilizados pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) para definir a programação da operação do sistema, limitado por um preço mínimo e, por um preço máximo, estabelecidos, anualmente, pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Por meio do PLD surge o mercado de curto prazo (mercado *Spot*), que envolve as diferenças de montantes contratados e montantes consumidos ou produzidos pelos agentes [13]. O mercado *spot* serve como uma saída para ajustar os montantes contratados ou reavaliar os contratos assumidos, permitindo também uma opção de contratação de energia de maneira mais rápida, mas, com o preço superior ao definido pelos contratos bilaterais [12].

Para o cálculo do preço, divulgado, semanalmente, pela CCEE, são adotados como ferramentas o programa NEWAVE, que possui o objetivo de determinar metas de geração que atendam à demanda e minimizem o valor esperado do custo de operação ao longo do período de planejamento, e o programa DECOMP, que objetiva determinar o despacho de geração das usinas hidráulicas e térmicas, minimizando o custo de operação ao longo do período de planejamento, dado o conjunto de informações disponíveis (carga, vazões, disponibilidades, limites de transmissão entre subsistemas e a função de custo, verificado pelo NEWAVE) [12].

Após isso, o sistema estabelece o cálculo do PLD, o chamado patamar de carga, que é o período de tempo do dia em que as características do consumo de energia no SIN tendem a ser semelhantes. Esta classificação baseia-se em leve, médio e pesado, sendo o último considerado de segunda-feira a sábado, e leve e médio aos domingos e feriados nacionais, onde a atividade industrial é mais baixa [12].

Deve ser considerado também para o cálculo do PLD as informações sobre a disponibilidade de água nos reservatórios e a precipitação pluviométrica, [17]. Isto pode ser confirmado pelos dados da Agência Nacional de Energia Elétrica, na qual a matriz energética do Brasil é formada, em sua maior parte, por usinas geradoras hidrelétricas, responsável por

61,55% do total de energia produzida no país. Isto explica que os índices de economia de energia são maiores nas regiões que recebem chuvas em maior intensidade durante o ano, ocasionando alta produção, elevando a armazenagem hídrica, o que garante fornecimento de energia com prazo em um período mais longo [5]. O Brasil utiliza o modelo de despacho centralizado, no qual o operador decide o quanto cada usina do SIN irá produzir de acordo com a demanda.

O mercado brasileiro está dividido em quatro regiões ou em quatro submercados com características físicas semelhantes, sendo o Sul, composto pelos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; o Sudeste/Centro Oeste: São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso; o Nordeste: Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí e Maranhão; e o Norte: Tocantins, Rondônia, Acre, Pará, Amapá, Roraima e Amazonas, [9].

Os períodos de seca prolongados tendem a elevar o preço da eletricidade, em virtude da ativação de outros tipos de unidades geradoras de energia, e a relação custo benefício se torna mais acentuada, a exemplo das termoelétricas que usam o carvão para produção de energia, enquanto que, períodos de chuva acima da média, tendem a encher os reservatórios das usinas e, com isso, reduzir o preço [18].

O Operador Nacional do Sistema (ONS) utiliza ainda informações para a formulação do custo do preço da energia elétrica gerada, determinando que os despachos das unidades geradoras tenham como objetivo otimizar o sistema elétrico, para isso, são levadas em conta informações sobre dados técnicos de usinas, aflúncias hídricas, nível de reservatórios, disponibilidade das máquinas e custo dos combustíveis.

Então, por meio destas informações, o ONS desenvolve uma escala de geração de energia, considerando o menor custo de operacionalização do sistema (nível dos reservatórios), para servir de base à determinação do preço *spot* que, por sua vez, representará o custo marginal de curto prazo do sistema, no qual oferta e demanda de energia estarão equilibradas [9].

IV. ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Para atingir os objetivos propostos foram executadas as seguintes etapas:

1) Revisão de literatura sobre o desenvolvimento e implementação da legislação sobre o Mercado Livre de energia no Brasil, descrevendo o processo de desenvolvimento e regulamentação, apresentando os principais conceitos pertinentes ao tema.

2) Análise descritiva, por regiões do país, na qual foram apresentados a média, o valor mínimo e o máximo, o desvio-padrão e o coeficiente de variação do preço médio da liquidação de diferenças (PLD) de maio 2003 a junho de 2015.

Além disso, foi realizado um teste de ANOVA para verificar se existia diferença significativa entre os preços médios das regiões consideradas.

3) Ajuste de um modelo de previsão para a série PLD médio para cada região.

As previsões auxiliam os gerentes na tomada de decisões identificando a melhor maneira de reunir os seus recursos para a organização no futuro [19]. As previsões de séries temporais são baseadas em valores passados, não sendo consideradas as influências de outras variáveis. Para tal, podem ser considerados alguns métodos simplificados que, quando bem desenvolvidos permitem a obtenção de resultados com boa qualidade [20].

Uma série temporal é uma sequência de observações de uma variável ao longo do tempo [21], na qual podem ser observadas as seguintes componentes:

a) Tendência: caracteriza o crescimento ou o decréscimo da variável no tempo. Podendo se manter estacionária, quando varia em torno de um valor médio.

b) Sazonalidade: representa o comportamento cíclico que se repete dentro do ano.

c) Ciclos: caracterizam flutuações que ocorrem com repetições de longos períodos.

d) Variações irregulares: são características de causas não identificadas, pelo fato de ocorrerem ao acaso, essas variações não podem ser previstas pelos modelos [21].

Existem vários métodos de previsão disponíveis, utilizando-se de acordo com a disponibilidade de dados, tempo e recursos, e do horizonte de previsão. Os métodos de previsão podem ser divididos em duas categorias: qualitativos e quantitativos [20].

Os métodos qualitativos são baseados em informações e conhecimentos de pessoas que possam falar e opinar sobre eventos futuros, são indicados quando há ausência de dados históricos, ou quando os dados não são confiáveis. Exemplos de métodos qualitativos, a abordagem Delphi ou opinião de especialista, gestão, pesquisas de mercado, dados externos ou sondagens e pesquisa [22].

Entretanto, os métodos quantitativos são baseados em modelos matemáticos, a fim de buscar e demonstrar valores previstos, subdivididos em métodos causais e séries temporais [21]. Em relação às séries temporais é possível destacar os modelos de Suavização Exponencial, Método de Holt Winters, Médias Móveis, Box-Jenkins (ARMA, ARIMA, SARIMA), Rede Neurais; e nos Métodos Causais destacam-se as Correlações, Regressões e Modelos Econométricos [23].

Os modelos de Holt-Winters descrevem devidamente dados de demanda em que é verificada a geração da tendência linear, e também um componente de sazonalidade. Entre os diversos modelos de séries temporais, o modelo de Holt-Winters tem sido o mais adotado, principalmente, por apresentar baixo custo computacional e alta eficiência de previsão [23].

No modelo multiplicativo, a amplitude de sazonalidade aumenta com o tempo, diante disso, tem-se que existirá uma diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos, crescendo assim, com o passar do tempo [24].

A análise de séries temporais se aplica nos casos em que há um padrão persistente ou sistemático no comportamento da variável, que é possível de captar através de uma representação paramétrica. Neste caso, alguns métodos clássicos são usados para certos tipos de dados apresentados. A exemplo dos dados sazonais, em que ocorra o aumento ou diminuição num padrão recursivo regular em um determinado decorrer do tempo, ou dados com tendência em que ocorre aumento ou diminuição, consistentemente, no decorrer do tempo [24].

Neste estudo, inicialmente, foram realizados os testes de Wald-Wolfowitz e Kruskal-Wallis para verificar a presença de tendência e sazonalidade respectivamente.

Posteriormente, foram analisados os modelos de alisamento exponencial simples, de Holt e de Holt-Winters (aditivo e multiplicativo), sendo que, este último foi o que apresentou os melhores resultados para a previsão, o melhor modelo considerado é a suavização exponencial Holt-Winters, baseada em três parâmetros de suavização: a média ou nível, a tendência e a sazonalidade, além de um elemento residual não previsível designado por erro aleatório [25].

Como a série apresenta variação sazonal não constante ao longo do tempo, ou seja, existe diferença entre o maior e menor ponto de demanda, com o passar do tempo, o melhor método a ser utilizado é o modelo Holt-Winters multiplicativo [21].

Os modelos mais conhecidos de suavização são:

(i) Suavização Exponencial simples é normalmente utilizada quando não existe tendência ou sazonalidade na série temporal. Neste método, exigem-se apenas os dados de previsão do último período, a demanda do período atual e um parâmetro de aproximação com valor entre 0 e 1.

(ii) Suavização Exponencial Dupla de Holt é utilizada quando registra-se tendência na série, representada por um aumento ou redução na média ao longo do período analisado, havendo a necessidade da suavização da média e tendência.

(iii) Suavização Exponencial Sazonal de Holt-Winters é um método utilizado na presença de um aspecto sazonal, ou seja, quando ocorrem alterações que são regularmente repetidas, oscilando para cima ou para baixo [24].

Os métodos de alisamento exponencial são técnicas muito utilizadas na previsão de negócios e na Economia, visando o ajuste de um modelo aos dados históricos, no intuito de se obter a previsão de valores futuros [26].

Neste estudo, por meio da verificação dos melhores resultados para a previsão foi escolhido o Alisamento Exponencial de Holt- Winters (AEHW). Para as séries temporais que possuem um padrão de comportamento com maior complexidade, deve-se adotar o método de Holt-Winters e o método de suavização exponencial geral (ou suavização direta) [27].

Os modelos de Holt-Winters (HW) possuem utilização quando verificado nos dados analisados a ocorrência de tendência linear, além de componente de sazonalidade, sendo a aplicação válida para séries não estacionárias [23].

Os modelos de Holt-Winters dividem-se em dois tipos: Holt-Winters aditivo e Holt-Winters multiplicativo [21].

(i) O modelo multiplicativo é usado, normalmente, em séries na qual a amplitude da variação sazonal não permaneça constante ao longo do tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos, cresce com o passar do tempo.

(ii) O modelo aditivo é utilizado para realizar previsões em séries temporais, desde que a amplitude da variação sazonal permaneça em uma constância ao longo do tempo, ou seja, a diferença entre o maior e o menor ponto de demanda nos ciclos permanece constante com o passar do tempo.

Os modelos de Holt-Winters funcionam com três parâmetros de suavização A, C e D, sendo obtidos pelo mesmo processo descrito nos modelos de Holt. Neste caso, os valores das constantes são associados a cada uma das componentes de nível, tendência e sazonalidade [27].

Considerando que uma série sazonal multiplicativa é dada por série temporal com período s , o método de AEHW considera o fator sazonal F_t como sendo multiplicativo e a tendência e outras componentes do modelo permanecem como aditiva, isto é:

$$Z_t = \mu_t F_t + T_t + a_t, \quad t=1, \dots, N \quad (1)$$

$$\bar{Z}_t = A \left(\frac{Z_t}{\hat{F}_{t-s}} \right) + (1-A)(\hat{Z}_{t-1} + \hat{T}_{t-1}), \quad 0 < A < 1, t=s+1, \dots, N, \quad (2)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1-C)\hat{T}_{t-1}, \quad 0 < C < 1, t=s+1, \dots, N \quad (3)$$

$$\hat{F}_t = D \left(\frac{Z_t}{\bar{Z}_t} \right) + (1-D)\hat{F}_{t-s}, \quad 0 < D < 1, t=s+1, \dots, N, \quad (4)$$

Onde:

$t = 1, 2, \dots,$

Z_t é o valor da série no instante t ;

\bar{Z}_t é o valor exponencialmente alisado no instante t ;

\bar{Z}_{t-1} é o valor exponencialmente alisado no instante $t-1$;

As equações (2), (3) e (4) representam estimativas do fator do nível, da tendência e da sazonalidade, sendo que, A, C e D são as constantes de suavização, respectivamente.

As estimativas do fator sazonal, tendência da série aditiva são representados pelas seguintes equações:

$$Z_t = \mu_t + T_t + F_t + a_t. \quad (5)$$

As estimativas do fator sazonal, nível e tendência da série são dadas por:

$$\bar{Z}_t = A(Z_t - \hat{F}_{t-s}) + (1-A)(\bar{Z}_{t-1} - \hat{T}_{t-1}), \quad 0 < A < 1, \quad (6)$$

$$\hat{T}_t = C(\bar{Z}_t - \bar{Z}_{t-1}) + (1-C)\hat{T}_{t-1}, \quad 0 < C < 1, \quad (7)$$

$$\hat{F}_t = D(Z_t - \bar{Z}_t) + (1-D)\hat{F}_{t-s}, \quad 0 < D < 1, \quad (8)$$

Na análise de um modelo de previsão, com horizonte h , o padrão de uma série para os dois procedimentos é dado a seguir, considerando uma série sazonal multiplicativa.

$$\hat{Z}_t(h) = (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t)\hat{F}_{t+h-s}, \quad h=1, 2, \dots, s, \quad (9)$$

$$\hat{Z}_t(h) = (\bar{Z}_t + h\hat{T}_t)\hat{F}_{t+h-2s}, \quad h=s+1, \dots, 2s \quad (10)$$

Onde \bar{Z}_t , \hat{T}_t e \hat{F}_t são dados pelas equações (11) (12) e (13)

$$\bar{Z}_{t+1} = A\left(\frac{Z_{t+1}}{\hat{F}_{t+1-s}}\right) + (1-A)(\bar{Z}_t + \hat{T}_t), \quad 0 < A < 1, \quad t=s+1, \dots, N, \quad (11)$$

$$\hat{T}_{t+1} = C(\bar{Z}_{t+1} - \bar{Z}_t) + (1-C)\hat{T}_t, \quad 0 < C < 1, \quad t=s+1, \dots, N \quad (12)$$

$$\hat{F}_{t+1} = D \left(\frac{Z_{t+1}}{\bar{Z}_{t+1}} \right) + (1-D) \hat{F}_{t+1-s}, \quad 0 < D < 1, t=s+1, \dots, N, \quad (13)$$

As atualizações das previsões são realizadas quando se tem uma nova observação Z_{t+1} , neste caso, usando as equações (14) e (15). Assim, a nova previsão para observação será:

$$\hat{Z}_{t+1}(h-1) = (\bar{Z}_{t+1} + (h-1)\hat{T}_{t+1})\hat{F}_{t+1+h-s}, \quad h=1, 2, \dots, s+1, \quad (14)$$

$$\hat{Z}_{t+1}(h-1) = (\bar{Z}_{t+1} + (h-1)\hat{T}_{t+1})\hat{F}_{t+1+h-2s}, \quad h=s+2, \dots, 2s+1, \quad (15)$$

Nas previsões de curto prazo, o Modelo de Alisamento Exponencial de Holt-Winters é o mais apropriado, pois é simples, de baixo custo de operação, boa precisão e capacidade de ajustamento automático rápido a mudanças na série [28].

As vantagens deste método são semelhantes ao de Holt, sendo que o AEHW é adequado à análise de séries com padrão de comportamento mais geral. Em relação às desvantagens, as principais dificuldades são em determinar os valores mais apropriados das constantes de suavização, e também a dificuldade para estudar as propriedades estatísticas a exemplo de média, variância de previsão e, por conseguinte, a construção de um intervalo de confiança [29].

4) Para verificar a adequação do ajuste do modelo e avaliar a qualidade da previsão optou-se por adotar uma análise comparativa entre os valores reais e os previstos para os últimos 6 meses da série, por meio dos critérios de desvio médio absoluto (MAD), o desvio médio quadrático (MSE) o erro percentual absoluto médio (MAPE) e a raiz do erro médio quadrático (RMSE), que são critérios usados para a comparação via simulação em modelos de séries temporais.

O desvio médio absoluto caracteriza-se por ser uma média da diferença absoluta entre os valores observados e estimados. O cálculo é realizado levando-se em conta os dados de demanda real e as previsões. Neste caso, quanto menor o valor encontrado do MAD, melhor é o ajuste do modelo [30]. A expressão que representa o MAD é vista a seguir:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Z_t - \hat{Z}_t|}{n} \quad (16)$$

Onde:

n é o número de valores previstos, Z_t , representa o valor real da série temporal para o período, \hat{Z}_t representa o valor previsto da série temporal e t corresponde ao período avaliado. O MAD tem grande relevância em uma análise, pois se mede a dispersão ou variação dos valores medidos comparando-se ao esperado [31].

O desvio médio quadrático (MSE) ou erro médio quadrático (MSD) é a medida dos erros de previsão elevados ao quadrado, quanto menor o MSE, mais precisa é a previsão [32].

$$MSE = \frac{\sum (Z_t - \hat{Z}_t)^2}{n} \quad (17)$$

Onde:

t é o período, Z_t , representa o valor atual do período t , \hat{Z}_t , valor previsto no período t , e n representa o número de previsões. O MSE apresenta importância no estudo estatístico, pois permite análise do desempenho de métodos de previsão [32].

O erro percentual absoluto médio é utilizado para avaliar a qualidade das previsões, o MAPE é usado na análise de desempenho da previsão sob uma nova perspectiva apropriada [33].

$$MAPE = \frac{\left[\sum \frac{|Z_t - \hat{Z}_t|}{Z_t} \right]}{n} \times 100$$

(18)

Onde:

n é o número total de observações, Z_t representa o valor real da série temporal para o período; \hat{Z}_t representa a previsão para o período t .

O MAPE resulta da média dos erros percentuais absolutos nas previsões, e quanto menor o MAPE, melhor é o modelo da previsão.

O MAPE é um indicador utilizado para descrever o desempenho médio do erro do modelo utilizado ou desenvolvido. Desta forma, o resultado obtido por meio de seu cálculo é uma medida percentual, podendo ser comparado com os resultados obtidos com a modelagem em outras séries temporais [33].

A raiz do erro quadrático médio (RMSE) tem sua utilização na apuração dos resultados numéricos com a vantagem de apresentar valores do erro nas mesmas dimensões da variável analisada [33].

O RMSE é dado por:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{N}} \quad (19)$$

Onde:

n representa o número de elementos considerados para o cálculo destes critérios, e_t é o resíduo do período t , obtido no modelo.

Finalizando, foram apresentados os valores previstos a médio prazo (6 meses), para a série da média dos preços de liquidação das diferenças, nas quatro regiões pesquisadas. Para a análise estatística dos dados foram utilizadas planilhas do *Excel* e o *software Estatística 9.1*.

V. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 3, observa-se a variação da média do PLD da energia elétrica para as quatro regiões, na qual se verificam alguns períodos com tendência crescente, além de períodos de variabilidade ao longo dos registros. Também, pode-se destacar que os maiores valores médios ocorreram entre fevereiro e dezembro de 2014.

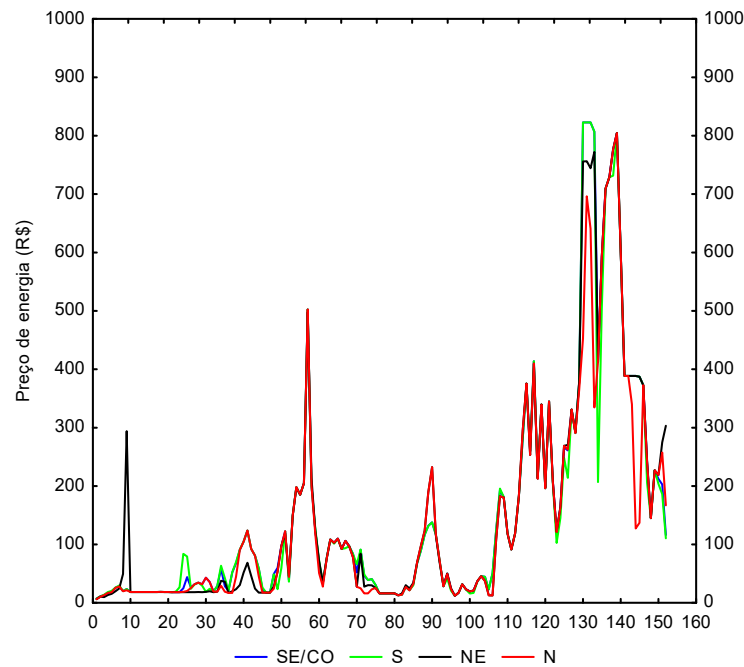


Figura 3 – Preço médio do PLD (R\$) de maio de 2003 a junho de 2015

Observa-se na Tabela 1, considerando a análise descritiva efetuada para o período compreendido entre maio de 2003 e junho de 2015, que o maior valor referente ao PLD médio (R\$ 822,83) foi registrado nas regiões Sudeste/Centro Oeste (SE/CO) e Sul (S). Entretanto, na região Norte (N), foi registrado o menor valor (R\$ 6,23) para todo o período. As demais medidas descritivas podem ser observadas a seguir.

Tabela 1 - Análise descritiva da média do PLD de energia elétrica em regiões brasileiras de maio de 2003 a junho de 2015

MEDIDAS DESCRITIVAS	SE/CO	S	NE	N
Média	150,37	147,07	148,89	137,78
Mediana	68,34	71,87	51,16	52,17
Valor mínimo	7,30	7,30	6,34	6,23
Valor máximo	822,83	822,83	804,54	804,54
Desvio-padrão	195,86	192,25	193,70	174,93
Coefficiente de variação	1,3025	1,3071	1,3008	1,2695

Além disso, observou-se que não houve diferença significativa entre as médias do PLD de energia elétrica, quando comparadas as quatro regiões (p -valor = 0,94). Posteriormente, verificou-se tendência e sazonalidade significativas ($p < 0,05$) para as séries das quatro regiões, o que torna apropriada a utilização do método de Holt-Winters para o ajuste dos modelos e a estimativa das respectivas previsões.

Em estudo realizado em 2011, no Brasil, foi conclusivo em afirmar que as características físicas atuais do sistema brasileiro, possuem dependência do comportamento hidrológico futuro e da expansão da geração de energia por meio de termoeletricas, representando um elevado custo de operação, além da sazonalidade de oferta energética das hidrelétricas da região amazônica, as quais contribuem para as significativas variações observadas no PLD [34].

Em outro estudo realizado entre 2006 e 2008, na região Sudeste/Centro Oeste do Brasil, foi verificado que os preços de PLD no mercado *spot*, entre setembro de 2007 e janeiro de 2008, variavam de forma contrária às aflúncias (vazão dos rios), justificando a proximidade entre oferta e demanda de energia. Desta forma, a utilização das termoeletricas como medida emergencial de geração de energia pode ser fator desencadeante do aumento dos custos marginais de operação do sistema [35].

Um trabalho realizado no Brasil, em 2008, mostrou que, a partir de abril de 2005, a falta de investimentos na geração de energia causou uma aproximação entre demanda e oferta, além do fechamento de usinas à gás e baixa aflúncia, em 2007, contribuindo para a elevação do PLD em todos os quatro submercados. Em dezembro de 2007, a seca intensa na região Nordeste permitiu a ordem de abertura para a produção de energia pelas termoeletricas, fator este responsável pelo aumento do PLD [36].

Na Tabela 2 podem ser observados os principais resultados relativos aos ajustes dos modelos propostos, onde apresentam-se as constantes de alisamento exponencial e os respectivos critérios de qualidade de ajuste do modelo.

Tabela 2 - Coeficientes dos modelos de Holt-Winters e critérios de ajuste dos modelos

REGIÃO/MODELO	A	B	Γ	MAD	MSE	MAPE (%)
SE/CO						
H-W multiplicativo 1	0,786	0,0001	0,0001	42,04	6301	39,29
H-W multiplicativo 2	0,900	0,100	0,100	43,98	7089	35,64
S						
H-W multiplicativo 1	0,795	0,0001	0,0001	43,42	7529	43,40
H-W multiplicativo 2	0,900	0,100	0,100	46,34	8558	39,35
NE						
H-W multiplicativo 1	0,800	0,100	0,100	46,38	7648	45,36
H-W multiplicativo 2	0,900	0,100	0,100	47,19	7822	45,23
N						
H-W multiplicativo 1	0,785	0,0001	0,0001	42,04	6301	39,29
H-W multiplicativo 2	0,900	0,100	0,100	42,85	5956	35,93

Foram considerados os modelos que apresentaram o menor valor para o erro percentual absoluto médio (MAPE) para as quatro regiões, tendo em vista, que os mesmos foram aqueles que apresentaram os menores valores para os critérios de qualidade de previsão.

A última análise foi de estabelecer a relação de previsão proposta com o modelo de previsão buscando evidenciar se os resultados eram os mesmos ou chegavam próximos aos PLD's médios, estimados pelos sistemas da ONS.

A seguir, apresentam-se as previsões para os valores médios de PLD para o período de julho a dezembro de 2015 para as quatro regiões, segundo os modelos selecionados, além dos respectivos valores para os critérios considerados para avaliar a qualidade das previsões.

Tabela 3 – Previsões de valores médios de PLD de julho a dezembro de 2015

Meses	SE/CO	S	NE	N
Julho	373,215	400,9649	379,9785	392,8744
Agosto	351,499	377,2798	404,9832	385,7180
Setembro	402,763	445,1327	504,7865	463,3537
Outubro	421,178	450,4409	513,0511	495,4966
Novembro	422,028	476,5043	460,5988	484,8432
Dezembro	316,743	374,4451	395,6060	358,7634
MAD	190,65	241,02	207,68	220,71
MAPE	1,090	1,443	0,9828	1,1038
RMSE	192,84	242,98	220,90	224,23

A análise da Tabela 3 permite observar que os critérios utilizados para avaliar as diferenças entre os valores reais e os previstos (MAD e RMSE) são menores para o modelo ajustado da região SE/CO, sendo que as maiores diferenças foram encontradas para a região Sul.

VI. CONCLUSÃO

A mudança proposta para o setor elétrico brasileiro a partir da década de 1990 obrigou ao governo brasileiro promover uma melhora nos investimentos e serviços prestados à população. Esta nova perspectiva apresentou um modelo de competição visando o Mercado Livre de energia, e trouxe ótima perspectiva ao setor industrial, pois a redução de custos com energia elétrica permite em maior competitividade na indústria, agregando atratividade dos produtos para novos mercados, além da redução de seu preço final.

Neste estudo, realizou-se uma revisão de literatura sobre o desenvolvimento e a atual situação da legislação brasileira sobre o mercado livre de energia, no qual foram apresentados o histórico e as regulações para este mercado. Após, realizou-se uma análise descritiva sobre o preço médio do PLD da energia elétrica comercializada no Mercado Livre para as quatro regiões do Brasil, além do ajuste de um modelo de previsão de Holt-Winters multiplicativo.

O ajuste do modelo de série temporal revelou que existe uma variação da média do PLD da energia elétrica para as quatro regiões, sendo que, desta forma, foi possível verificar que o comportamento da série apresentou alguns períodos com tendência crescente, além de períodos de variabilidade ao longo dos registros, não havendo diferença significativa entre as médias do PLD.

Posteriormente, verificou-se também, que a tendência e sazonalidade são significativas para as quatro regiões, sendo considerados os modelos que apresentaram o menor valor para os critérios de qualidade de previsão.

Dessa forma, o modelo de Holt-Winters multiplicativo foi o que melhor se ajustou, entre os modelos estudados aos valores do PLD, podendo ser utilizado como referência básica para os consumidores e/ou geradores de energia.

Entretanto, salienta-se que, modelos de séries temporais mais complexos podem produzir ajustes e valores previstos com maior acurácia, apesar de requererem maior conhecimento técnico para sua utilização.

Neste sentido, sugere-se para estudos futuros, o ajuste de modelos da classe Box- Jenkins e a utilização de modelos de séries temporais, dentre eles, o modelo ARMAX, com objetivo de estabelecer uma análise sobre a influência do índice pluviométrico para a formação do PLD.

REFERÊNCIAS

- [1] COSTA, R. C.; PIEROBON, E. C. Leilão de energia nova: análise da sistemática e dos resultados. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 27, p. 39-57, mar. 2008
- [2] TOLMASQUIM, M.T. Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro. Rio de Janeiro: Synergia; EPE: Brasília, 2011.
- [3] GODOY, M.V. Análise de Sistemas de Potência. Recife – PE, 2000. CD-ROM.
- [4] PRECHEL, H. Corporate power and US economic and environmental policy, 1978-2008. Cambridge Journal of Regions, Economy and Society.2012.
- [5] ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. Capacidade de Geração no Brasil. 2016. Disponível em:
<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em: 25 fev 2016.
- [6] GANDRA, A. Custo Médio da Energia para a Indústria Nacional sobre 48% no início do ano de 2015. EBC: Empresa Brasil de Comunicação. Mar, 2015. Disponível em:
<<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2015-03/custo-medio-da-energia-para-industria-nacional-sobe-48-desde-o-inicio-deste>> Acesso em: 20 dez 2015.
- [7] GOMES, A. C. S.; ABARCA, C. D. G.; FARIA, E. A. S. T.; FERNANDES, H. H. O. BNDES 50 Anos – Histórias Setoriais: O Setor Elétrico, BNDES, dez/2002. Disponível em:
http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/Conhecimento/livro_setorial/setorial14.pdf>. Acesso em: 1 mar 2016.
- [8] REGO, Erik Eduardo. Usinas Hidrelétricas “Botox”: Aspectos Regulatórios e Financeiros nos Leilões de Energia. 2007, 112p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós – Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- [9] OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). Atuação do ONS. Fevereiro de 2016. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: 30 ago 2016.
- [10] MARTINS, J. R.; CELESCUEKCI, H. O novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro – Lei 10.848/04. Relatório Trench, Rossi, Wantabe e Mackenzie Advogados Associados. São Paulo, 2004. 120p.
- [11] MME, Ministério de Minas e Energia. Resenha Energética Brasileira: resumo 2014. Disponível em:<<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Energ%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>> Acesso em: 10 dez 2015.
- [12] CCEE - O Processo de Comercialização. Desenvolvido por Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, São Paulo 2016. Disponível em:
<https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/setor_eletrico.> Acesso em: 30 ago. 2016.
- [13] CCEE - O Processo de Comercialização. Desenvolvido por Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, São Paulo 2011. Disponível em:
<http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao?_afLoop=2355168632056290#%40%3F_afLoop%3D2355168632056290%26_adf.ctrl-state%3Dm6pf781fx_49.> Acesso em: 04 jan.2016.
- [14] ABRACEEL, Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. Audiência Pública Conjunta: Projeto de Lei nº 1917 Portabilidade da conta de luz. Setembro de 2015. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cdc/eventos/seminarios/Abraceel>> Acesso em: 30 ago 2016.

- [15] DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU). Lei 10.848 Marco Regulatório do Setor Elétrico. 183º da Independência e 116º da República. Brasília, 15 de Março de 2004.
- [16] SK Aggarwal, LM Saini, e A. Kumar, "Electricidade Previsão em mercados desregulamentados: Uma Revisão e Avaliação "Int'l J. Energia Elétrica e Sistemas de Energia, v. 31, 2009.
- [17] MORCH, R.B., CORREIA., A.B, LEITE., A. L.S, BUENO, C. R. e COGAN, S. A estratégia de mercado das geradoras hidrelétricas: uma análise à luz da teoria das restrições, Revista Eletrônica de Gestão Organizacional, v. 7, 2010.
- [18] MELO, A.C.G. Competitive Generation Agreements in Latin American Systems with Significant Hydro Generation – The Brazilian Case. IEEE Power Engineering Review, p.12-14, 1999.
- [19] SLACK, N.; et al. Administração da produção. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira. São Paulo: Atlas, 2009.
- [20] MOREIRA, D. A. Administração da produção e operações. 2. Ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 624 p.
- [21] MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de Séries Temporais**. 2º edição, São Paulo: Editora Atual Editora LTDA, 1987, 436p.
- [22] MUN, J. Modeling Risk: Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Stochastic Forecasting and Portfolio Optimization. 1. ed., New Jersey: John Wiley & Sons, 2006.
- [23] PELLEGRINI, F.R.; FOGLIATTO, F. Estudo comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal. Revista Produto & Produção. Vol. 4, número especial, p.72-85, 2000.
- [24] RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [25] SNYDER, R. D.; SHAMI, R. G. Exponential Smoothing of Seasonal Data: A Comparison. **Journal of Forecasting**. v. 20, p. 197-202, 2001.
- [26] GUJARATI, D.N. **Basic Econometrics**. 4ª ed., New York: McGraw-Hill, 2004. 1003 p.
- [27] MORETTIN, P.A.; TOLOI, C.M.C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006. 544 p.
- [28] WINTERS, P. R. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. **Managemement Science**, v. 6, n 3, p. 324-342, 1960.
- [29] MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Edgard Blucher LTDA, 2004, 535 p.
- [30] VARGAS, B. et al. **Modeling extendend lactations of dairy cows**. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 83, n. 3, p. 1371-1380, Mar. 2000.
- [31] CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 724 p
- [32] LAWRENCE, K. D.; KLIMBERG, R. K.; LAWRENCE, S. M. **Fundamentals of Forecasting Using Excel**. New York: Industrial Press Inc., 2009. 196 p.
- [33] RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.
- [34] ARFUX, G.A.B. **Definição de Estratégia de Comercialização de Energia Elétrica via Métodos de Otimização Estocástica e Análise Integrada de Risco**. 2011. 44 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- [35] SANCHEZ, J.C.M. **Estudo da negociação de contratos bilaterais de energia em sistemas predominantemente hidráulicos**. 2008. 45 f Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica)- Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2011.

- [36] CASTRO, N. J.; LEITE, A. L. S.; **Preço *spot* de eletricidade : teoria evidências do caso brasileiro.** 2008. Disponível em:
<http://www.ie.ufjf.br/oldroot/datacenter/ie/pdfs/seminarios/pesquisa/texto0306.pdf>>
Acesso em: 23 dez 2016.

5 CONCLUSÃO

A mudança proposta para o setor elétrico brasileiro, a partir da década de 1990, foi a saída encontrada pelo governo brasileiro para promover uma melhora nos investimentos e serviços prestados aos consumidores pela, até então, defasada política energética do Brasil, a prática foi possibilitada por meio da Lei nº 9.074/95, onde uma nova perspectiva para o mercado livre de energia foi colocada em prática. Por alguns anos, o projeto não se desenvolveu como desejado, com isso, uma nova regulação atualizou as regras do mercado, por meio da Lei nº 10.848/04, e dois novos ambientes de contratação de energia foram criados, o Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e Ambiente de Contratação Livre (ACL), os consumidores livres desde que atendendo aos pré-requisitos da lei, passaram a ter liberdade de escolha para comprar a sua energia elétrica, diferentemente dos chamados de cativos, que têm a obrigatoriedade de contar com somente uma empresa fornecedora.

Esta nova perspectiva, ao fomentar a mudança e a prática de um modelo de competição visando o Mercado Livre de energia, trouxe ótima perspectiva ao setor industrial, pois a redução de custos com energia elétrica resulta em maior competitividade na indústria, produzindo e garantindo atratividade dos produtos para novos mercados, além da redução de seu preço final.

Neste estudo, realizou-se uma revisão de literatura sobre o desenvolvimento e a atual situação da legislação brasileira sobre o mercado livre de energia, no qual foram apresentados o histórico e as regulações para este mercado. Após, realizou-se uma análise descritiva sobre o preço médio do PLD da energia elétrica comercializada no Mercado Livre para as quatro regiões do Brasil, além do ajuste de um modelo de previsão de Holt-Winters multiplicativo.

O ajuste do modelo de série temporal revelou que existe uma variação da média do PLD da energia elétrica para as quatro regiões, sendo que, desta forma, foi possível verificar que o comportamento da série apresentou alguns períodos com tendência crescente, além de períodos de variabilidade ao longo dos registros, não havendo diferença significativa entre as médias do PLD.

Posteriormente, verificou-se também, que a tendência e sazonalidade são significativas para as quatro regiões, sendo considerados os modelos que apresentaram o menor valor para os critérios de qualidade de previsão.

Dessa forma, o modelo de Holt-Winters multiplicativo foi o que melhor se ajustou entre os modelos estudados aos valores do PLD, podendo ser utilizado como referência básica para os consumidores e/ou geradores de energia.

Entretanto, salienta-se que, modelos de séries temporais mais complexos podem produzir ajustes e valores previstos com maior acurácia, apesar de requererem maior conhecimento técnico para sua utilização.

Neste sentido, sugere-se para estudos futuros, o ajuste de modelos da classe Box-Jenkins e a utilização de modelos de séries temporais, com objetivo de estabelecer uma análise sobre a influência do índice pluviométrico para a formação do PLD.

REFERÊNCIAS

- ABRACEEL. Associação Brasileira dos Comercializadores de Energia. **Audiência Pública Conjunta:** Projeto de Lei nº 1917 Portabilidade da conta de luz. Setembro de 2015. Disponível em: <<http://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cdc/eventos/seminarios/Abraceel>>. Acesso em: 30 ago. 2016.
- ABREU, Y. V. de. **A Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro: Questões e Perspectivas.** 1999. 89 p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Inter unidades de Pós – Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- AKAIKE, H. **A New look at the statistical model identification.** IEEE Transactions on Automatic Control., Boston, v. 19, n. 6, p. 716-723, Dec. 1974.
- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Capacidade de Geração no Brasil.** 2016. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 25 fev. 2016.
- ARMSTRONG, J. S.; BRODIE, R. Forecasting for Marketing. In: HOOLEY, G. J.; HUSSEY, M. K. **Quantitative Methods in Marketing.** London: International Thompson Business Press, 1999.
- BARROS, E. V. B. **A Matriz Energética Mundial e a Competitividade das Nações:** Bases de uma Nova Geopolítica. Engevista, v. 9, n. 1, p. 47-56, junho 2007. Disponível em: <<http://www.uff.br/engevista/seer/index.php/engevista/article/view/183/86->>. Acesso em: 20 fev. 2016.
- BATISTA, A. L. F. **Modelos de séries temporais e redes neurais na previsão de vazão.** 2009, 79p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia de Sistemas) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 2009.
- BELYAEV, L. S. **Electricity Market Reform.** Economics and Policy Challenges. 2010.
- BORN, P. H. S.; NAGAYAMA, M. U. **Uma Abordagem Marginalista das Mudanças Estruturais no Setor Elétrico.** IV Seminário de Planejamento Econômico-Financeiro do Setor Elétrico, Vitória, 1996.
- BOZDOGAN, H. **Model selection and Akaike's information criterion (AIC):** The general theory and its analytical extensions. Psychometrika. n. 52, p. 345-370, 1987.
- BURNHAM, K. P.; ANDERSON, D. R. Multimodel inference: understanding aic and bic in model selection. **Sociological Methods and Research.** Beverly Hills, v. 33, n. 2, p. 261-304, May 2004.
- BRASIL. **Decreto nº. 5.163, de 30 de julho de 2004.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5163.HTM>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. **Lei nº. 9.074, de 7 de julho de 1995. Estabelece a criação do consumidor livre.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9074cons.htm>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. **Lei nº. 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Estabelece a criação da ANEEL.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9427compilada.htm>. Acesso em: 10 jan. 2016.

BRASIL. **Lei nº. 9.648, de 27 de maio de 1998. Estabelece a criação do MAE, ONS e consumidor.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9648cons.htm>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BRASIL. **Lei nº. 10.847, de 15 de março de 2004. Estabelece a criação da EPE.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.847.htm>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BRASIL. **Lei nº. 10.848, de 7 de julho de 1995. Estabelece a criação do consumidor livre.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9074cons.htm>. Acesso em: 15 jan. 2016.

BROOKS, C. **Introductory Econometrics for Finance.** Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

CCEE. **O Processo de Comercialização. Desenvolvido por Câmara de Comercialização de Energia Elétrica,** São Paulo 2011. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/comercializacao?_afLoop=2355168632056290#%40%3F_afLoop%3D2355168632056290%26_adf.ctrl-state%3Dm6pf781fx_49_>. Acesso em: 04 jan. 2016.

CCEE. **O Processo de Comercialização. Desenvolvido por Câmara de Comercialização de Energia Elétrica,** São Paulo 2016. Disponível em: <https://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/onde-atuamos/setor_eletrico.> Acesso em: 30 ago. 2016.

CHASE, R. B.; JACOBS, F. R.; AQUILANO, N. J. **Administração da produção para a vantagem competitiva.** 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 724 p.

COSTA, Ricardo Cunha da; PIEROBON, Ernesto Costa. **Leilão de energia nova: análise da sistemática e dos resultados.** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 27, p. 39-57, mar. 2008

DA SILVA, E. L. **Formação de Preços em Mercados de Energia Elétrica.** Editora Sagra Luzzatto: Porto Alegre, 2001.

DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO (DOU). **Lei 10.848 Marco Regulatório do Setor Elétrico.** 183º da Independência e 116º da República. Brasília, 15 de Março de 2004.

ENDERS, W. **Applied Econometric Time Series.** New York: John Wiley & Sons, 1995.

FIGUEREDO, C. J. **Previsão de Séries Temporais Utilizando a Metodologia Box & Jenkins e Redes Neurais para Inicialização de Planejamento e Controle de Produção.** 2008, 174p. Dissertação (Mestrado em Métodos Numéricos em Engenharia) Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 2008.

FREUND, J. E. **Estatística Aplicada: economia, administração e contabilidade.** Tradução de Claus Ivo Doering. 11. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

GANDRA, A. **Custo Médio da Energia para a Indústria Nacional sobre 48% no início do ano de 2015.** EBC: Empresa Brasil de Comunicação. Mar, 2015. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2015-03/custo-medio-da-energia-para-industria-nacional-sobe-48-desde-o-inicio-deste>> Acesso em: 20 dez 2015.

GIDDENS, A. **Sociologia.** 6. ed. Porto Alegre: Penso, 2012.

GODOY, M. V. **Análise de Sistemas de Potência.** Recife – PE, 2000. CD-ROM.

GOEKING, W. **Eletricidade e Desenvolvimento.** Portal o Setor Elétrico. 48. Ed. Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.osetoreletrico.com.br/web/component/content/article/58-artigos-e-materias-relacionadas/232-eletricidade-e-desenvolvimento.html>> Acesso em: 15 jan. 2016.

GOMES, A. C. S. et al. **BNDES 50 Anos – Histórias Setoriais: O Setor Elétrico, BNDES, dez/2002.** Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_setorial/setorial14.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2016.

GUJARATI, D. N. **Basic Econometrics.** 4. ed., New York: McGraw-Hill, 2004. 1003 p.

HENNING, E.; ALVES, C. C.; KONRATH, A. C. Previsão de vendas de rodízios para móveis em uma empresa de médio porte. In: **ICPR AMERICAS- 5 th Americas International Conference of Production Research**, Bogotá, Colômbia, 2010. Proceedings. Bogotá: 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB valores correntes – Brasil de 2008 a 2014.** Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais/pib-valores-correntes.html>> Acesso em: 12 jan. 2016.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **População: Projeção da população do Brasil 2016.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/.html>> Acesso em: 30 ago. 2016.

JANUÁRIO, A. C. V. **O mercado de energia elétrica de fontes incentivadas: proposta para sua expansão e implicações na câmara de comercialização de energia elétrica.** 2007. 114p. (Dissertação de Mestrado) Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétrica, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. **Operations management, strategy and analysis.** 5. ed. Addison-Wesley, Reading, MA. 1998.

- LANZOTTI, C. R.; CORREIA, P. B.; SILVA, A. J. Comercialização de Energia: Experiências Internacionais e Brasileira. In: IX Congresso Brasileiro de Energia, **Anais...** Rio de Janeiro, 2002.
- LAWRENCE, K. D.; KLIMBERG, R. K.; LAWRENCE, S. M. **Fundamentals of Forecasting Using Excel**. New York: Industrial Press Inc., 2009. 196 p.
- MAGALHÃES, G. D. S. C. **Comercialização de Energia Elétrica no Ambiente de Contratação Livre: Uma Análise Regulatório-Institucional a Partir dos Contratos de Compra e Venda de Energia Elétrica**. 2009. 119p. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Energia., 2009.
- MALHOTRA, N. K. et al. **Introdução à pesquisa de marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C. **Forecasting Methods for Management**, 4. ed. New York, John Wiley e Sons Inc, 1985.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. C.; HYNDMAN, R. J. **Forecasting methods and applications**. New Jersey: John Wiley & Sons, 1998. 656 p.
- MARTINS, J. R.; CELESCUEKCI, H. **O novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro – Lei 10.848/04**. Relatório Trench, Rossi, Wantabe e Mackenzie Advogados Associados. São Paulo, 2004. 120p.
- MAURÍCIO, J. A. **Análisis de Series Temporales**. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, (200-?). 295p.
- MAYO, R. **Derivativos de eletricidade e gerenciamento de risco**. Rio de Janeiro: Synergia, 2009.124p.
- MELO, A. C. G. **Competitive Generation Agreements in Latin American Systems with Significant Hydro Generation – The Brazilian Case**. IEEE Power Engineering Review, p. 12-14, 1999.
- MINAYO, M. C.; SANCHES, O. **Quantitativo-Qualitativo: Oposição ou Complementaridade**. Cadernos de Saúde Pública, v. 9, n. 3, p. 239-262, 1993.
- MME. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira: resumo 2014**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/documents/1138787/1732840/Resenha+Ener%C3%A9tica+-+Brasil+2015.pdf/4e6b9a34-6b2e-48fa-9ef8-dc7008470bf2>> Acesso em: 10 dez 2015.
- MORCH, R. B. et al. A estratégia de mercado das geradoras hidrelétricas: uma análise à luz da teoria das restrições, **Revista Eletrônica de Gestão Organizacional**, v. 7, n. 3, p. 331-347, 2010.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Previsão de Séries Temporais**. 2. ed. São Paulo: Editora Atual Editora LTDA, 1987, 436p.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de Séries Temporais**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2004, 535 p.

MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. **Análise de séries temporais**. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2006. 544 p.

MOTULSKY, H.; CHRISTOPOULOS, A. **Fitting models to biological data using linear e nonlinear regression: a practical guide to curve fitting**. San Diego : GraphPad Software, 2003. 351p.

OLIVEIRA, R. G. **As Novas Estratégias das Empresas Privatizadas do Setor Elétrico Brasileiro**. 1999. 219p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, mar. 1999.

OLIVEIRA, F. L. C. et al. Critérios de identificação da ordem do modelo autorregressivo periódico – PAR(P). 42º Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional (XLII SBPO) **Anais...** Bento Gonçalves, 2010.

ONISHI, R. **Sumário Executivo do Setor de Energia Elétrica**. Relatório Banco Fator. São Paulo, 2007. 38p.

NOS. Operador Nacional do Sistema Elétrico. **Atuação do ONS**. Fevereiro de 2016. Disponível em: <<http://www.ons.org.br>>. Acesso em: 30 ago. 2016.

PELLEGRINI, F. R.; FLOGLIATTO, F. Estudo Comparativo entre modelos de Winters e de Box-Jenkins para a previsão de demanda sazonal. **Revista Produto e Produção**, v. 4, p. 72-85, Abril 2000.

PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. **Econometria: Modelos e Previsões**. 4. ed. Rio de Janeiro/RJ: Ed. Elsevier, 2004.

PRECHEL, H. Corporate power and US economic and environmental policy, 1978-2008. **Cambridge Journal of Regions, Economy and Society**. 2012.

PORTER. M. E. **A Vantagem Competitiva das Nações**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

REGO, E. E. **Usinas Hidrelétricas “Botox”: Aspectos Regulatórios e Financeiros nos Leilões de Energia**. 2007, 112p. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa Interunidades de Pós – Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RIBEIRO, C. V.; GOLDSCHMIDT, R. R.; CHOREN, R. **Método para previsão de séries temporais e suas tendências de desenvolvimento**. 2009, 26p. Monografia (Ciência da Computação) – Instituto Militar de Engenharia (IME), Rio de Janeiro, 2009.

RITZMAN, L. P.; KRAJEWSKI, L. J. **Administração da Produção e operações**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

- SAMOHYL, R. W.; ROCHA, R.; MATTOS, V. L. D de. Utilização do método de Holt-Winters para previsão do leite entregue às indústrias catarinenses. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais...** Salvador, 2001.
- SAMOHYL, R. W.; SOUZA, G.; MIRANDA, R. **Métodos Simplificados de Previsão Empresarial**. Editora Ciência Moderna, Rio de Janeiro, 2008.
- SCHWARZ, G. **Estimating the dimensional of a model**. Annals of Statistics, Hayward, v. 6, n. 2, p. 461-464, Mar. 1978.
- SEGURA, M. L. **A evolução da matriz energética brasileira: O papel dos biocombustíveis e outras fontes alternativas**. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, XV, n. 96, jan 2012. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=11039>. Acesso em: 5 jan. 2016.
- SILVA, L. M. **Mercado de Opções – Conceitos e Estratégias**. 2. ed. Rio de Janeiro, Halip Editora – BM&F, 1999.
- SILVA, P. M. **Integração de Técnicas Computacionais como Contribuição para o Mapeamento dos Índices de Sensibilidade Fluvial a Derrames de Óleo na Região de Coari (AM)**. 2012, 154 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, 2012.
- SIN. Sistema Interligado Nacional. **Mapa dos submercados do sistema elétrico brasileiro**. Agosto de 2016. Disponível em: <http://www.ons.org.br/conheca_sistema/mapas_sin.aspx#> Acesso em: 30 ago. 2016.
- SNYDER, R. D.; SHAMI, R. G. Exponential Smoothing of Seasonal Data: A Comparison. **Journal of Forecasting**. v. 20, p. 197-202, 2001.
- SOARES, M. I. R. T. O Setor Elétrico no Limiar do Século XXI: Concorrência, Liberalização, Privatização; **Cadernos de Gestão Tecnológica**. São Paulo, NPGCT-USP, 1998. n. 38.
- SOUZA, G. P.; SAMOHYL, R. W.; MEURER, R. Previsão de Consumo de Energia Elétrica do Setor Industrial em Santa Catarina: Um Estudo Comparativo Entre Diferentes Métodos de Previsão e Suas Discrepâncias. XXXVI Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional. **Anais...** São João Del Rey, 2004.
- STOCK, J.; WATSON, M. **Econometria**. São Paulo: Pearson, 2004.
- VARGAS, B. et al. **Modeling extendend lactations of dairy cows**. Journal of Dairy Science, Champaign, v. 83, n. 3, p. 1371-1380, Mar. 2000.
- VINHAES, E. A. S. **A Reestruturação da Indústria de Energia Elétrica Brasileira: Uma Avaliação da Possibilidade de Competição Através da Teoria de Mercados Contestáveis**. 1999. 125p. (Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina / UFSC). Florianópolis – SC, 1999.
- YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

TAYLOR, J. W. Smooth Transition Exponential Smoothing. **Journal of Forecasting**. v. 23, p. 385-404, 2004.

TOLMASQUIM, M. T. **Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro**. Rio de Janeiro: Synergia; EPE: Brasília, 2011.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. Modelo composto para prever demanda através da integração de previsões. **Revista Produção**, v. 16, n. 3, p. 493-509, 2006.

WINTERS, P. R. Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. **Manamegement Science**, v. 6, n. 3, p. 324-342, 1960.

WRIGHT, G.; LAWRENCE, M.; COLLOPY, F. The Role of validity of Judgement in Forecasting. **International Journal of Forecasting**. v. 12, n. 1, p. 1-8, 1996.

ANEXO A – PREÇO MÉDIO DA ENERGIA ELÉTRICA (MWH) PERÍODO DE 2003 A 2015

Continua

Mês	Submercado			
	SE/CO	S	NE	N
dez/15	R\$ 116,08	R\$ 110,55	R\$ 303,22	R\$ 166,89
nov/15	R\$ 202,87	R\$ 186,28	R\$ 274,90	R\$ 257,60
out/15	R\$ 212,32	R\$ 203,72	R\$ 218,92	R\$ 218,92
set/15	R\$ 227,04	R\$ 227,04	R\$ 227,04	R\$ 227,04
ago/15	R\$ 145,09	R\$ 145,09	R\$ 145,09	R\$ 145,09
jul/15	R\$ 240,08	R\$ 205,97	R\$ 243,74	R\$ 241,24
jun/15	R\$ 372,73	R\$ 372,73	R\$ 372,73	R\$ 372,73
mai/15	R\$ 387,24	R\$ 387,24	R\$ 387,24	R\$ 137,14
abr/15	R\$ 388,48	R\$ 388,48	R\$ 388,48	R\$ 127,36
mar/15	R\$ 388,48	R\$ 388,48	R\$ 388,48	R\$ 339,91
fev/15	R\$ 388,48	R\$ 388,48	R\$ 388,48	R\$ 388,48
jan/15	R\$ 388,48	R\$ 388,48	R\$ 388,48	R\$ 388,48
dez/14	R\$ 601,21	R\$ 601,21	R\$ 601,21	R\$ 601,21
nov/14	R\$ 804,54	R\$ 804,54	R\$ 804,54	R\$ 804,54
out/14	R\$ 776,88	R\$ 731,53	R\$ 776,88	R\$ 776,88
set/14	R\$ 728,95	R\$ 728,95	R\$ 728,95	R\$ 728,95
ago/14	R\$ 709,53	R\$ 709,53	R\$ 709,53	R\$ 709,53
jul/14	R\$ 592,54	R\$ 503,10	R\$ 592,54	R\$ 592,54
jun/14	R\$ 412,65	R\$ 206,99	R\$ 412,60	R\$ 412,60
mai/14	R\$ 806,97	R\$ 806,97	R\$ 772,21	R\$ 334,59
abr/14	R\$ 822,83	R\$ 822,83	R\$ 744,28	R\$ 640,73
mar/14	R\$ 822,83	R\$ 822,83	R\$ 756,37	R\$ 696,21
fev/14	R\$ 822,83	R\$ 822,83	R\$ 755,90	R\$ 452,44
jan/14	R\$ 378,22	R\$ 378,22	R\$ 379,35	R\$ 364,80
dez/13	R\$ 290,72	R\$ 290,72	R\$ 291,86	R\$ 290,72
nov/13	R\$ 331,07	R\$ 331,07	R\$ 331,07	R\$ 331,07
out/13	R\$ 260,99	R\$ 213,92	R\$ 270,23	R\$ 262,48
set/13	R\$ 266,16	R\$ 248,36	R\$ 269,10	R\$ 269,10
ago/13	R\$ 163,38	R\$ 145,56	R\$ 164,69	R\$ 163,38
jul/13	R\$ 121,29	R\$ 102,59	R\$ 121,61	R\$ 121,35
jun/13	R\$ 207,62	R\$ 204,10	R\$ 207,94	R\$ 207,67
mai/13	R\$ 344,84	R\$ 344,84	R\$ 344,94	R\$ 344,84
abr/13	R\$ 196,13	R\$ 196,13	R\$ 197,38	R\$ 196,13
mar/13	R\$ 339,75	R\$ 339,75	R\$ 339,84	R\$ 339,40
fev/13	R\$ 214,54	R\$ 214,54	R\$ 212,59	R\$ 212,59
jan/13	R\$ 413,95	R\$ 413,95	R\$ 409,76	R\$ 409,76
dez/12	R\$ 259,57	R\$ 259,57	R\$ 253,24	R\$ 253,24
nov/12	R\$ 375,54	R\$ 375,54	R\$ 375,54	R\$ 375,54
out/12	R\$ 280,39	R\$ 280,39	R\$ 294,82	R\$ 294,82

PREÇO MÉDIO DA ENERGIA ELÉTRICA (MWH) PERÍODO DE 2003 A 2016

Continua

Mês	Submercado			
	SE/CO	S	NE	N
set/12	R\$ 182,94	R\$ 182,94	R\$ 183,30	R\$ 183,30
ago/12	R\$ 119,08	R\$ 119,05	R\$ 119,08	R\$ 119,08
jul/12	R\$ 91,24	R\$ 91,24	R\$ 91,24	R\$ 91,24
jun/12	R\$ 118,49	R\$ 118,49	R\$ 118,65	R\$ 118,49
mai/12	R\$ 180,94	R\$ 180,94	R\$ 180,37	R\$ 180,37
abr/12	R\$ 192,70	R\$ 195,75	R\$ 182,68	R\$ 182,68
mar/12	R\$ 124,97	R\$ 124,97	R\$ 109,12	R\$ 109,12
fev/12	R\$ 50,67	R\$ 50,67	R\$ 12,57	R\$ 12,57
jan/12	R\$ 23,14	R\$ 23,14	R\$ 12,92	R\$ 12,92
dez/11	R\$ 44,47	R\$ 44,47	R\$ 37,37	R\$ 37,37
nov/11	R\$ 45,55	R\$ 45,55	R\$ 45,55	R\$ 45,55
out/11	R\$ 37,14	R\$ 37,04	R\$ 37,14	R\$ 37,14
set/11	R\$ 21,18	R\$ 16,98	R\$ 21,18	R\$ 21,18
ago/11	R\$ 19,61	R\$ 15,92	R\$ 19,62	R\$ 19,62
jul/11	R\$ 23,08	R\$ 22,66	R\$ 23,13	R\$ 23,13
jun/11	R\$ 31,80	R\$ 31,80	R\$ 31,75	R\$ 31,75
mai/11	R\$ 17,35	R\$ 17,35	R\$ 17,24	R\$ 17,24
abr/11	R\$ 12,20	R\$ 12,20	R\$ 12,20	R\$ 12,20
mar/11	R\$ 23,41	R\$ 20,95	R\$ 24,91	R\$ 23,31
fev/11	R\$ 49,59	R\$ 41,85	R\$ 50,39	R\$ 49,33
jan/11	R\$ 28,19	R\$ 28,19	R\$ 28,96	R\$ 28,16
dez/10	R\$ 71,62	R\$ 71,62	R\$ 68,69	R\$ 71,62
nov/10	R\$ 116,68	R\$ 116,68	R\$ 115,05	R\$ 116,68
out/10	R\$ 137,78	R\$ 137,78	R\$ 232,48	R\$ 232,48
set/10	R\$ 132,10	R\$ 131,78	R\$ 189,37	R\$ 189,37
ago/10	R\$ 116,66	R\$ 116,66	R\$ 123,56	R\$ 123,55
jul/10	R\$ 89,61	R\$ 89,61	R\$ 97,56	R\$ 97,56
jun/10	R\$ 67,70	R\$ 67,70	R\$ 69,40	R\$ 69,40
mai/10	R\$ 32,34	R\$ 30,10	R\$ 33,99	R\$ 32,35
abr/10	R\$ 21,47	R\$ 21,47	R\$ 24,62	R\$ 21,46
mar/10	R\$ 27,24	R\$ 27,24	R\$ 30,38	R\$ 27,24
fev/10	R\$ 13,82	R\$ 13,82	R\$ 15,91	R\$ 13,82
jan/10	R\$ 12,91	R\$ 12,91	R\$ 12,91	R\$ 12,91
dez/09	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31
nov/09	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31
out/09	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31
set/09	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31
ago/09	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31	R\$ 16,31
jul/09	R\$ 30,43	R\$ 30,43	R\$ 25,55	R\$ 25,55
jun/09	R\$ 40,84	R\$ 40,84	R\$ 30,00	R\$ 23,14
mai/09	R\$ 39,00	R\$ 39,10	R\$ 30,17	R\$ 16,31

PREÇO MÉDIO DA ENERGIA ELÉTRICA (MWH) PERÍODO DE 2003 A 2016

Continua

Mês	Submercado			
	SE/CO	S	NE	N
abr/09	R\$ 46,46	R\$ 48,73	R\$ 27,79	R\$ 16,31
mar/09	R\$ 90,87	R\$ 91,28	R\$ 84,25	R\$ 24,96
fev/09	R\$ 52,08	R\$ 66,15	R\$ 27,41	R\$ 27,41
jan/09	R\$ 83,64	R\$ 83,66	R\$ 77,77	R\$ 77,82
dez/08	R\$ 96,97	R\$ 96,93	R\$ 96,97	R\$ 96,97
nov/08	R\$ 106,14	R\$ 93,77	R\$ 106,14	R\$ 106,14
out/08	R\$ 92,43	R\$ 92,17	R\$ 92,43	R\$ 92,43
set/08	R\$ 109,93	R\$ 109,40	R\$ 109,91	R\$ 109,93
ago/08	R\$ 102,79	R\$ 101,21	R\$ 102,79	R\$ 102,79
jul/08	R\$ 108,42	R\$ 108,42	R\$ 108,42	R\$ 108,42
jun/08	R\$ 76,20	R\$ 76,20	R\$ 75,34	R\$ 75,34
mai/08	R\$ 34,18	R\$ 34,19	R\$ 34,42	R\$ 27,61
abr/08	R\$ 68,80	R\$ 72,12	R\$ 71,92	R\$ 50,97
mar/08	R\$ 124,70	R\$ 127,41	R\$ 123,24	R\$ 117,67
fev/08	R\$ 200,42	R\$ 200,65	R\$ 214,37	R\$ 200,43
jan/08	R\$ 502,45	R\$ 502,45	R\$ 497,61	R\$ 502,45
dez/07	R\$ 204,93	R\$ 204,93	R\$ 204,93	R\$ 204,93
nov/07	R\$ 185,11	R\$ 185,11	R\$ 185,11	R\$ 185,11
out/07	R\$ 198,13	R\$ 198,13	R\$ 197,45	R\$ 198,13
set/07	R\$ 149,53	R\$ 149,80	R\$ 149,11	R\$ 149,53
ago/07	R\$ 39,27	R\$ 36,13	R\$ 45,81	R\$ 44,36
jul/07	R\$ 122,59	R\$ 122,19	R\$ 118,94	R\$ 122,87
jun/07	R\$ 97,15	R\$ 59,42	R\$ 97,19	R\$ 97,35
mai/07	R\$ 59,96	R\$ 23,48	R\$ 53,37	R\$ 53,37
abr/07	R\$ 49,36	R\$ 49,05	R\$ 28,07	R\$ 24,25
mar/07	R\$ 17,59	R\$ 17,59	R\$ 17,59	R\$ 17,59
fev/07	R\$ 17,59	R\$ 17,59	R\$ 17,59	R\$ 17,59
jan/07	R\$ 22,62	R\$ 26,28	R\$ 17,59	R\$ 17,59
dez/06	R\$ 58,75	R\$ 59,18	R\$ 17,58	R\$ 45,23
nov/06	R\$ 80,82	R\$ 80,82	R\$ 24,40	R\$ 80,82
out/06	R\$ 92,42	R\$ 92,42	R\$ 46,25	R\$ 92,42
set/06	R\$ 123,88	R\$ 123,88	R\$ 68,56	R\$ 123,88
ago/06	R\$ 104,98	R\$ 105,19	R\$ 51,94	R\$ 104,98
jul/06	R\$ 90,90	R\$ 91,44	R\$ 30,61	R\$ 90,90
jun/06	R\$ 67,89	R\$ 70,01	R\$ 23,44	R\$ 44,84
mai/06	R\$ 51,91	R\$ 52,51	R\$ 19,79	R\$ 16,97
abr/06	R\$ 20,87	R\$ 21,06	R\$ 16,92	R\$ 16,92
mar/06	R\$ 28,56	R\$ 42,67	R\$ 36,10	R\$ 18,94
fev/06	R\$ 58,02	R\$ 63,63	R\$ 37,62	R\$ 29,20

PREÇO MÉDIO DA ENERGIA ELÉTRICA (MWH) PERÍODO DE 2003 A 2016

Conclusão

Mês	Submercado			
	SE/CO	S	NE	N
jan/06	R\$ 28,64	R\$ 28,78	R\$ 19,14	R\$ 19,14
dez/05	R\$ 19,20	R\$ 19,19	R\$ 18,40	R\$ 19,20
nov/05	R\$ 35,73	R\$ 24,17	R\$ 19,79	R\$ 35,73
out/05	R\$ 43,12	R\$ 18,83	R\$ 18,86	R\$ 43,12
set/05	R\$ 31,94	R\$ 29,42	R\$ 18,40	R\$ 31,94
ago/05	R\$ 34,51	R\$ 34,51	R\$ 18,50	R\$ 34,51
jul/05	R\$ 31,74	R\$ 31,56	R\$ 18,33	R\$ 31,74
jun/05	R\$ 26,45	R\$ 24,07	R\$ 18,33	R\$ 25,42
mai/05	R\$ 43,96	R\$ 79,35	R\$ 18,33	R\$ 20,28
abr/05	R\$ 24,88	R\$ 83,97	R\$ 18,33	R\$ 18,87
mar/05	R\$ 18,33	R\$ 26,78	R\$ 18,33	R\$ 18,33
fev/05	R\$ 18,33	R\$ 18,99	R\$ 18,33	R\$ 18,33
jan/05	R\$ 18,33	R\$ 18,33	R\$ 18,33	R\$ 18,33
dez/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
nov/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
out/04	R\$ 18,75	R\$ 18,75	R\$ 18,59	R\$ 18,75
set/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
ago/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
jul/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
jun/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
mai/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
abr/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
mar/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
fev/04	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59	R\$ 18,59
jan/04	R\$ 23,68	R\$ 23,68	R\$ 294,09	R\$ 21,48
dez/03	R\$ 20,18	R\$ 20,18	R\$ 49,41	R\$ 19,93
nov/03	R\$ 28,03	R\$ 29,85	R\$ 24,70	R\$ 27,91
out/03	R\$ 25,82	R\$ 26,30	R\$ 19,88	R\$ 25,73
set/03	R\$ 18,30	R\$ 20,52	R\$ 15,44	R\$ 18,30
ago/03	R\$ 16,95	R\$ 18,56	R\$ 13,37	R\$ 16,89
jul/03	R\$ 13,13	R\$ 13,92	R\$ 9,87	R\$ 13,10
jun/03	R\$ 11,22	R\$ 11,22	R\$ 10,53	R\$ 10,43
mai/03	R\$ 7,30	R\$ 7,30	R\$ 6,34	R\$ 6,23

Fonte: CCEE (2016)