

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E COMPUTAÇÃO

# **UM ESTUDO SOBRE O MERCADO LIVRE DE ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**

**Trabalho de Conclusão de Curso**

Lauro Cezar Kyoshi Ito

São Carlos  
2016



**LAURO CEZAR KYOSHI ITO**

**UM ESTUDO SOBRE O MERCADO LIVRE DE  
ENERGIA ELÉTRICA NO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
à Escola de Engenharia de São Carlos, da  
Universidade de São Paulo

Curso de Engenharia Elétrica com ênfase em  
Sistemas de Energia e Automação

ORIENTADOR: Prof. Dr. Rogerio Andrade Flauzino

São Carlos  
2016

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTA TRABALHO,  
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS  
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Iu Ito, Lauro Cezar Kyoshi  
Um estudo sobre o mercado livre de energia elétrica  
no Brasil / Lauro Cezar Kyoshi Ito; orientador Rogério  
Andrade Flauzino. São Carlos, 2016.

Monografia (Graduação em Engenharia Elétrica com  
ênfase em Sistemas de Energia e Automação) -- Escola de  
Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo,  
2016.

1. Mercado Livre. 2. Mercado de Energia. 3. Mercado  
Spot. I. Título.

# FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Lauro Cezar Kyoshi Ito

Título: "Um estudo sobre o mercado livre de energia elétrica no Brasil"

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado  
em 23 / 06 / 2016,

com NOTA 5,0 ( cinco, zero ), pela Comissão Julgadora:

*Prof. Associado Rogério Andrade Flauzino - (Orientador - SEL/EESC/USP)*

*Mestre Marcel Ayres de Araujo - (Doutorando - SEL/EESC/USP)*

*Mestre Fabbio Anderson Silva Borges - (Doutorando - SEL/EESC/USP)*

Coordenador da CoC-Engenharia Elétrica - EESC/USP:  
Prof. Dr. José Carlos de Melo Vieira Júnior

## **Resumo**

Ito, L. C. *Um Estudo Sobre o Mercado Livre de Energia Elétrica no Brasil*. São Carlos: Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2016.

Desde o decreto nº 5.163 de julho de 2004, onde abriu-se a possibilidade para alguns consumidores ingressar no mercado livre de energia, tendo suas transações e seus agentes aumento substancial e se consolidando em um meio de economia, seguro e confiável. Esse tipo de comercialização possibilita ao consumidor escolher dentre diversos contratos o qual melhor supre as suas expectativas. O presente trabalho busca, através de uma revisão bibliográfica, analisar a evolução, regulamentação e os impactos econômicos da introdução e implementação do livre mercado de energia.

**Palavras-chave:** gestão energética, mercado livre, tarifas elétricas, consumo energético.



## **Abstract**

Ito, L. C. K. *A Study of the Free Energy Market in Brazil*. São Carlos: Graduation Thesis - Engineering School of São Carlos , University of São Paulo, 2016.

Since the decree No. 5.163 of July 2004, when it opened up the possibility for some consumers enter the Free Market Energy, having increased your transactions and your agents substantially and consolidating into a means of saving, safe and trustworthy. This type of marketing allows the consumer to choose from several contracts which best meets as your expectations. This study aims, through a literature review, analyze the evolution, regulation and economic impacts of introduction and implementation of the Free Energy Market.

**Key words:** Energy Management, Free Market, Electric Rates, Energy Consumption.





## **Lista de Figura**

Figura 1 Fluxograma do mercado cativo.....	21
Figura 2 Fluxograma do mercado livre .....	22
Figura 3 Energia Comercializada no Mercado de Curto Prazo [2].....	25
Figura 4 Representação do SIN no NEWAVE (Adaptada de [9]).....	28
Figura 5 Fluxograma das Atividades para Cálculo do PLD [10].....	31
Figura 6 Fluxograma com Dois DECOMP [25].....	32
Figura 7 Relações Contratuais do SEB [8].....	35
Figura 8 Evolução dos Consumidores Livres. [21] .....	44
Figura 9 Participação da ACL Quanto a Carga [21].....	45
Figura 10 Preço da Liquidação das Diferenças em Maio de 2016 [26] .....	46
Figura 11 Comparativo de Consumo por Ramo de Atividade no ACL [26].....	49



## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 Critérios Vigentes para se Tornar Consumidor Livre ou Especial [19, 20] .....	22
Tabela 2 Comparativo do consumo por ambiente de contratação [26].....	46
Tabela 3 Consumo por Ambiente de Contratação e Submercado [26] .....	47
Tabela 4 Consumo no ACL por Ramo de Atividade [26].....	48



## **Lista de Siglas**

SEB: Setor Elétrico Brasileiro

RE-SEB: Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica

CCEE: Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

ONS: Operador Nacional do Sistema

EPE: Empresa de Pesquisa Energética

ACL: Ambiente de Contratação Livre

ACR: Ambiente de Contratação Regulada

SIN: Sistema Interligado Nacional

CMO: Custo Marginal de Operação

PLD: Preço de Liquidação das Diferenças

TUSD: Tarifa de Uso do Sistema de Distribuição

TUST: Tarifa de Uso do Sistema de Transmissão

CCC: Conta de Consumo de Combustível



## Sumário

Resumo .....	3
Abstract .....	5
Lista de Figura .....	7
Lista de Tabelas .....	9
Lista de Siglas .....	11
1. Introdução.....	17
2. Organização e Agentes do Setor Elétrico Brasileiro .....	19
2.1 Geração .....	19
2.2 Transmissão .....	19
2.3 Distribuição.....	20
2.4 Comercializadores .....	20
2.5 Consumidores.....	20
3. Aspectos Gerais da Comercialização de Energia Elétrica no Brasil .....	23
3.1 Ambientes de Contratação .....	24
4. Planejamento da Operação do Sistema e o Preço de Liquidação das Diferenças .....	27
4.1 Modelo NEWAVE .....	28
4.2 Modelo DECOMP .....	30
4.3 Determinação do PLD .....	30



5.	Contratos de Energia Elétrica Para Consumidores Livres.....	35
5.1	CPST - Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão .....	36
5.2	CUST - Contrato de Uso do Sistema de Transmissão .....	36
5.3	CCG - Contrato de Constituição de Garantia.....	37
5.4	CUSD - Contrato de Uso do Sistema de Distribuição .....	37
5.5	CCT - Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão .....	37
5.6	CCD - Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição .....	37
5.7	CCVE Contrato de Compra e Venda de Energia .....	37
6.	Obrigações e Direitos de um Cliente Livre .....	39
6.1	Direito de Retorno ao Mercado Cativo de Energia .....	39
6.2	Direito de Livre Acesso aos Sistemas de Distribuição e Transmissão .....	39
6.3	Obrigatoriedade de Fornecer Garantias de Pagamentos .....	39
6.4	Direito de Garantia de Fornecimento .....	39
6.5	Obrigatoriedade de Ser Agente da CCEE .....	40
6.6	Obrigatoriedade de Contratar a Totalidade de Energia.....	40
7.	Tarifas e Encargos para o Cliente Livre .....	42
7.1	TUST - Tarifa de Uso do Sistema Elétrico de Transmissão .....	42
7.2	TUSD - Tarifa de Uso do Sistema Elétrico de Distribuição .....	43
8.	Números do Mercado Livre de Energia .....	44

8.1	Números de Maio de 2016.....	46
9.	Mercados Internacionais de Energia Elétrica .....	50
9.1	Modelo de Mercado Britânico.....	51
9.2	Modelo do Nord Pool .....	52
10.	Conclusão .....	54
11.	Referências Bibliográficas.....	55



## 1. Introdução

As bases que regulamentam o Sistema Elétrico Brasileiro nos tempos atuais ainda seguem as diretrizes definidas no Código das Águas, através do Decreto-lei nº 24.643, de 10 de junho de 1934, onde continha no artigo 178 a regulamentação dos serviços de energia elétrica pela Divisão de Águas.

Entretanto somente na década de 70 devido a Lei nº 5.655/71 quando se definiu um novo regime tarifário, chamado “custo de serviço”, o qual tinha como base cobrir os custos de geração, transmissão e distribuição o sistema elétrico teve um alavancamento nos seus investimentos. Devido a diferença entre os custos de geração e distribuição foi necessário que o governo estabelecesse um sistema de equalização tarifária através de um novo Decreto-lei de nº 1833/74 onde determinava a transferência de recursos para as empresas que apresentavam déficit anual.

Durante grande parte de sua história o Modelo do setor elétrico nacional foi verticalizado e de controle estatal gerando assim um ambiente de monopólio tendo todas as tarifas reguladas e mantendo todos os consumidores cativos. Devido à falta de competitividade do setor elétrico este começou a mostrar sinais de estagnação culminando, em 1996, na implementação do Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro (Projeto RE-SEB). Coordenado pelo Ministério de Minas e Energia contando com a expertise de técnicos brasileiros e a empresa Cooper & Lybrand, estabeleceu os rumos para os quais o SEB devia se desenvolver para assim gerar um ambiente mais competitivo e organizado, atraindo assim novos investimentos e a redução da tarifa para o consumidor final [1].

“As principais conclusões do projeto foram a necessidade de implementar a desverticalização das empresas de energia elétrica, ou seja, dividi-las nos segmentos de geração, transmissão e distribuição, incentivar a competição nos segmentos de geração e comercialização e manter sob regulação os setores de distribuição e transmissão de energia elétrica, considerando como monopólios naturais [2].”

Para tornar tais mudanças viáveis, havia a necessidade da criação de órgão reguladores do sistema. Deste modo, é criado o Operador Nacional do Sistema (ONS), operador do Sistema Interligado Nacional (SIN); a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), encarregado pela regulamentação tarifária, e do acesso ao sistema de transmissão; e a Câmara de Comercialização de

Energia Elétrica (CCEE), responsável na criação do ambiente de comercialização e sua regulamentação.

Com a implementação do RE-SEB foi possível reorganizar o mercado, tornando este competitivo e assim atraindo o capital privado para a injeção de investimentos expressivos. Abrindo o mercado foi disponibilizado dois tipos distintos de ambientes para a compra e a venda de energia elétrica, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL) ambiente este que será melhor abordado no corpo do trabalho.

## **2. Organização e Agentes do Setor Elétrico Brasileiro**

O atual modelo vigente, introduzido em 2004, tem como características a desverticalização e a livre concorrência mantendo cada setor independente tendo cada agente desse mercado deveres regras particulares e bem definidas. Os principais agentes desse mercado serão apresentados a seguir.

### **2.1 Geração**

Fica a função de produção da energia elétrica sob os cuidados dos agentes geradores, sendo que é permitido a todos os agentes geradores, vender tanto no ambiente Cativo ou de Comercialização Livre, podendo ser classificados como:

- Concessionárias de Serviço Público de Geração: Agente titular de concessão ou permissão federal para prestar serviço público de energia elétrica, no serviço de produção de energia elétrica [3].
- Produtores Independentes de Energia Elétrica (PIE): Pessoa jurídica ou consórcio de empresas titular de concessão, permissão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, assumindo todos os riscos provenientes de sua produção [3].
- Autoprodutores (AP): titular de concessão, permissão ou autorização para produzir energia elétrica para seu uso exclusivo, podendo comercializar o excedente de sua produção se autorizado pela ANEEL [3].

### **2.2 Transmissão**

Os agentes de transmissão têm como papel o transporte da energia elétrica, sendo assim de sua responsabilidade gerir as redes de transmissão, as quais consistem em vias de uso aberto, possuindo o uso livre por qualquer outro agente do SEB, para tal é cobrado uma tarifa pelo uso de transmissão (TUSD).

Para sua operação e sua construção são realizados leilões respeitando a prática de menor valor, assim cooperando para a redução do valor pago pelo consumidor final. Tais agentes tem ressarcimento independentemente da quantidade de energia transportada através da linha desde que mantenha a linha disponível para uso.

Como este é um setor que demanda grande investimento e baixo retorno, em sua maioria, a administração, manutenção e expansão das linhas de transmissão ficam sob cuidados do estado. Assim diferentemente da geração o ambiente de livre concorrência fica limitado, sendo regulados através de índices econômicos e técnicos [3].

## **2.3 Distribuição**

Assim como na transmissão o a distribuição tem o papel de transporte de energia elétrica e “realizam atividades orientadas a serviço de rede e de venda de energia aos consumidores com tarifa reguladas pela ANEEL (Consumidores Cativos). Com o novo modelo, os distribuidores têm participação obrigatória no ACR, celebrando contratos de energia com preços resultantes de leilões [2]”.

## **2.4 Comercializadores**

Os agentes comercializadores têm a incumbência de comprar e vender energia elétrica através de transações comerciais no Ambiente Livre, a energia que os comercializadores adquirem podem tanto ser vendida a consumidores livres quanto as concessionárias de distribuição através de leilões.

## **2.5 Consumidores**

Os consumidores podem ser divididos em três categorias:

### **2.5.2 Consumidor Cativo**

Representado por consumidores de menor porte (demanda inferior a 3MW) que estão ligadas as concessionárias de distribuição as quais pagam somente uma fatura mensal, que inclui os serviços de distribuição, geração e as tarifas reguladas pelo governo. A esse tipo de consumidor não se tem a possibilidade de negociar o preço pago pela energia elétrica, ficando preso as tarifas estabelecidas pela ANEEL.

Deste modo o sistema de comercialização no mercado cativo funciona como apresentado na Figura 1, verticalizado, sem a possibilidade de negociação entre o consumidor final e gerador, podendo o consumidor só adquirir energia das concessionárias de distribuição.

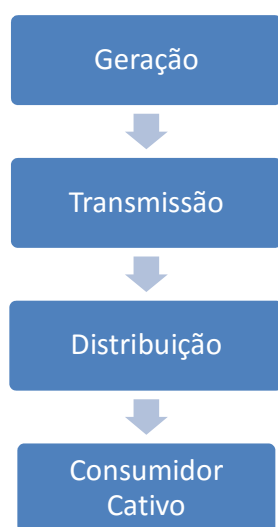


Figura 1 Fluxograma do mercado cativo

### 2.5.3 Consumidor Especial

O consumidor especial pode ser uma unidade ou um conjunto de unidades consumidoras em área contígua ou de mesmo CNPJ tendo carga total somada superior a 500kW e tensão mínima de 2,3kV. Apesar do consumidor especial não ser necessariamente um consumidor livre fica aberta a sua participação no mercado livre de energia, sendo seu fornecimento de energia elétrica podendo ser advindo somente de fontes incentivadas [2, 3].

### 2.5.4 Consumidor Livre

Aos consumidores de grande porte dá-se a liberdade de escolher o seu fornecedor de energia livremente, podendo negociar volume, preço, prazo, etc. A este tipo consumidor dá-se o nome de Consumidor Livre. Para se tornar um consumidor livre é necessário se enquadrar em alguns critérios, que como demanda mínima de 3MW e tensão mínima que depende da data de ligação, como podem ser vistas na Tabela 1 [2, 3].



Tabela 1 Critérios Vigentes para se Tornar Consumidor Livre ou Especial [19, 20]

Consumidor	Fonte	Demanda mínima	Tensão mínima de fornecimento	Data de ligação do consumidor
<b>Livre</b>	Convencional ou Incentivada	3MW	Qualquer	Após 07/07/1995
			69kV	Até 07/07/1995
<b>Especial</b>	Incentivada	500kW	2,3kV	Qualquer data

Deste modo, o sistema de comercialização para os consumidores livres fica conforme a Figura 2, desverticalizado, onde o consumidor livre pode adquirir a energia direto dos agentes de geração.

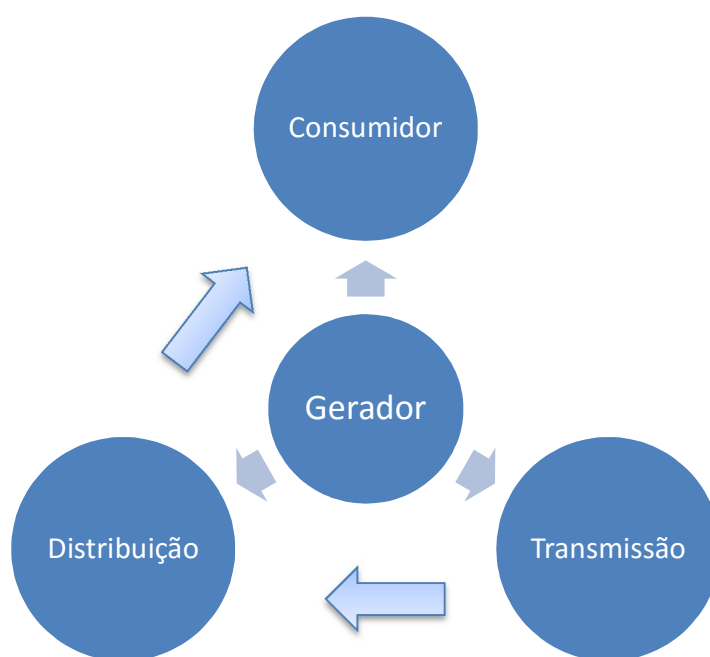


Figura 2 Fluxograma do mercado livre

### **3. Aspectos Gerais da Comercialização de Energia Elétrica no Brasil**

Para garantir o adequado funcionamento do SEB e seu processo produtivo fosse eficiente economicamente, auto suficiente tanto para sua manutenção e expansão e funcionasse de maneira confiável a participação de alguns agentes reguladores se torna necessário durante o processo de comercialização da energia elétrica. Sendo eles:

- ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico: “criada pela Lei nº 9.648/98 com as alterações introduzidas pela Lei nº 10.848/04 e regulamentado pelo Decreto nº 5.081/04.” Tem como função coordenar e controlar a operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN) com objetivo de atender os requisitos de carga, garantir confiabilidade do sistema e otimizar custos. O ONS está sob fiscalização e regulamentação da Agencia Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) [4].
- ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica: a Agência Nacional de Energia Elétrica tem suas atividades e competências definidas pela Lei nº 9.427/1996, e tem como função a fiscalizar e regular todos os agentes do SEB, desde a sua produção até a sua comercialização [2],[5].
- CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica: a entidade é pessoa jurídica de direitos privados, sem fins lucrativos, instituída pela Lei nº 10.848/04 e criada pelo Decreto nº 5.177/04. A CCEE atua como regulador do mercado apurando valores de compra e venda, contabilizando montantes comercializados de energia elétrica e promovendo leilões de energia elétrica [2],[6].
- EPE – Empresa de Pesquisa Energética: a EPE é uma empresa vinculada ao Ministério de Minas e Energia tendo como finalidade a prestação de serviço na de estudo e pesquisa para subsidiar o planejamento do setor energético.

Tendo conhecimento dos agentes reguladores a comercialização de energia elétrica pode ser concretizada em dois ambientes distintos do mercado, estes serão melhor abordados no decorrer do trabalho, tendo cada um dos ambientes suas particularidades.

Os agentes de Geração, independente de qual a sua classificação, concessionária de serviço público, produtor independente ou autoprodutor possuem a liberdade de comercializar em qualquer

dos ambientes mantendo a competitividade do mercado e assim auxiliando na modicidade da tarifa da energia elétrica.

### **3.1 Ambientes de Contratação**

#### **3.1.2 Ambiente de Contratação Regulada**

O Ambiente de Contratação Regulada (ACR) tem como finalidade suprir a demanda dos consumidores cativos. Os participantes desse ambiente são os Agentes Vendedores e Agentes de Distribuição de energia elétrica, tendo estes como comprador e aquele com fornecedor da energia elétrica. A aquisição da energia necessária pelos Agentes Distribuidores, ocorrer principalmente através de leilões de compra de energia elétrica de empreendimentos de geração, leilões estes promovidos pelo governo.

Existe também a possibilidade de contratação através da Geração Distribuída, produtores de energia elétrica conectados diretamente no sistema de distribuição do comprador, contanto que esta seja antecedida de chamada publica realizado pelo Agente de Distribuição comprador. Este tipo de contratação possui um limitador, onde o montante contratado não deve ultrapassar 10% (dez por cento) do mercado do agente contratante. Outra possibilidade é a compra através de usinas contratadas pelo Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), sendo elas pequenas centrais hidrelétricas, usina de biomassa e usinas de fontes eólicas.

Há de se ressaltar, a obrigatoriedade, de que a soma do montante de energia de todos os contratos do agente distribuidor com os diferentes produtores e agentes vendedores de ser igual ao correspondente a sua demanda total. [7][8]

#### **3.1.3 Ambiente de Contratação Livre**

O Ambiente de Contratação Livre (ACL) tem como proposito atender os consumidores livres e especiais. De maneira distinta ao praticado ACR, no ACL, a aquisição da energia por parte do consumidor, não tem a necessidade de recorrer a leilões. Participam deste ambiente de agentes de geração, comercializadores e consumidores livres e especiais. Devido a liberdade nesse tipo de comercialização os consumidores livres e especiais podem negociar contratos flexíveis com os vendedores de energia negociando os termos do contrato livremente de maneira a agradar ambos os lados.

Caso o consumidor participante deste tipo mercado decida retornar ao ACR, e se tornar um consumidor cativo novamente, o mesmo deve informar com antecedência a concessionária de distribuição ao qual é atendido, com prazo de cinco anos para o consumidor livre e 180 (cento e oitenta) dias com relação aos consumidores especiais. Os prazos podem ser reduzidos a critério da concessionária ou permissionária de distribuição ou por meio de acordo firmado entre as partes. [2],[7],[8]

Uma particularidade a ser destacada nesse ambiente de comercialização é o Mercado de Curto Prazo ou também conhecido como Mercado Spot. “Considerando-se os contratos e os dados de medição registrados, a CCEE contabiliza as diferenças entre o que foi produzido ou consumido e o que foi contratado; as diferenças positivas ou negativas são liquidadas ao Preço de Liquidação das Diferenças (PLD). Com base nessas duas informações (montantes contratados e montantes medidos), é realizada a contabilização e são calculados os montantes negociados no mercado de curto prazo. Dessa forma, pode-se dizer que o mercado de curto prazo é o mercado das diferenças.” Tal como se observa na Figura 3.[2]

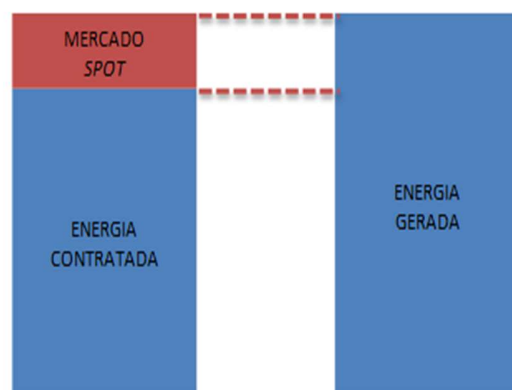


Figura 3 Energia Comercializada no Mercado de Curto Prazo [2]

#### 3.1.3.1 Preço de Liquidação das Diferenças

O PLD é calculado com base nos valores de Custo Marginal de Operação (CMO). O CMO encontrado através de modelos matemáticos onde são levados em conta as condições hidrológicas, na demanda de energia, nos preços de combustível, no custo de déficit, na entrada de novos projetos e na disponibilidade de equipamentos de geração e transmissão. O cálculo do PLD e

consequentemente do CMO tem como objetivo encontrar a solução ótima entre o uso da ou armazenamento da água nas usinas hidrelétricas ou a utilização dos combustíveis nas usinas termelétricas. O PLD é determinado para cada patamar de carga de maneira semanal, limitado por um preço máximo e mínimo vigentes para cada período de apuração e para cada Submercado. Para maior compreensão do cálculo do PLD e devido a sua complexidade este será abordado em um capítulo à parte. [2]

#### **4. Planejamento da Operação do Sistema e o Preço de Liquidação das Diferenças**

Nesta parte do estudo serão examinadas o planejamento da operação e como é definido os valores do PLD, conhecimento importante para quem pretende se tornar um consumidor livre.

Como definido no Decreto nº 5.177/2004, fica de responsabilidade do CCEE apurar o PLD de mercado de curto prazo por submercado para a liquidação no mercado de curto prazo.

O planejamento da operação do sistema hidrotérmico brasileiro tem como objetivo chegar ao menor valor de Custo Total, sendo este composto por duas parcelas: o Custo Imediato, referente às decisões que estão sendo tomadas no momento, e o Custo Futuro, referente às decisões que serão tomadas no futuro. Para que tal objetivo seja cumprido devesse definir estratégia condizente para alcançar os objetivos predeterminados. As escolhas como no uso geração em usinas hidroelétrica ou termoeletrica, o intercâmbio de energia entre as regiões do SIN e o corte de carga são as decisões que devem ser tomadas com o intuito de alcançar o mínimo custo. Devido ao porte e complexidade desse problema, é necessária sua divisão em diversas etapas (médio, curto e diária).

Com base no período seco de maior duração já registrado para a região sudeste, define-se o período de cinco anos para na análise de médio prazo. É nesta etapa onde se define a as parcelas de cada tipo de geração, hidráulica ou térmica para qual se minimiza o valor do Custo Total de operação. Para encontrar as parcelas onde se reduz os custos é utilizado um modelo computacional de otimização. (Modelo NEWAVE).

Na análise de curto prazo, que possui horizonte de estudo de alguns meses (máximo de doze meses), utilizasse as informações obtidas do modelo NEWAVE para determinar as metas individuais de cada usina de geração e o intercâmbio de energia pelos principais troncos de transmissão, para tal análise é utilizado o modelo DECOMP. Esta etapa é discretizada em etapas semanais.

Para a programação diária são utilizados os dados resultantes do DECOMP, contemplando o horizonte de uma semana, discretizada em intervalos de meia hora, onde com maior detalhamento

do sistema e é dessa etapa que se define a montante a ser despachado por usina no dia seguinte (modelo DESSEM). [9],[10]

#### 4.1 Modelo NEWAVE

O programa NEWAVE foi desenvolvido pelo Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (Cepel), no âmbito do Departamento de Otimização Energética e Meio Ambiente (DEA), para aplicação no planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos interligados de longo e médio prazo.

O NEWAVE é o modelo utilizado para o planejamento do sistema hidrotérmico nacional, como já visto, ele é utilizado nos estudos de médio prazo com um horizonte de 5 anos. O SIN é representado por um modelo equivalente simplificado. Sendo que as usinas hidrelétricas de cada submercado é representado por um único reservatório sendo este o agregado de todos os reservatórios do submercado representado. Os principais troncos de transmissão entre os subsistemas também são considerados, sendo esses representados por meio de limites de intercambio como visto na Figura 4. [9],[11]

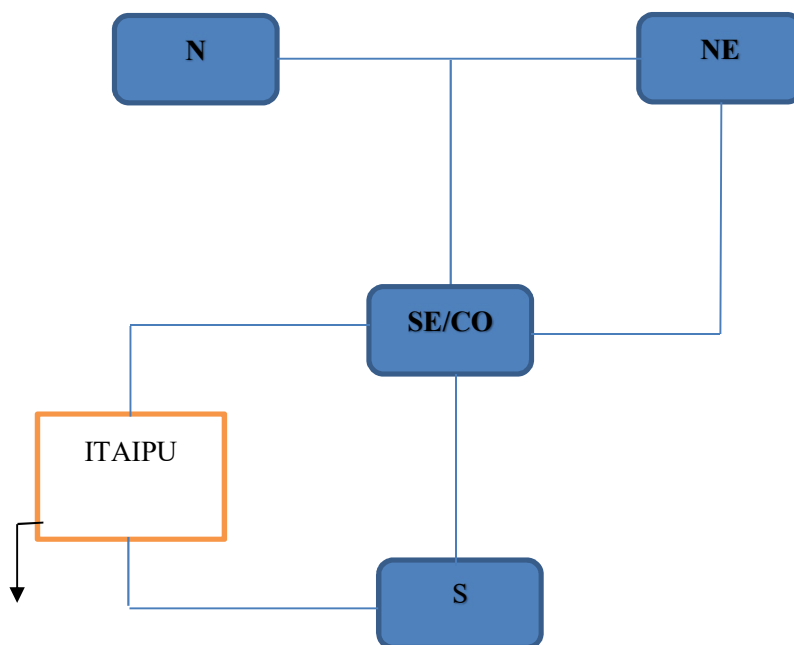


Figura 4 Representação do SIN no NEWAVE (Adaptada de [9])

Os cálculos realizados pelo NEWAVE são baseados em Programação Dinâmica Dual Estocástica (PDDE) e é composto por quatro módulos computacionais. Sendo eles:

#### 4.1.2 Módulo de cálculo dos sistemas equivalentes e energias afluentes

Para cada subsistema, os reservatórios são agregados em um único reservatório equivalente de energia. A capacidade de armazenamento de cada reservatório equivalente é estimada pela energia produzida pelo esvaziamento completo dos reservatórios do subsistema, adotando-se a hipótese de operação em paralelo. Também agrega as vazões afluentes a cada subsistema em afluições energéticas equivalentes. [11]

#### 4.1.3 Módulo de cálculo do modelo estocástico de energias afluentes – GEVAZP

A partir dos registros históricos de vazões naturais afluentes a cada usina hidroelétrica é possível construir a série histórica de energias naturais afluentes a cada subsistema. O programa GEVAZP gera cenários sintéticos de vazões e energias empregando o modelo autorregressivo periódico, PAR(p), que modela a afluição de um mês como uma combinação linear das afluições dos meses anteriores e de um componente aleatório. Deste modo estima os parâmetros dos modelos estocásticos para as energias dos afluentes do subsistema a qual é feita a análise. [11]

#### 4.1.4 Módulo de cálculo da política de operação hidrotérmica

É neste módulo onde se determina a política e operação para cada subsistema a qual atende o princípio de menor custo. Para tal utilizasse do algoritmo de Programação Dinâmica Dual Estocástica, a fim de alcançar a política de operação ótimas, as quais são representadas pelas funções de custo futuro, funções essas calculadas neste módulo. [11]

#### 4.1.5 Módulo de simulação da operação

Uma vez obtida a política de operação ótima, faz-se uma simulação da operação do sistema ao longo do período de estudo, para distintas sequências de vazões. Calcula índices de desempenho, tais como a média dos custos de operação, o risco de déficit e os valores esperados de energia não suprida. [11]



## 4.2 Modelo DECOMP

O modelo DECOMP foi desenvolvido pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel) também no âmbito do DEA como o modelo NEWAVE, mas com o propósito não mais no planejamento de médio prazo e sim no de curto prazo.

Fica a cargo do DECOMP a elaboração dos programas mensais de operação do sistema brasileiro (PMO), que tem como objetivo determinar o despacho individualizado de cada usina, sendo ela hidrelétrica ou termelétrica, a fim de minimizar o custo de operação. [9],[10],[12]

## 4.3 Determinação do PLD

Para determinar o Preço de Liquidação das Diferenças o CCEE utiliza os modelos NEWAVE e DECOMP. A ONS que utiliza o deck de dados de NEWAVE e DECOMP para encontrar a maneira onde suprisse toda a demanda pelo menos custo possível, fornece mensalmente o deck de dados de NEWAVE e semanalmente do deck de dados de DECOMP ao CCEE.

Estes dados são tratados devido ao objetivo distinto entre a ONS e CCEE. Portanto para o cálculo do PLD retiram-se os dados de disponibilidade provenientes de unidades em fase de teste e retiram-se dados de restrição operativas internas de cada submercado, desde que não afetem a capacidade de intercâmbio entre os submercados. Este tratamento é realizado tanto nos dados de NEWAVE quanto nos de DECOMP. Portanto o fluxo de atividades realizadas pela CCEE para o cálculo do PLD ocorre como indicado na Figura 5. [9]

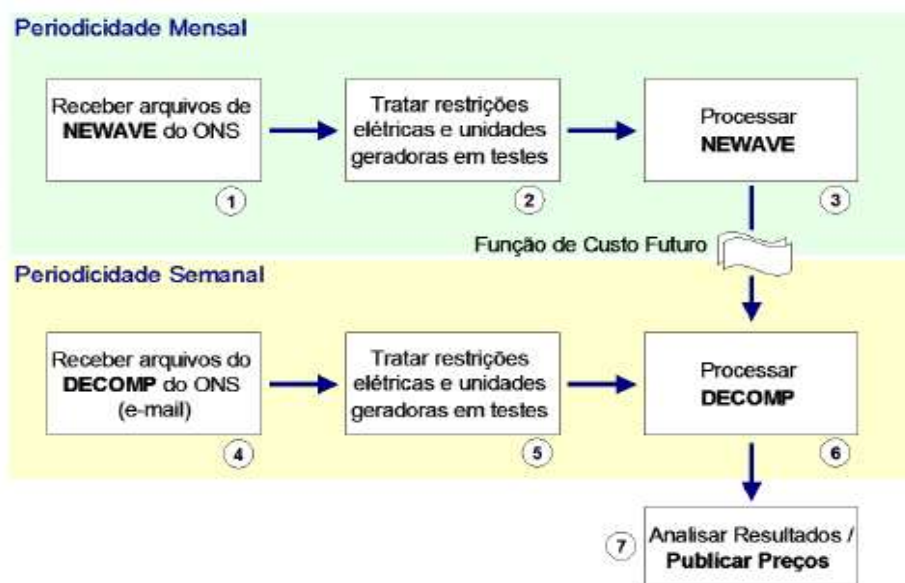


Figura 5 Fluxograma das Atividades para Cálculo do PLD [10]

Para melhor emular o procedimento de cálculo do PLD, em cada mês em que se deseja projetar o PLD são realizados uma análise de NEWAVE e duas DECOMPs sendo o primeiro de operação com premissas de geração térmica por segurança energética e o segundo para o cálculo do PLD. Ambos são realizados de forma sequencial, encadeando o processo para todo o horizonte de projeção. Deste modo o fluxo das atividades da CCEE para encontrar o PLD fica como na Figura 6, sendo que as premissas de PMO, as previsões de vazões do mês e a sensibilidade do mês em estudo são fornecidos pelo ONS, assim como outros dados necessários para a análise [13].

O valor do PLD é definido com base nos valores de CMO fornecidos pelo modelo DECOMP encontrado após realizadas as análises. O processo de determinação é composto pelos comandos e expressões que serão apresentadas à frente.

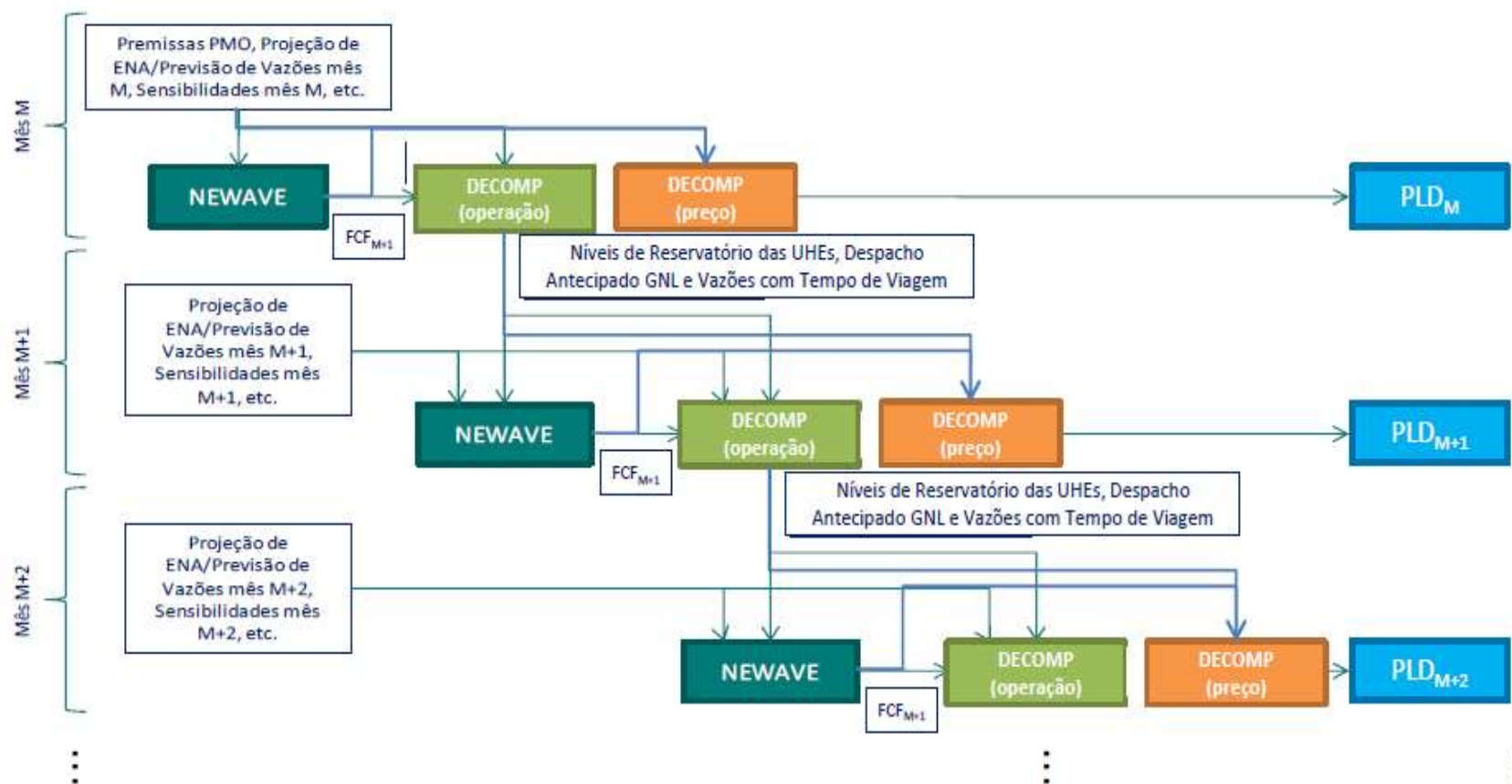


Figura 6 Fluxograma com Dois DECOMP [25]

#### 4.3.2 PLD por Submercado

O PLD é definido por submercado, seu patamar de carga e semana. Deve ser encontrado através da expressão de a seguir:

$$PLD_{a,s,w} = \min(\max(CMO\_SR\_EA_{s,r,w}, PLD\_MIN_{f^{PLD}}), PLD\_MAX_{f^{PLD}})$$

Onde:

$PLD_{s,r,w}$  é o Preço de Liquidação de Diferenças determinado por submercado “s”, patamar de carga “r” e semana “w”;

$CMO\_SR\_EA_{s,r,w}$  é o Custo Marginal de Operação Sem Restrição Ex-Ante determinado por submercado “s”, patamar de carga “r” e semana “w”;

$PLD\_MIN_{f^{PLD}}$  é o valor mínimo que o PLD pode assumir para um determinado ano “f<sup>PLD</sup>”, compreendido entre a primeira e a última semana operativa de preços;

$PLD\_MAX_{f^{PLD}}$  é o valor máximo que o PLD pode assumir para um determinado ano “f<sup>PLD</sup>”, compreendido entre a primeira e a última semana operativa de preços. [9]

#### 4.3.3 PLD Horário

O PLD horário é definido por submercado e período de contabilização. Sendo que este deve ser calculado para cada hora para o patamar pré-estabelecido. O valor de PLD horário é encontrado através da expressão a seguir:

$$PLD_{H_{s,j}} = PLD_{s,r,w}$$

$$\forall j \in r, w$$

Onde:

j é o período de contabilização;

$PLD\_H_{s,j}$  é o Preço de Liquidação de Diferenças Horário determinado por submercado “s”, e período de contabilização “j”;

$PLD_{s,r,w}$  é o Preço de Liquidação de Diferenças determinado por submercado “s”, patamar de carga “r”, e semana “w”. [9]

## 5. Contratos de Energia Elétrica Para Consumidores Livres

Para o consumidor livre possa usufruir da energia contratada através do Contrato de Compra e Venda de Energia (CCVE) ele deve estar munido de outros contratos assinados. Caso esteja conectado à rede de distribuição são necessários além do CCVE, o Contrato de Uso do Sistema de Distribuição e o Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição; caso o mesmo esteja conectado à rede básica são necessários o CCVE, Contrato de Uso do Sistema de Transmissão, o Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão e o Contrato de Constituição de Garantia. [8]

As relações contratuais podem ser observadas na Figura 7, e os contratos necessários para cada agente também pode ser observada na mesma figura:

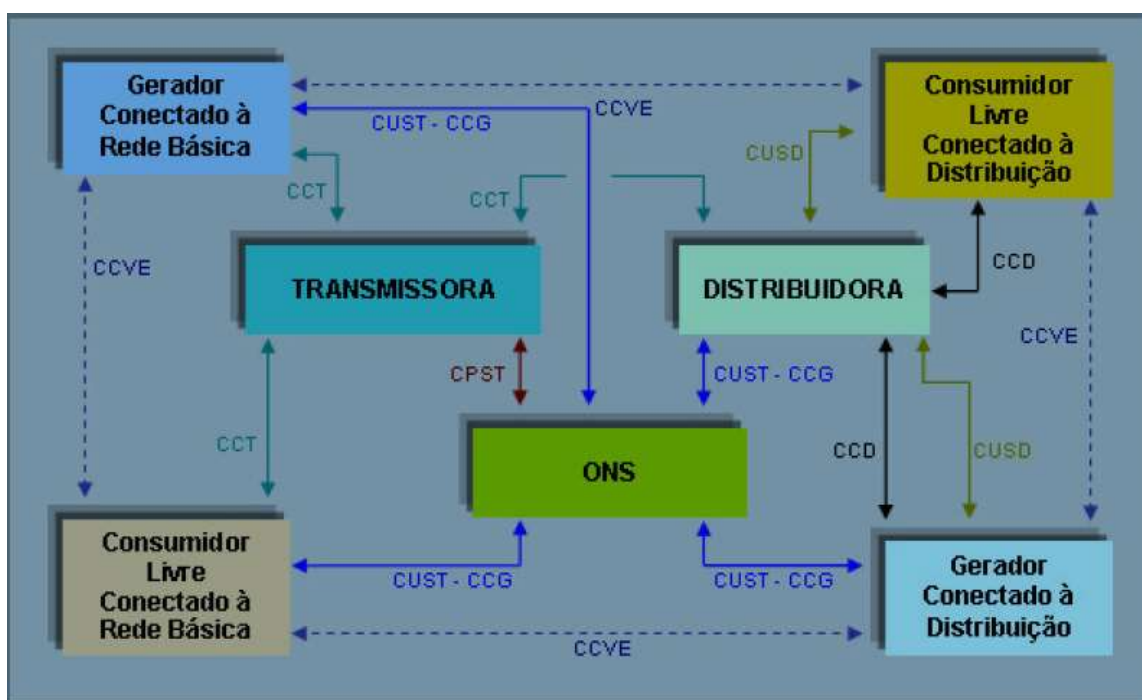


Figura 7 Relações Contratuais do SEB [8]

### **5.1 CPST - Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão**

Os CPST são celebrados entre o ONS e as empresas detentoras de concessões de prestação de serviço público de transmissão de energia elétrica. É o instrumento legal que outorga ao ONS poderes para representar as transmissoras perante os usuários de Rede Básica, garantindo a prestação dos serviços de transmissão conforme as determinações da ANEEL e os Procedimentos de Rede. [14]

### **5.2 CUST - Contrato de Uso do Sistema de Transmissão**

Contrato celebrado entre um usuário da rede básica, o ONS e os agentes de transmissão, estes representados pelo ONS, no qual são estabelecidos os termos e condições para o uso da rede básica, aí incluídos os relativos à prestação dos serviços de transmissão pelos agentes de transmissão e os decorrentes da prestação, pelo ONS, dos serviços de coordenação e controle da operação do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Cabe ao CUST definir os valores dos Montantes de Uso do Sistema de Transmissão (MUST) para os anos em que o contrato esteja vigente. O usuário deverá pagar as concessionárias de transmissão e ao ONS pelos serviços prestados de forma mensal, e caso exista ultrapassagem do montante contratado e sobrecargas eventuais encargos serão somados ao valor fixo mensal. Aos clientes livres, encargos setoriais também serão somados estes devem ser pagos as concessionárias de transmissão. [15]

Os documentos de cobrança são emitidos pelas concessionárias de transmissão e pelo ONS. Como garantia do recebimento dos valores devidos pelo usuário este pode optar por firmar um Contrato de Constituição de Garantia ou apresentar uma Carta de Fiança Bancária. “Caso o usuário opte pelo CCG, a utilização do Mecanismo de Garantia previsto no Contrato de Constituição de Garantia (CCG), por 3 (três) vezes consecutivas ou 5 (cinco) vezes alternadas, num período de 12 (doze) meses, obrigará o usuário a apresentar, uma Carta de Fiança Bancária, que deverá ser mantida sempre no valor equivalente a 2 (dois) meses dos respectivos encargos mensais estabelecidos no contrato, por um período de 6 (seis) meses, podendo voltar a utilizar o Mecanismo de Garantia do CCG caso não apresente atraso de pagamento neste período.” [15]

### **5.3 CCG - Contrato de Constituição de Garantia**

Contrato firmado entre o ONS e os usuários da rede de transmissão, com interveniência dos respectivos bancos gestores, com o intuito de estabelecer garantias comerciais dos pagamentos devidos pelo uso da rede básica.

### **5.4 CUSD - Contrato de Uso do Sistema de Distribuição**

Contrato celebrado entre o acessante e a distribuidora que estabelece os termos e condições para o uso do sistema de distribuição e os correspondentes direitos, obrigações e exigências operacionais das partes. É também neste contrato onde se define os encargos de uso (Tarifa de Utilização do Sistema de Distribuição - TUSD) e as formas de pagamento. O CUSD é redigido conforme os Procedimentos de Distribuição da ANEEL e têm como objetivo regular os direitos e obrigações referentes ao uso da rede elétrica. [16]

### **5.5 CCT - Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão**

Contrato assinado, com a interveniência do ONS, entre as concessionárias de transmissão e seus usuários. Contrato este que estabelece os termos, condições, procedimentos responsabilidades técnicos-operacionais e comerciais para a conexão das instalações do acessante às instalações da concessionária de transmissão. O CCT poderá ser motivo de alteração caso os Procedimentos de Rede que é elaborado pela ONS e aprovado pela ANEEL sobre mudanças. [17]

### **5.6 CCD - Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição**

Contrato celebrado entre o acessante e a distribuidora acessada que estabelece termos e condições para conexão de instalações do acessante às instalações de distribuição, definindo, também, os direitos e obrigações das partes. [18]

### **5.7 CCVE Contrato de Compra e Venda de Energia**

Contrato firmado entre o consumidor livre ou especial e o produtor de energia elétrica, estando este ligado à rede de distribuição ou a rede básica. Os termos do contrato são de livre



negociação entre as partes, podendo ser negociado montante, prazo, compensação financeira, etc. Mantendo assim o mercado competitivo.

## **6. Obrigações e Direitos de um Cliente Livre**

Caso o consumidor opte pela participação no mercado livre de energia é necessário ter conhecimento dos direitos que o protegem e os deveres a qual devem cumprir.

### **6.1 Direito de Retorno ao Mercado Cativo de Energia**

Como visto no capítulo 3.1.2, o cliente que optar por participar do ambiente livre de comercialização de energia tem o direito de retornar ao sistema cativo de comercialização, de desde que informe a distribuidora local, com antecedência mínima de 5 (cinco) anos. Tal período pode ser reduzido de acordo com negociação entre as partes envolvidas, a extensão do período está vetada. Tal direito está garantido através das Lei nº 9.074/1995 tendo direito incluído pela Lei nº 10.848, de 2004. [19]

### **6.2 Direito de Livre Acesso aos Sistemas de Distribuição e Transmissão**

O acesso aos sistemas de distribuição e transmissão de concessionárias e permissionárias fica assegurado através da Lei nº 9.074/1995. Para tal, o usuário, no caso o cliente livre, deve ressarcir as concessionárias e permissionárias devido ao custo de transporte envolvido. [19]

### **6.3 Obrigatoriedade de Fornecer Garantias de Pagamentos**

O cliente livre, deve fornecer garantia de pagamento para os contratos de citados no capítulo 4. Podendo ser usado com garantia de pagamento:

- Títulos do Tesouro Nacional;
- Carta de Fiança Bancaria;
- Contrato de Constituição de Garantia.

### **6.4 Direito de Garantia de Fornecimento**

Tendo, os contratos de compra e venda de energia elétrica, registro junto a CCEE o fornecimento de energia é garantido. Como o contrato regularizado, o direito de receber a energia comprada está garantido, independentemente de o produtor ou vendedor fornecer ou não a energia ao

SIN. Em situações de não fornecimento por parte do vendedor, existira uma operação a ser liquidada pelo vendedor, onde o cliente livre fica absolvido de quaisquer participações.

Caso seja necessário o fornecimento de energia acima do contratado e registrado, junto a CCEE, por parte do cliente livre, o mesmo fica sujeito a penalidades e liquidação da energia excedente recebida ao preço definido pelo CCEE através do PLD (Preço de Liquidação de Diferenças). [2]

### **6.5 Obrigatoriedade de Ser Agente da CCEE**

Todos os Consumidores Livre e Especiais tem participação obrigatória, como agente, na CCEE.

Os custos de operação da CCEE devem ser custeados pelos agentes participantes. A contribuição de cada Agente é calculada mensalmente, de acordo com uma composição de duas parcelas de direitos a voto na Assembleia Geral: a parcela fixa, que consiste em um total de 5.000 votos distribuídos igualitariamente entre todos os Agentes e a parcela proporcional, que consiste em um total de 95.000 votos distribuídos de acordo com a energia comercializada por Agente. Desta forma, respondem por uma parcela maior da contribuição total os Agentes que comercializem maiores montantes de energia. [2]

### **6.6 Obrigatoriedade de Contratar a Totalidade de Energia**

Através do Decreto nº 5.163 de 30 de julho de 2004, no inciso III do seu art. 2º, os consumidores que comprem energia no mercado livre devem dispor de contratos que garantam a totalidade de sua carga:

“Art. 2º Na comercialização de energia elétrica de que trata este Decreto deverão ser obedecidas, dentre outras, as seguintes condições:

I - os agentes vendedores deverão apresentar lastro para a venda de energia e potência para garantir cem por cento de seus contratos, a partir da data de publicação deste Decreto;

II - os agentes de distribuição deverão garantir, a partir de 1º de janeiro de 2005, o atendimento a cem por cento de seus mercados de energia e potência por intermédio de contratos

registrados na Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE e, quando for o caso, aprovados, homologados ou registrados pela ANEEL; e

III - os consumidores não supridos integralmente em condições reguladas pelos agentes de distribuição e agentes vendedores deverão, a partir de 1º de janeiro de 2005, garantir o atendimento a cem por cento de suas cargas, em termos de energia e potência, por intermédio de geração própria ou de contratos registrados na CCEE e, quando for o caso, aprovados, homologados ou registrados na ANEEL.” [20]

Deste modo, assim como por parte das distribuidoras, os clientes livres têm como obrigação possuir contratos de compra e venda de energia de maneira que garanta o seu atendimento à totalidade de sua carga. A garantia de atendimento pode ocorrer com a existência de um ou mais contratos, geração própria ou ter parte da energia comprada como consumidor cativo. Tal obrigatoriedade surgiu para incentivar contratos de longo prazo, devido aos grandes investimentos que são feitos no setor de geração de energia elétrica e os longos prazos para amortização dos mesmos.

O não cumprimento desta exigência pode acarretar em penalidades ao cliente livre. O Preço de Referência para Penalização, utilizado para valorar a Insuficiência de Lastro de Energia dos agentes, consumidores livres, é determinado pelo maior valor entre o Preço Médio de Liquidação das Diferenças para Penalização e o Valor de Referência publicado pela ANEEL. O Preço Médio de Liquidação das Diferenças para Penalização, corresponde à média do PLD ponderada pela carga do mercado, no mês de apuração.

## **7. Tarifas e Encargos para o Cliente Livre**

Para os clientes livres conectados ao sistema de transmissão a tarifa a ser paga é a TUST e aos ligados ao sistema de distribuição ficam a cargo do TUSD.

Encargos legais de responsabilidade das geradoras, distribuidoras e transmissoras serão incluídos no TUSD, TUST ou acrescido no valor negociado no CCVE. Outra possibilidade é ser cobrado no momento da liquidação das transações no mercado de curto prazo da CCEE.

### **7.1 TUST - Tarifa de Uso do Sistema Elétrico de Transmissão**

A Tarifas de Uso do Sistema de Transmissão (TUST) é a remuneração paga pelos usuários para as prestadoras de serviço público de transmissão. Tal pagamento pelo uso do sistema de transmissão é feito conforme a Resolução Normativa ANEEL nº 559/2013. O cálculo da TUST é realizado a partir de simulação do Programa Nodal, que utiliza como dados de entrada a configuração da rede, representada por suas linhas de transmissão, subestações, geração e carga e a Receita Anual Permitida (RAP) total a ser arrecadada no ciclo. Geradores e demanda devem pagar 50% cada um do RAP do período analisado.

#### **7.1.2 Componentes Específicos do TUST para Clientes Livres**

Existe encargos setoriais que devem ser pagos por todos os usuários do SIN portanto cabível também ao consumidor livre sendo eles:

- A Conta de Consumo de Combustíveis (CCC): instituída pela Lei nº 5.899, de 05 de julho de 1973, e regulamentada pelo Decreto nº 73.102, de 07 de novembro de 1973. A CCC tem como finalidade ratear o ônus decorrente da geração térmica de energia.
- Conta de Desenvolvimento Energético (CDE): Regulamentado pelos Decretos nº 4.541/2002 e nº 7.891/2013, tendo valor fixado pela ANEEL.
- Quotas de custeio do PROINFA.

## **7.2 TUSD - Tarifa de Uso do Sistema Elétrico de Distribuição**

Foi criada pelo § 6º do art. 15 da Lei nº 9.074/95 aplicável devido ao uso do sistema de distribuição. O TUSD tem como objetivo custear os gastos das distribuidoras. A taxa a ser cobrada dos consumidores livres deve ser proporcional aos seus consumos efetivos.

## 8. Números do Mercado Livre de Energia

Através do gráfico apresentado na Figura 8 podemos ver a evolução na participação no ACL. A queda ocorrida no número de consumidores livres no ano de 2008 foi devido a migração de consumidor livre para consumidor especial.

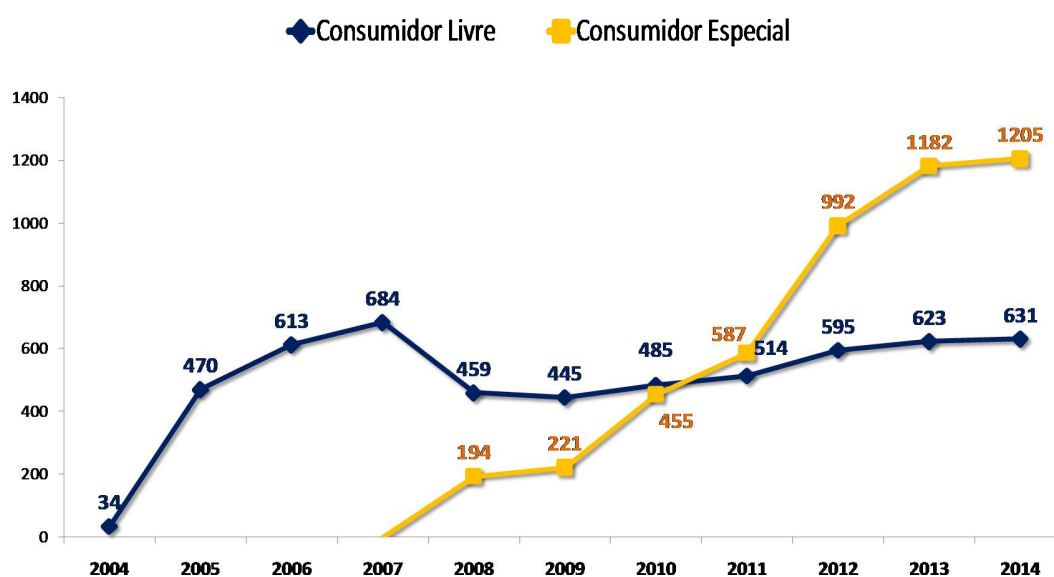


Figura 8 Evolução dos Consumidores Livres. [21]

Considerando a participação do ACL quanto a carga podemos observar, nas Figura 9 que uma importante parcela da energia elétrica já está sendo negociado no ACL, quase a totalidade dos consumidores de grande porte está no Mercado Livre, aproximadamente 60% do PIB brasileiro. O recuo na participação, que se vê no ano de 2014 se deve a instabilidade política e aos altos valores de alcançados pelo PLD. Os valores de PLD médio para o ano de 2014 foi de 699,73 R\$/MWh valor elevado se comparado ao de 2013 (263,07 R\$/MWh) e 2012 (166,69 R\$/MWh). [21]

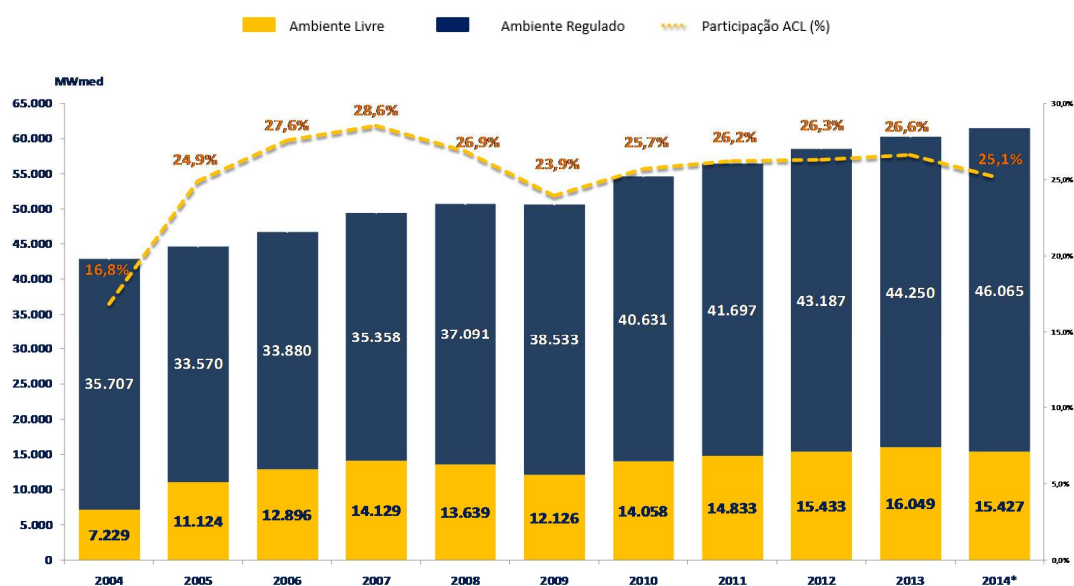


Figura 9 Participação da ACL Quanto a Carga [21]

De acordo com dados apresentados por Rui Altieri, Presidente do Conselho de Administração da CCEE no 3º Encontro Nacional de Consumidores Livres a participação que hoje se encontra em 25% (vinte e seis por cento) pode ser ampliada para 46% (quarenta e seis por cento) considerando as regras atuais para ingresso no ACL. Destes os consumidores aptos a migrar 74% são potenciais consumidores especiais e 26% (vinte e seis por cento) consumidores livres. Podendo chegar a 58% (cinquenta e oito por cento), caso ocorra a liberação flexibilização das regras de ingresso no ACL.(Andrade & Canellas apud [21])

Tal mudança poderia ter um impacto de até 5% (cinco por cento) na parcela de energia do custo final dos consumidores cativos.



## 8.1 Números de Maio de 2016

Como podemos observar através da Tabela 2 o mercado livre de energia elétrica ainda está se expandindo, tanto quando se comparado com a mês anterior como quando comparado ao mesmo mês do ano anterior.

Tabela 2 Comparativo do consumo por ambiente de contratação [26]

Ambiente	mai/16	Representatividade (%) mai/2016	jun/16	Variação (%) mai/16 - jun/16	mai/15	Representatividade (%) mai/2015	Variação (%) mai/16 - mai/15
ACR	44.359	74,4%	43.542	-1,8%	44.418	75,1%	-0,1%
ACL*	15.232	25,6%	15.613	2,5%	14.692	24,9%	3,5%
<b>Total</b>	<b>59.590</b>	<b>100,0%</b>	<b>59.154</b>	<b>-0,7%</b>	<b>59.110</b>	<b>100,0%</b>	<b>0,8%</b>

Tal progressão nos números, dentre outros motivos, é devido a redução do valor do PLD. Como podemos observar pelas Figura 10 o valor está próximo ao valor mínimo de PLD tendo valor médio de R\$ 86,47/MWh, valor bem inferior aos encontrados em anos anteriores. [26]

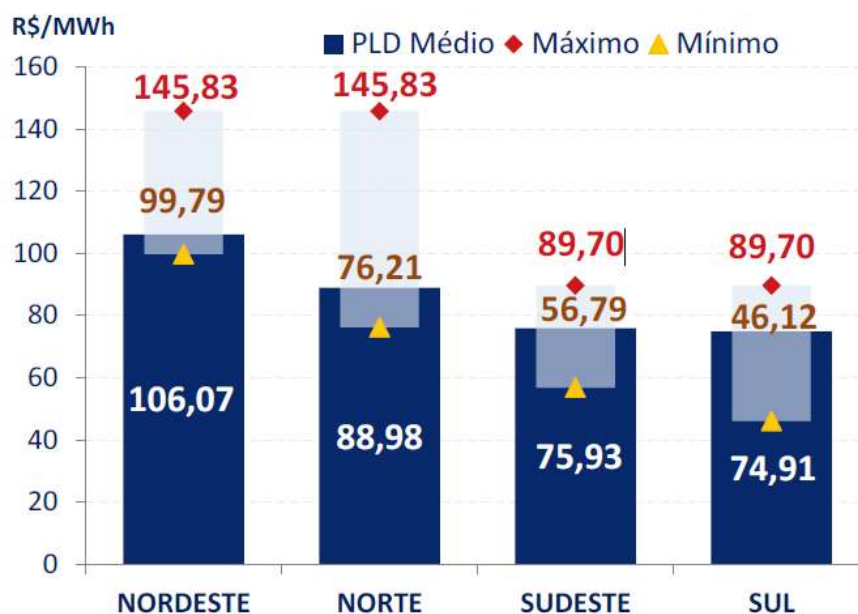


Figura 10 Preço da Liquidação das Diferenças em Maio de 2016 [26]

Outro dado importante a se analisar é a participação do mercado quanto ao seu submercado de atuação e seu ramo de atividade.

Quanto ao seu submercado podemos ver através da Tabela 3 que a maior adesão ao ambiente livre de contratação se encontra nos mercados SE/CO e Norte se considerando a porcentagem da participação em ambos os ambientes. Importante observar também que o submercado SE/CO contribui com mais de 60% da energia comercializada através da ACL.

Tabela 3 Consumo por Ambiente de Contratação e Submercado [26]

Submercado	Consumo (MW médio) Participação (%) - mai/16	ACR	ACL	Total
SE/CO	Consumo	24.747,259	9.669,029	34.416,288
	Participação	72%	28%	100%
S	Consumo	7.823,611	2.189,769	10.013,381
	Participação	78%	22%	100%
NE	Consumo	8.150,507	1.873,219	10.023,726
	Participação	81%	19%	100%
N	Consumo	3.637,224	1.499,771	5.136,995
	Participação	71%	29%	100%

Quanto ao ramo de atividade podemos ver através da Tabela 4 os valores para cada ramo de atividade e sua evolução comparada ao mês anterior e ao ano anterior. A queda que pode ser vista na atividade extração de minerais metálicos se deve a catástrofe ocorrida em novembro em Mariana.

Tabela 4 Consumo no ACL por Ramo de Atividade [26]

Ramo de Atividade	mai/16	jun/16	Variação (%) mai/16 - jun/16	mai/15	Variação (%) mai/16 - mai/15
METALURGIA E PRODUTOS DE METAL	4.527	4.938	9,09%	4.189	8,05%
QUÍMICOS	1.777	2.121	19,35%	1.714	3,66%
MINERAIS NÃO-METÁLICOS	1.647	1.661	0,89%	1.578	4,32%
MADEIRA, PAPEL E CELULOSE	1.043	1.124	7,79%	924	12,90%
MANUFATURADOS DIVERSOS	916	996	8,74%	835	9,73%
ALIMENTÍCIOS	916	987	7,76%	785	16,71%
EXTRAÇÃO DE MINERAIS METÁLICOS	1.343	1.269	-5,53%	1.567	-14,29%
VEÍCULOS	515	548	6,46%	519	-0,70%
SERVIÇOS	578	594	2,88%	527	9,54%
TÊXTEIS	473	509	7,77%	451	4,70%
COMÉRCIO	321	326	1,48%	250	28,72%
TRANSPORTE	193	189	-2,12%	191	1,22%
BEBIDAS	135	138	2,41%	117	15,89%
SANEAMENTO	119	118	-1,17%	110	8,80%
TELECOMUNICAÇÕES	97	94	-3,49%	95	2,80%
<b>TOTAL</b>	<b>14.599</b>	<b>15.613</b>	<b>6,94%</b>	<b>13.850</b>	<b>5,40%</b>

A maior participação no mercado livre de energia, um acréscimo de cerca de 5,4% se deve a novas cargas ingressantes no ACL, se desconsiderado as novas cargas encontrasse uma redução de 1,1%. [26]

Como visto na Figura 11 quase todos os ramos de atividade tiveram evolução positiva, aumentado seu consumo de energia adquirida no ACL, porem se não considerado o as novas cargas os valores não são tão animadores.

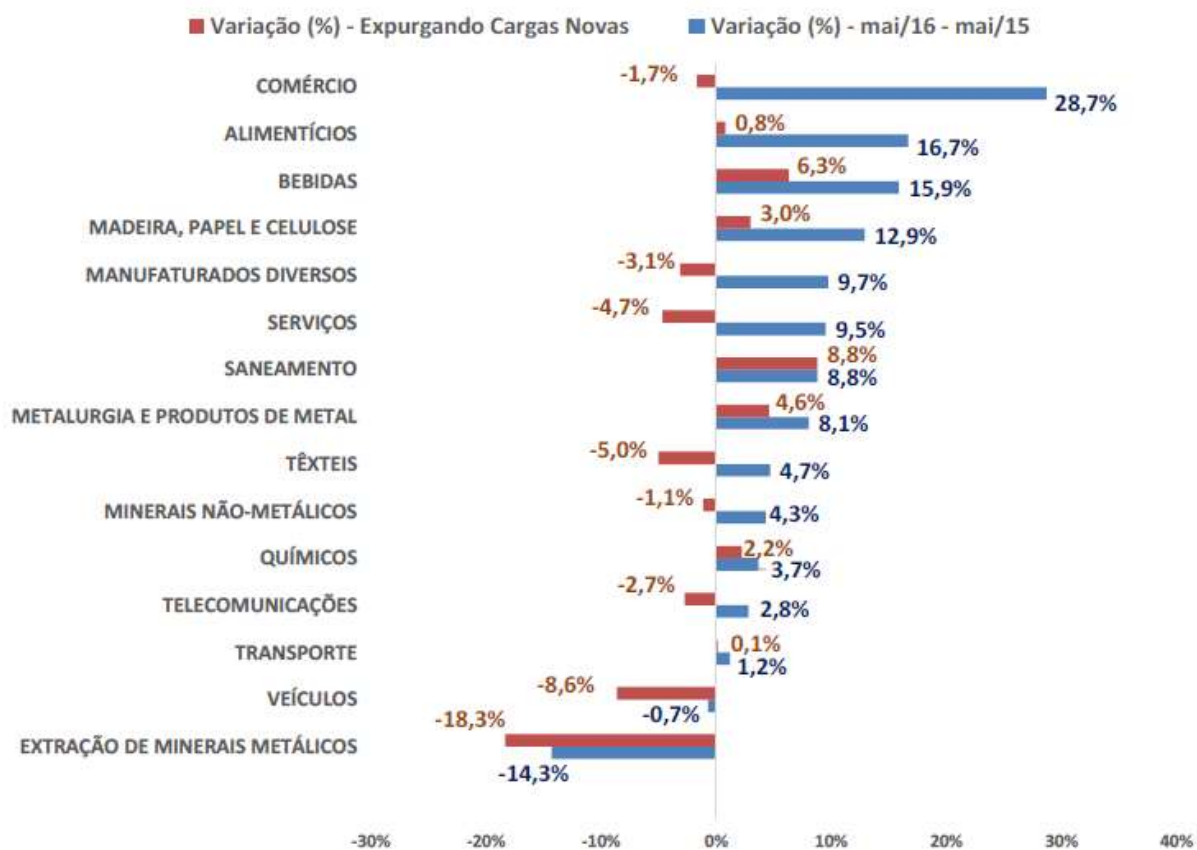


Figura 11 Comparativo de Consumo por Ramo de Atividade no ACL [26]

## 9. Mercados Internacionais de Energia Elétrica

A reforma no mercado de energia realizado na Inglaterra e País de Gales (I&PG) pode ser considerada o paradigma e referencia para a reestruturação que se alastrou pelo mundo a partir dos anos 1990. As medidas tomadas na reestruturação britânica foram tomadas como “modelo” a ser seguido e portanto repetidas na maioria das posteriores reestruturações de sistemas elétricos regionais, modelo que também foi seguido na reestruturação realizada no Brasil.

O modelo da I&PG foi definido em 1988, possuindo como suas as diretrizes a ser seguida:

- Desverticalização da geração e transmissão
- Liberalização e desconcentração da geração
- Desverticalização da distribuição e comercialização e liberalização progressiva da última.
- Criação de um mercado atacado de energia
- Criação do regulador setorial e
- Implantação de um novo regime tarifário para as atividades monopolistas.

Norteados pela reforma da I&PG o mercado livre de energia vem ganhando cada vez mais espaço nas políticas energéticas internacionais. Atualmente são mais de 100 países que promoveram a reestruturação com base no modelo I&PG. Exemplo disso são as políticas aplicadas em toda a União Europeia, onde todos os consumidores podem optar por adquirir sua energia através do mercado livre de energia. [22]

As regras de entrada no mercado livre são distintas para cada país, mas podemos, superficialmente, definir os requisitos de inserção ou a inexistência deles para alguns países a seguir:

- Nova Zelândia e Austrália: todos são consumidores livres.
- Nord Pool (mercado multinacional de eletricidade dos países nórdicos): todos são consumidores livres.
- Estados Unidos: na Califórnia, nos estados da Nova Inglaterra e os estados atendidos pela PJM a maioria dos consumidores são livres.
- Peru: entre 0,2 MW e 2,5 MW podem optar; acima de 2,5 MW são necessariamente livres.
- Chile: entre 0,5 MW e 2,0 MW podem optar; acima de 2 MW são necessariamente livres.

Diferentemente do modelo nacional os modelos mais maduros como do I&PG e o Nord Pool não colocam restrições de carga nem tensão mínima para inserção no mercado livre de energia. [23]

Outro ponto importante a se ressaltar é o funcionamento do mercado spot e a quantidade despachada por cada usina. No modelo de mercado brasileiro, como já visto anteriormente, os despachos e o preço a ser comercializado no mercado de curto prazo, o Preço de Liquidação das Diferenças, são definidos por modelos computacionais (NEWAVE e DECOMP), já nos modelos aplicados no I&PG e no Nord Pool o valor reflete o equilíbrio entre oferta e demanda e o despacho físico é determinado pelo “despacho comercial”, ou seja cada usina despacha a quantidade de energia que a mesma vendeu no mercado de energia. Os modelos de mercado aplicados no I&PG e o Nord Pool serão melhor definidos em à frente. [24]

### 9.1 Modelo de Mercado Britânico

Para que existisse concorrência na geração de energia, introduziu-se durante a reestruturação do mercado da I&PG, um mercado único de energia, o Electricity Pool. O Pool funcionava como um leilão onde os todas as unidades geradoras faziam lances, contendo preço e os valores de carga mínima e tempo de resposta no dia anterior ao dia a ser comercializado. Os lances então eram ordenados por mérito, pelo operador do sistema, em ordem crescente de preço. [27]

O valor recebido pelas geradoras (Pool Purchase Price - PPP) era composto pelo System Marginal Price (SMP), este definido pelo valor do lance mais alto dentre as usinas que entraram em operação, e os encargos de capacidade. Os encargos de capacidade tinham como objetivo estimular investimentos, tendo como base para remuneração a capacidade disponível nas unidades geradoras. [27]

Os consumidores pagavam pelo Pool Selling Price (PSP), valor tal superior ao PPP. O valor excedente, montante denominado uplift, era devido outros custos de operação, como despesas adicionais de transmissão e serviços necessários para manter a qualidade e segurança do suprimento. [22]

Em 1997 o modelo britânico aparentava sinais de estagnação portanto discussões para nova alteração foram iniciadas, culminando na substituição do Pool pela New Energy Trade Agreement (NETA) em 2001. No novo sistema, contratos bilaterais são a principal forma de negociar energia tendo cada gerador responsabilidade sobre o seu despacho. A comercialização se dá em quatro mercados independentes, sendo a UK Power Exchange (UKPX) a mais importante em termos de volume negociado. Os preços de seus contratos spot para cada meia hora (do dia corrente e do dia seguinte) da UKPX são encarados como o preço spot na I&PG. [22]

## 9.2 Modelo do Nord Pool

O Nord Pool é o primeiro mercado multinacional de eletricidade e compreende Noruega, Suécia, Finlândia e Dinamarca. A sua origem ocorreu com a criação do mercado nacional na Noruega em 1991<sup>197</sup>. Ao agregar a Suécia, em 1996, se tornou um mercado internacional. Seguiram-se Finlândia (1998), Oeste da Dinamarca (1999) e Leste da Dinamarca (2000). [22]

O processo de integração do mercado da eletricidade nos países nórdicos começou no início dos anos 1990, quando o governo noruegues desregulou as atividades do setor elétrico. O setor elétrico noruegues que era altamente regulamentada foi segmentada em quatro actividades principais: as atividades de geração e fornecimento foram liberalizados completamente e permitiu à livre concorrência, enquanto as atividades de transmissão e distribuição continuaram como monopólios regulados pelo Estado. A reforma entrou em vigor a partir de primeiro de janeiro de 1991, com a implementação da Energy Act, cujo os objectivos visam a eficiência no setor e eliminar as diferenças de preços [28]

Os montantes de energia no Nord Pool são negociados em cinco mercados distintos: os mercados físicos Elspot, Elbas e o mercado de balanço e os mercados financeiros, Eltermin e Eloption. O Nord Pool também administra um mecanismo de clearing (NEC).

No Elspot, os lances são efetuados no dia anterior ao despacho, existindo um prazo mínimo de 12 horas entre o lance e a execução da transação. Os participantes fazem seus lances de pares de quantidades e preços para cada hora e o operador de mercado agrega esses lances para formar as curvas de demanda e oferta e, em seguida, determinar os preços que fecham o mercado para cada

hora. Este preço, também chamado de preço spot, é o mesmo para Noruega, Suécia, Finlândia e Dinamarca, e é usado como referência para o mercado futuros e de opções. O cálculo deste preço spot não leva em consideração a capacidade de transmissão das linhas de transmissão, portanto, pode às vezes gerar congestionamentos. Para reduzir os riscos de não fornecimento ou o não pagamento, todos os contratos são realizados entre o Nord Pool e cada um dos participantes. [27,28]

O mercado Elbas é um mercado de ajustamento para a Suécia e Finlândia, que fornece a possibilidade de negociar energia mais próximo do momento da entrega.

O Eltermin, mercado financeiro do Nord Pool, negocia dois tipos principais de contratos: futuros e *forward*. A diferença entre os tipos de contrato é o modo de liquidação. Os contratos de futuros têm dois componentes: um diário, o qual o comprador e o vendedor acertam as diferenças decorridas de mudanças no valor de mercado dos contratos ao fim de cada dia, e outro ao fim do período do contrato, em que se acertam as diferenças entre o último valor do contrato antes de atingir a maturidade e os preços spot de referência correspondente às horas contratadas no momento da entrega. Esse ajuste é conduzido diariamente durante o período contratado, assim as perdas e ganhos são identificadas rapidamente pelo gestor dos contratos. Os contratos forward não são creditados a cada mudança diária no seu valor, seu valor de mercado oscila de acordo com as variações diárias, mas o ajuste financeiro só ocorre no fim do contrato, durante o período de entrega da energia contratada. [27]



## 10. Conclusão

Através do estudo realizado nesse trabalho, com objetivo de dar ao leitor uma visão abrangente e prática sobre o mercado de energia elétrica com um foco maior no ambiente livre de comercialização, de maneira que o este traga um embasamento mínimo para começar a fazer uma análise de uma possível futura migração de mercado.

Outro ponto importante a se frisar é a crescente migração para o mercado livre ajudando na redução da tarifa mesmo para os consumidores do mercado cativo. O aumento da migração vem acontecendo devido ao aumento da credibilidade no mercado livre de energia e os preços mais competitivos que são aplicados no ACL. Apesar disso, como visto no capítulo 8, observasse como ainda existe margem para crescimento sem alteração da legislação e se alterado existe uma margem maior, objetivo que deveria ser buscado já que a maior participação no ACL ajuda na redução da tarifa.

Cabe aqui mencionar a imaturidade do modelo de mercado nacional quando comparados a modelos mais antigos, a limitação para participação do mercado livre e precificação são limitantes que deveriam ser alterados para a maior adesão ao mercado livre e assim ajudar na modicidade da tarifa de energia elétrica.

## 11. Referências Bibliográficas

- [1] **BRASIL, MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA**, “Projeto RESEB – Com Sumario Executivo das Sugestões,” **2001**.
- [2] **CCEE**, “Visão Geral das Operações na CCEE,” **2014**.
- [3] **BRASIL, MINISTERIO DE MINAS E ENERGIA**, “Modelo Intitucional do Setor Elétrico Brasileiro,” **2003**.
- [4] **ONS (2016, 29 de maio)**, Visão Geral do ONS [online]. **Disponível em:**  
**[http://www.ons.org.br/institucional/o\\_que\\_e\\_o\\_ons.aspx](http://www.ons.org.br/institucional/o_que_e_o_ons.aspx)**
- [5] **ANEEL (2016, 28 de maio)**, A Aneel [online]. **Disponível em:** **<http://www.aneel.gov.br/a-aneel>**
- [6] **CCEE (2016, 28 de maio)**, Razão de Ser [online]. **Disponível em:**  
**[http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/quem-somos/razao-de-ser?\\_adf.ctrl-state=1p91eqhiq\\_4&\\_afLoop=1118807596425265](http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-somos/razao-de-ser?_adf.ctrl-state=1p91eqhiq_4&_afLoop=1118807596425265)**
- [7] **ARCE P. E. B.**, “Contratação de Energia no Ambiente de Contratação Livre,” **2011**.
- [8] **FLOREZI G.**, “Consumidores Livre de Energia Uma Visão Prática,” **2009**.
- [9] **CCEE**, “Regras de Comercialização - Preço da Liquidação das Diferenças,” **Versão 1.0**.
- [10] **CCEE e ONS**, “Treinamento NEWAVE – DECOMP: O SIN e os modelos para o Planejamento da Operação Energética.”
- [11] **CEPEL(2016, 27 de maio)**, NEWAVE - Modelo de Planejamento da Operação de Sistemas Hidrotérmicos Interligados de Longo e Médio Prazo [online]. **Disponível em:**  
**<http://www.cepel.br/produtos/newave-modelo-de-planejamento-da-operacao-de-sistemas-hidrotermicos-interligados-de-longo-e-medio-prazo-1.htm>**

- [12] **CEPEL (2016, 27 de maio)**, DECOMP - Modelo de Planejamento da Operação de Sistemas Hidrotérmicos Interligados de Curto Prazo [online]. **Disponível em:**  
**<http://www.cepel.br/produtos/decomp-modelo-de-planejamento-da-operacao-de-sistemas-hidrotermicos-interligados-de-curto-prazo.htm>**
- [13] **CCEE**, “Info PLD - Encontro Adicional - Projeção do PLD,” **2015**
- [14] **ONS**, Modelo de Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão.
- [15] **ONS**, Modelo de Contrato de Uso do Sistema de Transmissão.
- [16] **LIGHT – SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A.** , Contrato de Uso do Sistema de Distribuição.
- [17] **ONS**, Modelo de Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão.
- [18] **LIGHT – SERVIÇOS DE ELETRICIDADE S.A.**, Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição
- [19] **BRASIL**, Lei nº 9.074, de 7 de julho de 1995.
- [20] **BRASIL**, Decreto nº 5.163, de 30 de julho de 2004
- [21] **ALTIERI R.**, “Comercialização de Energia Elétrica: mercado livre e representatividade da biomassa” **apresentado em: Ethanol Summit, São Paulo, Brasil, 2015.**
- [22] **LOSEKANN L. D.**, “Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro: Coordenação e Concorrência,” **2003.**
- [23] **WALVIS A. e GONÇALVES E. D. L.**, “Avaliação das reformas recentes no setor elétrico brasileiro e sua relação com o desenvolvimento do mercado livre de energia,” **2014.**
- [24] **FREIRE L. M.**, “Mercados de Energia Elétrica - Experiência Internacional e o Modelo Brasileiro de Comercialização de Energia,” **apresentado em: Enerlivre, São Paulo, Brasil, 2010.**
- [25] **CCEE**, Info PLD; Encontro Adicional; Porjeção do PLD, **2015.**

[26] **CCEE**, Info Mercado Mensal Maio de 2016, **2016**.

[27] **FERRAZ R. C. de M.**, Regulação de Mercados de Energia Elétrica: Estudo dos Casos Britânico, Norueguês e Brasileiro, **2006**.

[28] **GARCÍA J. J. e PALACIOS C. M.**, La Integración Energética de los Países Nórdicos –Nord Pool–: Lecciones para Otros Mercados, **2006**.