

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**LEILÕES DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA:
UM MODELO PARA O MERCADO REGULADO NO BRASIL**

TESE SUBMETIDA À UFPE
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR
POR

EDUARDO HENRIQUE DINIZ FITTIPALDI

Orientador: Prof. FRANCISCO S. RAMOS

RECIFE, JUNHO / 2005

Fittipaldi, Eduardo Henrique Diniz

**Leilões de comercialização de energia elétrica:
um modelo para o mercado regulado no Brasil /
Eduardo Henrique Diniz Fittipaldi. – Recife : O Autor,
2005.**

x, 202 folhas : il., fig., tab.

**Tese (doutorado) – Universidade Federal de
Pernambuco. CTG. Engenharia de Produção, 2005.**

Inclui bibliografia e anexos.

**1. Engenharia de produção – Qualidade. 2.
Mercado de energia elétrica – Comercialização. 3.
Teorias dos jogos e dos leilões – Compra e venda de
energia elétrica – Mecanismos. 4. Modelo para leilões
– Mercado regulado. I. Título.**

**658.7
658.26**

**CDU (2.ed.)
CDD (22.ed.)**

**UFPE
BC2005-427**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA
DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DE

EDUARDO HENRIQUE DINIZ FITTIPALDI

***“Leilões de Comercialização de Energia Elétrica: Um Modelo
para o Mercado Regulado no Brasil”.***

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENGENHARIA DA QUALIDADE

A comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, sob a presidência do primeiro, considera o candidato EDUARDO HENRIQUE DINIZ FITTIPALDI **APROVADO.**

Recife, 27 de junho de 2005.

Prof. FRANCISCO DE SOUSA RAMOS, Docteur (UFPE)

Prof. ADIEL TEIXEIRA DE ALMEIDA, PhD (UFPE)

Prof. FERNANDO MENEZES CAMPELLO DE SOUZA, PhD (UFPE)

Prof. PAULO GLÍCIO DA ROCHA, Doutor (CHESF)

Prof. NIVALDE JOSÉ DE CASTRO, Doutor (UFRJ)

Dedico a Deus, nosso Criador, razão maior da nossa existência.

Agradeço a Ele por minha esposa Jacqueline e pelos filhos dEle, Tiago, Mateus e João Vítor, que nos dá a graça de cuidarmos deles aqui na terra. Obrigado pelo amor de vocês. São em situações como essa, mais uma vez, que vemos que o verdadeiro amor existe e está bem vivo dentro de cada um de nós.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e pela saúde, que são os verdadeiros valores que possuímos.

Aos meus pais, pela educação que me deram e por tudo que fizeram e sempre fazem por mim.

A toda minha família e à família da minha esposa, particularmente meu sogro José Meneses (in memoriam), por todo o apoio e incentivo.

À Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e ao Departamento de Engenharia de Produção, pelas oportunidades que nos são dadas.

Ao meu orientador e amigo, Professor Francisco Ramos, mais uma vez, pela orientação acadêmica e profissional, pela paciência e apoio em todo esse período e por me mostrar novamente uma outra visão das coisas.

Ao Professor Adiel Teixeira de Almeida, pela amizade, ensinamentos, apoio e incentivo.

Ao Professor Fernando Campello pelas chances que tive de assistir suas aulas e aos inúmeros ensinamentos e incentivos transmitidos.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – PPGEP, por todos os ensinamentos e apoio e aos inúmeros amigos e colegas do programa, pela amizade, apoio e incentivos dados ao longo de todo esse período.

Aos funcionários do PPGEP, particularmente Ivany Arruda, Juliane Marques Santiago e Jane Alves, pela paciência, dedicação e apoio que elas têm prestado e demonstrado a todos os alunos indiscriminadamente.

À CHESF, pelo apoio, agradeço ao Presidente Dilton da Conti, e aos inúmeros amigos chesfianos que muito me apoiaram e ajudaram nessa tese. Particularmente queria registrar o grande apoio e incentivos dados pelos amigos Márcio Freire, Teófilo Cavalcanti, José Carlos Miranda, Paulo Glício da Rocha e a todos os amigos do Departamento de Relações Comerciais (DRC) da CHESF que são como uma verdadeira família dentro da empresa. Particularmente queria agradecer por todo o apoio e pelas discussões ao amigo Marco Antônio Queiroz e ainda pelo desenvolvimento do excelente simulador de leilões onde pudemos analisar os dois modelos.

Aos amigos do núcleo de estudos energéticos da UNICAMP, Professor Paulo Correia, Fernando Munhoz, Gustavo Masili, Tiago Correia, Carla Lanzotti, Marco Keiler, Erick Azevedo e Adriano Silva, pelo apoio, incentivo, discussões e ensinamentos.

A todos os que me ajudaram e apoiaram, direta ou indiretamente, o meu eterno muito obrigado.

RESUMO

O setor elétrico pode ser considerado um dos insumos básicos para o crescimento da economia de qualquer país ao redor do mundo. No Brasil, este setor, que teve um grande crescimento nas décadas de 60 e 70, começou a sentir os efeitos da crise econômica que atingiu o mundo na década de 80. A fim de obter recursos suficientes para que o mesmo pudesse crescer na proporção requerida pelo crescimento da demanda, o governo brasileiro partiu para a realização de um processo de reforma e reestruturação que afetou profundamente a operação e o funcionamento da indústria elétrica no país. As atividades de geração, transmissão e distribuição foram segregadas e a atividade de comercialização de energia foi criada. Dessa forma, os setores de geração e comercialização, passíveis de comportar várias empresas em sua estrutura, tornaram-se concorrenciais, onde as empresas atuantes poderiam escolher de quem negociar a compra ou a venda de sua energia. Já os setores de transmissão e de distribuição, monopólios naturais, permaneceriam sendo controlados e regulados pelo governo. A nova atividade surgida, comercialização, aparece como livre para a entrada de qualquer agente estatal ou privado. Foi introduzida também a figura do mercado atacadista de energia elétrica, onde se daria o fechamento entre as energias contratadas e efetivamente consumidas. Após um período de racionamento na indústria de energia elétrica, provocado, principalmente, por uma seqüência de vazões hidrológicas desfavoráveis nas bacias dos reservatórios e pela falta de investimentos no setor, o governo brasileiro partiu para um novo processo de reforma que apresentava objetivos específicos na sua estruturação: modicidade tarifária, garantia no suprimento de energia, estabilidade regulatória e inserção social com a universalização no atendimento. Esse modelo prevê a comercialização de energia em dois ambientes distintos: um livre e um regulado.

A tese apresenta esses processos de reformas do setor elétrico brasileiro, apontando as suas principais causas e repercussões. Ênfase é dada à nova atividade surgida após esses processos: a comercialização de energia, com suas mais diferentes formas e estruturas. Destaque ainda maior é dado aos mecanismos de leilões que têm sido a principal forma utilizada na compra e venda de energia elétrica entre os vários agentes participantes desse mercado. Dessa forma, são apresentadas várias modalidades e formatos de leilões que vêm sendo utilizados na comercialização de energia no setor elétrico brasileiro nos últimos anos, com os resultados verificados nesses processos.

Em seguida, é proposto o desenvolvimento de um mecanismo de comercialização de energia elétrica no ambiente regulado, onde o governo determina as regras a serem seguidas para as negociações com a energia elétrica. O modelo proposto apresenta inicialmente um mecanismo de formação de *matchings* estáveis e em seguida um processo de leilão com uma fase aberta e uma fase fechada. Esse modelo difere do atual modelo implantado pelo governo federal e pretende, a partir das hipóteses estabelecidas para os agentes e a estrutura do mercado brasileiro, a obtenção, em uma forma mais direta, as metas propostas quando da definição do modelo. É feita em seguida uma simulação com os dois modelos para efeito de comparação entre eles. Observa-se que o modelo proposto, devido às amplas possibilidades abertas aos agentes para a negociação das energias, pode vir a atingir as metas propostas mais diretamente, particularmente a modicidade tarifária e a garantia no suprimento com a contratação de toda a energia requerida. Discutem-se, finalmente, algumas estratégias a serem utilizadas por agentes compradores, vendedores e pelo próprio governo que agirá como leiloeiro nesse ambiente de contratação regulada.

ABSTRACT

The electric sector can be considered one of the basic researches for the economy growth of any country around the world. In Brazil, this sector which had a high growth in the sixties and seventies was affected by the world economical crisis in the eighties. In order to obtain enough resources for its growth by the increase of demand, the Brazilian government started a procedure of changes affecting deeply the operation of the electric industry in our country. The activities of generation, transmission and distribution were divided and the activity of energy trading was established. This way, the generation and trading sectors which could support several companies, they became contestants and the acting companies could trade the purchase and sale of their energy. The sectors of transmission and distribution, normal monopoly, will remain being controlled and regulated by the government. The new activity “trading” appears as a free for any state or private agent. I was also established the wholesale market of electric energy linking the contracted energy and the consumed one. After the period of ration of energy in the industry of electric energy caused by unfavorable water flow in the reservoir and by lack of investments in the sector, the Brazilian government started a new procedure of reform which presented specific objectives such as: rate reduction, guarantee in energy supply, adjustment stability and social inset with global service. This model predicts the trading of energy in two different environments: a free and a regulated one.

The thesis presents these reform procedures in the Brazilian electric sector indicating its main causes and effects. It is given an emphasis to the new activity done after these procedures: trading of electric energy including its several different ways and structure. A distinction is created during the sale by auction which has been the major way used for buying as selling electric energy among the several agents in the market. This way, we present several kinds of auctions have taken place during the trading activity in Brazil during the last few years, including the results obtained in these processes.

Next we aim to do the development in the trading of electric energy in the controlled environment, where the government determines the rules to be followed during negotiation. The model we presented has a kind of stable matching and then a process of auction in two periods: free and restricted. It is different of the current one implanted by the federal government and it intends under the circumstances and the structure of the Brazilian market, to reach the goals when making its position clear. After comparing both models we can obviously see that the model we propose according to its possibilities for negotiating electric energy, we can reach the goal much more properly, privately rate reduction and guarantee for supplying of all electric energy required. Finally we discuss some strategies to be created by purchasers, sellers and by the government which is supposed to act as auctioneer in this environment of regulated agreement.

INDICE

	Página
1. INTRODUÇÃO – DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	01
2. PROCESSOS DE REFORMA E REESTRUTURAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL	05
2.1 Introdução	05
2.2 Histórico do Setor Elétrico no Brasil	06
2.3 Primeiro Processo de Reforma e Reestruturação	10
2.4 Segundo Processo de Reforma e Reestruturação	23
2.5 Conclusões	26
3. CONCEITUAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	29
3.1 Introdução	29
3.2 Teoria dos Jogos	29
3.3 Teoria dos Leilões	31
3.4 Teoria dos Leilões Aplicada ao Setor Elétrico: Processos de Compra e Venda de Energia	37
3.5 Conclusões	43
4. LEILÕES DE ENERGIA NO MERCADO BRASILEIRO	45
4.1 Introdução	45
4.2 Comercialização de Energia Elétrica	45
4.2.1 Aspectos Gerais	45
4.2.2 Comercialização no Mercado Brasileiro	48
4.3 Leilões de Energia no Mercado Brasileiro Organizados pelo MAE	50
4.4 Conclusões	54
5. MODELOS PARA LEILÕES DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	57
5.1 Introdução	57
5.2 Modelos de Leilão e Suas Funções de Otimização	59
5.3 Análise dos Modelos e Funções de Otimização	65
5.4 Conclusões	70
6. DESENVOLVIMENTO DO MODELO PARA LEILÕES DE ENERGIA NO AMBIENTE REGULADO	71
6.1 Introdução	71
6.2 Modelo Atual Desenvolvido pelo Governo	72
6.2.1 Primeiro Leilão de Empreendimentos Existentes	72
6.2.2 Segundo Leilão de Empreendimentos Existentes	76
6.3 Definição das Hipóteses	78
6.4 Modelo Proposto: Mecanismo de Compra de Energia no ACR	83
6.4.1 Primeira Fase: Leilão Duplo Fechado (<i>Matching</i>)	87

6.4.2	Segunda Fase	88
6.4.3	Terceira Fase: Leilão de Compra Aberto	88
6.4.4	Quarta Fase: Leilão de Compra Fechado	91
6.5	Desenvolvimento do Modelo Proposto	92
6.5.1	Primeira Parte do Mecanismo: Busca dos <i>Matchings</i> Estáveis (Primeira e Segunda Fases)	93
6.5.2	Segunda Parte do Mecanismo: Leilão de Compra e Venda de Energia (Terceira e Quarta Fases)	97
6.6	Conclusões	101
7.	ANÁLISE DOS MODELOS ATUAL E PROPOSTO – SIMULAÇÃO DE CASO EXEMPLO	103
7.1	Introdução	103
7.2	Mercado Hipotético	103
7.3	Simulação com os Modelos	105
7.4	Análise das Simulações: Comparações Entre os Modelos	116
7.5	Conclusões	119
8.	ESTRATÉGIAS DE COMPRA E VENDA NO AMBIENTE REGULADO	121
8.1	Introdução	121
8.2	Estratégias dos Compradores	121
8.3	Estratégias dos Vendedores	123
8.4	Estratégias do Leiloeiro	124
8.5	Conclusões	127
9.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	131
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	137
	ANEXOS	
	Anexo 1	145
	Anexo 2	163
	Anexo 3	171
	Anexo 4	179
	Anexo 5	191

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 2.1 – Segmentos do Novo Modelo do Setor Elétrico	13
Figura 2.2 – Contratos no Novo Modelo do Setor Elétrico	20
Figura 3.1 – Leilão com Produtos Homogêneos e Jogadores Especificados	39
Figura 3.2 – Leilão com Produtos Homogêneos e Jogadores Não Especificados	40
Figura 3.3 – Leilão com Produtos Heterogêneos e Jogadores Não Especificados	41
Figura 4.1 – Mercado Bilateral	47
Figura 4.2 – Mercado <i>Spot</i>	48
Figura 6.1 – Fluxograma do Modelo Atual do Governo – 1ª Fase	78
Figura 6.2 – Fluxograma do Modelo Atual do Governo – 2ª Fase	78
Figura 6.3 – Estrutura do Leilão de Compra de Energia	87
Figura 6.4 – Fluxograma do Mecanismo de <i>Matching</i> (marcação dos conjuntos i, j, h)	96
Figura 6.5 – Fluxograma para Definição das Quantidades nos <i>Matchings</i> Estáveis	97
Figura 6.6 – Fluxograma do Modelo Proposto (Leilão Aberto)	101
Figura 6.7 – Fluxograma do Modelo Proposto (Leilão Fechado)	101

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 4.1 – Resumo dos Leilões Organizados e Realizados pelo MAE	53
Tabela 5.1 – Variáveis para as Estruturas e Formulações de Modelos de Comercialização	58
Tabela 6.1 – Variáveis para os Fluxogramas do Modelo Atual Desenvolvido pelo Governo	77
Tabela 6.2 – Variáveis para os Fluxogramas do Modelo Proposto	100
Tabela 7.1 – Quantidades Disponíveis e Demandadas por Empresa – Caso Exemplo	104

1 INTRODUÇÃO – DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

O processo de reforma e reestruturação por que vem passando o setor elétrico brasileiro desde o final do século XX constitui um tema que tem despertado muito interesse para os analistas, pesquisadores e investidores no Brasil e no mundo. Muito mais do que uma simples mudança no controle acionário das diversas empresas atuantes, a reformulação por que vêm atravessando as áreas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no Brasil, introduziu profundas modificações na integração entre elas e na própria estrutura do setor que é essencial para o desenvolvimento da economia do país. Por tal processo de reestruturação, já passaram, e ainda vêm passando, os setores elétricos de diversos países ao redor do mundo como a Inglaterra, Noruega, Argentina, Chile, Estados Unidos, entre outros. Cada um deles com as suas peculiaridades específicas e características próprias, mas, que têm traços semelhantes com a estrutura do mercado brasileiro podendo vir a contribuir para o aperfeiçoamento e melhorias do atual modelo que foi implantado no país.

Com uma população com mais de 180 milhões de habitantes (dezembro/2004), um Produto Interno Bruto de mais de R\$ 1.514 bilhões (IBGE, 2004), uma capacidade instalada de 88,3 GW e um consumo médio mensal de eletricidade de 25.050 GWh (ELETROBRAS, 2004), o Brasil procurou adotar, desde o início do processo, um modelo capaz de garantir competitividade, investimento, eficiência e segurança (MAE, 2004).

Dada a essencialidade deste setor, é importante que se tenha uma visão crítica e se faça uma análise minuciosa sobre o modelo implantado no setor elétrico brasileiro após os processos de reforma e reestruturação com ênfase nos processos de comercialização de energia elétrica implantados. As principais formas para a compra e venda de energia no novo cenário são os leilões nas suas mais diversas formas e modalidades. Esses formatos de leilão apresentam, por sua vez, determinadas características de funcionamento e operacionalidade que os definem, avaliam e garantem a obtenção dos objetivos definidos no início do processo. O modelo do setor elétrico brasileiro implantado pelo governo federal baseia-se em quatro grandes premissas para a sua formatação:

- Modicidade tarifária (garantindo tarifas mais baixas aos consumidores finais)
- Segurança no suprimento da energia (a fim de prevenir racionamentos)
- Estabilidade do marco regulatório (como forma de atrair o capital privado)
- Inserção social (universalização do atendimento a todas as camadas da população)

Nesse modelo estão previstos dois ambientes para contratação de energia: um livre e um regulado. No ambiente livre, empresas de geração e de comercialização, além de consumidores livres, podem realizar negócios sem a intervenção direta do governo; já o ambiente regulado irá comportar as negociações de todas as empresas de distribuição na compra de energia a ser consumida pelos seus clientes cativos com empresas geradoras e/ou comercializadoras. Ressalte-se que no ambiente regulado a comercialização sempre se dará sob a forma de leilões enquanto no ambiente livre ela se dará, preferencialmente, nessa forma.

Por sua vez, o formato do leilão a ser utilizado na comercialização de energia elétrica entre as empresas é fundamental para se conseguir a implantação das premissas básicas definidas quando da elaboração do modelo do setor. No Brasil, vários têm sido os formatos e modalidades de leilões utilizados na compra e venda de energia elétrica entre os diversos agentes do setor, sejam eles privados ou estatais. A tese procura então analisar cada uma das modalidades disponíveis e utilizadas para esses mecanismos apresentando aquelas que seriam mais indicadas, sob certas condições e hipóteses. Será analisado o modelo atualmente proposto pelo governo para a comercialização no ambiente regulado e os resultados obtidos em dois leilões já realizados dentro dessas regras e formatação, verificando-se que não há garantia de que os objetivos propostos serão atingidos. A partir daí, a tese sugere um modelo completo para o leilão de comercialização de energia elétrica para o mercado regulado no Brasil e que vise obter e atingir, de uma forma mais incisiva, as premissas e metas definidas para o mercado brasileiro. Através de simulações realizadas com o modelo atualmente implantado e com o modelo proposto, serão apresentadas e discutidas as conseqüências da utilização de cada um desses formatos de leilão para o setor e como eles procuram obter as metas propostas. Em resumo, o objetivo principal da tese é desenvolver e analisar um modelo que garanta a implantação das metas definidas pelo governo para o ambiente de contratação regulada, totalmente passivo da ação do governo. Ressalte-se ainda que o modelo proposto em questão visa à comercialização de energia nesse ambiente para empreendimentos de geração já existentes. No mercado regulado, ainda de acordo com as regras estabelecidas para o modelo do setor elétrico, há ainda a comercialização de energia de novos empreendimentos, com outras normas, distintas das que serão apresentadas aqui. O modelo proposto aqui não prevê a comercialização de energia desses novos empreendimentos. O ambiente livre, como o próprio nome indica, deve possuir formatos específicos de comercialização que visem atender as expectativas dos organizadores (empresas vendedoras, comercializadoras ou consumidores livres) e negociar essa energia otimizando os objetivos definidos por eles.

A participação de uma empresa não se resume a apenas um único leilão. Nesse modelo do mercado de energia brasileiro várias são as possibilidades de leilões ocorrendo em tempos distintos. No ambiente regulado o governo definiu um formato específico para o leilão. A tese procura analisar esse modelo proposto, definindo os mecanismos a serem utilizados para a obtenção das metas traçadas. Esses mecanismos visam estabelecer um maior nível de comprometimento e participação dos agentes no processo. Além disso, entende-se que o governo deve procurar intervir para que, mesmo no ambiente livre, os formatos a serem definidos para os leilões procurem atingir as quatro principais metas propostas. A partir da obtenção dessas metas, buscar-se-á atingir a permanente melhoria da atuação das empresas de geração e/ou de comercialização no setor elétrico brasileiro.

Os modelos de otimização aqui propostos não devem ser encarados como determinantes para a definição de estratégias e ações de comercialização pelos gestores das diversas empresas atuantes nesse mercado. Devem ser utilizados como ferramentas de auxílio que visam fornecer aos gestores e aos decisores das empresas que atuam ou que queiram atuar no setor, um maior volume de informações e condições para que eles possam tomar as melhores decisões. Procura-se então, a partir do estudo e do modelo desenvolvido, fornecer algumas bases e sugestões que visam municiar os diversos agentes atuantes de elementos e informações que os tornem cada vez mais competitivos nesse mercado emergente e tão fundamental para a economia do país.

Como objetivos secundários, a tese apresenta ainda uma análise dos processos de reforma e reestruturação do setor elétrico brasileiro com os novos agentes atuantes no mesmo e o funcionamento do mercado de energia elétrica. Um mercado que busca a introdução da competição com a quebra do monopólio verificada após a reestruturação das grandes empresas atuantes até então no setor. Os diversos processos de leilão utilizados para a compra e venda de energia elétrica nesse período de implantação dos modelos serão apresentados com os resultados verificados em cada um deles. Alguns desses dados serviram de entrada para as simulações realizadas com o modelo atual e com o modelo proposto.

Esta tese está organizada da forma seguinte: o capítulo 2 apresenta os processos de reforma e reestruturação do setor elétrico brasileiro desde meados dos anos 1990 juntamente com um breve histórico do setor de energia elétrica no Brasil e processos de reestruturação em alguns países do mundo; o capítulo 3 faz uma revisão bibliográfica da teoria envolvida sobre o assunto: Teoria dos Jogos e Teoria dos Leilões com suas aplicações no setor elétrico; no capítulo 4 são discutidos os diversos leilões de compra e venda de energia elétrica realizados

no mercado brasileiro com as suas características e formatos (no anexo são apresentados os resultados verificados em cada um desses leilões, onde são discutidas, a partir desses resultados, as diversas prováveis estratégias utilizadas pelas empresas participantes dos mesmos); o capítulo 5 considera as diversas modalidades de leilão existentes e possíveis de serem realizadas no mercado brasileiro, juntamente com os processos de otimização envolvidos em cada um deles. O capítulo 6 apresenta e analisa o modelo implantado pelo governo federal para a comercialização de energia elétrica no mercado regulado bem como o modelo proposto para a compra e venda de energia nesse ambiente. No capítulo 7 é feito um estudo de caso a partir de simulações de um mercado hipotético utilizando-se os dois modelos onde são analisados aspectos distintos em cada um deles; o capítulo 8 define, a partir dos modelos analisados, algumas estratégias para compra e venda de energia elétrica no mercado brasileiro competitivo que poderiam ser adotadas tanto por empresas compradoras quanto por empresas vendedoras. Finalmente o capítulo 9 apresenta as principais conclusões encontradas e definidas. Os resultados completos dos leilões de compra e venda de energia elétrica organizados pelo governo brasileiro durante esse período de implantação dos modelos são mostrados e analisados no anexo.

Apesar da volatilidade verificada nos processos a partir da implantação do modelo do setor elétrico no Brasil, esta tese pode vir a ser mais uma referência para pesquisadores, analistas e gestores de empresas de energia elétrica que queiram conhecer o processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro, suas causas e diversos detalhes envolvidos com a implantação dos modelos. A eletricidade, um bem de utilidade pública, não pode, e nem deve, ser tratada como um produto qualquer sujeito às mesmas regras e procedimentos gerais que os bens de consumo, por exemplo. A essencialidade da mesma para o desenvolvimento do país obriga o governo federal e os gestores das diversas empresas envolvidas no processo a estabelecerem mecanismos e procedimentos que levem esse aspecto em consideração. A idéia é procurar criar alguns subsídios e sugestões que auxiliem na própria implantação no Brasil de um mercado livre, aberto e competitivo e que vise o aumento do bem estar geral de toda a população.

2 PROCESSOS DE REFORMA E REESTRUTURAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

2.1 INTRODUÇÃO

Desde o final dos anos 1970, a economia mundial e em particular o setor elétrico de diversos países vêm passando por profundos processos de reforma, reestruturação e desregulamentação. Grandes bancos mundiais de investimentos e financiamentos passaram a ter uma maior preocupação com a introdução, e em alguns casos a ampliação, da competição na área de serviços públicos com a quebra de antigos monopólios estatais. Conforme Vinhaes (1999), há uma busca constante, pelos governos dos mais diversos países, da introdução de mercados livres, com atuação da concorrência perfeita quando possível, e de uma forte regulamentação quando necessário, naqueles mercados de concorrência impossível, com fortes traços de monopólio natural. A idéia da competição se baseia na tese de que as empresas atingem maiores níveis de eficiência quanto mais estejam submetidas à concorrência (Varian, 1992; Mas-Colell, Whinston & Green, 1995). Com isso, atingir-se-ia maiores níveis na qualidade do produto e dos serviços exercidos com a busca pela excelência de atuação e minimização de preços. Esses processos visam sempre à diminuição da participação do estado em diversos segmentos da economia, para que o mesmo possa cumprir o seu verdadeiro papel de levar o bem estar a toda a população e da forma mais econômica e otimizada possível (Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 1995, 1998).

De acordo com Carneiro & Rocha (1999), as reformas no setor público de diversos países da América Latina (notadamente Argentina, Brasil, Chile, Colômbia e México), surgiram a partir de condições iniciais semelhantes nos mesmos. Tais processos determinaram reformulações da participação do estado no setor público e surgiram devido a grandes problemas econômicos que esses países vinham atravessando. Em cada um deles, foram feitas tentativas de ajustes fiscais para contenção de gastos públicos e reformas tributárias para aumento da arrecadação pelo governo. Em seguida, partiu-se para uma descentralização de alguns setores do serviço público, como educação e saúde, como uma forma de melhorar sua eficiência e o próprio serviço prestado à comunidade. Aliado a tudo isso, os governos desses países passaram a promover um grande processo de privatização em diversas empresas de vários segmentos do setor elétrico. Foi nesse aspecto que as grandes empresas do setor de energia elétrica passaram a integrar o processo de reforma do setor público, vindo a serem

privatizadas e passarem seu controle acionário para as mãos da iniciativa privada. Kahn (1988) discute a forma de estruturação de mercados desse tipo, estabelecendo uma análise sobre as questões de regulação que os envolvem.

Processos semelhantes, porém, com causas distintas, ocorreram em alguns outros países ao redor do mundo, com profundas reformas sendo introduzidas nos seus setores de energia elétrica. Inglaterra, Espanha e os países nórdicos (Noruega, Finlândia, Suécia e Dinamarca) foram alguns países europeus que reestruturaram os seus setores de eletricidade, passando por uma profunda reformulação nas áreas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia. Esses processos de mudanças na estrutura do setor elétrico e do mercado de energia também foram verificados nos Estados Unidos, que passaram por reformulações regulamentais levando a vários mercados interligados atuando no território americano de forma mais ou menos independente. Hunt (2002) descreve as novas e recentes estruturações de mercado com a introdução da competitividade nos mesmos. A autora expõe ainda, em detalhes, a estrutura do setor elétrico nos Estados Unidos com as empresas participantes desse sistema, os arranjos comerciais e a rede de transporte de energia do mesmo.

De acordo com Soares (1998) e Vinhaes (1999), alguns dos fatores comuns que provocaram a mudança no modelo de organização e de regulamentação nos setores elétricos dos diversos países seriam as próprias disfunções provocadas internamente pelo tipo de regulamentação adotada e a falta de incentivos à eficiência e, externamente, pelas alterações macroeconômicas e tecnológicas ocorridas nos países, bem como da gestão ambiental, responsável por grandes modificações no setor. Já no final dos anos 1970, alguns desses fatores provocaram o início das reformas nos Estados Unidos. Os anos 1980 marcaram as profundas modificações na estrutura, propriedade, regulação e desempenho das indústrias do setor elétrico da Europa. Durante o final dos anos 1980 e durante todos os anos 1990, observaram-se modificações nos setores de eletricidade de vários países da América Latina e no Brasil.

2.2 HISTÓRICO DO SETOR ELÉTRICO NO BRASIL

O setor elétrico brasileiro começou a ser desenhado logo após a invenção da lâmpada elétrica por Edison em 1879. O então Imperador D. Pedro II, um profundo admirador da ciência e de novas tecnologias, trouxe para o Brasil a nova idéia e implantou, já no ano de

1879, o primeiro sistema elétrico do país para iluminação da Estação Central do Brasil no Rio de Janeiro (atual Estação D. Pedro II). Em 1881, o Campo da Aclamação (Praça da República) é iluminado com luz elétrica e em 1883, o Rio de Janeiro passa a ser a primeira cidade do Brasil e da América do Sul a receber iluminação elétrica pública (Centro da Memória da Eletricidade, 2001; Barbalho, 1987; Godoy, 2000; Paixão, 2000).

Já no final do século XIX e início do século XX, surgem as primeiras empresas privadas que adquirem a concessão de explorar esse serviço em várias regiões do país. Em algumas situações a energia elétrica era utilizada na iluminação de grandes cidades brasileiras, enquanto que em outras, essa modalidade de energia era utilizada na movimentação de indústrias de produção (produtos têxteis e agrícolas notadamente). Destaca-se, nesse período, a implantação do grupo Light assumindo o fornecimento de energia nas cidades de São Paulo e do Rio de Janeiro. Em 1924, a AMFORP (*American Foreign Power Company*) passa a fornecer energia à região da produção de café no interior do estado de São Paulo. Já em 1927, esse mesmo grupo passa a assumir o controle de diversas empresas concessionárias de serviços públicos de energia elétrica em diversas regiões do país. Em 1930 surge a CAEEB (Companhia Auxiliar das Empresas Elétricas Brasileiras), uma empresa *holding* do grupo AMFORP criada para administrar as diversas concessionárias sob sua responsabilidade. Nessa época, essa empresa era a responsável pelos serviços de eletricidade em diversas cidades no Brasil: Natal, Recife, Maceió, Salvador, Vitória, São Gonçalo, Petrópolis, Belo Horizonte, estado de São Paulo (exceto a capital), Curitiba, Porto Alegre e Pelotas. Dessa forma, a AMFORP controlava o fornecimento na maioria das capitais do país, exceto as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro (Biblioteca do Exército, 1977; Branco 1975).

Durante os anos 1930, os serviços públicos de eletricidade no Brasil estavam concentrados nas mãos da iniciativa privada de empresas estrangeiras. A partir da Revolução de 30, no Brasil, surgiu uma série de medidas político-administrativas que visavam um maior controle, por parte do estado, na prestação desse tipo de serviço público. Destaque para a publicação do Decreto 23.501 de 27 de novembro de 1933, que obrigava o pagamento do serviço de energia elétrica em moeda nacional e não em ouro como havia sido estipulado pelas empresas concessionárias, e a instituição do Código de Águas (Decreto 24.643 de 10 de julho de 1934) que fez uma série de regulamentações com relação ao uso da água principalmente quanto à sua utilização na produção de energia pelas centrais hidrelétricas. De acordo com o Centro da Memória da Eletricidade no Brasil, 2001, com essas medidas, o

governo passou a ter o controle das tarifas desse serviço que se baseavam no custo histórico de produção, no serviço pelo custo e no lucro assegurado e limitado das empresas.

A partir do final da 2ª Guerra Mundial, verificou-se que o crescimento do país não vinha sendo acompanhado pelo crescimento da oferta de energia uma vez que as empresas estrangeiras haviam reduzido seus investimentos nesse setor. Surgiram então racionamentos de energia em diversos pontos do país fazendo com que aparecessem os autoprodutores de energia que visavam produzir o que eles viriam a consumir. O governo brasileiro verificou então a necessidade de atuar mais de perto sobre esse setor, vital para o crescimento econômico do país (Lima, 1984; Godoy, 2000). Durante os anos 1950, várias empresas fundamentais no desenvolvimento do setor elétrico brasileiro foram surgindo: CEMIG (1952), que levaria energia a todo o estado de Minas Gerais, CHESF (1954), que atuaria no fornecimento de energia na região nordeste e FURNAS (1957), para o abastecimento da região sudeste. Já em 1960, é criado o Ministério de Minas e Energia (MME) que seria o responsável pela política energética do país além de todas as ações e regulamentações necessárias a esse setor.

Em 1962 surge a ELETROBRAS que atuaria inicialmente na implantação da política tarifária definida pelo MME e que viria mais tarde a se tornar a *holding* desse grupo de empresas que eram as responsáveis pelo fornecimento de energia às diversas regiões do país. Em 1964, com a conclusão da compra pelo governo de todas as concessionárias de energia elétrica atuantes no Brasil e pertencentes ao grupo AMFORP, a ELETROBRAS assume definitivamente o papel de empresa *holding*. Destaca-se ainda, nesse período, o surgimento do Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAE), em 1965, vinculado ao MME e que passou a se chamar Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE) em 1968. Esse órgão era o responsável pelo planejamento, coordenação e execução dos estudos hidrológicos em todo o país além de realizar a supervisão, fiscalização e controle dos aproveitamentos das águas, atuando diretamente nos serviços de eletricidade em todo o país. Em 1968 é criada a ELETROSUL que seria a subsidiária da região sul e em 1973 surge a ELETRONORTE, subsidiária da região norte. Ainda em 1973, é estabelecido entre Brasil e Paraguai o acordo para a construção da usina binacional de Itaipu na fronteira entre os dois países (Lima, 1984; Godoy, 2000; Paixão, 2000).

Ferreira (1995 e 1999) considera que esse modelo poderia ser definido como o mais eficiente, tanto do ponto de vista técnico quanto do econômico, para um país que, após a 2ª Guerra Mundial, passou de uma economia agrícola de exportação para uma economia mais

industrializada. O modelo que vigorava nesse período correspondia à geração de energia elétrica feita por empresas sob controle estatal nas várias regiões do país e ao transporte e à venda aos consumidores finais dessa energia, realizado por empresas concessionárias locais controladas pelos respectivos governos estaduais. No final dos anos 1970, todas as empresas atuantes no país possuíam capital nacional, sendo que a última empresa estrangeira a sair do país foi a Light que vendeu suas ações ao governo brasileiro em janeiro de 1979 (Branco, 1975). Segundo Lorenzo (2002), não se pode deixar de destacar o sucesso obtido pelo setor elétrico brasileiro até metade dos anos 1970, quando houve uma grande ampliação da capacidade produtiva no Brasil que possibilitou, além de sustentar o acelerado processo de crescimento econômico, criar uma ampla capacitação nacional na área de engenharia de projetos, consultorias e construção de usinas hidrelétricas, chegando a ser altamente competitiva no mercado mundial, conseguindo, inclusive, vários contratos no exterior.

Devido à crise do petróleo no abastecimento mundial, após os dois choques ocorridos em 1973 e 1979, e a posterior elevação das taxas de juros no mercado externo no início de 1980, a dívida externa da ELETROBRAS aumentou muito, afetando a sua capacidade de atuar como agente financiador para o setor. Ainda segundo Lorenzo (2002), com a crise na dívida em 1981-82 e a interrupção dos fluxos de financiamento, houve, durante os anos 1980, uma grande recessão e uma redução no aporte financeiro para o setor que ainda necessitava de grandes investimentos para o seu crescimento e manutenção. Salienta-se ainda, que a maioria das dívidas contraídas pelo setor elétrico era todas de curto prazo, quando as taxas de juros internacionais se elevaram. Dessa forma, as empresas elétricas começaram a encontrar grandes dificuldades para concluir seus projetos, todos de longo prazo, e saldar o que deviam. Todos esses problemas de falta de investimento e restrições financeiras comprometeram seriamente o arranjo institucional do setor elétrico brasileiro afetando até a eficiência das empresas. Esses fatores levaram a uma crise de abastecimento provocando um racionamento em algumas regiões do país no final dos anos 1980. Assim, ao longo dos anos 1980, o setor elétrico foi perdendo gradativamente a eficiência que caracterizou a intervenção federal desde sua origem (Lorenzo, 2002).

O setor entra na década de 1990 em uma situação bastante delicada. No início dos anos 1990, com o programa de obras praticamente paralisado, foi iniciada uma reorganização institucional no setor para reduzir a presença do estado no mesmo. Foi assim que surgiram os primeiros estudos para o processo de reforma e reestruturação que viria a ocorrer em seguida (Tasso, 1987; Centro da Memória da Eletricidade, 1988, 1995; Paixão, 2000).

2.3 PRIMEIRO PROCESSO DE REFORMA E REESTRUTURAÇÃO

A partir da década de 1990, com a necessidade crescente de pesados investimentos no setor elétrico para que o processo de crescimento da indústria nacional não sofresse descontinuidade, o Governo Federal chegou à conclusão que não mais teria recursos para suprir os montantes necessários para a expansão do sistema. Nesse período, observaram-se fatores que poderiam concorrer para o estabelecimento de uma crise no setor elétrico brasileiro: insuficiência de investimentos efetuados em décadas anteriores, esgotamento da capacidade de geração de energia nas usinas hidrelétricas existentes, crescimento da economia do país, etc. Com isso, seria fundamental a busca de novas alternativas que viabilizassem uma reforma e uma expansão do setor com a inclusão de capitais privados e novos agentes participantes no mesmo (Paixão, 2000; BNDES, 1992).

Segundo Godoy (2000), o processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro foi iniciado dentro de um fenômeno internacional que vinha ocorrendo em dezenas de países ao redor do mundo. Este processo estimulava, por sua vez, 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. Em termos mundiais, a energia elétrica não tem mais sido vista, nos dias de hoje, como um produto a ser ofertado para o bem da população e nem como um serviço público, mas como uma *commodity*, que, segundo 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. Apesar disso, todos os mecanismos a serem implantados para processos de reforma de setor elétrico devem levar em consideração a característica de bem de utilidade pública da energia elétrica além do seu caráter essencial para o desenvolvimento do país.

O processo de reestruturação, conforme já apresentado anteriormente, surgiu da necessidade da implementação de novos investimentos que viessem garantir a construção de obras de geração e de transmissão essenciais para o crescimento do sistema como um todo, provocando reflexos no crescimento do seu parque industrial e na economia do país. De acordo com Ferreira (1999), o modelo centralizado até então utilizado no setor apresentava algumas falhas – ineficiência econômica, vulnerabilidade a reveses financeiros e serviço da dívida elevado – o que indicava que essa não era a melhor maneira de progredir. Os primeiros estudos e movimentos sobre a reformulação do setor surgiram em meados de 1993, quando

foi publicada a Lei 8.631 que eliminou o nivelamento geográfico das tarifas e os 10% mínimos de retorno sobre os ativos. A forma para fixação das tarifas foi baseada na estrutura de custos das empresas e projetada para refletir as suas necessidades de fluxo de caixa, em vez de constituir uma meta arbitrária para o retorno sobre o ativo.

A reestruturação propriamente dita do setor elétrico iniciou-se formalmente com a publicação da Lei Geral de Concessões (Lei 8.987) em 1995. Esta Lei foi projetada para ser uma expressão prática e efetiva da Constituição de 1988 que exigia que as concessões fossem distribuídas por meio de licitações. A Lei Geral das Concessões fornecia as regras gerais para a licitação das concessões em vários segmentos de infra-estrutura, incluindo o setor elétrico. Os direitos e obrigações das concessionárias foram estabelecidos, além do reconhecimento da necessidade de um sistema tarifário e regulador, que garantisse o “equilíbrio econômico e financeiro” da concessão. Complementando as bases estabelecidas pela Lei das Concessões, foi publicada em 07 de julho de 1995 a Lei 9.074 que criou o conceito da Rede Básica de Transmissão, a figura do Produtor Independente de Energia Elétrica (PIE), e do Consumidor Livre que poderia vir a escolher o seu fornecedor de energia elétrica, além de instituir o livre acesso a todos os agentes aos sistemas de transmissão e de distribuição. Essa Lei estabelecia ainda vários princípios relativos à renovação das concessões no setor elétrico. As concessões antigas poderiam ser renovadas ou novas concessões poderiam ser concedidas após o desmembramento das atividades de geração, transmissão e distribuição. As tarifas para novas concessões ou para sua renovação deveriam ter como base a estrutura de custos de cada segmento do mercado de energia elétrica (geração, transmissão e distribuição). A tarifa de suprimento original deveria ser dividida em custos separados e visíveis de geração e transmissão de energia elétrica.

Em 1996, um ano após a aprovação da Lei de Concessões, o Governo Brasileiro decidiu contratar os serviços da firma americana de consultoria e contabilidade Coopers & Lybrand para auxiliá-lo a desenvolver o novo modelo de funcionamento para o setor elétrico nacional. O novo modelo a ser implantado, conhecido como Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro – Projeto RESEB, teve a sua fase de concepção iniciada em 12 de agosto de 1996, sob a coordenação da Secretaria Nacional de Energia do Ministério de Minas e Energia. Em 12 de agosto de 1997 teve início a fase de desenvolvimento, e em 12 de dezembro de 1997 foram concluídos os documentos básicos para a implementação do modelo. A idéia original dos consultores é que o caso brasileiro deveria seguir o modelo de reestruturação adotado na Inglaterra com as devidas adaptações para a realidade do país. A

Lei 9.648, aprovada em 28 de maio de 1998, é considerada um marco legal no processo, pois institucionaliza os princípios básicos concebidos pelo Projeto RESEB (Paixão, 2000).

Influenciado pelas experiências internacionais que proliferavam no mundo com a reestruturação do setor elétrico em diversos países, o governo brasileiro iniciou o processo de reestruturação do setor, integrando o mesmo ao programa de privatização de áreas não consideradas estratégicas do setor público. A premissa básica do processo de reformulação era que o governo deveria ficar apenas como o responsável pela definição das políticas energéticas do país e pela regulamentação e regulação técnica e econômica do setor, definindo, inclusive, as bases para os relacionamentos entre os diversos agentes que passariam a atuar no mesmo. No modelo proposto, o setor privado ficaria com a responsabilidade de operar os sistemas eletro-energéticos interligados e de realizar os novos investimentos de que necessitava o setor.

Dessa forma, o governo passaria a assumir o papel de agente orientador e fiscalizador dos serviços de energia elétrica a serem prestados à população. Surgiu então a idéia de segregação das grandes empresas verticalizadas (em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica) partindo-se para a privatização das áreas de geração e de comercialização de energia, em um primeiro momento, para que fosse instituído um modelo competitivo e de livre concorrência em alguns segmentos longe do mercado eminentemente monopolista até então existente. Estava-se partindo, então, para uma tendência mundial verificada nos setores de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica: a segregação do produto energia elétrica do serviço de transporte dessa energia.

A área de geração seria responsável pela produção da energia elétrica em si, ou seja, pelo processo de conversão eletromecânica de energia. O segmento de transmissão visa realizar o serviço do transporte dessa energia, desde suas fontes de geração, até os centros de consumo. A distribuição cuidaria de levar a energia até os consumidores finais, dentro desses centros de consumo enquanto que a área de comercialização vai tratar das relações comerciais de compra e venda da energia entre empresas compradoras e vendedoras. A figura a seguir apresenta a estrutura básica que funcionaria para o modelo do setor elétrico no Brasil com a segregação das diversas atividades envolvidas no processo.

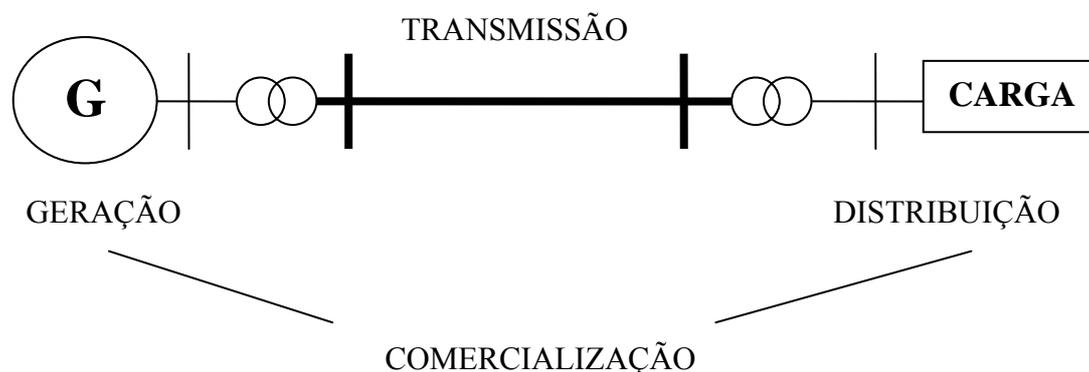


Figura 2.1 – Segmentos do novo modelo do setor elétrico - Fonte: Godoy (2000)

Assim, as atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica deveriam ser desempenhadas de forma autônoma e independente. Esta tendência, que foi implantada no modelo nacional, tem sido verificada a nível mundial onde todos os interessados em participar deste mercado têm livre acesso aos sistemas de transmissão e de distribuição que, sendo monopólios naturais, ainda permaneceriam sob a regulação do Governo Federal. O projeto de privatização do setor elétrico brasileiro apresentou como meta fundamental do governo introduzir a competição, com a inclusão de diversas empresas no mercado, onde fosse possível e regular, através de um órgão governamental, onde fosse necessário. Dessa forma, o governo brasileiro adotou como política básica do processo a desverticalização das grandes empresas estatais atuantes na área, dividindo-as em empresas de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Os setores de geração e de comercialização, com possibilidades de virem a comportar diversas empresas distintas atuantes, mostravam-se eminentemente competitivos e passíveis de serem privatizados. Já os setores de transmissão e de distribuição (transporte) de energia, com características claras de não concorrência (pois não é economicamente viável a implementação de várias linhas de transmissão atendendo a mesma região e pertencentes a empresas diferentes devido à subaditividade de custos e economias de escala (Mas-Colell, Whinston & Green, 1995), além da própria ineficiência econômica do processo com duas redes de transporte prestando o mesmo serviço) deveriam permanecer, em um primeiro momento, sob o controle do governo. Através de um órgão governamental forte e independente, o governo federal continuaria regulando todo o setor, bem como as relações técnicas e comerciais entre todas as empresas envolvidas no processo.

Durante a vigência desse modelo, a grande maioria das empresas distribuidoras locais foram privatizadas passando seu controle acionário para empresas nacionais e/ou estrangeiras. Concessionárias dos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Pernambuco, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pará e de várias outras regiões do país foram vendidas pelos governos estaduais que tinham o controle das mesmas. No setor de geração, a única grande empresa que passou por esse processo foi a ELETROSUL que foi cindida em duas empresas, uma de geração e outra de transmissão, tendo sido a empresa de geração (que passou a ser chamada GERASUL) privatizada. Apesar de estar originalmente nos princípios do modelo até então implantado, a privatização de todas as empresas federais de geração não veio a ocorrer, permanecendo a maior parte da geração de energia elétrica do país sob o controle do governo federal. Ainda assim, parte dessa geração, sobretudo termelétrica, ficou controlada pela iniciativa privada.

A partir desse quadro de privatizações e segregação das diversas atividades envolvidas com o setor elétrico, foi instituído o aparecimento de um mercado de energia elétrica onde as diversas empresas participantes como vendedoras e compradoras de energia (agentes de mercado) poderiam livremente comercializar as energias que necessitassem. Ainda nesse período, surgiram também os seguintes novos agentes, fundamentais no processo de reestruturação global do setor: ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica, ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico e MAE – Mercado Atacadista de Energia Elétrica. A atuação harmoniosa e decisiva desses três pilares do processo de reforma e reestruturação do setor elétrico garantiria uma passagem gradual para o modelo em implantação ao mesmo tempo em que iriam sendo consolidadas as regras de funcionamento do mesmo.

De acordo com a sua Estrutura Regimental, a Agência Nacional de Energia Elétrica é uma autarquia sob regime especial com personalidade jurídica de direito público e autonomia patrimonial, administrativa e financeira, com sede e foro no Distrito Federal e prazo de duração indeterminado. Foi criada pela Lei 9.427 de 26 de dezembro de 1996 e está vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A finalidade básica da ANEEL, nesse primeiro processo, era regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, de acordo com a legislação e em conformidade com as diretrizes e políticas do governo federal. Além disso, a ANEEL executaria suas atividades visando proporcionar condições favoráveis para que o desenvolvimento do mercado de energia elétrica ocorra com equilíbrio entre os agentes atuantes e em benefício de toda a sociedade.

De acordo com o seu objetivo básico, era competência da ANEEL, nesse primeiro processo, dentre outras coisas:

- Implementar as políticas e diretrizes do governo federal para a exploração da energia elétrica e o aproveitamento dos potenciais hidráulicos;
- Incentivar a competição e supervisioná-la em todos os segmentos do setor de energia elétrica, determinando, inclusive, um modelo de relacionamento básico entre os agentes;
- Regular e fiscalizar os serviços de transmissão e de distribuição de energia elétrica fazendo cumprir a legislação em vigor em casos de não observância dos requisitos estabelecidos;
- Incentivar o combate ao desperdício de energia em todas as etapas do processo de produção, transmissão e distribuição;
- Homologar contratos estabelecidos entre os diversos agentes;
- Autorizar a transferência e alteração de controle acionário de concessionário, permissionário ou autorizado de serviços ou instalações de energia elétrica além de autorizar cisões, fusões e transferências de concessões;
- Fazer cumprir todas as legislações estabelecidas para o processo global da geração, transmissão e distribuição de energia elétrica incluindo o Código de Águas, Lei de Concessão entre outras.

Para desempenhar o seu papel, a ANEEL possuía uma estrutura composta por uma Diretoria, uma Procuradoria-Geral e Superintendências de Processos Organizacionais.

A partir de informações obtidas de seus documentos institucionais, o Operador Nacional do Sistema Elétrico foi criado e constituído pela Lei 9.648 de 27 de maio de 1998, regulamentado pelo Decreto 2.655 de 02 de julho de 1998 e teve seu funcionamento autorizado pela Resolução 351 de 11 de novembro de 1998 da ANEEL. O ONS foi criado como uma entidade privada, responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados brasileiros. É uma associação civil, cujos integrantes são as empresas de geração, transmissão, distribuição, importadores e exportadores de energia elétrica e, ainda, consumidores livres, tendo o Ministério de Minas e Energia como membro participante e com poder de veto em questões que estejam em conflito com as diretrizes e políticas governamentais do setor. Os

Conselhos de Consumidores também participam dessa associação, mostrando que existem representantes de todos os segmentos do setor participando dos processos e decisões.

O ONS teve como missão básica no primeiro processo de reforma e reestruturação executar as atividades de coordenação e controle da operação e da transmissão de energia elétrica nos sistemas interligados, assegurando a qualidade e a economicidade do suprimento de energia elétrica e garantindo o livre acesso à rede básica. Para atingir essa missão, o ONS apresentou as seguintes atribuições mais específicas:

- Planejar e programar a operação e o despacho centralizado da geração do sistema como um todo;
- Supervisionar e coordenar os centros de operação dos sistemas elétricos;
- Supervisionar e controlar a operação dos sistemas eletro-energéticos nacionais e das interligações internacionais;
- Contratar e administrar os serviços de transmissão, o acesso à rede e os serviços ancilares (serviços que garantem a qualidade da energia, como o fornecimento de potência reativa, por exemplo);
- Calcular os valores mensais dos serviços de transmissão, baseando-se nas receitas anuais permitidas e na disponibilização dos equipamentos das transmissoras, a serem pagos por todos os usuários do sistema;
- Emitir os avisos de créditos e de débitos com os valores a serem pagos e recebidos pelas empresas de transmissão relativo à prestação dos seus serviços;
- Propor à ANEEL as ampliações e os reforços da rede básica de transmissão;
- Definir as regras para a operação da rede básica de transmissão a serem aprovadas pela ANEEL.

As atividades desempenhadas pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico afetam diretamente a qualidade e o preço do suprimento de energia elétrica nos sistemas interligados. O controle e a coordenação da operação, bem como as demais atividades do ONS, produzem benefícios para todos os agentes setoriais. Por consequência, também têm efeitos sobre os consumidores e, de forma mais geral, sobre toda a sociedade.

Já o Mercado Atacadista de Energia Elétrica, criado pela Lei 9.648 de 12 de julho de 1998, era o ambiente onde se processavam a compra e venda de energia elétrica, por meio de contratos bilaterais e negociações de curto prazo. Assim, qualquer energia que não esteja

assegurada pelos contratos de compra e venda assinados entre os consumidores e os fornecedores de energia elétrica (geradores ou comercializadores), ou seja, as diferenças entre as energias contratadas e efetivamente consumidas, deveriam ser transacionadas no âmbito do MAE. A base das relações neste ambiente era um contrato multilateral, o Acordo de Mercado, assinado em agosto de 1998 e que definia as participações e responsabilidades de cada agente no mercado. O MAE, integrado pelos agentes de energia elétrica de todo o país, tinha a Assembléia Geral como órgão deliberativo superior. Um comitê executivo, o COEX, era a primeira instância decisória. Esse comitê era composto por 22 conselheiros com direito a voto (11 escolhidos pelos agentes de produção ou geração de energia e 11 escolhidos pelos agentes de consumo), um conselheiro sem direito a voto (representante do ONS) e observadores do Ministério de Minas e Energia, BNDES e Conselhos de Consumidores.

O MAE era operado e administrado, nesse primeiro processo de reforma e reestruturação, pela Administradora de Serviços do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – ASMAE – que era uma sociedade civil do direito privado, criada e mantida pelos membros do MAE. Tinha como missão prover todo o suporte administrativo, jurídico e técnico necessário às atividades do Mercado Atacadista de Energia Elétrica. A principal responsabilidade da ASMAE era operar o mercado, e suas atividades iam desde estabelecer o preço da energia no MAE, passando pela contabilização e liquidação das diferenças entre os valores de energia contratados e verificados, gerenciamento da medição dos valores realizados e efetivamente consumidos da energia, até definir os procedimentos de mercado, implantar e monitorar as Regras de Mercado (conjunto de regras que estabelecem todo o funcionamento do mercado de energia determinando as bases para as transações efetuadas pelos agentes no mesmo). Além disso, a ASMAE era ainda responsável por promover os treinamentos necessários aos agentes, administrar o SINERCOM (sistema computacional de contabilização e liquidação de energia) além de implementar ferramentas de serviços aos agentes, usando alta tecnologia de informação, com recursos de telecomunicações e *internet* (Central de Atendimento, página ou *site* na *internet* e o SINERCOM – Sistema de Contabilização e Liquidação).

Ressalta-se ainda, nesse primeiro processo de reforma e reestruturação, a criação do Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos – CCPE. Esse órgão seria a entidade responsável pela coordenação do planejamento e estudos da expansão do sistema elétrico brasileiro como um todo, objetivando sempre a otimização técnica e econômica dos recursos disponíveis e procurando atender a todo o mercado nacional, indiscriminadamente. O CCPE foi criado pela Portaria MME nº 150 de 10 de maio de 1999 e

teve sua estrutura, organização e forma de funcionamento aprovadas pela Portaria MME nº 485 de 16 de dezembro de 1999. De acordo com a portaria de criação deste comitê, o planejamento verificado para a expansão da geração do sistema será indicativo, enquanto que o planejamento da expansão da transmissão será determinativo para as obras consideradas pelo comitê como inadiáveis, a fim de garantir as condições de atendimento ao mercado. As atividades básicas a serem desenvolvidas por esta entidade eram as seguintes:

- Orientar ações do governo para assegurar o fornecimento de energia nos níveis de qualidade e quantidade demandados pela sociedade, em consonância com a Política Energética Nacional, emanada do Conselho Nacional de Política Energética;
- Oferecer aos agentes do mercado elétrico um quadro de referência para seus planos de investimento;
- Estabelecer a expansão mais adequada da rede elétrica de transmissão, em consonância com os aspectos operacionais do sistema.

No sentido de atender aos objetivos mencionados anteriormente e na qualidade de agente planejador do setor elétrico brasileiro, o CCPE deveria ainda:

- Elaborar, de forma integrada, o planejamento de longo prazo do setor elétrico,
- Elaborar e manter atualizados os Planos Indicativos da Expansão e Programa Determinativo da Transmissão,
- Estruturar e manter atualizado o Sistema de Informações Técnicas do planejamento da expansão do setor de energia elétrica, disponibilizando-o aos agentes que atuam no setor e à sociedade em geral,
- Estimar os investimentos de capital para expansão da oferta e da transmissão de energia, subsidiando ações do governo na busca de adequação ou viabilização dos mesmos,
- Acompanhar pró-ativamente as condições de atendimento do mercado de energia, sugerindo ações para manter este atendimento nos níveis de qualidade estabelecidos pela ANEEL,
- Propor à ANEEL os critérios, normas, procedimentos e referências de qualidade para o desempenho do sistema elétrico na realização da atividade de planejamento, e

- Examinar e emitir parecer sobre assuntos técnicos e estratégicos que lhe forem encaminhados pelo Conselho Nacional de Política Energética ou pelo Ministério de Minas e Energia.

Todos esses agentes, empresas e órgãos governamentais e privados, teriam relações entre si que seriam regidas por contratos específicos. Esses contratos, estabelecidos pelo modelo implantado, definiam todas as regras, ações e regulamentações a serem seguidas pelos agentes nos diversos relacionamentos previstos nesse quadro. Os contratos seriam os seguintes:

- a) Contratos de Compra e Venda de Energia Elétrica (CCVE): firmados entre as empresas de geração, até então os únicos vendedores de energia e as empresas de distribuição, compradores do processo;
- b) Contratos de Uso do Sistema de Transmissão (CUST): assinados entre o ONS, representando as empresas de transmissão, e as empresas de geração e de distribuição para compartilhamento da rede de transmissão do sistema elétrico nacional interligado;
- c) Contratos de Prestação de Serviços de Transmissão (CPST): firmados entre as empresas transmissoras e o ONS como um compromisso de cessão das redes de transmissão dessas empresas a serem utilizadas livremente por todos os agentes participantes e sob a operação e controle do ONS;
- d) Contratos de Conexão ao Sistema de Transmissão (CCT): assinados entre as empresas de transmissão e os diversos agentes ligados à sua rede para que eles possam receber a energia elétrica do seu fornecedor.

Ainda de acordo com o novo modelo, caso o transporte de energia e os acessos à rede fossem efetuados por empresas distribuidoras, deveriam ser constituídos ainda os respectivos Contratos de Uso do Sistema de Distribuição (CUSD) e os Contratos de Conexão ao Sistema de Distribuição (CCD). Já os consumidores livres deveriam firmar contratos de compra e venda de energia com as empresas fornecedoras (geradoras, comercializadoras ou produtores independentes) que melhor lhe aprouverem. Além disso, deveria ser constituído também um contrato de conexão com a empresa de transmissão ou de distribuição com que o consumidor livre encontre-se fisicamente ligado além do contrato de uso do sistema de transmissão ou de distribuição (CUST ou CUSD), dependendo de quem prestará o serviço de transporte da energia a esse consumidor livre.

A figura a seguir apresenta os principais agentes envolvidos no modelo então implantado e os diversos contratos que estabelecem as diversas relações entre eles. Na figura não aparecem os contratos com as empresas de distribuição e nem com os consumidores livres e produtores independentes de energia (PIE).

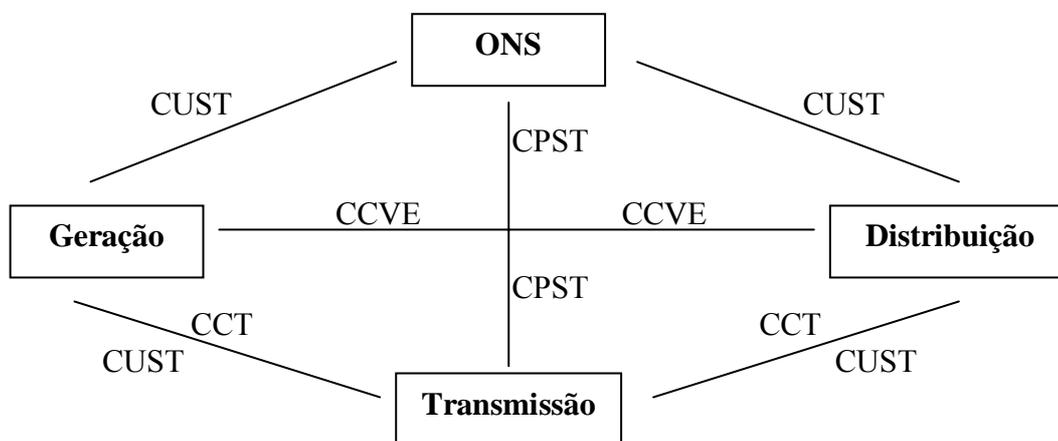


Figura 2.2 – Contratos no novo modelo do setor elétrico – Fonte: CHESF (1999)

Onde:

CCVE	Contrato de Compra e Venda de Energia
CCT	Contrato de Conexão ao Sistema de Transmissão
CUST	Contrato de Uso do Sistema de Transmissão
CPST	Contrato de Prestação de Serviços de Transmissão

Na figura anterior, as linhas indicam as empresas que estabelecem entre si os diversos tipos de contratos. Dessa forma, empresas de geração e de distribuição celebram entre si os Contratos de Compra e Venda de Energia Elétrica (CCVE); empresas de geração e de distribuição assinam com as empresas de transmissão, através do ONS, o Contrato de Uso do Sistema de Transmissão (CUST); por sua vez, o ONS assina com as empresas de transmissão o Contrato de Prestação do Serviço de Transmissão (CPST) e as empresas de geração e de distribuição estabelecem com as empresas de transmissão, os Contratos de Conexão ao Sistema de Transmissão (CCT) a fim de utilizarem as instalações dessas empresas para se interligarem à Rede Básica. Para as empresas distribuidoras, o CUST é substituído pelo CUSD (Contrato de Uso do Sistema de Distribuição) e o CCT pelo CCD (Contrato de Conexão ao Sistema de Distribuição). Novas concessões a esse sistema devem seguir essas regras com o estabelecimento dos devidos contratos entre as empresas. Os consumidores livres e os produtores independentes de energia, dependendo dos seus pontos de conexão à rede elétrica devem firmar também os respectivos contratos.

Nas diversas relações entre as empresas, os montantes financeiros envolvidos incluem os pagamentos pelos serviços de transporte e conexão pelas diversos agentes (geradores, distribuidores, consumidores livres e produtores independentes) valorados por tarifas fixadas e reguladas pelo governo. Empresas de transmissão e de distribuição, detentoras dos ativos de transporte e de conexão, recebem, por sua vez, receitas anuais permitidas em função dos equipamentos que possuem.

Com essa reforma, foi introduzido no setor elétrico do Brasil o segmento da comercialização de energia, eminentemente competitivo. Empresas poderiam comprar de quem quisesse e venderiam a quem se interessasse em pagar o preço solicitado por essa energia. Passou-se a ter então *um mercado de contratos financeiros de compra e venda de energia sem, no entanto, ter o respaldo físico da entrega dessa energia*. Salienta-se, no entanto, que, para firmarem contratos de compra e venda de energia, as empresas vendedoras devem comprovar os lastros de energia disponíveis para essa comercialização, sejam eles provenientes de geração própria ou adquiridos de outras empresas. Nesse modelo, as diferenças entre os montantes contratados e efetivamente consumidos eram realizadas e contabilizadas no MAE aos preços definidos para cada submercado brasileiro (Norte, Nordeste, Sudeste/Centro-Oeste e Sul) a partir dos custos marginais de operação verificados em cada um deles. Esse custo marginal é definido, no caso brasileiro, por um modelo computacional que simula o sistema elétrico interligado do Brasil levando em conta históricos de vazões em todas as suas bacias hidrográficas a fim de minimizar o custo total da energia (custo presente mais custo futuro). O resultado desse modelo computacional determina o despacho ótimo a ser efetuado pelo ONS que garante o mínimo custo total para a energia produzida, gerada e transmitida no setor elétrico brasileiro. Esse despacho inclui, além das gerações hidráulicas das diversas usinas que constituem o setor, as gerações de todas as centrais térmicas presentes e que façam parte desse despacho centralizado. E é justamente esse despacho agregado que visa otimizar e minimizar o custo total da energia.

A contabilização no MAE se dá após a verificação, no período de apuração (um mês), dos valores efetivamente gerados e contratados pelos diversos geradores e dos valores contratados e efetivamente consumidos pelas empresas de distribuição e de comercialização e pelos consumidores livres (que são os agentes de mercado). As unidades geradoras de cada empresa de geração são despachadas de acordo com a definição do ONS e pode ocorrer que uma empresa fique muito abaixo dos seus valores contratados. Por outro lado, algumas empresas poderiam, em determinados momentos, apresentar maiores valores gerados que

contratados. Dessa forma, o modelo instituiu o Mecanismo de Realocação de Energia – MRE que visa estabelecer divisões de valores gerados entre as grandes empresas de geração contabilizados a tarifas bem abaixo dos valores negociados para compra e venda dessa energia. Esse mecanismo visa reduzir a exposição de geradores aos riscos dos preços de mercado garantindo, a partir de uma divisão mais equitativa entre os totais dos valores gerados pelas empresas, um maior equilíbrio econômico e financeiro aos mesmos. A soma entre a energia recebida ou fornecida pelo MRE e o total de geração de uma determinada empresa representa a sua energia alocada para contabilização no mercado de curto prazo. É justamente a diferença entre essa energia alocada e os contratos efetivos para o período que determinará o quanto a empresa de geração irá receber ou pagar no mercado *spot*. Para os consumidores, a diferença entre os valores contratados e os consumidos quando for positiva indicará uma situação de crédito para aquela empresa no MAE. Já se a diferença for agora negativa, a empresa passará a ser devedora no mercado de curto prazo.

A fim de se garantir uma passagem gradual e sem sobressaltos entre o ambiente monopolista existente até então e o ambiente de concorrência e competitividade previsto, o modelo apresentou um mecanismo de descontração cumulativa entre as empresas geradoras e distribuidoras. A idéia era permanecer com os contratos de compra e venda de energia existentes entre essas empresas durante um determinado período e gradualmente ir liberando esses contratos para o mercado concorrencial. Dessa forma, a partir do ano 2003, 25 % desses Contratos Iniciais (ou Contratos de Compra e Venda de Energia Elétrica – CCVE) entre geradores e distribuidores seriam liberados podendo ser livremente negociados. A partir daí, a cada ano, mais 25% desses contratos seriam descontraçados até a liberação total de todos esses contratos no ano de 2006. Os valores liberados seriam comercializados entre as empresas via Contratos Bilaterais com preços e demais condições livremente negociadas pelos agentes.

Ainda nesse modelo, grandes consumidores passaram a possuir a opção de se tornarem livres ou permanecerem como consumidores cativos do seu fornecedor original (consumidores potencialmente livres). O modelo também estabeleceu as regras que definiriam quais seriam aqueles consumidores que poderiam ou não se tornar livres a partir do nível de tensão de fornecimento da energia e dos seus consumos verificados. Para esses consumidores livres, negociações bilaterais norteariam as condições de preço e de fornecimento da energia entre compradores e vendedores. Já para os consumidores cativos, o governo permaneceria regulando e controlando as tarifas praticadas para os mesmos.

2.4 SEGUNDO PROCESSO DE REFORMA E REESTRUTURAÇÃO

O modelo então implantado no setor elétrico brasileiro trouxe características de um mercado de compra e venda de energia a uma estrutura até então monopolista e controlada pelo governo. Os contratos vigentes entre geradores e distribuidores foram mantidos de acordo com o cronograma de desconstratação como definido anteriormente. Os fechamentos entre os valores contratados e efetivamente consumidos foram contabilizados e faturados em cada período de um mês no âmbito do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE. A liquidação envolvia montantes financeiros a serem pagos e recebidos tanto por agentes fornecedores quanto agentes consumidores. De uma maneira simplificada o processo consistia na seguinte operação: caso a empresa de geração produzisse mais energia do que o contratado pela mesma, ela seria credora no MAE e devedora em caso contrário; com relação à empresa distribuidora, ela seria devedora caso consumisse um valor a maior do que havia contratado e credora se consumisse menos.

Apesar da lógica de funcionamento do modelo implantado ser simples e direta, inúmeros problemas surgiram desde o primeiro processo de liquidação no mercado de energia. Desde o fechamento do primeiro período de contabilização e liquidação do mercado de energia (junho/1999), várias empresas não concordaram com os resultados divulgados pelo MAE. Houve uma série de contestações e discussões e os processos de liquidação foram refaturados por mais de duas ocasiões. Empresas credoras num período passaram a ser devedoras no mesmo período e vice-versa. Com isso, a própria credibilidade do modelo então implantado ficou fragilizada, com os próprios agentes tecendo críticas, comentários e sugestões para a melhoria do processo.

Ainda durante a vigência do modelo, o Brasil passou por um período de racionamento no seu fornecimento de energia elétrica de junho/2001 a fevereiro/2002. Os investimentos, tão essenciais para a continuidade do crescimento do setor e um dos motivos da ocorrência do próprio processo de reforma e reestruturação, não foram realizados como desejado. Aliadas a essa falta de investimentos, vazões hidrológicas desfavoráveis em seqüência nas bacias hidrográficas do país foram causas para essa situação de falta de energia que atingiu o país nesse período. Todos os setores da sociedade participaram com uma cota específica para o racionamento imposto pela falta de energia. Assim, indústrias, órgãos governamentais e consumidores residenciais reduziram seus consumos sob o risco de pagar pesadas multas impostas pelo governo (MME, 2001). Devido a isso, o consumo médio de energia verificado

no ano 2004 assumiu patamares semelhantes aos ocorridos no ano 2000 de acordo com dados da ELETROBRAS, 2004.

Dessa forma, após a mudança no Governo Federal em janeiro/2003, novas reformas para o setor elétrico começaram a ser desenhadas e analisadas. A idéia era procurar obter os investimentos necessários na geração e na transmissão de energia atraindo capitais privados, nacionais ou estrangeiros, para garantir a expansão do sistema. Um grupo formado por técnicos de várias empresas do setor elétrico brasileiro foi criado junto ao Ministério de Minas e Energia – MME a fim de buscar soluções e reformular o modelo proposto pelo governo anterior. O grupo de trabalho elaborou uma série de estudos que culminaram com uma proposta que foi editada em duas medidas provisórias (MP 144 e 145) em dezembro/2003.

Conforme já mencionado no capítulo anterior, a proposta para o novo modelo baseia-se em quatro grandes premissas para a sua implantação:

- Modicidade tarifária (garantindo tarifas mais baixas aos consumidores regulados e contratação eficiente);
- Segurança no suprimento da energia (a fim de prevenir racionamentos);
- Estabilidade do marco regulatório (como forma de atrair o capital privado);
- Inserção social (universalização do atendimento).

O modelo proposto a partir das Medidas Provisórias do Governo Federal também visa reestruturar a atividade de planejamento da expansão do sistema no médio e no longo prazos e monitorar as condições de atendimento no curto prazo. Foram criados ainda dois ambientes de contratação de energia:

- Ambiente de Contratação Regulada – ACR
- Ambiente de Contratação Livre – ACL.

O ambiente regulado – ACR representa um *pool* de contratação de energia, onde os agentes compradores são os distribuidores, enquanto que no ambiente livre – ACL, com contratações liberadas, estes agentes seriam os consumidores livres e os comercializadores.¹ Para ambos os ambientes, livre e regulado, os agentes vendedores seriam as grandes geradoras

¹A partir desse ponto o ambiente regulado será sempre referenciado como ACR e o ambiente livre como ACL.

do país, os Produtores Independentes de Energia – PIE e empresas comercializadoras. Todas as condições de comercialização de energia no modelo proposto estão descritas na Lei 10.848 de 15 de março de 2004 que dispõe sobre a compra e venda de energia tanto no ambiente livre quanto no ambiente regulado. Essas regras foram regulamentadas pelo Decreto 5.163 de 30 de julho de 2004 e com algumas alterações determinadas pelo Decreto 5.271 de 17 de novembro de 2004.

A fim de garantir a segurança no suprimento de energia, os agentes de consumo (distribuidores e consumidores livres) têm a exigência de contratação de 100% da sua demanda de mercado em contratos não inferiores a cinco anos. O ACR será organizado pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, que substitui o Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE. A CCEE foi instituída pelo Decreto 5.177 de 12 de agosto de 2004 e teve sua estrutura e forma de funcionamento definidas pela Resolução Normativa da ANEEL nº 109 de 26 de outubro de 2004.

O governo ainda determinou que o poder de concessão seja estabelecido pelo MME, ficando a ANEEL com as funções reguladora, fiscalizadora e mediadora do sistema elétrico e dos agentes que o compõem. O ONS continuaria ainda com a coordenação e controle da operação da geração e transmissão do sistema interligado, onde o despacho dos geradores existentes sempre se baseará a partir de uma ordenação pelo menor preço de produção da energia. No entanto, a idéia básica das modificações a serem introduzidas no modelo visa, segundo o governo federal, manter e aumentar a competitividade e a eficiência na geração e na comercialização, garantir a segurança no suprimento e a confiabilidade do sistema e operar sempre com baixos custos para que se reflita em preços mais baixos da energia aos consumidores finais (MME, 2003).

Além disso, outros órgãos foram criados a fim de garantir a segurança do suprimento atual além de determinar projetos de expansão para o sistema que visem preços reduzidos para a energia. O Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico (CMSE) foi criado pela lei 10.848, de 2004, com a função de acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletroenergético em todo o território nacional. Esse comitê foi regulamentado pelo decreto 5.175 de 9 de agosto de 2004 e tem dentre as suas atribuições acompanhar o desenvolvimento de todas as atividades relacionadas com o setor elétrico e promover a avaliação e a análise da segurança do abastecimento de todo o mercado de energia elétrica nacional (MME, 2004). A Empresa de Pesquisa Energética (EPE), por sua vez, foi criada pela Lei 10.847 de 15 de março de 2004 e regulamentada pelo Decreto 5.184 de 16 de

agosto de 2004 que aprovou o seu estatuto social. Essa empresa estatal teria como atribuições básicas a realização de estudos para o planejamento energético do mercado brasileiro com vista ao aproveitamento de novos potenciais para a produção de energia e garantia de suprimento para o mesmo (MME, 2004).

Conforme já mencionado, a principal forma de comercialização de energia no setor elétrico brasileiro são os leilões nas suas mais distintas formas e modalidades. Empresas distribuidoras irão adquirir as energias para suprir a totalidade dos seus contratos através de leilões de compra realizados no ACR. Já geradores e comercializadores poderão negociar suas energias no ACR e no ACL. No entanto, empresas de geração sob o controle do governo (empresas estatais) são obrigadas por lei a vender suas energias através de leilões, tanto no ACR quanto no ACL, desde que esses leilões apresentem transparência (com regras de funcionamento e *payoffs* bem claros e definidos), divulgação pública e igualdade de acesso a todos os agentes indiscriminadamente.

O modelo proposto entrou em pleno funcionamento em meados do ano 2004 a partir das regras estabelecidas originalmente para a sua implantação. Em setembro/2002, o MAE organizou um leilão de venda de energia entre geradores, comercializadores e distribuidores que negociaram grandes montantes de energia entre si. A partir de julho/2003 e até maio/2004, o MAE organizou onze leilões de compra de energia para a comercialização de energia entre os agentes. A partir da implantação dos ambientes regulado e livre, esses leilões do MAE deixaram de ocorrer havendo leilões de comercialização de empreendimentos existentes em dezembro/2004 e em abril/2005. Ressalta-se ainda que no final do ano 2003 e durante todo o ano de 2004 vários foram os leilões organizados por agentes específicos do setor, especialmente leilões de compra organizados por comercializadores e consumidores livres. Esses leilões estão descritos no capítulo 4 e os resultados dos mesmos apresentados no anexo.

2.5 CONCLUSÕES

O setor elétrico no Brasil passou, nos últimos anos, por profundas reformas e reestruturações. O que se observou, em cada um dos processos, foi uma alteração substancial na relação entre as empresas participantes do mesmo que deixou de ser uma relação impositiva, fruto de um monopólio natural, para uma relação de parceria, decorrente da introdução da competitividade. Agentes não são mais obrigados a adquirir a energia que

necessitam de um determinado fornecedor, mas podem comprá-la a partir de um mecanismo de comercialização que permita a disputa e a escolha da melhor oferta.

De acordo com o modelo de reforma e reestruturação apresentado, o mecanismo de comercialização de energia nos dois ambientes, ACR e ACL, seria o leilão de compra e venda de energia nas suas mais diferentes formas e modalidades. Pelas características das várias modalidades disponíveis para leilões, os objetivos definidos para cada um deles podem vir a ser mais diretamente atingidos (Klemperer, 2002 e 2004). O capítulo 3 descreve as bases e essas principais características das várias modalidades disponíveis para leilões enquanto que o capítulo 5 discute as formas de leilão para a comercialização de energia elétrica em vários ambientes. Já o capítulo 6 apresenta o modelo proposto para a compra e venda de energia elétrica no ambiente regulado do mercado brasileiro.

3 CONCEITUAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 INTRODUÇÃO

Na literatura nacional e internacional atual, vários têm sido os artigos, dissertações de mestrado e teses de doutorado que descrevem, analisam, criticam e propõem modelos sobre o desempenho dos mercados de energia elétrica espalhados em todos os continentes bem como seus processos de reforma e reestruturação. A idéia da introdução da competitividade em setores até então eminentemente monopolistas ou duopolistas tem levado inúmeros autores a discutir o assunto introduzindo conceitos e métodos para o estudo e análise deste segmento em particular. Dessa forma, a comercialização de energia vem sendo avaliada, discutida, planejada e criticada em uma série de produções técnico-científicas mais recentes. Esse capítulo visa apresentar e analisar alguns aspectos gerais dos conceitos e assuntos abordados nessa tese para contextualizar o problema e definir as bases teóricas que devem ser discutidas quando se propõe a escrever sobre leilões de comercialização de energia elétrica. Por conseguinte, procurar-se-á verificar o estado da arte sobre esses temas envolvidos e analisar alguns desses artigos, dissertações e teses que têm sido publicados nos últimos anos. São apresentados, inicialmente, alguns conceitos gerais sobre Teoria dos Jogos e Teoria dos Leilões. Alguns artigos sobre os leilões de uma maneira geral com suas inúmeras aplicações também são mencionados. Em seguida são mostrados alguns aspectos da comercialização de energia elétrica nas suas mais diversas formas, particularmente os leilões de energia, além de estudos da Teoria dos Jogos e Teoria dos Leilões aplicadas ao setor elétrico. Além disso, são destacadas as mais diversas modalidades de leilão que vêm sendo utilizadas para a compra e a venda dessa forma de energia nos mercados mundiais.

3.2 TEORIA DOS JOGOS

O universo de atuação da Teoria dos Jogos corresponde a qualquer situação de disputa, de impasse ou de confronto entre dois ou mais agentes (Fudenberg & Tirole, 1991; Gibbons, 1992 e Osborne & Rubinstein, 1994). Além disso, espera-se que esses agentes, os jogadores do processo, ajam sempre de forma racional, buscando os melhores resultados para si dentro dessa situação de disputa. De acordo com Nash (1950), nessa teoria, os participantes agem independentemente e a noção de um Ponto de Equilíbrio é um ingrediente básico para

se definir o resultado do jogo. Muito tem se discutido sobre esse assunto, desde que surgiu pela primeira vez a partir da publicação do livro *Game Theory and Economic Behavior* de Von Neumann & Morgenstern em 1944. A partir desses autores, pioneiros no desenvolvimento dessa teoria, podem-se estabelecer as principais ferramentas a serem utilizadas e que permitem analisar qualquer situação de conflito entre dois ou mais agentes que estão em uma determinada situação de disputa. Dessa forma, inúmeras foram as situações passíveis de serem estudadas e analisadas à luz dessa nova teoria emergente: a disputa por um cargo em suas mais diferentes formas, seja através de eleições ou outro mecanismo qualquer, o fechamento de um contrato entre duas empresas, a compra e a venda de um determinado objeto, uma situação de guerra entre dois ou mais países e até mesmo a simples disputa de quem seria o primeiro carro a passar em um cruzamento sem sinalização quando os dois estivessem ali ao mesmo tempo (Varian, 1992). O universo de abrangência de atuação dessa teoria é ilimitado, sob o ponto de vista de estudos e análises, e dá a qualquer situação de disputa um caráter científico com base nas teorias econômicas envolvidas.

Kreps (1990, 2001) e Mas-Collel (1995) estabelecem que os elementos essenciais que constituem a base dessa teoria seriam os jogadores, agentes ativos ou passivos no processo; as ações desses jogadores, que correspondem aos atos ou às “jogadas” que eles podem fazer; as estratégias, representando a(s) linha(s) de atuação que o jogador irá seguir para atingir seus objetivos determinados antes do início do processo; as informações disponíveis para cada jogador, sendo o conjunto de dados de que dispõe cada agente antes do desenvolvimento das suas estratégias; os resultados ou benefícios para os jogadores, correspondendo aos chamados *payoffs* ou “pagamentos” do jogo; o equilíbrio de jogo, se ele existe ou não e a natureza do jogo em si.

A Teoria dos Jogos pode ser dividida, de acordo com esses autores (Kreps, 1990, Fudenberg & Tirole, 1991, Gibbons, 1992, Varian, 1992, Osborne & Rubinstein, 1994 e Mas-Collel, 1995), em Jogos Cooperativos, em que os jogadores interagem cooperativamente entre eles para conseguir os melhores resultados para todos e Jogos Não-Cooperativos, onde os agentes agiriam de forma racional, buscando os melhores resultados para si, sem se preocupar com o que estaria acontecendo com os outros competidores, sem haver ajuda entre eles. Ainda de acordo com aqueles autores, os Jogos Não-Cooperativos podem ser divididos, por sua vez, em Jogos Estáticos (onde os jogadores agem ao mesmo tempo sem conhecer as jogadas do(s) outro(s) jogador(es)) e Jogos Dinâmicos (onde os jogadores movem-se em seqüência conhecendo as ações anteriores uns dos outros). O jogo pode ser ainda de

informações completas, quando o *payoff* de cada jogador é de conhecimento comum entre todos os jogadores, ou de informações incompletas, quando pelo menos um jogador possui incerteza em relação ao *payoff* de outro(s) jogador(es). Além disso, esse jogo pode possuir ainda informações perfeitas, quando todos os movimentos ou decisões dos jogadores são conhecidos por todos os outros jogadores, ou informações imperfeitas, quando pelo menos um jogador desconhecer ou tiver dúvidas com relação ao movimento ou ação de outro(s) jogador(es) durante a realização do jogo.

Essa teoria vem sendo utilizada em inúmeras áreas do conhecimento, desde relações humanas que envolvam situações de conflitos e disputas até análises econômicas que envolvam o destino da população de um país, por exemplo. Shahidehpour, Yamin & Li (2002) aplicam diversos resultados da Teoria dos Jogos na análise do crescimento da competitividade no mercado de energia elétrica a fim de determinar os melhores *payoffs* para os “jogadores” em várias situações de operação dos mesmos.

3.3 TEORIA DOS LEILÕES

Mecanismos de leilões têm sido bastante utilizados na comercialização de vários produtos de diferentes espécies uma vez que representam processos que têm como finalidade criar um ambiente competitivo para a compra e a venda desses produtos. Nos setores elétricos de vários mercados pelo mundo, montantes de energia têm sido comercializados por geradores, produtores independentes e comercializadores que são demandados por distribuidores, consumidores livres e cativos, e outros comercializadores. A análise de leilões como jogos de informações incompletas surgiu originalmente no artigo de Vickrey (1961). Dessa forma, a Teoria dos Leilões pode ser considerada como uma partição da Teoria dos Jogos, porém com regras, conceitos e embasamentos matemáticos bem definidos. Além disso, de acordo com Krishna (2002), os leilões, de uma forma geral, seriam jogos de informações imperfeitas e incompletas a serem “jogados” por agentes que representariam os vendedores de um lado e os compradores de outro.

De acordo com as características apresentadas pelos diferentes tipos de leilão, eles têm sido o objeto de estudo de inúmeros pesquisadores. Klemperer (1999, 2000 e 2002) delineou as principais características da Teoria dos Leilões e suas inúmeras aplicabilidades em três artigos já clássicos sobre o assunto (*Auction Theory: A Guide to Literature*, 1999, *Why Every Economist Should Learn Some Auction Theory*, 2000 e *What Really Matter in Auction Design*,

2002). Wolfstetter (1999) define o leilão como um mecanismo de lances descrito por um conjunto de regras que especificam como o ganhador é determinado e quanto ele pagará pelo bem adquirido. Rasmusen (2001) define que o leilão é usado como meio para extrair informação dos compradores quando os vendedores não sabem ao certo o valor do bem que está sendo vendido e desejam extrair o máximo benefício possível com a venda desse bem. De acordo com Silva (2003), o leilão funcionaria, portanto, como um mecanismo de formação de preços onde o próprio mercado revela, no decorrer do leilão, o valor do bem.

Em linhas gerais, de acordo com Krishna (2002), os leilões por sua vez podem ser divididos em leilões de objetos simples, quando apenas um único objeto será leiloadado e leilões de múltiplos objetos, quando mais de um objeto, idênticos, semelhantes ou distintos, seriam leiloadados. Dekrajangpetch e Sheblé (1999) classificam essas modalidades de leilão como de produtos homogêneos e heterogêneos. Correia (2005) classifica, de acordo com esse ponto de vista, em leilões de objetos únicos e leilões de objetos distintos. Com relação aos leilões de objetos únicos, o autor considera ainda que eles poderiam ser classificados como objetos indivisíveis e divisíveis. O leilão de um objeto de arte seria um leilão de um objeto único indivisível; já o leilão de um lote de energia seria de um objeto único, porém, divisível uma vez que ele poderia vir a ser adquirido ou vendido por mais de uma empresa. No entanto, mesmo no caso de objetos idênticos, será considerado aqui leilões de múltiplos objetos quando mais de um objeto estiver sendo leiloadado, mesmo que esse objeto possa ou não ser divisível. Esse aspecto é fundamental no que se espera que ocorra com o leilão a partir dos tipos específicos de agentes que participem do mesmo. Tanto para leilões de objetos simples quanto para leilões de múltiplos objetos, vários são os tipos e modalidades que poderão ser utilizadas nesse mecanismo de compra e venda dos produtos. Cada uma dessas modalidades poderá ser utilizada para a comercialização do(s) produto(s), mas um determinado tipo deverá ser escolhido para atingir os objetivos propostos pelo organizador do leilão ou o leiloeiro. A escolha da forma vai depender sobremaneira das características e hipóteses definidas para o mecanismo do leilão e os agentes envolvidos com o mesmo.

Dessa forma existem vários tipos e modalidades de leilões com características específicas para cada um deles as quais fazem com que um determinado leilão em particular venha a se tornar melhor do que outros para atingir determinados objetivos da comercialização. No entanto, de acordo com Klemperer (2000), não importa o tipo de leilão utilizado, sob certas condições, todos os tipos de leilão levam ao mesmo rendimento esperado (Princípio do Rendimento Equivalente). Apesar disso, determinados leilões se mostram mais

eficientes que outros em determinados tipos de mercado de compra e venda de energia e se as condições mencionadas não forem satisfeitas, rendimentos e resultados bem distintos serão obtidos em cada um deles. Para que o resultado do leilão seja mantido, mesmo com diferentes formas de leilão sendo utilizadas, é necessário, como já afirmado, que algumas condições sejam satisfeitas:

- Independência: os valores estimados pelos agentes participantes são distribuídos de forma independente, ou seja, a avaliação de um agente não influencia a avaliação de outro agente;
- Neutralidade ao Risco: todos os agentes envolvidos são considerados neutros ao risco e procuram maximizar seus lucros esperados;
- Sem Restrições Orçamentárias: todos os agentes ofertantes são capazes de honrar suas ofertas sem restrições;
- Simetria: os valores estimados pelos agentes são distribuídos de acordo com uma mesma função de distribuição.

Dessa forma observa-se que apenas se todas essas condições forem verificadas é que os resultados são insensíveis ao tipo de leilão escolhido. Um modelo que obedeça a todas essas condições descritas é conhecido como Modelo Simétrico (Krishna, 2002). Ou seja, qualquer desvio em uma ou mais dessas condições anteriores já seria suficiente para que o resultado de um determinado leilão fosse sensível à modalidade escolhida.

Leilões, por sua vez, podem ser classificados de diversas formas estabelecendo muitas combinações para se formatar um determinado leilão de um certo produto com o intuito de atingir alguns objetivos preliminares traçados pelo organizador do mesmo. A classificação a seguir é baseada em Khrisna (2002):

(a) Classificação quanto à Natureza

De acordo com a natureza, o leilão se classifica pela maneira como os participantes, vendedores e compradores, atuam no mesmo. Dessa forma, os leilões classificam-se como:

- Leilões de Oferta ou de Compra: O leiloeiro ou os compradores determinam o(s) produto(s) que eles estão dispostos a adquirir (com as suas quantidades especificadas de acordo com o produto). Os vendedores, por sua vez, ofertam esses produtos com seus preços ao leiloeiro ou aos compradores diretamente podendo existir um preço reserva teto acima do qual os compradores não estão dispostos a pagar. Vence o ofertante que lançar o

menor preço. Nesse leilão os compradores teriam uma posição passiva no decorrer do leilão enquanto que os vendedores teriam uma posição ativa durante o mesmo.

- Leilões de Demanda ou de Venda: Os compradores fazem lances de demanda com os seus preços fixados para os produtos postos a venda pelos vendedores. Vence o jogador que oferecer o maior preço ao leiloeiro, que representam os vendedores, ou a esses agentes diretamente que sempre desejam vender o produto ao maior preço possível. Nesse leilão pode existir também um preço de reserva que seria o mínimo valor que os vendedores estariam dispostos a negociar o produto. Diferentemente do leilão anterior, nesse tipo de leilão são os compradores que têm uma posição ativa enquanto que os vendedores apresentam uma posição passiva durante o leilão.
- Leilão Duplo: Vendedores e Compradores fazem ofertas simultâneas podendo haver ou não a participação do leiloeiro. O preço de fechamento desse tipo de leilão é determinado no intervalo entre os lances de oferta e de demanda, de acordo com regras estabelecidas no início do processo. Normalmente não há preços de reserva nesse leilão duplo uma vez que o preço de fechamento, como já explicitado, estará sempre compreendido entre os preços dos vendedores e dos compradores. Nesse leilão, tanto os compradores quanto os vendedores têm uma posição ativa no mesmo, ofertando preços e/ou quantidades diretamente entre si ou sob a coordenação de um leiloeiro.

(b) Classificação quanto à Forma

Define-se a forma de um leilão a partir do modo como os lances dos agentes são realizados:

- Leilão Aberto: Os participantes determinam seus lances de forma aberta e explícita, de forma que todos saibam o quanto foi estabelecido pelo participante em questão. A oferta é sempre conhecida, porém o ofertante pode ou não ser divulgado, dependendo das regras estabelecidas. Esse leilão é assim, um processo dinâmico. O leilão aberto pode ser de Preços Ascendentes ou Leilão Inglês (em que os compradores dão lances pelo produto ofertado) ou de Preços Descendentes (em que os vendedores dão lances para os bens demandados). Um caso particular de leilões de preços descendentes é o Leilão Holandês em que o preço decresce continuamente até que um jogador aceite pagar esse preço terminando assim o leilão.
- Leilão Fechado: Os lances são apresentados ao leiloeiro pelos participantes em envelopes fechados e ocorre com apenas uma jogada (*one shot game*). Vencem os melhores lances, quer sejam de oferta ou de demanda. Num leilão ascendente, a maior oferta seria a

vencedora e o contrário ocorreria num leilão descendente. Esse leilão pode ser de primeiro-preço, onde a melhor oferta vence o leilão sendo pago esse valor, ou de segundo-preço (ou de Vickrey), onde a melhor oferta leva o prêmio sendo pago o segundo melhor lance verificado no processo. Um tipo específico de leilão, dentro dessa classificação, seria o leilão onde todos pagam, mas só a melhor oferta leva o prêmio (*all pay sealed-bid auction*).

Reynolds (1996) afirma que nos leilões abertos, os jogadores participantes podem obter informações vantajosas observando e analisando os lances dos outros jogadores. A maior disponibilização de informações seria benéfica à atuação dos agentes. Ainda segundo essa autora, se vários jogadores permanecem no leilão, isto dá ao jogador a confiança de que a sua avaliação do produto estava correta e ele tende a dar lances maiores. De acordo com Khoroshilov & Dodonova (2004), um vendedor que quer maximizar sua receita esperada deve implementar o leilão inglês (aberto). Enquanto isso, Myerson (1981) salienta que o preço de reserva em um leilão inglês aberto deve ser maior que a avaliação do vendedor para o objeto.

(c) Classificação quanto ao Preço de Fechamento

As classificações anteriores mostram como podem ser dados os lances de oferta nos leilões e como definir o jogador vitorioso no leilão. Essa classificação define o quanto o agente vencedor do leilão vai pagar ou receber pelo objeto leilado. De acordo com as regras do preço com que o produto será negociado, os leilões podem ser:

- Leilão de Preço de Fechamento Uniforme: Diferentes agentes compradores e/ou vendedores que vencem o leilão, comercializarão os produtos pelo mesmo preço. Esses leilões podem ter ainda o preço uniforme de fechamento de primeiro-preço (em que o melhor lance é o preço a todos os vencedores) ou de segundo-preço ou de Vickrey (onde o segundo melhor lance será o preço de fechamento aos vencedores do mesmo).
- Leilão de Preço de Fechamento Discriminatório: Nesse caso, cada agente vencedor no leilão pagará o seu valor de lance pelo produto adquirido. É um leilão que desencoraja o uso do poder de mercado que alguns agentes possuem para fixar o seu lance no produto requerido.

De acordo com Wolfstetter (1999), leilões de segundo-preço tendem a ter seu preço de fechamento inferior ao preço ótimo devido à falta de conhecimento dos agentes ativos no processo de que a estratégia dominante é dar um lance igual ao seu preço de oportunidade

daquele bem. Vickrey (1961) ressalta ainda que o leilão de segundo-preço é incentivador, uma vez que leva os agentes participantes a apreçoar lances equivalentes à sua valoração real do item. Por sua vez, Sheblé (1999) adianta que o leilão de primeiro-preço é o tipo de leilão preferido dos vendedores pois tendem a gerar preços superiores ao ótimo.

Segundo Silva (2003), diferentes modelos de leilões poderiam ser avaliados através de diferentes parâmetros para se medir o “sucesso” do referido leilão. Ainda segundo esse autor, pode-se avaliar um leilão em função de um dos seguintes parâmetros:

- Quantidade Negociada: Considera-se que um leilão atingiu seu objetivo, se ele consegue negociar o objeto posto em leilão ou negociar a máxima quantidade do objeto sendo ele um produto divisível;
- Excedentes Produzidos: Esses montantes são determinados a partir da diferença entre os preços dos compradores e dos vendedores multiplicada pela quantidade negociada. Um dos objetivos do leilão seria a maximização desses excedentes;
- Volume Negociado: Esse parâmetro é definido a partir do produto do preço final pela quantidade negociada e um dos objetivos do leilão poderia ser a maximização ou a minimização nesse volume;
- Preço de Fechamento: A classificação dos leilões quanto ao preço de fechamento, já definida anteriormente, mostrou que esse preço pode ser uniforme (primeiro ou segundo preço) e discriminatório; o objetivo do leilão poderia ser a maximização ou minimização nesses valores.

Outros autores estabelecem algumas pequenas diferenças com relação a essas classificações apresentadas no sentido de denominação nas formas e tipos (há leilões com denominações específicas dependendo de algumas características estabelecidas para o mesmo) mas essas classificações definidas aqui são suficientes para os propósitos dessa tese. No capítulo 6, em que será apresentado o modelo proposto para o leilão de comercialização de energia elétrica no mercado regulado no Brasil, serão estabelecidas e definidas todas as hipóteses a serem adotadas para o mesmo onde será observado que uma situação real como a que ocorre no setor elétrico brasileiro estaria longe das condições simétricas apresentadas aqui. Sendo assim, a forma ou modalidade definida para o leilão seria fundamental para os resultados a serem atingidos pelo mesmo.

3.4 TEORIA DOS LEILÕES APLICADA AO SETOR ELÉTRICO: PROCESSOS DE COMPRA E VENDA DE ENERGIA

Leilões têm sido utilizados ativamente na comercialização de energia elétrica em vários mercados mundiais pela própria natureza que essa forma de negociação pode revelar em termos de preços e condições de pagamento e recebimento. Nesse ambiente, os jogadores participantes do processo seriam as empresas geradoras, empresas distribuidoras, empresas comercializadoras e consumidores finais de energia; as estratégias a serem adotadas por cada uma delas representariam o conjunto de ações ou movimentos a serem realizados por eles no decorrer do leilão; os *payoffs* seriam os valores a serem recebidos pelos jogadores ao final do jogo ou os produtos adquiridos por eles enquanto que regras específicas a serem estabelecidas pelo(s) órgão(s) responsável(is) definiriam a estrutura do jogo.

Vários são os artigos e os trabalhos que estão sendo realizados no mundo acerca da Teoria dos Leilões e suas aplicabilidades. McAfee & Vincent (1997) discutem sobre a otimização em leilões seqüenciais, Avery & Hendershott (2000) e Armstrong (2000) estudam leilões multi-objetos ótimos, Nyborg (1997) faz uma análise de leilões compartilhados com a cumplicidade entre os agentes, Engelbrecht-Wiggans & Kahn (1998) analisam leilões multi-unidades com prêmios variáveis, Wang & Zender (1998) discorrem sobre leilões de bens divisíveis, Ausubel (1997) e Ausubel & Crampton (1996) discutem sobre formas e modalidades de leilões na eficiência dos mesmos, Dasgupta & Maskin (2000), Jehiel & Moldovanu (2001) e Perry & Reny (2001) também discutem diversos aspectos sobre a eficiência em várias modalidades de leilões.

Por possuir alguns aspectos que a distinguem de outros bens, a compra e a venda de energia elétrica entre os diversos agentes produtores, consumidores e comercializadores apresenta algumas nuances e especificidades que devem ser discutidas, estudadas e analisadas de uma maneira mais aprofundada para que os mecanismos dos leilões possam vir a atingir os objetivos básicos definidos para cada um desses processos. Alguns artigos podem ser citados dentro dessa área de atuação da Teoria dos Leilões: Ethier et al. (1997) discutem sobre o design de leilões para mercados de energia elétrica competitivos enquanto que Fabra, von der Fehr & Harbord (2002) fazem uma análise da utilização de várias formas de leilão para a comercialização em mercados de energia, explorando, inclusive a utilização de leilões de Vickrey nesses processos.

Além desses artigos que discutem a aplicabilidade dos leilões na comercialização de energia elétrica, outros trabalhos vêm sendo desenvolvidos na própria análise dos mercados

de eletricidade em si, discutindo formas e modalidades para a aquisição desse bem em diferentes ambientes e estruturas do setor. Hunt e Shuttleworth (1996) propuseram quatro alternativas estruturais para os mercados de produção e comercialização de energia elétrica:

- Modelo 1: Monopólio em todos os níveis (geração, distribuição) até chegar ao consumidor final;
- Modelo 2: Agência compradora adquirindo energia aos geradores e repassando-a aos distribuidores;
- Modelo 3: Competição no atacado onde distribuidores escolhem uma agência compradora ou um gerador de quem adquirem a energia;
- Modelo 4: Competição no varejo onde os consumidores finais escolhem de quem irão adquirir a energia elétrica que irão consumir.

A energia elétrica é um produto de comercialização que não possui, sob o ponto de vista do mercado brasileiro, nenhuma diferenciação do ponto de vista técnico. Ao se comercializar esse produto, realiza-se um contrato puramente financeiro que não tem correspondência com a entrega física dessa energia. Dessa forma, empresas de produção não utilizam alguns parâmetros ou índices de qualidade para diferenciação dos seus produtos. A energia entra num ambiente de um grande *pool* comercial onde são realizados contratos bilaterais de compra e venda dessa energia. Com isso, a energia elétrica em si deveria ser considerada como um produto homogêneo de acordo com a classificação de Dekrajangpetch e Sheblé (1999). No entanto, o fato de poderem ser comercializados lotes de energia com diferentes prazos de fornecimento (e a partir daí, preços diferenciados entre os produtos), fez com que se estabelecessem produtos heterogêneos para a energia elétrica ainda de acordo com a classificação daqueles dois autores.

Dekrajangpetch & Sheblé (1999) propuseram também algumas estruturas e formulações para os leilões de compra e venda de energia nos setores elétricos. De acordo com esses autores podem-se estabelecer leilões com os participantes do mesmo identificados (realizando negócios diretamente entre si) ou não-identificados (onde os negócios são realizados a partir de uma “bolsa” onde ocorre o leilão). Esses participantes, jogadores do processo, seriam os vendedores e os compradores. Ainda segundo esses autores, os leilões podem ainda envolver produtos com mesmas características (produtos homogêneos) e com características distintas (produtos heterogêneos). Em cada um desses leilões, por sua vez, os lances (preços e/ou quantidades dos produtos) podem ser determinados pelos vendedores ou

pelos compradores que definiria, por sua vez, as características do leilão conforme as classificações mostradas anteriormente.

a) Leilão com Produtos Homogêneos e Jogadores Identificados

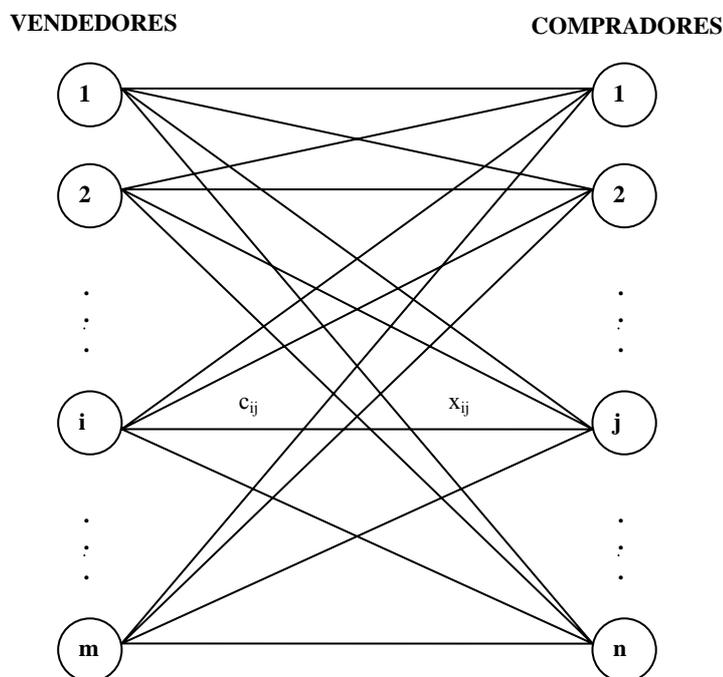


Figura 3.1 – Leilão com Produtos Homogêneos e Jogadores Especificados – Fonte: Dekrajangpetch & Sheblé (1999)

Nesse leilão existem m vendedores e n compradores com quantidades e preços especificados entre cada par de jogadores diretamente. Os preços das ofertas podem ser, por sua vez, determinados pelos vendedores (leilão de compra), pelos compradores (leilão de venda) ou por ambos, vendedores e compradores (leilão duplo). Do ponto de vista do organizador do leilão, pretende-se determinar os preços c_{ij} e as quantidades x_{ij} entre o vendedor i e o comprador j que atinjam os objetivos traçados para esse leilão específico. Esses objetivos poderiam ser a maximização da quantidade negociada, maximização dos excedentes produzidos no processo, minimização dos preços finais para a energia entre outros e que produziriam restrições específicas no leilão. As restrições físicas envolvidas também devem ser levadas a termo na obtenção do resultado final, entrando como limitações no processo.

b) Leilão com Produtos Homogêneos e Jogadores Não-Identificados

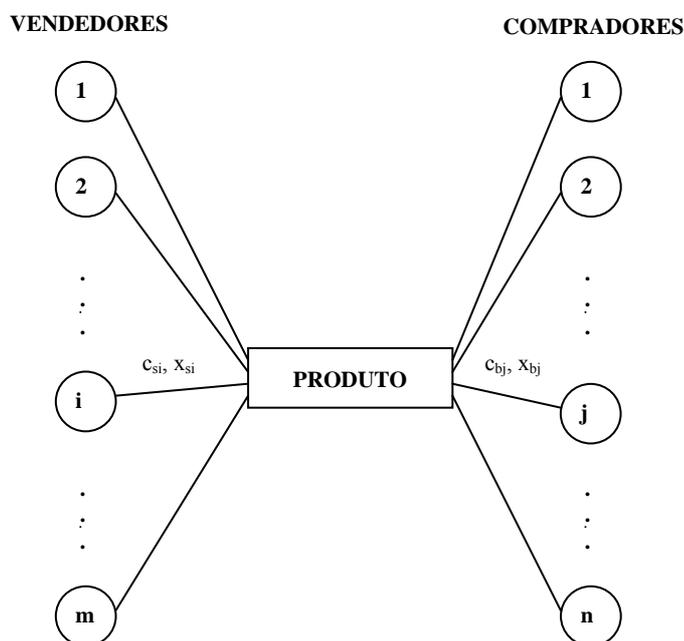


Figura 3.2 – Leilão com Produtos Homogêneos e Jogadores Não Especificados – Fonte: Dekrajangpetch & Sheblé (1999)

Nesse tipo de leilão, os negócios são fechados entre os vendedores e o leiloeiro ou entre os compradores e o leiloeiro, que nesse caso representam a contra-parte na negociação. Os preços definidos pelos vendedores nos leilões de venda seriam representados por c_{si} (preço do vendedor i para o produto) enquanto que as quantidades negociadas entre esses vendedores e o leiloeiro seriam x_{si} . Por outro lado, caso os preços sejam determinados pelos compradores, os preços e as quantidades negociadas entre o comprador j e o leiloeiro seriam, respectivamente, c_{bj} e x_{bj} . No caso do leilão duplo (vendedores e compradores dando lances de preços e/ou quantidades), as incógnitas do problema seriam as já definidas anteriormente (c_{si} , c_{bj} , x_{si} e x_{bj}) cujos valores finais devem ser ajustados para a obtenção dos objetivos específicos traçados para esse leilão. Salienta-se que nesse processo existem algumas restrições como capacidade de fornecimento ou de demanda que devem ser levadas em consideração na definição do resultado final.

c) Leilão com Produtos Heterogêneos e Jogadores Não-Identificados

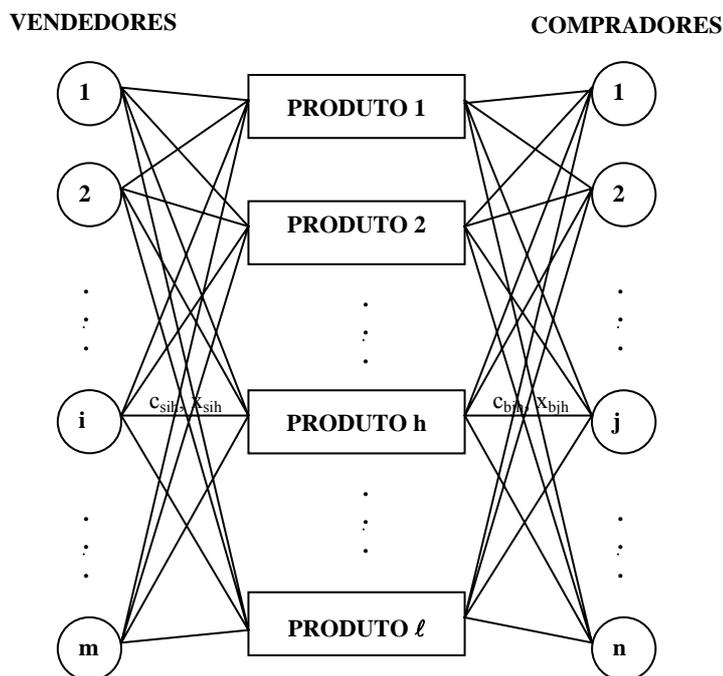


Figura 3.3 – Leilão com Produtos Heterogêneos e Jogadores Não Especificados – Fonte: Dekrajangpetch & Sheblé (1999)

O leilão de produtos heterogêneos representa uma espécie de leilão simultâneo de vários produtos homogêneos a partir de um leiloeiro que determina as regras e os resultados do referido leilão. Os vendedores podem realizar negócios com cada um dos mercados representados. Dessa forma, representa-se como $x_{s_i h}$ como a quantidade que sai do vendedor i para o produto h a um preço $c_{s_i h}$ determinado pelo vendedor. Por outro lado, tem-se $x_{b_j h}$ como a quantidade que sai do produto h para o comprador j a um preço $c_{b_j h}$ definido pelo comprador. Esses parâmetros teriam as mesmas designações caso o leilão fosse do tipo duplo. O resultado final do leilão seriam as quantidades e os preços negociados por cada vendedor para cada produto atendendo ou não a cada um dos compradores. Esse resultado, definido pelo leiloeiro do processo, visa atender a determinados objetivos traçados quando da definição das regras desse leilão. De acordo com a obtenção ou não do objetivo ou objetivos originais traçados para o leilão em questão é que se pode avaliar o grau de sucesso ou fracasso do mesmo. No capítulo 5 que trata da análise de vários tipos de leilão com suas funções objetivo a serem otimizadas aliadas às restrições envolvidas, analisar-se-á esses parâmetros de avaliação para definir os vários objetivos que podem ser estabelecidos para os leilões de

comercialização de energia. Esse capítulo apresenta alguns modelos de leilões para comercialização de energia elétrica adaptados da proposição de Dekrajanpetch e Sheblé (1999) onde são mostradas as funções matemáticas a serem otimizadas em cada um deles com as suas respectivas restrições.

Por se tratar de um processo em que os agentes envolvidos “disputam” um determinado bem, a comercialização de energia elétrica, envolvendo a compra e a venda, compõe-se em um ambiente completamente favorável a ser analisado e discutido, como já mencionado, à luz da Teoria dos Jogos. Segundo Azevedo (2004), o conceito chave da Teoria dos Jogos é a busca e obtenção de uma situação de equilíbrio que pode ser atingida de forma relativamente simples ou não, dependendo das circunstâncias do jogo. Dessa forma, mesmo em situações de disputa, os participantes do processo, jogadores, devem procurar atingir o equilíbrio em que todos saiam ganhando, da melhor maneira possível na referida disputa ou embate. Esse autor utilizou os conceitos da Teoria dos Jogos para desenvolver um modelo computacional para jogos não-cooperativos de informação incompleta que procure informar a melhor estratégia para o agente de acordo com o que ele acredita e sabe sobre o jogo. O modelo desenvolvido nesta tese de doutorado tem a finalidade de auxiliar os agentes do setor elétrico nos leilões de compra e venda de energia no mercado brasileiro a partir da agregação de informações ao agente. Esse acréscimo de informações a todos os agentes do mercado, ainda de acordo com Azevedo (2004), concorreria para a diminuição do excedente e o aumento da liquidez nos leilões. O modelo desenvolvido permite analisar a participação da empresa nos leilões de energia a partir das informações particulares disponíveis pela mesma além da sua crença na atuação dos outros jogadores e da expectativa das crenças que os demais agentes possuem a seu respeito (*type* do agente). Busca-se assim, a otimização da atuação da empresa nesse processo através da melhor estratégia de ação para a mesma.

Dentro desse tema de leilões no setor elétrico, Silva (2003) analisa um tipo específico de leilão no mercado brasileiro: os leilões de certificados de energia que ocorreram durante o racionamento de junho/2001 a fevereiro/2002. O objetivo do trabalho foi comparar dois modelos de leilão com finalidades distintas: maximização dos excedentes financeiros dos participantes e maximização da quantidade de energia negociada. A partir dessa comparação foi feita uma análise dos objetivos que os leilões de energia possuem ou devem possuir para o mercado brasileiro. Como resultado, o autor apresenta que o modelo da máxima quantidade gerou maiores volumes de negócios efetuados e a menores preços finais, comparativamente ao outro modelo. Ressalta-se que o primeiro modelo apresentou preços de fechamento

uniforme enquanto que o modelo da máxima quantidade possuía preço de fechamento discriminatório. Duas outras dissertações de mestrado foram escritas sobre o mesmo tema: comercialização de energia elétrica no mercado brasileiro. Masili (2004) desenvolveu uma metodologia e *software* para um simulador do mercado brasileiro de energia elétrica com as suas várias possibilidades de comercialização com o intuito de avaliar as estratégias de participação de cada agente interessado. Munhoz (2004) propôs uma metodologia e *software* para a simulação de leilões no mercado de energia elétrica. Esse simulador permitia a fixação de lances nos referidos leilões que otimizassem a participação e os ganhos do agente em questão. Ambos os simuladores desenvolvidos, mercados e leilões, utilizam ferramentas de otimização para a fixação e determinação das estratégias de atuação. Uma vez mais são analisadas situações de casos estáticos com leilões independentes no mercado brasileiro. Ainda dentro do tema, Correia (2004) faz uma análise da utilização do modelo de Stackelberg na competição entre empresas privadas e estatais pela expansão da oferta de energia elétrica no mercado brasileiro. Já Azevedo (2004) desenvolveu um modelo computacional de teoria dos jogos para aplicar aos leilões de energia elétrica no mercado brasileiro. Todos esses trabalhos vêm sendo desenvolvidos pelo Grupo de Comercialização de Energia da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.

3.5 CONCLUSÕES

Krishna (2002) no prefácio do seu livro *Auction Theory* ressalta que mais de mil entradas com as palavras leilão ou leilões em seus títulos estão disponíveis no banco de dados da *Economic Literature*. Inúmeros artigos, dissertações e teses estão sendo escritos nesse momento em vários centros de estudos e pesquisas no mundo relativamente ao tema abordado. Por ser um assunto relativamente recente na teoria econômica, muito mais ainda deverá ser analisado e estudado sobre o assunto. A possibilidade de atuação dos leilões como ferramenta de comercialização dos mais variados produtos das mais variadas formas e utilidades tem despertado o interesse não só dos centros de pesquisa como também de empresas públicas e privadas além do próprio governo na definição de políticas comerciais e econômicas. Longe de esgotar a análise do que vem sendo publicado sobre o assunto, o capítulo procurou contextualizar e exemplificar a grande área de atuação desse assunto particularmente na compra e venda em mercados de energia.

O próximo capítulo vai discutir alguns aspectos referentes aos mercados de energia elétrica e apresentar as principais formas de comercialização utilizadas para a compra e a venda de energia em cada um deles. Além disso, serão mostrados ainda os diversos leilões de compra e venda de energia que foram realizados no mercado brasileiro, organizados pelo governo ou, diretamente, pelas empresas privadas. Os outros capítulos irão apresentar as bases para o modelo atual do governo e para o modelo proposto e o desenvolvimento desse modelo, além de uma análise comparativa entre eles.

4 LEILÕES DE ENERGIA NO MERCADO BRASILEIRO

4.1 INTRODUÇÃO

A partir da definição das modalidades de leilão descritas no capítulo anterior, serão analisados alguns desses formatos utilizados na comercialização de energia elétrica em vários mercados notadamente no mercado brasileiro. As informações contidas aqui foram colhidas em vários artigos e publicações sobre o assunto e têm o objetivo de mostrar o que tem sido feito particularmente no mercado de energia do Brasil na área de comercialização utilizando o mecanismo de leilões. O capítulo irá descrever os processos utilizados para a compra e venda de energia nesse mercado e os resultados de vários leilões ocorridos no Brasil entre 2002 e 2004 são apresentados no anexo.

4.2 COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

4.2.1 ASPECTOS GERAIS

A partir da inserção da competição nas operações de compra e venda de energia, houve mudanças na maneira como esta energia é comercializada nos vários mercados pelo mundo (Lanzotti et al. 2002). Shahidehpour, Yamin & Li (2002) analisam a operação de mercado em sistemas elétricos de potência enquanto Wilson (1998) discute algumas considerações de eficiência na estrutura de funcionamento dos mercados de eletricidade. No cenário competitivo instalado nos setores elétricos desses países, os consumidores de energia elétrica poderiam vir a escolher o seu fornecedor (empresas de geração ou de comercialização) com o qual essas empresas contratariam a energia a ser consumida em períodos futuros. Essas transações seriam realizadas através de contratos bilaterais (contratos de longo prazo) ou no mercado *spot* (contratos de curto prazo). Ainda de acordo com Lanzotti et al. (2002), um instrumento muito utilizado na comercialização dessa energia é o mecanismo dos leilões que determinam e revelam o preço da energia comercializada e que representam uma maneira eficiente de mover uma operação baseada em custos para uma operação baseada em preços. O tipo de mercado estabelecido com as suas características específicas é que viriam a determinar a melhor modelagem de leilão a ser utilizada no mercado em questão.

De acordo com Masili et al. (2003), em uma forma mais detalhada, nos novos cenários verificados nesses setores elétricos reestruturados, os agentes participantes podem negociar a compra e a venda de energia elétrica através das seguintes formas:

- Contratos Bilaterais firmados entre as empresas (com preços livremente negociados);
- Leilões de Compra e Venda de Energia;
- Outras formas de leilão;
- Diretamente no Mercado de Curto Prazo.

Observa-se então que foram estabelecidas novas formas de comercialização a partir das reformas introduzidas nos diversos mercados de energia, que visam obter, de uma maneira geral, maiores garantias com relação à parte financeira envolvida. Entretanto, a idéia básica dos governos em todos os mercados dos países que passaram por esses processos de reforma e reestruturação é a melhoria nos serviços de geração e transporte de energia elétrica bem como na qualidade de entrega da mesma, buscando sempre a minimização dos custos e do preço final. Além disso, há uma busca, nesses mercados, da universalização do fornecimento de energia elétrica a todos os consumidores. Lanzotti et al. (2002) ainda apontam para uma outra possibilidade de comercialização de energia que seria através do mercado futuro ou de derivativos que constituiria uma espécie de garantia e gerenciamento do risco nas transações comerciais com a energia. É um mercado diário em que são firmados contratos de compra e venda de energia com preço e data fixados para o futuro (compra futura).

A partir das especificidades e características de cada mercado de energia mundial após os processos de reforma e reestruturação, vários tipos de mercado – bilateral, longo prazo, curto prazo, *spot*, futuro / derivativos – puderam ser estabelecidos. De acordo com as reestruturações estabelecidas nos mercados de energia mundiais, essas novas formas de comercialização foram viabilizadas e disponibilizadas. Agentes participantes do mercado podem estabelecer, bilateralmente, contratos de compra e venda de energia de longo, médio e curto prazos, onde o preço da energia seria livremente negociado entre eles. Operações de compra e venda de energia podem ser estabelecidas também, através de leilões de compra e de venda de energia com variados períodos de negociação. A seguir serão descritos brevemente os tipos de mercado comumente encontrados em vários setores elétricos existentes após processos de reforma e reestruturação por que passaram cada um deles. Não se pretende discriminar o tipo de mercado por país. A idéia é apresentar as diversas formas de

comercialização de energia elétrica em vários mercados pelo mundo. A classificação e descrição a seguir baseiam-se em Wilson (1998), Mendonça e Dahl (1999) e Lanzotti et al. (2002).

(a) Mercado de Contratos Bilaterais:

Esse tipo de mercado caracteriza-se normalmente por contratos de longo prazo firmados entre os agentes compradores e vendedores. Os contratos firmados, por sua vez, podem ser livremente negociados entre os agentes (inclusive com definição do preço e outras condições como num mecanismo de *matching*) ou determinados como resultado de leilão(ões) realizado(s) entre os interessados. Os leilões podem ser realizados entre os agentes, diretamente, ou utilizando-se a figura do leiloeiro. Vários tipos de leilão podem ser estabelecidos entre os agentes, dependendo do que se deseja conseguir como resultado do mesmo. No caso da comercialização de energia, normalmente são leilões de vários itens (de mesma natureza) sendo vendidos e comprados com possibilidades de negociação entre geradores e consumidores (distribuidores, comercializadores ou consumidores livres). Uma forma que vem sendo muito difundida em vários mercados são grandes leilões simultâneos realizados via *internet* como os lances podendo ser dados eletronicamente. As formatações desses leilões podem ser livres ou regulamentadas pelo órgão regulador, dependendo do mercado. A figura a seguir representa a dinâmica do mercado bilateral.

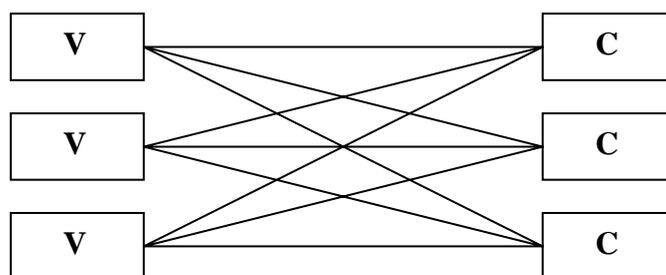


Figura 4.1 – Mercado Bilateral (Adaptado de Lanzotti et al., 2002)

Onde: V – Vendedores (geradores e comercializadores)

C – Compradores (distribuidores, comercializadores e consumidores livres)

(b) Mercado Spot:

Esse mercado normalmente corresponde a um período de curto prazo onde a energia é negociada em uma ou várias “bolsas” de energia a partir das diferenças verificadas entre os valores contratados e os valores efetivamente consumidos no período de apuração desse

mercado. O fechamento da contabilização entre esses valores é feito a partir de preços definidos pelo custo marginal de operação e geração, a partir do próprio mercado via leilões diários ou ainda a partir de leilões particulares de curto prazo organizados pelos próprios agentes participantes. Tais leilões, por sua vez, apresentam formatação e regras bem definidas valendo para todos os agentes, sendo leiloado um único produto no processo com lances de oferta e/ou de demanda. Esse mercado pode ser visualizado na figura a seguir.

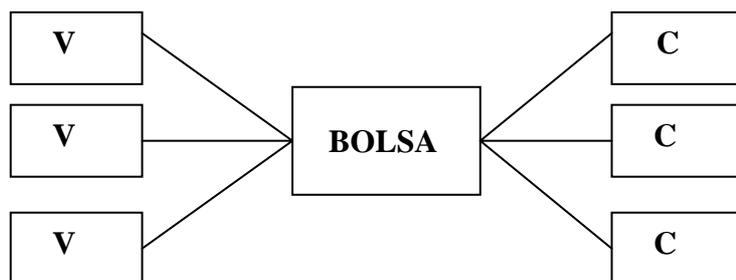


Figura 4.2 – Mercado Spot (Adaptado de Lanzotti et al., 2002)

Onde: V – Vendedores (geradores e comercializadores)
C – Compradores (distribuidores, comercializadores e consumidores livres)
BOLSA – Mercado de energia

(c) Mercado Futuro / Derivativos:

Os mercados futuros são utilizados, normalmente, para a proteção do preço e para o gerenciamento dos riscos envolvidos nas transações comerciais. Alguns mercados de energia admitem a negociação de derivativos de energia com a fixação de lotes de compra com preços e datas fixadas no futuro. Diferentes tipos de mercado aceitam alguns esquemas específicos para a cobertura, mitigação ou minimização dos variados riscos envolvidos nos processos.

4.2.2 COMERCIALIZAÇÃO NO MERCADO BRASILEIRO

Com os processos de reforma e reestruturação, foi introduzido no setor elétrico do Brasil, ainda que de forma preliminar, não completa e consolidada, o segmento da comercialização de energia, eminentemente competitivo. Como já apresentado no capítulo 2, no setor elétrico brasileiro, durante o primeiro processo de reforma e reestruturação ocorrido em meados dos anos 1990, houve uma tentativa de se garantir uma passagem gradual e sem sobressaltos entre o ambiente monopolista existente até então e o ambiente de concorrência e competitividade previsto no modelo. A idéia era permanecer com os contratos de compra e

venda de energias existentes entre geradoras e distribuidoras durante um período e gradualmente ir liberando esses contratos para o mercado concorrencial. A partir do ano 2003, 25% desses Contratos Iniciais entre geradores e distribuidores seriam liberados podendo ser livremente negociados. A partir daí, a cada ano, mais 25% desses contratos seriam liberados até a liberação total de todos esses contratos no ano de 2006. Os valores liberados seriam comercializados entre as empresas via Contratos Bilaterais com preços e demais condições negociadas pelos agentes através de leilões. Ainda nesse modelo, grandes consumidores passaram a possuir a opção de se tornarem livres, adquirindo energia do fornecedor que quisessem, ou permanecerem como consumidores cativos do seu fornecedor original. Para os consumidores livres, negociações bilaterais norteariam as condições de preço e de fornecimento da energia entre compradores e vendedores. Já para os cativos, o governo permaneceria regulando e controlando as tarifas praticadas para os mesmos.

Nesse modelo, as diferenças entre os montantes contratados e efetivamente consumidos eram realizadas e contabilizadas no Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE aos preços definidos para cada submercado brasileiro (Norte, Nordeste, Sudeste / Centro-Oeste e Sul) a partir dos custos marginais de operação verificados em cada um deles. Esse custo marginal é definido, no caso brasileiro, por um modelo computacional que simula o sistema elétrico interligado do Brasil levando em conta históricos de vazões em todas as suas bacias hidrográficas a fim de minimizar o custo total da energia (custo presente mais custo futuro). Esse modelo computacional é estabelecido pelos Programas NEWAVE e DECOMP que trabalham de forma integrada estabelecendo os despachos de todas as usinas hidráulicas e térmicas componentes e participantes do sistema elétrico interligado, aos custos mínimos totais de geração. De acordo com o CEPEL (2005), empresa que desenvolveu os programas computacionais, o NEWAVE é um modelo estratégico de geração hidrotérmica a subsistemas equivalentes que resolve os problemas de planejamento da operação interligada de sistemas hidrotérmicos empregando a técnica de programação dinâmica dual estocástica. Esta técnica, por sua vez, permite considerar o intercâmbio entre os subsistemas como uma variável de decisão, evita a discretização do espaço de estados, permite o uso de um modelo comum de vazões sintéticas e calcula os custos marginais do sistema. O objetivo desse sistema é determinar metas de geração para o cálculo, a partir do programa DECOMP, dos despachos individualizados de cada usina do sistema que atendam a demanda e minimizem o valor esperado do custo de operação. O programa DECOMP, ainda segundo o CEPEL (2005), define o planejamento e a operação do sistema discretizado por usina. Ele utiliza dados de

saída do NEWAVE aplicando-os no planejamento da operação de sistemas hidrotérmicos no médio prazo estando adaptado ao ambiente de elaboração dos programas mensais de operação do sistema brasileiro. Seu objetivo é determinar as metas de geração de cada usina de um sistema hidrotérmico sujeito a afluências estocásticas, de forma a atender a demanda e minimizar o valor esperado do custo de operação ao longo do período de planejamento. O modelo está formulado como um problema de programação linear, representando as características físicas e as restrições operativas das usinas hidroelétricas de forma individualizada. Segundo Santos (2005), até o final do ano 2005, o programa DESSEM estará fazendo parte desse modelo computacional, determinando os despachos ótimos diários de geração de cada usina hidráulica e térmica participante desse esquema. O resultado desse modelo computacional determina, por conseguinte, o despacho ótimo a ser efetuado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, tanto para as usinas hidráulicas quanto para as térmicas do sistema interligado, que garante o mínimo custo total para a energia produzida, gerada e transmitida no setor elétrico brasileiro.

A contabilização no MAE se dava após a verificação, no período de apuração (um mês), dos valores efetivamente gerados e contratados pelos diversos geradores e dos valores contratados e efetivamente consumidos pelas empresas de distribuição e de comercialização e pelos consumidores livres (que são os agentes de mercado). As unidades geradoras de cada empresa de geração são despachadas de acordo com a definição do ONS e pode ocorrer que uma empresa fique muito abaixo dos seus valores contratados. Por outro lado, algumas empresas poderiam, em determinados momentos, apresentar maiores valores gerados que contratados. Dessa forma, o modelo instituiu o Mecanismo de Realocação de Energia – MRE que visa estabelecer divisões de valores gerados entre as empresas de geração, contabilizados a tarifas bem abaixo dos valores negociados para compra e venda dessa energia. De acordo com o MAE (2004), o MRE é um mecanismo financeiro de compartilhamento do risco hidrológico associado à otimização do sistema hidrotérmico realizado através do despacho centralizado do ONS e que visa reduzir a exposição de geradores aos riscos dos preços de mercado garantindo, a partir de uma divisão mais equitativa entre os totais dos valores gerados pelas empresas, um maior equilíbrio econômico e financeiro aos mesmos. Esse mecanismo funciona a partir da comparação da totalidade da geração das usinas participantes com as energias asseguradas das mesmas (atribuídas anualmente pela ANEEL às usinas). Toda a geração individualizada que exceder a assegurada daquela usina é transferida contabilmente às usinas que tiveram sua geração abaixo do seu nível assegurado. O MRE

procura assim garantir as energias asseguradas de cada usina particular para fins da contabilização mensal do mercado de energia. Ressalta-se que a ANEEL determinou em legislação própria que nenhuma empresa geradora pode vender mais do que o seu nível assegurado. Se o valor total não for suficiente para suprir a totalidade das energias asseguradas, é feita uma divisão proporcional entre o valor existente e as usinas participantes. A soma entre a energia recebida ou fornecida pelo MRE e o total de geração de uma determinada empresa representa a sua energia alocada para contabilização no mercado de curto prazo (energia assegurada). É justamente a diferença entre essa energia alocada e os contratos efetivos para o período que determinará o quanto a empresa de geração irá receber ou pagar no mercado *spot*. Para os consumidores, a diferença entre os valores contratados e os consumidos quando for positiva indicará uma situação de crédito para aquela empresa no MAE. Já se a diferença for agora negativa, a empresa passará a ser devedora no mercado de curto prazo (MAE, 2004).

4.3 LEILÕES DE ENERGIA NO MERCADO BRASILEIRO ORGANIZADOS PELO MAE

A crise no abastecimento de energia, que levou ao racionamento de junho/2001 a fevereiro/2002, alterou o esquema de aberturas e negociações para a comercialização das energias tal como havia sido traçado pelos planos originais do modelo. Precisava-se fazer algo para atrair investimentos e garantir o suprimento e expansão da oferta de energia. Dessa forma, foram estabelecidos leilões com as energias que seriam liberadas a partir dos Contratos Iniciais (25% já em 2003). De acordo com Munhoz (2004), várias modalidades de leilão foram implantadas para serem utilizadas na comercialização de energia elétrica no mercado brasileiro. Leilões de compra e de venda de energia, de certificados e de excedentes da energia utilizada foram algumas formas definidas pelo poder concedente no Brasil para tornar mais competitivo esse mercado. Assim as mais diversas empresas participantes desse setor, sejam elas, geradoras, distribuidoras ou comercializadoras podem então atuar de diversas formas comprando e/ou vendendo energia a fim de adquirir os melhores negócios e maiores lucros para si. Alguns desses leilões foram organizados pelo governo ou poder concedente, através do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE, enquanto que outros leilões foram organizados e realizados pelos próprios agentes interessados em comprar ou vender energia. Em setembro/2002, houve o primeiro leilão com as energias liberadas das grandes empresas de geração (“energias velhas”) sem que, no entanto, houvesse o resultado esperado pelo

governo uma vez que o volume negociado de energia ficou abaixo do que se imaginava. Dos 9.235 lotes de 0,5 MW ofertados para venda, apenas 2.635 lotes foram arrematados (cerca de 28,5% do total ofertado). A crise no abastecimento modificou os hábitos da população brasileira e fez recuar o consumo verificado em 2002 para montantes semelhantes aos verificados no ano 2000. Esse leilão foi organizado pelo governo, através do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE. A partir de julho/2003, o MAE voltou a organizar novos leilões para comercialização de energia elétrica, dessa vez no formato de leilões de compra onde os vendedores definiam seus montantes a negociar em períodos específicos (contratos que poderiam variar de alguns meses até dois anos). Nesses leilões, os ofertantes seriam as empresas compradoras (distribuidores, comercializadores ou consumidores livres), que realizavam lances de preços nos produtos definidos. Houve onze leilões desse tipo no período de julho/2003 a maio/2004, sob a coordenação do MAE, sendo que, em alguns deles, nenhuma negociação foi realizada, seja pela falta de ofertas, seja pela falta de compradores para os produtos. Observou-se ainda que, mesmo nos leilões em houve negócios entre os agentes, esses montantes sempre estiveram abaixo dos valores efetivamente anunciados para a compra (ofertas iniciais dos vendedores).

Devido aos excedentes de geração verificados no período pós-acionamento, o MAE organizou ainda em setembro/2003 um leilão desses excedentes sem atingir também os resultados esperados pois o volume negociado ficou ainda bem abaixo do volume ofertado pelas empresas vendedoras. O reflexo do racionamento estava bem evidente com o consumo de energia verificado no país.

A tabela a seguir apresenta um resumo dos leilões de energia organizados pelo MAE com as datas de suas realizações, os montantes ofertados e negociados expressos em MW médios em cada um deles. O detalhamento das empresas participantes, montantes ofertados e negociados por cada uma delas em cada um desses leilões (venda, compra e excedentes) está apresentado no Anexo 1 onde é feita, inclusive, uma análise sobre os resultados de todos esses leilões mesmo aqueles que apresentaram ou não negociação entre os agentes.

Tabela 4.1 – Resumo dos Leilões Organizados e Realizados pelo MAE

LEILÃO	DATA	MONTANTE LEILOADO (MW médio)	MONTANTE NEGOCIADO (MW médio)
Leilão de Venda	16/09/2002	4.617,50	1.317,50
1º Leilão de Compra	31/07/2003	75,00	-
2º Leilão de Compra	28/08/2003	-	-
3º Leilão de Compra	25/09/2003	-	-
4º Leilão de Compra	30/10/2003	103,50	9,00
5º Leilão de Compra	27/11/2003	25,00	15,00
6º Leilão de Compra	22/12/2003	-	-
7º Leilão de Compra	29/01/2004	30,00	-
8º Leilão de Compra	20/02/2004	215,00	80,00
9º Leilão de Compra	25/03/2004	-	-
10º Leilão de Compra	29/04/2004	46,50	30,00
11º Leilão de Compra	27/05/2004	228,00	79,00
Leilão de Excedentes	12/09/2003	5.753,70	912,20

Fonte: *Elaboração própria a partir de dados do MAE (2004)*

Durante esse período, após as eleições presidenciais realizadas no final de 2002, houve uma mudança na política econômica então vigente no país e o novo governo, que possuía uma visão bem diferente com relação às bases consideradas para o modelo então implantado, passou a analisar, já a partir de janeiro/2003, modificações e reformas para o setor elétrico no Brasil. Nesse segundo processo de reforma e reestruturação, conforme já apresentado, existem dois ambientes para comercialização de energia: um regulado – ACR e outro livre – ACL. Os mercados de longo prazo e de curto prazo ainda estariam presentes em cada um desses ambientes. Regras estabelecem, no entanto, que empresas de distribuição devem contratar 100% do seu mercado apenas no ACR enquanto que consumidores livres (que também devem contratar 100% do seu mercado) e agentes comercializadores devem atuar no ACL. O mercado de longo prazo, tanto regulado quanto livre, comercializará suas energias para os vários períodos em questão através de leilões nas suas mais variadas formas com lances de oferta e/ou de demanda (quantidade e/ou preço) pelos vendedores e compradores. Já no mercado de curto prazo, ainda continuará ocorrendo a contabilização e o fechamento das diferenças verificadas entre os valores contratados e gerados/consumidos, agora sob a coordenação da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE, conforme já apresentado anteriormente. O preço de fechamento de cada submercado é definido ainda a

partir do modelo computacional que determina o custo de geração / operação a fim de minimizar o custo total da energia.

A energia elétrica, produto a ser leiloado, pode ser encarada como um produto único. No entanto, pelas características apresentadas para os leilões no ACR e no ACL, há a possibilidade de serem leiloados vários tipos de “produtos”, diferenciando-se pelo prazo de contratação da energia entre compradores e vendedores. Dessa forma, podem-se ter leilões de múltiplos objetos em ambos os ambientes, regulado e livre.

De acordo com o Modelo Institucional do Setor Elétrico (MME, 2003), as formas de comercialização então definidas para o ACL e o ACR são as seguintes:

- **Contratos Bilaterais:** Nesta modalidade de comercialização, as empresas envolvidas podem negociar livremente o montante de energia envolvida no processo, a duração do contrato e as condições de pagamento dessa energia. Dessa forma, o montante a ser recebido pela empresa vendedora é determinado pela receita considerando os valores totais envolvidos nessa modalidade de comercialização, ou seja, preço e quantidade, além de possíveis impostos (ACL).
- **Leilões de Venda de Energia:** Esta modalidade de comercialização foi fixada por lei (ANEEL, 2002) determinando que parte da energia das empresas de geração deveriam ser vendidas em leilões públicos de venda dessa energia. Nesse tipo de leilão, as empresas geradoras (vendedores) ofertam suas energias a partir de preços mínimos estabelecidos por elas. Cabe aos consumidores (compradores) definir se aceitam ou não os preços definidos pelos ofertantes dando lances que podem ocasionar um aumento nos preços dos produtos ofertados (ACL e ACR).
- **Leilões de Compra de Energia:** Esta modalidade de comercialização, também definida por lei, estabelece que lotes de energia das empresas consumidoras sejam adquiridos a partir de leilões públicos de compra dessa energia. Nessa modalidade, as empresas consumidoras (compradoras) explicitam em lotes de demanda os montantes que elas desejam adquirir e a que preço. Nesse caso serão os geradores (vendedores) que definirão se aceitam ou não os lotes de demanda disponíveis com os preços estabelecidos. Para esse leilão, os lances dados ocasionarão uma redução nos preços dos produtos demandados (ACL e ACR).
- **Leilões Privados:** Esse tipo de leilão é definido por lei e determina que empresas agentes do mercado possam estabelecer suas próprias condições e regras para o leilão

a fim de adquirir lotes de energia em períodos definidos e a preços estabelecidos por elas (preço teto ou preço base). A exigência é que sejam leilões públicos com participação aberta a todos os agentes interessados (ACL).

4.4 CONCLUSÕES

Para os ambientes regulado e livre estão previstas formas de comercialização de energia específicas em cada um deles. No ACL, empresas vendedoras (geradoras e/ou comercializadoras) poderão negociar suas energias a outras empresas comercializadoras e/ou consumidores livres (compradores) através de leilões que poderão assumir os mais diferentes formatos e modalidades. Dessa forma, no ACL, poderão ser formatados leilões de compra, de venda, duplos ou quaisquer outras formas desde que o organizador do leilão entenda que essa determinada forma seria a melhor maneira de atingir os objetivos originais traçados por ele quando da definição do leilão. Já no ambiente regulado, por outro lado, a comercialização de energia elétrica entre as empresas dar-se-á exclusivamente através de leilões de compra onde os compradores (empresas distribuidoras apenas) definirão seus montantes de energia a consumir em períodos pré-estabelecidos enquanto que as empresas vendedoras de energia (geradores ou comercializadores) definirão as quantidades e os preços que elas estariam dispostas a vender os seus produtos. Nesse ambiente regulado são definidas ainda duas modalidades de leilão de compra a serem utilizadas: leilão de compra de empreendimentos existentes e leilão de compra de novos empreendimentos. Ambos os leilões apresentam regras específicas e definidas pelo governo federal, organizador dessas modalidades de leilão. As regras específicas para os leilões de compra de energia de empreendimentos existentes estão descritas no capítulo 6 enquanto que as regras dos leilões de compra de energia de novos empreendimentos ainda estão sendo elaboradas e definidas pelo governo federal. Conforme já mencionado, empresas distribuidoras são obrigadas a adquirir toda a sua carga prevista (100%) nesses leilões do ACR. O fato de compreender sistemas de geração amortizados produz uma redução no preço de fechamento da energia negociada para o caso de leilões de empreendimentos existentes; já no caso de novos empreendimentos, o preço final da energia negociada deve assumir maiores patamares em virtude do próprio custo de investimento e amortização desses empreendimentos. No capítulo 6 são discutidas, com maiores detalhes, as regras para os leilões de energia de empreendimentos existentes quando será apresentado o modelo proposto para comercialização de energia nesse ambiente regulado.

5 MODELOS PARA LEILÕES DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

5.1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste capítulo é apresentar diversos modelos que podem ser utilizados para leilões de compra e venda de energia elétrica com as suas características, objetivos e processos de otimização. Serão apresentados os modelos de leilões para sistemas elétricos de potência de acordo com as estruturas e formulações propostas por Dekrajangpetch e Sheblé (1999)². A partir do conhecimento de todos esses modelos, pode-se estabelecer uma base comparativa para se definir qual seria o modelo mais indicado para atingir, de uma forma mais abrangente possível, as premissas e metas traçadas pelo governo federal quando da implantação do atual processo de reforma e reestruturação.

De acordo com esses autores, os modelos em análise serão diferenciados entre si de acordo com as seguintes hipóteses:

- Tipos de produtos envolvidos no leilão: homogêneos (produtos iguais) ou heterogêneos (produtos com algum grau de distinção);
- Agentes participantes no leilão: especificados (quando os outros agentes sabem quem está realizando as ofertas) ou não especificados (quando os agentes participantes e ofertantes são desconhecidos dos demais agentes);
- Agentes ofertantes de preços e/ou quantidades: vendedores, compradores ou ambos;
- Leilão com ou sem preços de reserva estabelecidos pelos agentes ofertantes de preços.

Quando os preços são ofertados pelos agentes vendedores tem-se o chamado Leilão de Compra de energia que é um leilão de preços descendentes a partir da oferta de venda dos agentes ativos nesse processo. Por outro lado, quando os preços são definidos pelos agentes compradores (ativos no processo), tem-se o Leilão de Venda com preços ascendentes. Em cada um desses leilões podem existir ou não os preços de reserva que representam o máximo preço que os compradores estariam dispostos a pagar pelo produto e o mínimo preço que os vendedores estariam dispostos a vender seus produtos. Caso os preços sejam definidos pelos

²Todo esse capítulo baseia-se nas estruturas e formulações propostas por Dekrajangpetch & Sheblé (1999).

vendedores e compradores, tem-se o Leilão Duplo onde não há necessidade de definição de preços de reserva uma vez que ambas as partes podem especificar os preços de acordo as suas disponibilidades para negociar.

De acordo com essas hipóteses estabelecidas, pode-se ter uma possibilidade muito grande de modelos específicos para leilões de comercialização de energia elétrica em sistemas de potência. A seguir serão analisados alguns desses modelos com o problema de otimização correspondente associado a partir dos objetivos traçados em cada um deles. As variáveis utilizadas na representação desses modelos e suas respectivas otimizações são as seguintes:

Tabela 5.1 – Variáveis para as Estruturas e Formulações de Modelos de Comercialização

i	Índice para os vendedores
j	Índice para os compradores
h	Índice para os tipos de produtos
c_{sij}	Preço do vendedor i para o comprador j , produtos homogêneos, agentes especificados
c_{bij}	Preço do comprador j para o vendedor i , produtos homogêneos, agentes especificados
c_{si}	Preço do vendedor i , produtos homogêneos, agentes não especificados
c_{bj}	Preço do comprador j , produtos homogêneos, agentes não especificados
$c_{si,h}$	Preço do vendedor i , produtos heterogêneos de uma classe específica h
$c_{bj,h}$	Preço do comprador j , produtos heterogêneos de uma classe específica h
π_{si}	Preço de reserva definido pelo vendedor i
π_{bj}	Preço de reserva definido pelo comprador j
x_{ij}	Montante vendido pelo vendedor i para o comprador j , agentes especificados (homogêneo)
x_{si}	Montante vendido pelo vendedor i , agentes não especificados (homogêneo)
x_{bj}	Montante comprado pelo comprador j , agentes não especificados (homogêneo)
$x_{si,h}$	Montante vendido pelo vendedor i (produto heterogêneo de uma classe h)
$x_{bj,h}$	Montante comprado pelo comprador j (produto heterogêneo de uma classe h)
y_{si}	Montante não vendido de um vendedor i
y_{bj}	Montante não comprado pelo comprador j
S_i	Capacidade de suprimento do vendedor i
D_j	Demanda potencial do comprador j
m	Número total de vendedores
n	Número total de compradores
ℓ	Número de classes de produtos (heterogêneos)

Fonte: Dekrajangpetch & Sheblé (1999)

A partir dessas variáveis definidas serão apresentados a seguir alguns modelos que podem ser utilizados na comercialização de energia elétrica juntamente com as funções que se pretende otimizar em cada um deles. Em todos esses modelos, a função a otimizar são os excedentes financeiros produzidos em cada um deles. Essa otimização será definida pelo organizador do leilão que procurará atingir o(s) objetivo(s) traçado(s) por ele quando da formatação do referido leilão. Como se trata de excedentes financeiros, a otimização constituiria a minimização da função custo no caso dos leilões de venda, da maximização da função receita no caso dos leilões de compra e da maximização da diferença entre a função receita e a função custo, no caso de leilões duplos.

5.2 MODELOS DE LEILÃO E SUAS FUNÇÕES DE OTIMIZAÇÃO

A partir dos tipos de produtos a serem comercializados e da determinação dos preços dos mesmos, os seguintes modelos de formatação de leilões para a comercialização em mercados de energia podem ser definidos juntamente com suas funções de otimização:

(a) Produtos Homogêneos, Agentes Especificados, Preços Determinados pelos Vendedores e Sem Preços de Reserva:

Nesse modelo de leilão de compra, a otimização será definida a partir da minimização da função custo total dos compradores determinada pelos preços dos produtos comercializados entre os agentes especificados e suas respectivas quantidades, sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$\text{Min}_{x_{ij}} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{sij} x_{ij}$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n$$

OBS: c_{sij} seria o preço mínimo final ofertado pelo vendedor i ao comprador j e x_{ij} seria a quantidade negociada do produto entre esses agentes i e j .

(b) Produtos Homogêneos, Agentes Especificados, Preços Determinados pelos Vendedores e Com Preços de Reserva (definidos pelos compradores):

Nesse modelo de leilão de compra, a otimização será definida a partir da minimização da função custo total dos compradores determinada pelos preços dos produtos comercializados entre os agentes especificados e suas respectivas quantidades, acrescida dos montantes não adquiridos pelos compradores em virtude dos preços de reserva terem sido atingidos e valorados por esses preços, ainda sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$\text{Min}(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{sij} x_{ij} + \sum_{j=1}^n \pi_{bj} y_{bj})$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} + y_{bj} \geq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n$$

OBS: c_{sij} seria o preço mínimo final ofertado pelo vendedor i ao comprador j e x_{ij} o montante comercializado entre esses agentes, π_{bj} é o preço acima do qual o comprador não aceita comprar (reserva) e y_{bj} seria o montante não adquirido pelo comprador j .

(c) Produtos Homogêneos, Agentes Especificados, Preços Determinados pelos Compradores e Sem Preços de Reserva:

Nesse modelo de leilão de venda, a otimização será definida a partir da maximização da função receita total dos vendedores determinada pelos preços dos produtos comercializados entre os agentes especificados e suas respectivas quantidades, sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$\text{Max}_{x_{ij}} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{bij} x_{ij}$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n$$

OBS: c_{bij} seria o preço máximo final ofertado pelo comprador j ao vendedor i e x_{ij} a quantidade comercializada entre esses agentes.

(d) Produtos Homogêneos, Agentes Especificados, Preços Determinados pelos Compradores e Com Preços de Reserva (definidos pelos vendedores):

Nesse modelo de leilão de venda, a otimização será definida a partir da maximização da função receita total dos vendedores determinada pelos preços dos produtos comercializados entre os agentes especificados e suas respectivas quantidades, acrescida agora dos montantes não vendidos pelos vendedores em virtude dos seus preços de reserva terem sido atingidos e valorados por esses preços, sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$Max_{x_{ij}, y_{si}} \left(\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{bij} x_{ij} + \sum_{i=1}^m \pi_{si} y_{si} \right)$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_{si} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \geq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n$$

OBS: c_{bij} seria o preço máximo final ofertado pelo comprador j ao vendedor i e x_{ij} a quantidade do produto negociada entre eles, π_{si} é o preço abaixo do qual o vendedor i não aceita negociar (reserva) e y_{si} seria a quantidade não comercializada pelo vendedor i .

(e) Produtos Homogêneos, Agentes Especificados, Preços Determinados pelos Vendedores e pelos Compradores e Sem Preços de Reserva:

Nesse modelo de leilão duplo, a otimização será definida a partir da maximização da função receita total dos vendedores determinada pela diferença dos preços finais ofertados pelos compradores e pelos vendedores especificados e suas respectivas quantidades, sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$Max_{x_{ij}} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{bij} - c_{sij}) x_{ij}$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n$$

OBS: c_{bij} seria o preço máximo final ofertado pelo comprador j ao vendedor i , c_{sij} seria o preço mínimo final ofertado pelo vendedor i ao comprador j e x_{ij} seria o montante comercializado entre cada par de agentes i e j .

- (f) Produtos Homogêneos, Agentes Não Especificados, Preços Determinados pelos Vendedores e Sem Preços de Reserva:

Nesse modelo de leilão de compra, a otimização será definida, mais uma vez, a partir da minimização da função custo total dos compradores. No entanto, no caso de agentes não especificados, a função a minimizar será determinada pelo produto dos preços comercializados por cada agente vendedor e suas respectivas quantidades, sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$\text{Min}_{x_{si}} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{si} x_{si}$$

s.a. $x_{si} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m$ (capacidade de fornecimento dos vendedores)

$$\sum_{i=1}^m x_{si} \geq \sum_{j=1}^n D_j \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$x_{si} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m$$

OBS: c_{si} seria o preço mínimo final ofertado por cada vendedor i para o produto e x_{si} seria a quantidade vendida do produto por cada um desses vendedores.

- (g) Produtos Homogêneos, Agentes Não Especificados, Preços Determinados pelos Vendedores e Com Preços de Reserva (definidos pelo leiloeiro):

Nesse modelo de leilão de compra, a otimização será definida a partir da minimização da função custo total dos compradores determinada pelo produto dos preços de cada agente vendedor e suas respectivas quantidades, acrescida ainda do montante do produto homogêneo não adquirido pelos compradores em virtude do preço de reserva desse produto ter sido atingido e valorados por esse preço, ainda sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes. Saliente-se que, uma vez que os agentes não são especificados, o preço de reserva, único por produto, será determinado pelo leiloeiro a partir de sinais de custos ou de disponibilidade a pagar emitidos pelos compradores.

$$\text{Min}_{x_{si}, y_b} \left(\sum_{i=1}^m c_{si} x_{si} + \pi_b y_b \right)$$

s.a. $x_{si} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m$ (capacidade de fornecimento dos vendedores)

$$\sum_{i=1}^m x_{si} + y_b \geq \sum_{j=1}^n D_j \quad (\text{demanda potencial dos compradores})$$

$$x_{si} \geq 0 \quad y_b \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m$$

OBS: c_{si} seria o preço mínimo final ofertado por cada vendedor i para o produto e x_{si} seria a quantidade do produto vendida por cada um deles, π_b é o preço acima do qual nenhum comprador aceita comprar tal produto (reserva) e y_b seria o montante não adquirido do produto em questão pelos compradores (uma vez que o seu preço de reserva foi atingido).

- (h) Produtos Homogêneos, Agentes Não Especificados, Preços Determinados pelos Compradores e Sem Preços de Reserva:

Nesse modelo de leilão de venda, a otimização será definida também a partir da maximização da função receita total dos vendedores determinada pelos preços máximos de cada comprador para o produto e suas respectivas quantidades, sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$\text{Max}_{x_{bj}} \sum_{j=1}^n c_{bj} x_{bj}$$

s.a. $x_{bj} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n$ (demanda potencial dos compradores)

$$\sum_{j=1}^n x_{bj} \leq \sum_{i=1}^m S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$x_{bj} \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n$$

OBS: c_{bj} seria o preço máximo final ofertado por cada comprador j para o produto e x_{bj} seria a quantidade do produto adquirida por cada um desses compradores.

- (i) Produtos Homogêneos, Agentes Não Especificados, Preços Determinados pelos Compradores e Com Preços de Reserva (definidos pelo leiloeiro):

Nesse modelo de leilão de venda, a otimização será definida a partir da maximização da função receita total dos vendedores determinada pelo produto dos preços máximos de cada agente comprador e suas respectivas quantidades, acrescida ainda do montante do produto homogêneo não comercializado pelos vendedores em virtude do preço de reserva desse produto ter sido atingido e valorados por esse preço, ainda sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes. Mais uma vez, saliente-se que a partir da não especificação dos agentes, o preço de reserva, único por produto, será determinado pelo leiloeiro a partir de sinais de custos ou de disponibilidade a receber emitidos pelos vendedores.

$$Max_{x_{bj}, y_s} \left(\sum_{j=1}^n c_{bj} x_{bj} + \pi_s y_s \right)$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{j=1}^n x_{bj} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$\sum_{j=1}^n x_{bj} + y_s \leq \sum_{i=1}^m S_i \quad \text{(capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$x_{bj} \geq 0 \quad y_s \geq 0 \quad j=1, 2, \dots, n$$

OBS: c_{bj} seria o preço máximo final ofertado por cada comprador j para o produto e x_{bj} é a quantidade adquirida por cada comprador j , π_s é o preço abaixo do qual nenhum vendedor aceita vender tal produto (reserva) e y_s seria o montante não vendido do produto em questão pelos vendedores (uma vez que o seu preço de reserva foi atingido).

(j) Produtos Homogêneos, Agentes Não Especificados, Preços Determinados pelos Vendedores e pelos Compradores e Sem Preços de Reserva:

Nesse modelo de leilão duplo, a otimização será definida a partir da maximização da função receita total dos vendedores determinada pela diferença entre o montante obtido pelo produto do preço máximo ofertado pelos compradores e suas respectivas quantidades e o montante obtido pelo preço mínimo oferecido pelos vendedores com suas quantidades específicas. Essa função ainda estaria sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$Max_{x_{si}, x_{bj}} \left[\sum_{j=1}^n c_{bj} x_{bj} - \sum_{i=1}^m c_{si} x_{si} \right]$$

$$\text{s.a.} \quad x_{si} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$x_{bj} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{si} - \sum_{j=1}^n x_{bj} = 0$$

$$x_{si} \geq 0, \quad x_{bj} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n$$

OBS: c_{bj} seria o preço máximo final ofertado pelo comprador j para o produto com x_{bj} sendo a quantidade adquirida por cada agente comprador a esse preço, c_{si} seria o preço mínimo final ofertado pelo vendedor i para o mesmo produto e x_{si} é a quantidade do produto vendida por cada um desses agentes.

(k) Produtos Heterogêneos, Agentes Não Especificados, Preços Determinados pelos Vendedores e pelos Compradores e Sem Preços de Reserva:

No caso de produtos heterogêneos sendo comercializados através de um mercado, o problema de otimização pode ser encarado como similar aos anteriormente analisados e discutidos considerando cada um dos múltiplos produtos como se fosse um produto homogêneo em particular. Dessa forma, cada uma das funções a serem otimizadas como apresentadas nos itens anteriores deverá ser considerada para cada um dos produtos heterogêneos.

Para o caso particular do leilão duplo já mostrado, a otimização será definida a partir da maximização da função receita total dos vendedores determinada pela diferença entre o montante obtido pelo produto do preço máximo ofertado pelos compradores e suas respectivas quantidades e o montante obtido pelo preço mínimo oferecido pelos vendedores com suas quantidades específicas. Essa função deveria ser maximizada para cada um dos produtos heterogêneos (h classes de produtos) e ainda estaria sujeita às restrições de capacidade e demanda dos agentes participantes.

$$\text{Max}_{x_{si,h}, x_{bj,h}} \sum_{h=1}^{\ell} \left[\sum_{j=1}^n c_{bj,h} x_{bj,h} - \sum_{i=1}^m c_{si,h} x_{si,h} \right]$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{h=1}^{\ell} x_{si,h} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$\sum_{h=1}^{\ell} x_{bj,h} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{si,h} - \sum_{j=1}^n x_{bj,h} = 0 \quad h=1, 2, \dots, \ell$$

$$x_{si,h} \geq 0, \quad x_{bj,h} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m, j=1, 2, \dots, n \text{ e } h=1, 2, \dots, \ell$$

OBS: $c_{bj,h}$ seria o preço máximo final ofertado pelo comprador j para o produto h com $x_{bj,h}$ sendo a quantidade adquirida do produto em questão por cada agente comprador a esse preço, $c_{si,h}$ seria o preço mínimo final ofertado pelo vendedor i para o mesmo produto e $x_{si,h}$ é a quantidade do produto h vendida por cada um desses agentes.

5.3 ANÁLISE DOS MODELOS E FUNÇÕES DE OTIMIZAÇÃO

Os modelos propostos por Dekrajangpetch e Sheblé (1999) representam as funções, com suas respectivas restrições, que devem ser otimizadas do ponto de vista do leiloeiro ou

organizador do leilão. Como já definido anteriormente, a função a otimizar em todas esses modelos era o excedente financeiro produzido em cada operação com suas restrições associadas. Em todos os modelos apresentados, observam-se como variáveis a serem determinadas pelo problema, as quantidades dos produtos a serem ofertadas por agentes vendedores e/ou compradores. O projeto desses mecanismos de leilão considera os preços finais ofertados por vendedores e/ou compradores como variáveis previamente definidas antes do processo de otimização. Dessa forma, a otimização irá determinar as quantidades a serem adquiridas e/ou vendidas a partir de um nível de preços previamente estabelecido por vendedores e/ou compradores. A determinação desses preços finais está além do escopo das otimizações apresentadas, sendo realizada durante o leilão e antes do processo de maximização ou minimização em si. Essa definição dos preços finais ofertados vai depender fortemente das estratégias a serem adotadas pelos diversos agentes participantes e de suas características notadamente àquelas voltadas ao seu comportamento perante o risco.

Os modelos anteriores formularam os problemas de otimização considerando quatro possibilidades para diferenciá-los: produtos homogêneos ou heterogêneos, agentes ofertantes especificados ou não-especificados, preços definidos por vendedores, por compradores ou por ambos e com e sem preços de reserva. A energia elétrica, em termos de sua estrutura física, é um produto homogêneo já que se trata de um fluxo de elétrons multiplicado pela diferença de potencial a que esse fluxo se acha submetido considerado em um tempo específico. No entanto, o formato do leilão pode considerar características específicas para essa energia como período de fornecimento, reajustes nos preços de pagamento, prazos para pagamento e outras considerações dessa ordem. Pode-se até estabelecer diferenças na qualidade da energia fornecida como fatores de diferenciação do produto. No entanto, com os sistemas interligados, a energia física entregue ao comprador não é necessariamente produzida pelo vendedor correspondente. Dessa forma, muitas vezes, os contratos de compra e venda de energia são contratos apenas financeiros, amparados por lastros de energia alocados aos vendedores de acordo com os seus montantes de geração próprios ou adquiridos e das garantias estabelecidas por eles, sem ter a obrigatoriedade da entrega física do produto. Com essas diferenciações, a energia elétrica vem sendo tratada em muitos ambientes de comercialização como um produto heterogêneo (Dekrajangpetch e Sheblé, 1999) ou múltiplo (Krishna, 2002). Essa consideração, por sua vez, abre a possibilidade de um número crescente de formas e modalidades para o leilão a ser realizado na comercialização dos produtos.

O leiloeiro define as regras e procedimentos para o mesmo. A partir dessas regras e das características de cada agente jogador, os preços a serem ofertados para os produtos vão sendo definidos através de suas estratégias de atuação até atingirem seus valores finais. Os modelos em análise, a partir da definição desses preços finais, alocam as quantidades entre os agentes de acordo com suas ofertas sempre visando à otimização requerida na formatação do leilão, seja ela de maximização ou de minimização. Os modelos apresentados sempre consideraram como funções de otimização a minimização do montante a ser pago pelos agentes compradores, quando eles são definidores de preços ou a maximização do montante a ser recebido pelos agentes vendedores, quando eles são os determinantes dos preços ou em leilões duplos. Ou seja, os modelos de Dekrajanpetch e Sheblé (1999) procuram sempre maximizar os excedentes do leilão. Os leilões são tratados como um problema de atribuição (*assignment problem*) devendo ser resolvidos por algoritmos específicos. Alguns desses problemas encontram-se propostos e resolvidos no Anexo 2, onde se utilizou o software de otimização LINGO 8.0.

No entanto, outras funções poderiam vir a serem utilizadas na otimização e alocação dos produtos entre os agentes a partir de suas ofertas finais. Silva (2003) considera um modelo de leilão em duas etapas: a primeira compreendendo um processo de maximização dos excedentes, de acordo com os modelos anteriores e a segunda considerando um modelo de maximização da quantidade negociada onde são introduzidas novas restrições que farão com que os vendedores e compradores com os melhores lances tenham preferência no negócio sem detrimento da quantidade negociada. A formulação matemática desse modelo encontra-se representada a seguir onde as variáveis envolvidas são semelhantes às dos modelos anteriores.

1º Caso: Agentes Especificados:

Etapa 1: Maximização da Quantidade Negociada

$$\underset{x_{ij}}{\text{Max}} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

$$\text{s.a.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \quad (\text{restrições dos vendedores})$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \quad (\text{restrições dos compradores})$$

$$0 \leq x_{ij} \leq u_{ij} \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n$$

Onde u_{ij} representa o universo de possíveis negócios entre o vendedor i e o comprador j . Esse universo corresponde aos máximos valores de disponibilidade do vendedor ou

de demanda do comprador, desde que o preço a pagar do comprador seja maior ou igual ao preço de venda do vendedor. Assim $u_{ij} = x_{bj}$ se o preço do comprador for maior que o do vendedor e $x_{bj} \geq x_{si}$; $u_{ij} = x_{si}$ se o preço do comprador for maior e $x_{si} \geq x_{bj}$. Se o preço do comprador for menor que o do vendedor, $u_{ij} = 0$.

Etapa 2: Maximização dos Excedentes

$$\text{Max}_{x_{ij}} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (c_{bij} - c_{sij}) x_{ij}$$

s.a. $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}^{-1}$ (x_{ij}^{-1} é o montante definido na etapa anterior)

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$x_{ij} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n$$

2º Caso: Agentes Não-Especificados

Etapa 1: Maximização da Quantidade Negociada

$$\text{Max}_{x_{si}, x_{bj}} \sum_{i=1}^m x_{si} + \sum_{j=1}^n x_{bj}$$

s.a. $x_{si} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)}$

$$x_{bj} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{si} - \sum_{j=1}^n x_{bj} = 0$$

$$0 \leq x_{si} \leq u_{ij} \quad i=1, 2, \dots, m$$

$$0 \leq x_{bj} \leq u_{ij} \quad j=1, 2, \dots, n$$

Onde u_{ij} representa o universo de possíveis negócios entre o vendedor i e a bolsa de comercialização e entre o comprador j e a bolsa. Esse universo corresponde aos máximos valores de disponibilidade do vendedor ou de demanda do comprador, desde que o preço a pagar do comprador seja maior ou igual ao preço de venda do vendedor de acordo com o que já foi apresentado anteriormente.

Etapa 2: Maximização dos Excedentes

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{x_{si}, x_{bj}} \sum_{j=1}^n c_{bj} x_{bj} - \sum_{i=1}^m c_{si} x_{si} \\
 \text{s.a.} \quad & \sum_{i=1}^m x_{si} = \sum_{i=1}^m x_{si}^{-1} \quad (x_{si}^{-1} \text{ é o montante definido na etapa anterior}) \\
 & \sum_{j=1}^n x_{bj} = \sum_{j=1}^n x_{bj}^{-1} \quad (x_{bj}^{-1} \text{ é o montante definido na etapa anterior}) \\
 & x_{si} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)} \\
 & x_{bj} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)} \\
 & \sum_{i=1}^m x_{si} - \sum_{j=1}^n x_{bj} = 0 \\
 & x_{si} \geq 0, \quad x_{bj} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } j=1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

De acordo com as formas de leilão discutidas e apresentadas nos modelos anteriores, fez-se a otimização dos excedentes produzidos no mesmo. Como observado, para os leilões de compra onde os preços são definidos pelos vendedores, o excedente do vendedor produzido seria:

$$EV = (P_{Final} - P_{Vendedor}) * Q_{Negociada} ;$$

já para o leilão de venda com os preços definidos pelos compradores, o excedente do vendedor agora seria agora:

$$EC = (P_{Comprador} - P_{Final}) * Q_{Negociada} ;$$

e para o caso do leilão duplo, esse excedente seria o Benefício Social cuja função a otimizar seria

$$BS = (P_{Comprador} - P_{Vendedor}) * Q_{Negociada} .$$

De acordo com outros parâmetros de avaliação, podem-se ainda considerar diferentes formatos para as funções de otimização do leilão a especificar. Para a comercialização de energia elétrica, algumas outras formas de avaliação para os leilões também podem ser utilizadas. O leiloeiro pode formatar o leilão, maximizando a quantidade de produto negociada (no caso em questão, lotes de energia elétrica), onde a função de otimização seria como a anteriormente apresentada. Outra forma de modelar o leilão seria a partir da maximização do volume financeiro negociado, onde a função de otimização seria o produto entre a quantidade negociada e o preço a pagar e/ou a receber por cada unidade negociada.

Um outro formato para o leilão poderia ser ainda a otimização (maximização ou minimização) no preço de fechamento verificado no leilão, seja ele definido pelos vendedores, pelos compradores ou por ambos.

5.4 CONCLUSÕES

O modelo de Silva (2003), analisado anteriormente, foi desenvolvido para um tipo específico de leilão no setor elétrico brasileiro: leilões de excedentes que ocorreram no período do racionamento (junho/2001 a fevereiro/2002). Ainda de acordo com o autor, o modelo apresentado possui preço de fechamento discriminatório atingindo menores preços de fechamento a maiores volumes negociados em comparação ao modelo definido pelo governo para aquele leilão específico com preços de fechamento uniformes. O modelo considera o mesmo comportamento entre os agentes nos dois tipos de leilão. No entanto, devido a características racionais desenvolvidas pelos jogadores no processo, é de se esperar que tais agentes adaptem suas estratégias para o tipo de leilão que está ocorrendo.

A partir das funções a otimizar definidas anteriormente, das restrições observadas para cada caso particular, das hipóteses adotadas para as regras de desenvolvimento do leilão, das características dos jogadores participantes do mesmo (sejam eles neutros, aversos ou propensos ao risco), dos parâmetros em que se deseja avaliar um leilão e dos objetivos finais a serem atingidos em cada um deles, deve-se escolher, a partir do ponto de vista do leiloeiro, o formato ou modalidade do leilão a utilizar com a correspondente função a otimizar e suas restrições. O capítulo a seguir fará uso de todos esses conceitos na definição do modelo proposto para o leilão de compra para empreendimentos existentes no mercado regulado no Brasil.

6 DESENVOLVIMENTO DO MODELO PARA LEILÕES DE ENERGIA NO AMBIENTE REGULADO

6.1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo apresenta o objeto central dessa tese: a proposição de um modelo de comercialização para o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) do mercado brasileiro de energia elétrica. O modelo proposto tem a finalidade de atingir, de uma forma mais consistente, a partir de uma maior participação dos agentes envolvidos no processo, as principais metas traçadas quando da definição e implantação das novas regras de funcionamento desse setor de acordo com as hipóteses a serem adotadas a seguir. Essas metas, conforme já apresentadas anteriormente, são as seguintes (MME, 2003):

- Garantir a segurança e a continuidade no suprimento de energia elétrica;
- Promover a modicidade tarifária por meio da contratação eficiente de energia para os consumidores regulados;
- Promover a inserção social no Setor Elétrico, particularmente pelos programas de universalização no atendimento;
- Criar um marco regulatório estável para atrair novos investimentos ao setor elétrico garantindo assim o fornecimento e o abastecimento a toda população.

O capítulo apresenta inicialmente o modelo ora implantado pelo governo federal para os leilões de comercialização de energia elétrica no ambiente regulado. Em seguida, são definidas e apresentadas as hipóteses utilizadas no desenvolvimento do modelo a ser proposto. Essas hipóteses definem a forma e a estrutura do modelo de leilão a ser utilizado além das características dos produtos a serem leiloados e dos agentes participantes como jogadores no processo. Em seguida é apresentado o modelo do mecanismo de comercialização proposto com as suas fases e etapas, bem como os processos de otimização, sob o ponto de vista do organizador, adotados em cada uma delas. O objetivo é estabelecer um modelo que considere as características reais com relação ao risco (aversão, neutralidade ou propensão) dos agentes envolvidos e suas reações e estratégias no decorrer das diversas fases e etapas particularmente durante o mecanismo de leilão, para que se represente da forma mais fiel possível o comportamento desses jogadores e como isso pode influenciar na obtenção das metas acima apresentadas. Além disso, o modelo discute ainda outros objetivos e metas que poderiam ser

estabelecidos na definição original das regras do setor elétrico. A partir dessas novas metas, os leilões, como principal mecanismo de comercialização de energia, visariam, por conseguinte, o aumento da garantia no fornecimento e do bem estar geral de todos os consumidores atendidos pelo mesmo (preços mais baixos, universalização do serviço, garantia do fornecimento etc). O que deve ser analisado e discutido é a forma de leilão que melhor atingiria esses preceitos estabelecidos.

6.2 MODELO ATUAL DESENVOLVIDO PELO GOVERNO

6.2.1 PRIMEIRO LEILÃO DE EMPREENDIMENTOS EXISTENTES

Em setembro/2004, o Governo Federal brasileiro, a partir do Ministério de Minas e Energia – MME, lançou as bases e regras para o leilão de compra de energia elétrica de empreendimentos já existentes (“energia velha”) que visou comercializar essa energia no ACR. Os agentes participantes desse cenário seriam as empresas geradoras e comercializadoras que atuariam como vendedores do processo e as empresas distribuidoras que seriam compradores dessa energia. De acordo com as regras definidas ainda durante o primeiro processo de reforma e reestruturação do setor elétrico brasileiro, a partir do ano 2003, 25% de toda energia comprometida entre empresas geradoras e distribuidoras através de contratos assinados entre as empresas geradoras e distribuidoras antes do processo de reforma seriam descontratadas a cada ano, até a descontratação total de toda a energia desses antigos contratos no ano de 2006. O modelo implantado no segundo processo de reforma e reestruturação definiu que a comercialização dessas energias descontratadas deveria ser feita em leilões de compra. Ressalta-se ainda que o governo federal também iria estabelecer regras para as energias surgidas em novos empreendimentos a serem instalados. Mesmo assim, de acordo com o que foi definido no modelo, a forma de comercialização, nesse ambiente regulado, seria ainda os leilões.

No final de setembro/2004, foi editada pelo MME, a Portaria 231 de 30 de setembro de 2004 que estabeleceu as regras e a sistemática para a realização desse leilão, o chamado Leilão de Compra de Energia Elétrica de Empreendimentos Existentes – 2004. Esse leilão comercializaria as “energias velhas”, liberadas dos contratos iniciais estabelecendo contratos de 8 (oito) anos entre compradores e vendedores em três produtos distintos de acordo com o ano de início do suprimento: 2005, 2006 e 2007. Essas regras e sistemática foram detalhadas

por um documento emitido no início de novembro/2004 para o leilão que seria realizado em 07 de dezembro de 2004.

De acordo com os documentos emitidos pelo governo federal (MME, 2004 e MAE, 2004), o leilão seria constituído de duas fases: a primeira que seria um leilão de compra aberto (preços descendentes) onde os vendedores (empresas de geração e de comercialização) seriam os ofertantes (*bidders*) dando lances de quantidades aos preços correntes definidos em cada rodada, a partir de um preço inicial para cada um dos três produtos disponíveis (o preço dos produtos seria reduzido quando a oferta dos vendedores fosse superior à demanda) e a segunda fase que seria um leilão de compra fechado de preço discriminatório, onde os ofertantes (ainda as empresas vendedoras) venderiam seus produtos a partir dos seus preços ofertados na ordem crescente dos mesmos até esgotar a demanda dos produtos.

A fim de contextualizar melhor as regras do referido leilão, e poder estabelecer uma base para análise em conjunto com o modelo a ser proposto nesta tese, será descrita em detalhes a sistemática definida de acordo com o documento Detalhamento da Sistemática (MME, 2004; MAE, 2004). Como já definido anteriormente, o leilão de compra de energia de empreendimentos existentes – 2004 apresentou duas fases distintas e bem definidas pelas regras do governo.

- Primeira Fase:

Essa fase constitui um leilão aberto de preços descendentes onde os vendedores ofertam montantes de energia (em quantidades de lotes de energia, onde 1 lote equivale a 1 MW médio) aos preços estabelecidos para os três produtos disponíveis para compra. A fase constitui-se assim de várias rodadas onde os ofertantes dão seus lances nos produtos a partir de preços iniciais estabelecidos pelo governo para cada um deles. De acordo com as regras, os vendedores só podem ofertar em cada rodada um valor igual ou menor que o montante total ofertado nos três produtos na primeira rodada. Dessa forma, os vendedores devem fazer ofertas de quantidades em todas as rodadas da primeira fase sempre no mesmo montante total ou menor que esse valor.

Cada rodada dessa fase apresenta três etapas: na primeira são ofertados os lances de quantidades (lotes) de energia pelos vendedores para cada produto que eles desejam aos preços correntes daquela rodada. Na segunda etapa, o sistema processa os lances efetuados alocando-os, para cada um dos três produtos. A partir daí, são definidos os Produtos Abertos (aqueles em que a oferta superou a demanda) e Produtos Fechados (em

que a demanda superou a oferta). Na terceira etapa, a partir da definição feita pelo sistema, são divulgados os resultados do processamento daquela rodada.

Para os produtos abertos, pela oferta ser maior que a demanda, há um decréscimo no preço estabelecido para a rodada anterior (cuja regra de redução, de acordo com o que foi estabelecido pelo governo, estará sendo divulgada em um período especificado após a realização do leilão) para constituir o preço corrente da nova rodada. Já os produtos fechados, onde a demanda foi maior que a oferta, o preço na rodada seguinte será o mesmo da rodada anterior. Os lotes ofertados numa rodada e vinculados a um produto aberto tornam-se Lotes Livres podendo ser novamente ofertados naquele produto ou em outro na rodada seguinte. Já os lotes vinculados a um produto fechado ficam sendo Lotes Comprometidos e não podem ser ofertados pelos vendedores na próxima rodada ficando “presos” àquele produto.

De acordo com a sistemática, essa fase continua, com as suas três etapas, até que, após repetidas reduções nos preços dos produtos, sejam atingidos os valores dos preços de reserva para cada um deles. Ressalta-se que esses preços de reserva, juntamente com os preços iniciais, são parâmetros conhecidos apenas pelo organizador do leilão (leiloeiro, que no caso é o governo).

A primeira fase do leilão, conforme estabelecido no documento do detalhamento da sistemática do leilão, apresenta ainda um mecanismo de redução da demanda caso as ofertas dos vendedores não atinjam determinados níveis especificados. Esse mecanismo consiste no cálculo da chamada Oferta de Referência determinado como o produto do Fator de Referência pela Quantidade Total Demandada definida pelas empresas compradoras originalmente. O Fator de Referência corresponde a um valor maior que a unidade e é definido pelo leiloeiro, com base nas suas expectativas e necessidades. Em futuros leilões, a experiência adquirida pelo leiloeiro também seria utilizada na definição desse fator. Esse valor será comparado em cada rodada da primeira fase do leilão ao quociente entre o total ofertado e o total demandado e funciona como uma regra de parada para essa primeira fase do processo. Essa análise, como já afirmado, será feita em cada uma das rodadas da primeira fase do leilão. Após as ofertas das empresas vendedoras na primeira etapa da rodada, o sistema determina, já na segunda etapa, o valor do quociente entre a Quantidade Total Ofertada (soma das ofertas de todos os vendedores) e a Quantidade Total Demandada definida no início do processo como a soma de todas as quantidades demandadas estabelecidas pelos compradores. Esse quociente é então comparado ao Fator de Referência (FR) e três situações podem surgir:

- Quociente maior que o FR: o sistema define os lotes abertos e fechados e parte para uma nova rodada;
- Quociente menor que o FR e maior que 1 (um): se pelo menos um dos preços for maior que o respectivo preço de reserva, o sistema determina os lotes abertos e fechados e uma nova rodada é iniciada; mas se todos os preços forem menores que os respectivos preços de reserva, o sistema concluirá a primeira fase do leilão dando início à sua segunda fase;
- Quociente menor que 1(um): se um dos preços correntes estiver acima do seu preço de reserva, o sistema irá reduzir as quantidades demandadas definidas pelas empresas distribuidoras (compradoras) através de critérios conhecidos apenas pelos organizadores (e tornados públicos seis meses após a realização do leilão) sendo então feito um novo processamento da segunda etapa da rodada com a determinação de um novo quociente (divisão da quantidade total ofertada e a nova quantidade total demandada agora reduzida); caso os preços estejam todos abaixo dos seus preços de reserva referentes, será concluída a primeira fase do leilão iniciando-se em seguida a sua segunda fase.

Pelas condições estabelecidas, conclui-se que o Fator de Referência definido pelo governo será um valor maior que a unidade.

Ao final dessa primeira fase, todos os três produtos deverão ter seus preços iguais ou menores que os preços de reserva definidos para eles onde os produtos que tiveram excesso de oferta na última rodada fechando o ciclo da primeira fase, como produtos abertos e aqueles que apresentaram sub oferta, como produtos fechados. Os ofertantes deverão efetuar lances tanto nos produtos abertos quanto nos produtos fechados na segunda fase do leilão que será iniciada logo após o término da primeira fase.

- Segunda Fase:

A segunda fase, como já mencionado, constitui um leilão fechado onde os ofertantes, mais uma vez as empresas vendedoras, efetuarão lances de preços (em R\$/MWh) nas quantidades ofertadas por eles nos três produtos ao final da primeira fase. Os lances poderão ser feitos tanto nos produtos abertos quanto nos produtos fechados como preços iguais ou menores aos preços de fechamento de cada um dos produtos ao final da primeira fase do leilão. Para a definição dos vencedores do leilão, empresas ofertantes vendedoras que negociarão montantes de energias com os compradores, serão observados os menores preços ofertados em cada um dos produtos onde a empresa receberá o valor exato ofertado

por ela para cada um dos produtos em que ela participou (leilão de preços discriminatório).

A regra definida para o leilão estabelece ainda a possibilidade dos ofertantes efetuarem lances adicionais para os produtos abertos (para os seus lotes que porventura não sejam vendidos nesses produtos) nos produtos fechados com ofertas de preços inferiores ou iguais aos preços finais da primeira fase desses produtos. Dessa forma, mesmo lotes comprometidos com produtos fechados ao final da primeira fase não são garantidos de serem vendidos ao final da segunda fase devido à ordem crescente nos preços de oferta que será utilizada para estabelecer as empresas ganhadoras em cada um dos produtos.

O 1º Leilão de Compra de Energia Elétrica Proveniente de Empreendimentos Existentes foi realizado no dia 07 de dezembro de 2004 com uma grande participação das empresas distribuidoras do país como agentes compradores do leilão (e passivos no processo) e empresas geradoras e comercializadoras como agentes vendedores e, portanto, ativos no leilão. Os resultados desse leilão estão apresentados no Anexo 3 e no próximo capítulo serão mostradas e analisadas simulações desse modelo e do modelo proposto para uma situação de um mercado hipotético de energia onde observa-se que uma comparação exata entre os modelos nas suas diversas fases não é possível devido às diferentes ações que os jogadores assumem durante o desenrolar do jogo. No entanto, uma comparação com relação aos resultados globais dos dois modelos será realizada.

6.2.2 SEGUNDO LEILÃO DE EMPREENDIMENTOS EXISTENTES

Após a realização do primeiro leilão e a assinatura dos contratos entre todas as empresas vendedoras e todas as empresas compradoras, o governo brasileiro promoveu e organizou o 2º Leilão de Compra de Energia Elétrica Proveniente de Empreendimentos Existentes. Esse novo leilão previa a compra e a venda de energia referente aos anos 2008 e 2009 com contratos de 08 (oito) anos de duração para cada um desses produtos. Foi regulamentado pelo Decreto 5.163 de 30 de julho de 2004 com definições das quantidades a serem adquiridas definidas pela Portaria MME nº 219 de 24 de setembro de 2004 e pela Portaria MME nº 49 de 01 de fevereiro de 2005.

Esse leilão seguiu as mesmas regras definidas e desenvolvidas na sistemática do 1º Leilão de Empreendimentos Existentes conforme descritas anteriormente. O governo, no entanto, estabeleceu, a partir da Portaria MME nº 105 de 11 de março de 2005, pequenas

alterações com relação ao leilão anterior. Essas modificações compreenderam a alteração na definição de lance para frisar que na primeira fase do leilão (leilão aberto) esses lances correspondem a oferta de quantidades de energia enquanto que na segunda fase (leilão fechado) os lances seriam de preços e de quantidades e não mais apenas de preços como ocorreu no primeiro leilão; e compreenderam também a definição dos lances na segunda fase do leilão (leilão fechado) onde os ofertantes que ainda estiverem aptos a participar do leilão poderiam ofertar preços e dividir seus lotes comprometidos com aquele produto em até duas quantidades com preços diferenciados. Além disso, para os produtos abertos, os ofertantes ainda podem realizar a proposta adicional (como no primeiro leilão) e ainda podem dividi-la em duas quantidades de ofertas e preços.

O 2º Leilão de Compra de Energia Elétrica de Empreendimentos Existentes foi realizado no dia 02 de abril de 2005 contando, mais uma vez, com uma grande participação de empresas compradoras e vendedoras no processo. Os resultados desse leilão estão apresentados e resumidos no Anexo 4.

Os fluxogramas a seguir apresentam uma visão geral do modelo atual desenvolvido pelo governo nas suas duas fases definidas onde se observam todas as possibilidades que podem ocorrer para os participantes do leilão tanto na etapa aberta, quanto na fechada. Nos fluxogramas a seguir, as variáveis apresentadas têm os seguintes significados:

Tabela 6.1 – Variáveis para os Fluxogramas do Modelo Atual Desenvolvido pelo Governo

VARIÁVEL	SIGNIFICADO
Q_{OF}	Quantidade Ofertada
Q_{DEM}	Quantidade Demandada
$Q_{OF\ TOT}$	Quantidade Ofertada Total
$Q_{DEM\ TOT}$	Quantidade Demandada Total
FR	Fator de Referência
P_{COR}	Preço Corrente
P_{RES}	Preço Reserva

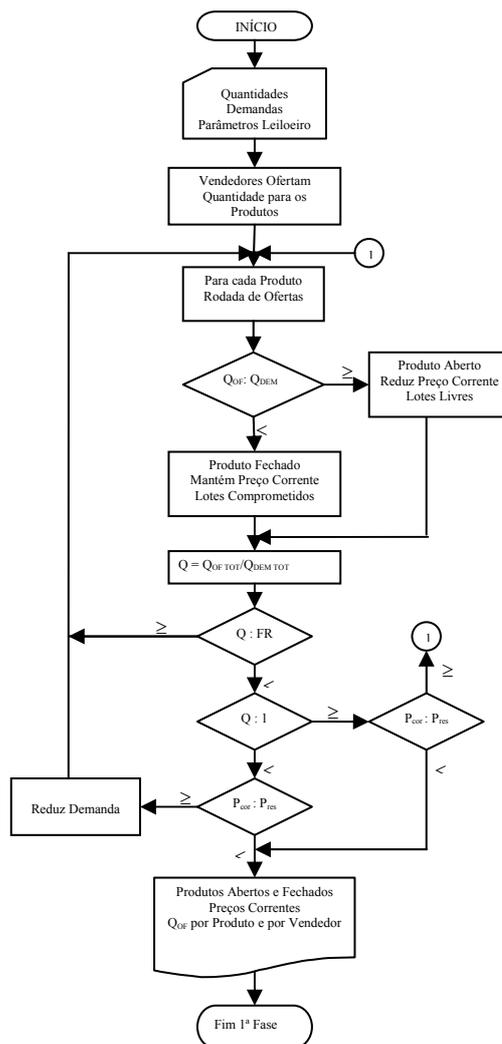


Figura 6.1 – Fluxograma do Modelo Atual do Governo – 1ª Fase

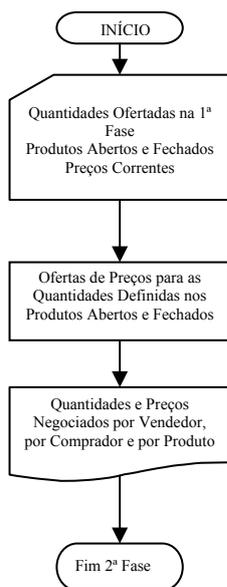


Figura 6.2 – Fluxograma do Modelo Atual do Governo – 2ª Fase

6.3 DEFINIÇÃO DAS HIPÓTESES

Para a definição e o desenvolvimento do modelo proposto para o mecanismo de comercialização de energia elétrica no Ambiente de Contratação Regulada – ACR, faz-se necessário estabelecer hipóteses para os objetos a serem leiloados, para as regras a serem adotadas no mecanismo de leilão e para os tipos dos jogadores participantes do processo.

No Brasil, os leilões para comercialização de energia ocorrem com algum intervalo de tempo entre eles. Particularmente, no caso dos leilões do ACR, eles devem ocorrer com uma periodicidade ainda maior em virtude dos volumes e prazos a serem negociados entre as empresas. Dessa forma, utilizar-se-á o ferramental da Teoria dos Jogos Estáticos e de Informações Incompletas para estudar esses leilões. Por outro lado, para leilões que ocorrem com uma periodicidade muito reduzida (diária ou até mesmo horária), eles devem ser estudados pela Teoria dos Jogos Dinâmicos e também de Informações Incompletas.

Como já mencionado, a energia elétrica pode ser considerada como um produto único. No entanto, pelas características apresentadas para o leilão de compra do ACR, há a possibilidade de serem postos em leilão vários tipos de “produtos”, diferenciando-se pelo prazo de contratação da energia entre compradores e vendedores. Dessa forma, o modelo proposto contempla a hipótese de um leilão multi-objeto (com objetos idênticos, porém, com algumas diferenças entre si). Nesses leilões de objetos múltiplos, a venda pode se dar em leilões múltiplos em tempos distintos ou com todos os produtos sendo leiloados juntos em um único leilão (Krishna, 2002). De acordo com o estabelecido para as regras dessa comercialização no ACR, o modelo prevê então a venda dos múltiplos objetos (lotes de energia em diferentes períodos para contratação) em um leilão único, porém, com algumas fases e etapas. Ainda de acordo com Krishna (2002), para leiloar objetos múltiplos, vários são os formatos previstos para leilão: aberto, fechado, primeiro-preço, segundo-preço e assim por diante. A forma dependerá do objetivo principal que se deseja obter do referido leilão. Algumas dessas formas, como já apresentado no capítulo 3, foram propostas por Vickrey (1961) e Ausubel (1997).

A idéia para o desenvolvimento do modelo foi procurar otimizar os objetivos traçados pelo governo, quando da definição do esboço do setor elétrico, após o segundo processo de reforma e reestruturação. Dessa forma, buscar-se-á a minimização do preço final de venda da energia elétrica, como forma de atingir a modicidade tarifária, bem como a maximização da

quantidade negociada entre os agentes, para garantir o fornecimento. Além disso, para atingir essas metas propostas, não deverão ser estabelecidos, por sua vez, contratos predatórios entre as empresas que ponham em risco seus próprios equilíbrios econômico-financeiros.

Será mostrado que as regras definidas pelo governo procuram minimizar os preços finais de venda das energias, porém, não há garantias de que haverá maximização na quantidade negociada entre os agentes. Por outro lado, o modelo proposto, a partir de uma maior autonomia dada aos agentes durante o mecanismo de comercialização, visa atingir esses dois objetivos de forma integrada com o estabelecimento de contratos entre as empresas que busquem vantagens reais para cada uma delas. A minimização no preço final da negociação vem de encontro ao objetivo traçado da modicidade tarifária para os consumidores regulados enquanto que a maximização da quantidade de energia negociada será o principal fator na busca de investimentos para o setor e na garantia de fornecimento da energia aos diversos consumidores.

Leilões, por sua vez, apresentam valorações específicas por parte dos agentes com relação ao produto posto a ser vendido. Reynolds (1996) e Krishna (2002) mostram que essas avaliações de preço dependem do destino que o agente dará ao produto: para uso próprio ou para revenda. Quando o produto vier a ser utilizado diretamente pelo próprio agente participante do processo, diz-se que o leilão é de Valores Privativos ou Particulares (*Private Values*) enquanto que se o produto for adquirido para revenda, o leilão seria de Valores Interdependentes (*Interdependent Values*) (Reynolds, 1996 e Krishna, 2002). Esses autores consideram que o consumo próprio do produto adquirido gera valorações para o produto que dependem da sua utilidade para os agentes. Por outro lado, a compra do produto para revenda dá ao bem adquirido um caráter mais genérico, cujo valor para um agente seria influenciado pela valoração que os outros agentes dão ao produto ou seria regido pelo mercado de utilização final desse produto. Ainda segundo esses autores, um caso particular de leilão com valores interdependentes é aquele em que o valor do produto, embora desconhecido durante o leilão, seria o mesmo para todos os jogadores. Esse leilão seria chamado de Valores Comuns (*Common Values*) e ocorreria quando esse valor fosse derivado de um mercado específico para o produto ofertado.

Como o leilão de compra do ACR visa à comercialização de energia entre empresas geradoras e comercializadoras com empresas de distribuição de energia, o produto a ser adquirido pelas compradoras seria utilizado para revenda a consumidores finais dessa energia. A valoração estabelecida por uma determinada empresa para o objeto a ser adquirido será

influenciada pela estimativa que ela possui da valoração que as outras empresas teriam desse produto. Dessa forma, a hipótese a ser adotada pelo modelo é que os valores a serem associados aos produtos são valores interdependentes ou, em situações bem específicas, poderiam ser até valores comuns. Como já mencionado, Krishna (2002) considera uma diferença entre os termos valores comuns e valores interdependentes atribuídos aos produtos: os valores comuns seriam um caso especial dos valores interdependentes em que o valor do produto, embora desconhecido por todos os agentes compradores participantes, teria a mesma valoração para todos eles, pois seriam utilizados para o mesmo objetivo final (revenda a consumidores regulados). Como os valores da energia são distintos para as empresas ofertantes (geradores e comercializadores) a hipótese adotada é um leilão de valores interdependentes apenas. Um ponto que merece destaque aqui, ainda de acordo com Krishna (2002), é com relação à chamada Maldição do Ganhador. Essa situação se verifica quando o agente que vence o leilão desembolsa um valor acima da avaliação média do bem adquirido. Nesse caso, o anúncio de que esse agente foi o vencedor do leilão torna-se uma má notícia para ele. Esse fenômeno é mais observado em leilões de valores comuns e de primeiro preço onde, de alguma forma, o agente, devido a uma falha no cálculo do próprio valor que ele determina para ser o limite da sua participação no leilão, é levado a efetuar o lance acima da valoração média daquele bem.

Adotar-se-á também a hipótese de que todos os agentes agirão de forma racional procurando minimizar seus custos e/ou maximizar suas receitas e lucros. A otimização a utilizar e que definirá sua estratégia de atuação dependerá do tipo de agente envolvido e seu comportamento frente ao risco intrínseco envolvido no processo. Esse fator é fundamental e irá influenciar sobremaneira na modelagem. Os tipos a serem considerados para os agentes é que eles podem ser neutros ao risco ou aversos ao risco. Sheblé (1999) argumenta que agentes com aversão ao risco estão, na média, dispostos a pagar mais pelo produto a ser adquirido. Já Klemperer (1999) estabelece que os vendedores aversos ao risco preferem o leilão de primeiro preço ao leilão Vickrey e, por razão similar, preferem o leilão Vickrey ao leilão inglês; o leilão de primeiro preço gera preços de fechamento superiores com agentes aversos ao risco. Reynolds (1996) ressalta que um jogador averso ao risco tende a dar um alto lance tal que ele teria uma grande chance de vitória; um jogador neutro ao risco não faria isso. Liu et al (2003) também analisam o funcionamento dos leilões supondo a participação de agentes aversos ao risco.

Pelas características apresentadas pelas empresas brasileiras na participação de diversos leilões já realizados no mercado brasileiro, não será considerada no desenvolvimento do modelo a hipótese de agentes propensos ao risco de acordo com a definição anterior. A literatura apresenta a definição de vários modelos em que são considerados agentes neutros ao risco e agentes aversos ao risco (Reynolds, 1996, Klemperer, 2000, Krishna, 2002 e Liu et al., 2003). No entanto, todas essas pesquisas apresentam sempre um único tipo de agente (neutro ou averso ao risco) sendo representados na definição dos seus modelos. Nesse trabalho pretende-se analisar o efeito dos dois tipos de agentes atuando juntos no mesmo leilão. Essa hipótese de agentes múltiplos (neutros e aversos ao risco) convivendo juntos no mesmo leilão é utilizada devido às empresas reais que participam dessa modalidade de leilão no mercado brasileiro. Dessa forma, serão considerados como agentes neutros ao risco grandes empresas de geração e como agentes aversos ao risco, empresas de comercialização puras ou pequenos geradores. Essa escolha é feita uma vez que as grandes geradoras, pelo seu porte e receitas associadas, podem diversificar seu portfólio de investimentos e com isso mitigar os riscos envolvidos nas negociações. Já empresas de comercialização puras e pequenos geradores, em virtude do próprio tamanho, não podem diversificar demasiadamente sua área de atuação, devendo ser mais cautelosas na escolha dos seus negócios a fim de não introduzirem desequilíbrios econômico-financeiros que possam levar a empresa à falência. De acordo com Markowitz (1992), a diversidade introduz uma redução nos riscos associados no processo. Com relação aos compradores, serão considerados agentes aversos ao risco, pois são empresas distribuidoras de atuação regional e que, por isso mesmo, não podem diversificar suas áreas de atuação.

Além disso, o modelo considera também que os agentes, vendedores e compradores, não fazem negócios diretamente entre si, mas, através do leiloeiro em bolsas de produtos a serem leiloados. De acordo com os modelos de Dekrajangpetch & Sheblé (1999), será considerada a hipótese de jogadores não especificados negociando os produtos através de um leiloeiro numa espécie de “bolsa” de negociação.

Outra hipótese adotada no desenvolvimento do modelo é que todos os lances vencedores dados pelas empresas compradoras, independente de que tipo forem, sempre serão pagos por elas, não havendo assim quaisquer restrições nos orçamentos dessas empresas. Dessa forma, os agentes sempre agirão racionalmente efetuando lances que sejam passíveis de serem pagos por eles, não havendo quaisquer restrições nesse sentido. Essa hipótese é considerada uma vez que, para participar desse tipo de leilão, os agentes, tanto vendedores quanto compradores,

fazem depósitos de garantias que servem para definir o montante de energia que eles estão dispostos a comprar e a vender no processo.

A última hipótese adotada no desenvolvimento do modelo proposto diz respeito às funções de distribuição utilizadas para representar os lances dados pelos agentes ativos no processo. Será considerado que os jogadores estimam o objeto leilado a partir de um valor qualquer X em algum intervalo $[0, \omega]$ de acordo com uma função de distribuição acumulada F . Seja a função de densidade de probabilidade $f \equiv F'$. Se essas funções forem iguais para todos os jogadores, tem-se um modelo simétrico para os agentes; caso contrário, o modelo será assimétrico (Krishna, 2002). A hipótese adotada é que essas funções de distribuição F (ou f) não são as mesmas para os agentes que dão lances no leilão, uma vez que são considerados agentes de tipos distintos atuando no mesmo. Dessa forma, o modelo será assimétrico com relação às funções de distribuição que determinam os lances dos agentes no processo.

Em resumo, para o desenvolvimento do modelo proposto para os leilões de empreendimentos existentes no ambiente regulado, serão adotadas as seguintes hipóteses:

1. Leilão Único Multi-Objeto: o processo é único em cada período de realização, sendo leiloados objetos múltiplos de um só tipo, ou seja, energia elétrica com diferentes prazos de contratação e, segundo o modelo a ser proposto, em diferentes submercados de energia;
2. Leilão Duplo e Leilão de Compra de Energia: o modelo proposto prevê a negociação de energia entre vendedores e compradores em várias fases e etapas. Na primeira e segunda fases, propõe-se um leilão duplo. Nas outras, serão utilizados leilões de compra aberto e fechado (onde os vendedores são os agentes ativos no processo) uma vez que essa modalidade prevê preços de fechamento mais reduzidos, dependendo das hipóteses adotadas (Klemperer, 1999).
3. Leilão com Valores Interdependentes: por serem produtos que serão adquiridos para revenda, considerar-se-á que os agentes possuem avaliações para esses produtos que dependem das avaliações dos demais agentes envolvidos. Dessa forma, os participantes têm suas valorações para os produtos que podem se modificar em função do maior ou menor interesse dos outros agentes pelo produto em questão. A valoração da energia elétrica por parte das empresas geradoras e comercializadoras (vendedoras) depende das estimativas dadas por elas em relação às valorações dadas pelas outras empresas. Em alguns casos, podem até ter o mesmo valor para todas elas (valores comuns);

4. Agentes Racionais Neutros ao Risco e Aversos ao Risco: considerar-se-á que os participantes agirão de forma racional, procurando minimizar seus custos e/ou maximizar suas receitas e lucros. Empresas geradoras e comercializadoras, vendedoras no leilão e empresas distribuidoras, compradoras do processo, serão modeladas de acordo com o tipo e tamanho da empresa. Nesse modelo, alguns vendedores serão neutros, enquanto que outros serão aversos ao risco. Já os compradores serão sempre modelados como aversos ao risco;
5. Leilão com Agentes Não-Especificados: o leilão ocorrerá com os agentes realizando suas ofertas para um leiloeiro (bolsa de negócios) e não diretamente entre agentes vendedores e compradores. Dessa forma, os agentes compradores e vendedores não fazem negócios diretamente entre si, mas através de um leiloeiro;
6. Sem Restrições Orçamentárias: o modelo supõe que os agentes vencedores no leilão sempre poderão honrar seus compromissos assumidos, sempre sendo capazes de pagar pelos seus lances efetuados e vencedores. Não será considerada então a hipótese de blefe nos lances efetuados;
7. Assimetria ou Funções Distintas: o modelo considera que as funções de densidade de probabilidade e de distribuição acumulada são distintas para os agentes participantes do leilão.

6.4 MODELO PROPOSTO: MECANISMO DE COMPRA DE ENERGIA NO ACR

O modelo proposto consiste não apenas de um leilão para comercialização de energia elétrica entre compradores e vendedores, mas de um processo mais extenso que será chamado de mecanismo de compra de energia no ambiente regulado (ACR). Esse mecanismo será dividido em fases e etapas que visam atingir de uma forma mais consistente e direta as metas principais estabelecidas pelo governo quando da definição do modelo do setor elétrico brasileiro em 2004.

Para a definição do modelo proposto, algumas premissas iniciais são adotadas como ponto de partida para a formação do mesmo:

- Empresas distribuidoras (compradoras no processo) devem contratar 100% do seu mercado previsto para os próximos anos (o que dará a garantia no fornecimento além de levar a novos investimentos no setor).
- Empresas geradoras (vendedoras no processo) anunciam ao leiloeiro (governo federal) suas capacidades de geração disponíveis para contratação (o que mostrará a necessidade de implantação de novas plantas de geração).

Essas informações são conhecidas apenas pelo leiloeiro que definirá as características dos produtos a serem comercializados em função desses montantes definidos por compradores e vendedores. Essas premissas são as mesmas que as já adotadas pelo governo federal quando da implantação do modelo vigente atualmente.

Além dessas premissas de ordem conceitual, ressaltam-se as hipóteses descritas no item anterior e que serão adotadas e discutidas para o uso de teoremas e proposições que servem de sustentação teórica para a definição e desenvolvimento do modelo proposto particularmente na etapa do leilão de compra de energia. A partir das hipóteses formatadas e definidas, será desenvolvido o modelo proposto para o leilão de energia no ACR que será, no próximo capítulo, analisado conjuntamente com o modelo definido pelo Governo Federal em 2004.

Apesar da energia elétrica ser um produto homogêneo com relação às suas características, o modelo a ser desenvolvido adotará a hipótese de leilão de objetos múltiplos, embora idênticos. Será adotado, de acordo com Dekranjangpetch & Sheblé (1999), a modelagem de leilão de produtos heterogêneos. Nesse caso os prazos de contratação e/ou os submercados de entrega da energia diferenciados estabeleceriam produtos distintos. O atual modelo desenvolvido pelo governo estabelece diferenças apenas nos prazos de contratação, uma vez que os pontos de entrega são os submercados das empresas vendedoras (e os riscos da diferenciação nos preços do submercado ficam com os agentes compradores). O modelo proposto prevê diferenças nos produtos no período de contratação e nos submercados de energia, onde o risco da diferença de preço entre o submercado vendedor e o submercado comprador será rateado entre os agentes compradores e vendedores. Dessa forma, apesar do produto ser energia elétrica, o modelo considera vários produtos em função das diferenciações já apontadas. A definição desses produtos é função das demandas especificadas pelas empresas distribuidoras, compradoras do processo.

A figura a seguir expressa a visão geral do modelo a ser adotado nesse processo de comercialização: várias empresas distribuidoras atuando como compradoras de um lado definindo seus requisitos de consumo (com diferentes períodos de contratação e nos vários submercados dos agentes compradores) e formando vários mercados de compra administrados pelo leiloeiro do processo; de outro lado, empresas geradoras e comercializadoras agindo como vendedoras e dando lances de preço e quantidade para comercializar os produtos definidos pelos compradores. Nessa figura, observam-se as hipóteses adotadas de produtos heterogêneos e jogadores não-identificados de acordo com o modelo proposto. Serão consideradas m empresas vendedoras (geradoras e comercializadoras) algumas consideradas

como aversas ao risco e outras como neutras ao risco. No modelo, ℓ produtos poderão ser negociados entre as empresas vendedoras e compradoras através de um leiloeiro (não há comercialização direta entre as empresas durante o leilão; só após a realização do mesmo é que as empresas assinarão contratos diretamente entre si). Os compradores, por sua vez, são considerados como n empresas distribuidoras que são obrigadas a contratar 100% da sua carga prevista para consumo nos períodos futuros considerados para o leilão. Essa regra é a mesma que a estabelecida no modelo desenvolvido pelo governo para esses leilões e visa definir a quantidade a ser adquirida pelas empresas distribuidoras a fim de garantir os investimentos necessários e a oferta de energia a ser consumida em períodos futuros.

A partir dos modelos propostos por Dekrajanpetch & Sheblé (1999), esse modelo adotado de produtos heterogêneos, agentes não identificados, preços determinados pelos vendedores e com preços de reserva definidos pelo leiloeiro, a formulação matemática para o problema de otimização do processo, do ponto de vista do leiloeiro poderia ser a seguinte:

$$\begin{aligned} & \underset{x_{si,h}, y_{b,h}}{\text{Min}} \sum_{h=1}^l \left[\sum_{i=1}^m c_{si,h} x_{si,h} + \pi_{b,h} y_{b,h} \right] \\ \text{s.a.} \quad & \sum_{h=1}^l x_{si,h} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)} \\ & \sum_{h=1}^l \left[\sum_{i=1}^m x_{si,h} + y_{b,h} \right] \geq \sum_{j=1}^n D_j \quad \text{(demanda potencial dos compradores)} \\ & x_{si,h} \geq 0 \quad , \quad y_{b,h} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \text{ e } h=1, 2, \dots, l \end{aligned}$$

OBS: $c_{si,h}$ seria o preço mínimo final ofertado por cada vendedor i para o mesmo produto e $x_{si,h}$ seria a quantidade desse produto h vendida por cada um deles, $\pi_{b,h}$ é o preço acima do qual nenhum comprador aceita comprar tal produto (reserva) e $y_{b,h}$ seria o montante não adquirido daquele produto em questão pelos compradores (uma vez que o seu preço de reserva foi atingido). Uma vez que os compradores são obrigados a adquirirem 100% da sua carga, poder-se-ia considerar a restrição da demanda potencial dos compradores com uma restrição = ao invés de \geq , no entanto, pode ocorrer que nem toda a energia requerida seja comprada e a restrição de igualdade exigiria que a resposta do problema de otimização estivesse ao longo dessa curva de restrição. Esse modelo de otimização corresponde à minimização no montante financeiro negociado sujeita às restrições de capacidade de fornecimento dos vendedores e da demanda potencial dos compradores. O que se pretende com o modelo proposto é minimizar a quantidade não negociada ($y_{b,h}$) e maximizar, por sua vez, a quantidade vendida ($x_{si,h}$).

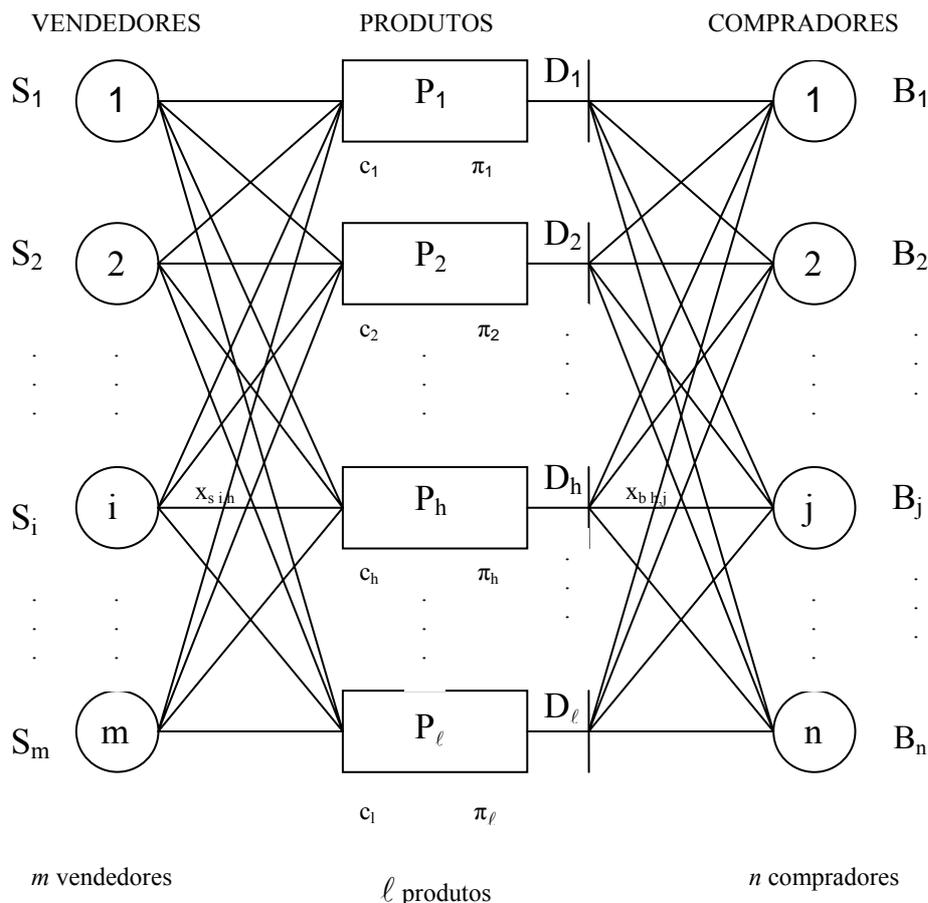


Figura 6.3 – Estrutura do Leilão de Compra de Energia

Onde:

i : vendedores do processo (m é o número de vendedores)

j : compradores do processo (n é o número de compradores)

h : produtos leiloados (energia elétrica com diferentes períodos de contratação e diferentes submercados para entrega) (ℓ é o número de produtos a serem leiloados)

$x_{s\ i,h}$: quantidade de produtos que saem do vendedor i para o produto h

S_i : capacidade de fornecimento do vendedor i

$x_{b\ h,j}$: quantidade de produtos que saem do produto h para o comprador j

B_j : demanda potencial do comprador j

D_h : demanda potencial do produto h

c_h : preço corrente do produto h (em cada rodada do leilão)

π_h : preço reserva do produto h (fixo por produto)

6.4.1 PRIMEIRA FASE: LEILÃO DUPLO FECHADO (*MATCHING*)

O modelo propõe, na sua primeira fase, um leilão duplo com preços e quantidades definidas e especificadas por compradores e vendedores. Apenas o leiloeiro conhece as quantidades prévias definidas por essas empresas. A partir desses valores, busca-se um *matching* estável no processo.

Matching Games têm sido utilizados com muito sucesso na alocação ótima de alunos candidatos a programas de pós-graduação em instituições de ensino (Sotomayor, 1996), de residentes do curso médico em hospitais (Roth, 1986) e também na admissão de alunos em diversos colégios (Roth, 1985, Roth & Sotomayor, 1989). Esses mecanismos tentam “casar” as necessidades dos pretendentes com os desejos dos pretendidos procurando sempre atingir um equilíbrio que seja estável e o melhor possível para ambos (*matchings* estáveis).

Nesse processo, o leiloeiro definirá, de antemão, os preços de reserva para cada um dos produtos postos em leilão que representam os preços máximos que o governo permitirá repassar às tarifas dos consumidores finais dessas empresas de distribuição. No entanto, pelas hipóteses adotadas para a definição do modelo proposto, esses preços reserva podem deixar de assumir esse papel de preço limite do governo, podendo passar a ser considerado como uma referência para o fechamento da fase de leilão aberto (a ser descrita a seguir) e mudança para a fase de leilão fechado, mesmo que ele não tenha sido atingido. Ou seja, pelas premissas adotadas na análise, o leilão pode ser encerrado, mesmo que esses preços reserva não tenham sido ultrapassados. Essa análise da utilização dos preços reserva será feita a seguir quando do desenvolvimento do modelo proposto.

Nessa etapa, dependendo dos preços, pode haver *matchings* estáveis para algumas empresas compradoras e vendedoras. Caso os preços de fechamento desses “casamentos” sejam menores ou iguais aos preços de reserva para cada produto definidos pelo governo, fecha-se então um contrato de compra e venda entre as respectivas empresas compradoras e vendedoras. Se os preços desses pares forem maiores que os preços de reserva, o governo / leiloeiro anuncia, apenas às empresas participantes desse *matching*, sob que condições poder-se-ia atingir o equilíbrio. Essas condições seriam redução no preço de oferta e/ou alteração nas quantidades negociadas. Caso as empresas aceitem as condições, dá-se a celebração do contrato; do contrário, parte-se para a outra parte do leilão. Para as demais empresas em que não houve *matching* estável, entra-se então na fase do leilão de compra aberto.

6.4.2 SEGUNDA FASE

As empresas compradoras e vendedoras participantes da 2ª parte desse leilão não sabem os preços e as quantidades definidas umas das outras durante a 1ª parte do leilão. Elas também não conhecem os preços de reserva definidos para cada um dos produtos postos em leilão. Essa informação deve ser confidencial durante todo o leilão para todas as empresas participantes e só o governo deverá ter conhecimento desses valores.

O governo / leiloeiro define nessa segunda parte para cada empresa participante (compradora ou vendedora) se elas devem reduzir ou aumentar as quantidades ofertadas / demandadas em cada produto além de sinalizar se o preço ofertado está ou não muito além do preço de reserva. Busca-se com isso, a obtenção de novos *matchings* estáveis e a celebração de novos contratos de compra e venda de energia.

Após essa fase, compradores e vendedores fornecerão novas propostas de preços e quantidades com o leiloeiro procurando a existência ou não de *matchings* estáveis no processo exatamente como na primeira parte do leilão. Essas combinações seriam identificadas quando o preço do vendedor fosse menor que o preço do comprador, havendo então o fechamento de um contrato de compra e venda entre eles.

Para as empresas que não realizaram contratos ou que realizaram contratos mas não esgotaram sua capacidade de fornecimento ou demanda de energia elétrica após a segunda parte do leilão, inicia-se então a terceira parte do mesmo.

6.4.3 TERCEIRA FASE: LEILÃO DE COMPRA ABERTO

No início dessa fase, o leiloeiro deve aplicar um fator de segurança sobre as quantidades a serem demandadas e que ainda não foram comercializadas após as duas primeiras fases pelas empresas de distribuição (compradoras no processo) a fim de definir as quantidades dos produtos a serem divulgados para todos os vendedores. Dessa forma, logo no início da 3ª fase do leilão, os vendedores ficam conhecendo a totalidade de cada um dos produtos em leilão com um excesso (margem de segurança) não revelado pelo governo. A idéia de se introduzir esse “excesso” vem da própria definição de leilão como um jogo de informações incompletas (Vickrey, 1961 e Krishna, 2002). De acordo com Reynolds (1996), informações sobre os produtos e os lances de jogadores em um leilão, leva à redução da incerteza, a uma avaliação dinâmica das próprias avaliações do jogador, levando, por consequência, a lances mais

seguros e agressivos em futuros leilões. Além disso, de acordo com Krishna (2002), um aumento da informação pública sobre parâmetros do leilão acaba com a exclusividade de informações dos jogadores podendo levar a maiores receitas nos leilões (ascendentes, nesse caso). De acordo com Krishna (2002) e a partir de experiências nas participações em diversos leilões no mercado de energia elétrica no Brasil, observa-se que quanto mais informações forem fornecidas aos participantes do jogo, mais estariam eles interessados em participar do processo. O que o modelo proposto pretende com a divulgação desses valores, mesmo que estejam superestimados, é fornecer aos participantes ofertantes informações adicionais com relação às quantidades dos produtos a serem adquiridos pelos compradores para que, cientes dessa informação, esses vendedores possam efetivar seus lances com mais certezas e garantir uma participação mais ativa (em termos de quantidades e preços dos lances) dos mesmos no processo. Ainda de acordo com a experiência na participação em leilões de compra e venda de energia nas suas mais diferentes modalidades e formas, os jogadores estão mais desejosos em adquirir produtos que eles conhecem ou têm algum conhecimento do que produtos desconhecidos ou com poucas informações disponíveis sobre os mesmos.

Essa fase consiste em um leilão de compra onde os vendedores, agentes ativos no processo, efetuam lances de preços e de quantidades para os produtos de seus interesses em várias rodadas que constituem as etapas dessa fase. Em cada rodada de lances, o leiloeiro definirá o quanto será atendido de cada produto com o preço corrente obtido ao final da rodada que pode ser igual ou diferenciado para cada vendedor ofertante. A definição do leiloeiro será baseada na minimização do custo total da negociação a cada rodada do leilão definindo os vendedores que estão sendo atendidos completamente ou parcialmente com a quantidade negociada para cada um deles em função das demandas estabelecidas. Esse problema de minimização considera ainda as diversas restrições envolvidas como a capacidade de fornecimento de cada vendedor e a demanda potencial de cada produto.

Após cada rodada de efetuação de lances pelas empresas vendedoras, o leiloeiro fará algumas considerações com relação aos produtos que irão definir as bases e quantidades para essa nova rodada a se iniciar. De acordo com essas considerações, o leiloeiro divulga a cada empresa participante e ofertante a sua quantidade atendida naquela rodada (que pode ser igual ou menor que sua oferta) e o preço corrente para o produto em questão também ao final daquela rodada. Assim, antes de se iniciar uma nova rodada para inserção de lances, o leiloeiro faz as seguintes determinações:

- Para os produtos onde as ofertas realizadas excedem as demandas divulgadas, estipula-se o segundo menor preço como preço corrente e cancelam-se as ofertas naquele produto que apresentarem preços acima desse preço corrente definido para ele. Nessa nova rodada só serão aceitos lances com preços menores que os preços correntes dos produtos com excesso de oferta. Esse preço corrente é divulgado a todos os participantes antes do início da próxima rodada. Dessa forma, produtos que tiverem excesso de oferta apresentam o mesmo preço corrente a todos os vendedores.
- Para os produtos onde as demandas divulgadas excedem as ofertas anunciadas e os seus preços estiverem abaixo ou iguais aos preços de reserva, mantêm-se as condições da rodada anterior. Para aqueles que possuem preços acima dos de reserva, dá-se um decremento na quantidade demandada para, com a redução da mesma, forçar a entrada de vendedores não atendidos em outros produtos. Esse novo valor de demanda (que pode estar acima ou abaixo da demanda verdadeira) será então divulgado a todos os participantes antes do início da próxima rodada. Para esses produtos, a quantidade ofertada na rodada anterior continua valendo na nova rodada e o preço corrente a ser divulgado a cada empresa ofertante será o próprio preço definido pela empresa naquela rodada. Assim, produtos que tiverem excesso de demanda apresentam preços correntes diferenciados por ofertante, mas que são conhecidos apenas por cada uma das empresas que não sabem que esses preços são distintos.

Depois dos decrementos e exclusões de quantidades dos ofertantes para alguns produtos de acordo com as regras anteriores, abre-se uma nova rodada de lances procedendo-se da mesma forma como descrito anteriormente. Os produtos com excesso de oferta, cujos preços sejam menores ou iguais aos preços correntes, já ficam valendo para a rodada seguinte, sendo então lotes de energia comprometidos com àqueles produtos. Os lotes desse produtos com preços acima dos correntes estão livres para serem negociados no mesmo produto ou em outro(s) produto(s) na rodada seguinte. Já os produtos com excesso de demanda mantêm as ofertas realizadas na rodada anterior, só que, com a redução na quantidade demandada, os ofertantes já sabem que aquele produto está com excesso de demanda e o preço de reserva ainda não foi atingido. Para esses produtos, as empresas vendedoras poderão realizar, nessa rodada, novas ofertas de preços e de quantidades desde que apresentem preços menores que os preços lançados por elas na rodada anterior (e que foram os preços correntes informados àquela empresa). Para esses produtos, os lotes comprometidos na rodada anterior continuam

valendo na nova rodada e as empresas não podem reduzir a quantidade ofertada, podendo aumentar essa quantidade desde que ela possua sobras liberadas de lotes de outros produtos.

Além disso, as empresas vendedoras só poderão ofertar a mesma quantidade total de lotes ofertados na rodada anterior ou uma quantidade menor, nunca maior. Ou seja, os lances de um vendedor numa rodada estão condicionados às quantidades máximas ofertadas anteriormente. Além disso, os lances só poderão conter ofertas com preços menores ou iguais aos atuais preços correntes para todos os produtos em leilão. Conforme já mencionado anteriormente, nos lances efetuados para os produtos em que a oferta não superou a demanda, os lotes da rodada anterior continuam sendo válidos e devem ser adicionados aos novos lances efetuados na rodada atual para compor a quantidade total ofertada pelo agente vendedor. Esses lances adicionais podem ser dados em quaisquer produtos.

Quando todos os preços correntes para todos os agentes em todos os produtos estiverem menores ou iguais aos preços de reserva estipulados para os respectivos produtos, o leiloeiro informará a quantidade ofertada de cada agente vendedor que estará sendo atendida para cada um dos produtos com os seus preços correntes e dará por encerrada a primeira fase do leilão (fase aberta), partindo-se para a quarta e última fase do leilão. Dessa forma, o leilão aberto sempre se encerrará quando todos os preços correntes forem menores ou iguais aos correspondentes preços reserva. Salienta-se que ao final dessa última rodada, determinados agentes poderão ter suas quantidades de lotes de energia parcialmente atendidas ou até mesmo não atendidas, desde que os seus preços ofertados estiverem acima do preço corrente ao final dessa rodada. No entanto, suas ofertas dadas no início da última rodada ficam valendo para a próxima fase.

6.4.4 QUARTA FASE: LEILÃO DE COMPRA FECHADO

Nessa fase, os vendedores só darão lances de preços, pois suas quantidades atendidas já foram definidas ao final da rodada anterior. O leiloeiro definirá, para cada um dos produtos, as reais demandas definidas para cada um deles a partir das informações fornecidas pelas empresas distribuidoras antes do início do processo do leilão e as divulgará a todos os agentes, que passarão a ter conhecimento da demanda real para cada um dos produtos. Em função dessas quantidades, o leiloeiro irá definir, ao final dessa última fase, o quanto cada empresa vendedora irá comercializar e o preço que será recebido por cada uma delas. Essas quantidades sempre serão alocadas em função do preço ofertado, sempre do menor para o maior. Assim, cada empresa vendedora terá, no início dessa fase, a informação das demandas

reais de cada um dos produtos e da quantidade ofertada por cada uma delas em cada um dos produtos ao final da fase anterior. Se a demanda for reduzida em relação à quantidade definida na última rodada da etapa anterior, o ofertante de maior preço terá o seu lote de ofertas não atendido ou parcialmente atendido, sendo que ele não dispõe dessa informação. Além disso, agentes que ofertaram seus lotes a preços acima dos preços correntes finais da fase aberta, também não estarão sendo atendidos ao final daquela fase. Mesmo assim, para essa quarta fase, seus lotes integrais ainda estão válidos, como já mencionado, para serem negociados nessa fase do leilão. Apenas o que ele sabe de antemão são as suas quantidades alocadas em cada produto (e não necessariamente comercializadas) e que ele deve ofertar preços em cada um desses produtos.

Os vendedores são obrigados a ofertarem preços menores ou iguais aos preços finais ofertados por eles na etapa anterior para cada um dos produtos (e desconhecido pelas outras empresas). O preço de fechamento final do leilão para cada um dos produtos será definido pelo “Segundo Preço Escalonado” em que o vendedor que ofertar o menor valor irá receber pelo segundo menor preço; o que ofertou o segundo menor preço irá receber pelo terceiro menor preço e assim por diante. As quantidades atendidas em cada um dos produtos leiloados sempre serão definidas do menor para o maior preço. Assim, uma empresa que ofertou o maior dos preços dentre todas, receberá, no máximo, pelo preço final da fase anterior. No entanto, essa empresa poderá, por conseguinte, ser parcialmente atendida ou, até mesmo, não ser atendida na quantidade de lotes que ela ofertou.

A idéia do estabelecimento do chamado “Segundo Preço Escalonado” é fazer com que os ofertantes estabeleçam suas próprias valorações para os produtos leiloados nessa etapa do processo. Independente desses agentes serem neutros, aversos ou até mesmo propensos ao risco, de acordo com Krishna (2002), sempre seria uma estratégia dominante para eles ofertar as suas próprias valorações do bem em leilões desse tipo (segundo-preço).

Procurar-se-á ainda evitar a possibilidade de comportamentos estratégicos de formas não convencionais por parte dos jogadores ativos como a formação de cartéis, conluíus ou outra forma de vir a prejudicar o bom andamento do processo. Do mesmo modo como já vem sendo utilizado no atual modelo implantado pelo governo, a idéia nesse modelo proposto é não permitir, em nenhuma hipótese, o contato entre os jogadores no decorrer do leilão, que devem ficar isolados uns dos outros sem possibilidade de acertos ou acordos entre eles.

6.5 DESENVOLVIMENTO DO MODELO PROPOSTO

O propósito deste item é apresentar o desenvolvimento do modelo proposto mostrando as bases e as razões que levaram à definição de cada uma das fases e etapas propostas anteriormente. Pretende-se demonstrar que o mecanismo proposto busca atingir as metas definidas pelo governo, quando da implantação do modelo do setor elétrico, de uma forma mais direta, a partir de uma participação mais ativa e decisiva dos jogadores no processo. Dessa forma, procurar-se-á garantir, ao final do processo, preços para os produtos leiloados que reflitam os lances ofertados pelos agentes vendedores e maiores quantidades negociadas. Além disso, serão apresentados também, para cada uma das fases do mecanismo, fluxogramas de funcionamento e operação de cada uma delas.

O objetivo final desse modelo será conseguir garantir, por sua vez, um fornecimento de energia elétrica aos consumidores finais, sem riscos de vir a faltar esse produto, e com os preços que reflitam, na medida do possível, valorações reais da energia nesse mercado. Ressalta-se que toda a análise efetuada baseia-se nas hipóteses estabelecidas anteriormente quando da descrição das características dos agentes participantes e dos diversos parâmetros envolvidos com o mecanismo proposto de comercialização de energia. Essas hipóteses devem ser consideradas todas ocorrendo ao mesmo tempo e fogem completamente do modelo simétrico apresentado anteriormente. E é justamente em cima dessas hipóteses que são definidas as várias fases e etapas do mecanismo proposto. No capítulo seguinte será feita, através de simulações de um leilão, uma análise funcional e operacional dos dois modelos.

6.5.1 PRIMEIRA PARTE DO MECANISMO: BUSCA DOS *MATCHINGS* ESTÁVEIS (Primeira e Segunda Fases)

Seja S o conjunto das empresas vendedoras, $S = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_i, \dots, s_m\}$, B o conjunto das empresas compradoras, $B = \{b_1, b_2, b_3, \dots, b_j, \dots, b_n\}$ e $P = \{P_1, P_2, P_3, \dots, P_h, \dots, P_l\}$ o conjunto dos ℓ produtos disponíveis.

Pode-se associar a cada empresa vendedora um vetor G_{si} que representa os lances de cada um deles aos ℓ produtos demandados. Essa oferta consistirá, para cada produto, em um par preço-quantidade definido pelo vendedor e que representa o desejo desse agente em vender aquele determinado produto nas condições definidas por ele. Dessa forma tem-se:

$$\text{Vendedor 1: } G_{s1} = \{(p_{s11}, q_{s11}), (p_{s12}, q_{s12}), \dots, (p_{s1h}, q_{s1h}), \dots, (p_{s1l}, q_{s1l})\}$$

$$\begin{matrix} \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \end{matrix}$$

$$\text{Vendedor i: } G_{si} = \{(p_{si1}, q_{si1}), (p_{si2}, q_{si2}), \dots, (p_{sih}, q_{sih}), \dots, (p_{sil}, q_{sil})\}$$

$$\begin{matrix} \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \end{matrix}$$

$$\text{Vendedor m: } G_{sm} = \{(p_{sm1}, q_{sm1}), (p_{sm2}, q_{sm2}), \dots, (p_{smh}, q_{smh}), \dots, (p_{sml}, q_{sml})\}$$

$$\text{Restrições: } \sum_{h=1}^l q_{sih} \leq S_i \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, m$$

Onde: p_{sih} é o preço estabelecido pelo vendedor i para o produto h

q_{sih} é a quantidade estabelecida pelo vendedor i para o produto h

S_i é a capacidade de venda do vendedor i

Por sua vez, cada comprador tem associado a si um vetor G_{bj} que representa os seus lances para os preços e quantidades para cada um dos produtos. Pode-se escrever:

$$\text{Comprador 1: } G_{b1} = \{(p_{b11}, q_{b11}), (p_{b12}, q_{b12}), \dots, (p_{b1h}, q_{b1h}), \dots, (p_{b1l}, q_{b1l})\}$$

$$\begin{matrix} \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \end{matrix}$$

$$\text{Comprador j: } G_{bj} = \{(p_{bj1}, q_{bj1}), (p_{bj2}, q_{bj2}), \dots, (p_{bjh}, q_{bjh}), \dots, (p_{bjl}, q_{bjl})\}$$

$$\begin{matrix} \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot & & \cdot \end{matrix}$$

$$\text{Comprador n: } G_{bn} = \{(p_{bn1}, q_{bn1}), (p_{bn2}, q_{bn2}), \dots, (p_{bnh}, q_{bnh}), \dots, (p_{bnl}, q_{bnl})\}$$

$$\text{Restrições: } \sum_{h=1}^l q_{bjh} \leq B_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, n \text{ (} B_j \text{ é a capacidade de venda do vendedor } i \text{)}$$

Onde: p_{bjh} é o preço estabelecido pelo vendedor i para o produto h

q_{bjh} é a quantidade estabelecida pelo vendedor i para o produto h

B_j é a capacidade de venda do vendedor i

- Mecanismo de *Matching*:

A partir das informações dos vendedores e dos compradores, busca-se encontrar os *matchings* entre os agentes que definirão os primeiros negócios a serem firmados entre eles. O fluxograma a seguir apresenta a busca dessas combinações entre agentes.

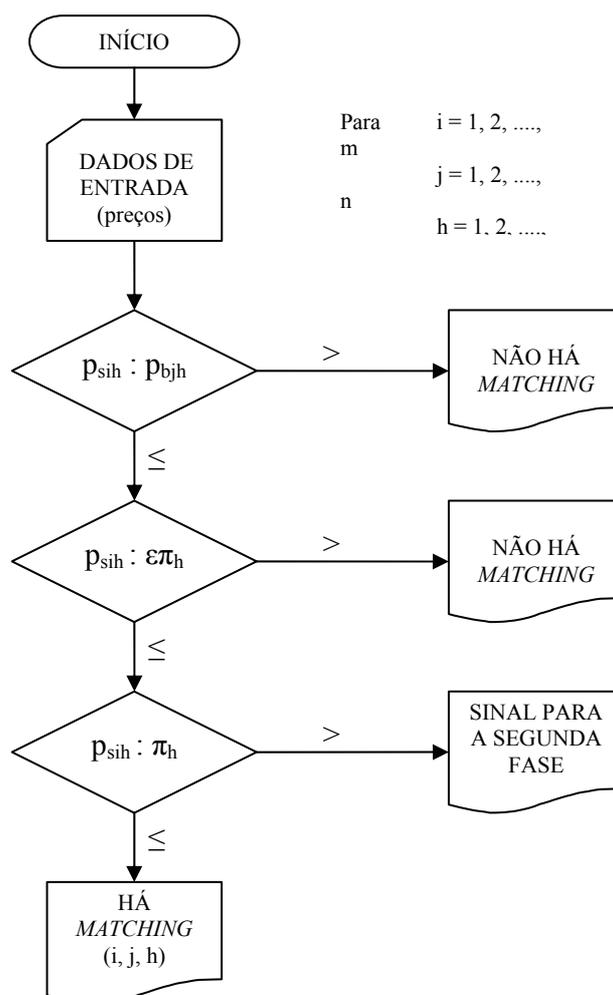


Figura 6.4 – Fluxograma do Mecanismo de Matching (Marcação do conjunto i, j, h)

OBS: ε é o percentual acima do qual parte-se para a segunda fase do mecanismo. Esse valor será estabelecido pelo leiloeiro em função de experiência ou objetivos a serem atingidos no processo.

Pelo fluxograma observa-se que após a entrada dos dados – preços definidos pelos vendedores e pelos compradores para cada produto e os preços de reserva para cada um deles – comparam-se, para cada produto, os preços dos vendedores e dos compradores. Caso os preços de venda sejam maiores que os preços de compra, não há possibilidades de *matching* com esse conjunto (i, j, h) . Se o preço de compra for menor que o preço de venda, compara-se o preço de venda com um percentual acima do valor do preço de reserva (10%, por exemplo). Caso seja maior que esse valor, não há a formação de *matching*; se for menor, compara-se o preço de venda com o preço de reserva daquele produto. Se aquele for maior que esse, dá-se um sinal afirmando que naquele conjunto pode haver a formação de um *matching*, partindo-se para a segunda fase do mecanismo, de acordo com as regras anteriores. Se o preço de venda

for menor ou igual ao preço de reserva, há a formação de um *matching* entre esses agentes, faltando apenas definir a quantidade de energia que será negociada entre eles. O preço de venda definido pelo vendedor será o preço de fechamento da negociação, o preço desejado pelo vendedor e abaixo do preço definido pelo comprador. Dessa forma, o excedente produzido vai para o comprador e deve ser repassado aos consumidores finais ligados a ele.

Para se determinar as quantidades a serem negociadas entre os agentes, parte-se para a análise dos conjuntos (i, j, h) marcados ao final da etapa anterior. O fluxograma a seguir apresenta a determinação das quantidades nos *matchings* definidos na etapa anterior para cada um dos conjuntos (i, j, h) .

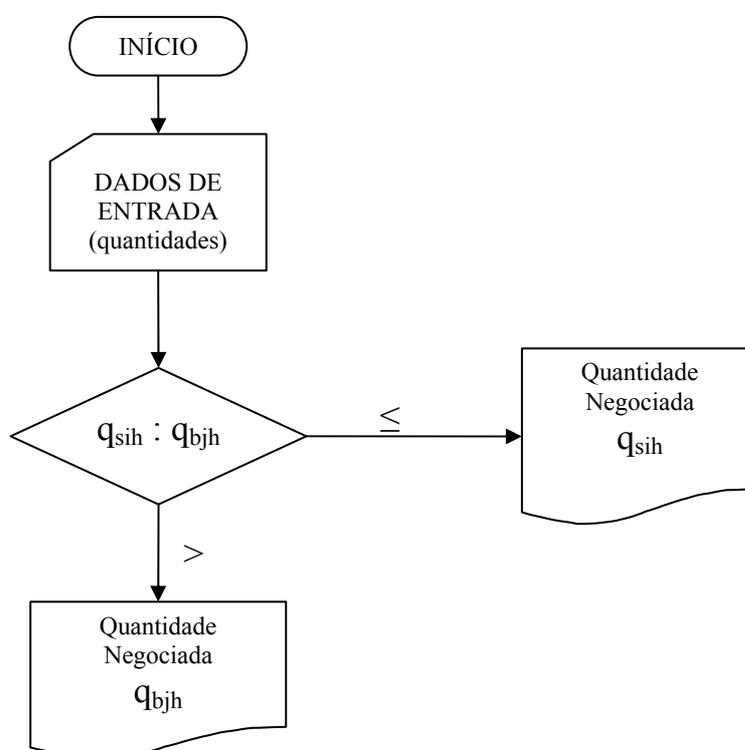


Figura 6.5 – Fluxograma para Definição das Quantidades nos Matchings Estáveis

Esse fluxograma mostra que, para cada conjunto (i, j, h) estabelecido no fluxograma anterior, a quantidade a ser negociada entre os agentes corresponde ao menor dos valores estabelecidos na relação.

De acordo com Sotomayor (1996), esses conjuntos formados representam *matchings* estáveis para os agentes, estabelecendo as ligações entre as empresas que desejam vender com aqueles que desejam comprar. Os preços e as quantidades a adquirir representam, no mínimo, os valores desejados pelos próprios agentes.

6.5.2 SEGUNDA PARTE DO MECANISMO: LEILÃO DE COMPRA DE ENERGIA (Terceira e Quarta Fases)

A segunda parte do mecanismo proposto contempla a realização de um leilão aberto num primeiro momento, seguido de um leilão fechado. Sendo assim, as hipóteses estabelecidas no desenvolvimento desse modelo serão essenciais para uma discussão sobre o mesmo. Segundo Klemperer (1999), a partir de determinadas condições, todos os tipos e modalidades de leilões produziriam os mesmos resultados com relação ao rendimento gerado por eles (Teorema do Rendimento Equivalente). Essas condições corresponderiam ao modelo simétrico já descrito anteriormente, de acordo com Krishna (2002). Pelas hipóteses mais generalistas e não-simétricas adotadas, não é de se esperar, ainda segundo os autores anteriores, que diferentes tipos de leilão venham a gerar os mesmos resultados.

A partir dessas hipóteses estabelecidas e da comparação com o afastamento do modelo simétrico é que será feita a análise dos mecanismos adotados no modelo proposto na suas fases de leilão, aberto e fechado.

A partir da hipótese da assimetria entre os jogadores, Vickrey (1961) e Krishna (2002) afirmam que para jogadores assimétricos é ainda uma estratégia dominante (pelo menos fracamente) ofertar as suas próprias avaliações do bem em um leilão de segundo-preço. Para um leilão de primeiro-preço, a assimetria leva a numerosas complicações. Esses autores afirmam ainda que o leilão de segundo-preço é eficiente para jogadores assimétricos enquanto que o leilão de primeiro-preço não o é, não se podendo comparar as receitas dos dois formatos para se estabelecer o que produziria o maior valor. Dessa forma, em vista da hipótese adotada de jogadores assimétricos, optou-se por trabalhar com um leilão de segundo-preço, na sua etapa, para dar eficiência ao processo.

Holt (1980) estabeleceu que para o caso com jogadores aversos ao risco, a receita esperada em um leilão de primeiro-preço é maior que a receita esperada em um leilão de segundo-preço (caso de leilões ascendentes) devido ao jogador averso ao risco desejar maximizar sua utilidade esperada. Essa função, sendo côncava para jogadores desse tipo, faz com que o agente opte por ofertar maiores lances comparativamente aos jogadores neutros ao risco participantes do mesmo processo. Como o modelo proposto prevê a existência de jogadores neutros e aversos ao risco, adotou-se um leilão de segundo preço, pois, na pior das hipóteses nesse caso, os jogadores neutros ao risco desenvolveriam receitas equivalentes nesse leilão, enquanto que os agentes aversos ao risco tenderiam a fazer maiores ofertas para

maximizar sua utilidade esperada. Além disso, sendo esses jogadores assimétricos, um leilão de primeiro-preço, que geraria menores valores para um leilão descendente, seria ineficiente de acordo com o que foi apresentado anteriormente.

A hipótese de valores interdependentes para os jogadores participantes do leilão aberto pode ser discutida a partir das análises desenvolvidas por Krishna (2002) e McAfee & Reny (1992). Assume-se que cada jogador i tem alguma informação privada com relação ao valor do objeto. Dessa forma, a valoração do jogador para o objeto depende, não apenas da sua valoração para o objeto, mas também da suposição que esse jogador faz das valorações dos outros jogadores. Surge então o valor do objeto para o jogador i que é dado através do vetor $V_i = v_i(X_1, X_2, \dots, X_N)$. Devido a essas valorações dependerem umas das outras, a interdependência complica, sobremaneira, o problema de decisão do jogador ofertante. Dessa forma, o leilão inglês e o leilão de segundo-preço não são mais equivalentes. No modelo simétrico para leilões com valores interdependentes e sinais incorporados, os valores dos objetos para os jogadores, V_i , são determinados a partir das mesmas funções de distribuição, v_i . Nesse caso, de acordo com Milgrom (1981), as distribuições dos sinais dos jogadores, $v_i = u(X_i, X_{-i})$, são as mesmas e têm simetria para os últimos $N-1$ componentes. A partir dessas considerações de simetria, verifica-se, a partir de Milgrom & Weber (1982), o Princípio da Ordenação da Receita que afirma que o valor esperado da receita do leilão inglês é maior ou igual ao valor esperado da receita do leilão de segundo-preço, que, por sua vez, é maior ou igual ao valor esperado da receita do leilão de primeiro-preço. No entanto, em virtude da assimetria já mencionada anteriormente, algumas conseqüências são observadas: o *ranking* entre os valores das receitas esperadas dos leilões não é mais verificado; além disso, a receita esperada do leilão de segundo-preço, pode até exceder a receita esperada do leilão de primeiro-preço. E essa seria mais uma razão para a adoção desse formato no modelo proposto: uma fase de leilão aberto e outra de leilão fechado baseados nos valores de segundo-preço para os objetos.

Outra hipótese adotada é com relação à utilização de preços de reserva para os produtos. Milgrom & Weber (1982) afirmam que preços de reserva e taxas de entrada podem excluir jogadores com baixos valores estimados para os produtos. McAfee & McMillan (1987) também analisam o efeito de taxas de entrada em mecanismos de leilão. O modelo proposto prevê a definição de preços reserva por parte do leiloeiro para os diversos produtos com a intenção de que entrem no “jogo” apenas aqueles jogadores que realmente desejam participar do mesmo, sem estarem interessados somente no processo de formação de preços em si.

Normalmente, os leilões de compra e venda de energia no setor elétrico brasileiro contemplam ainda taxas de entrada a partir do depósito de garantias para compradores e vendedores, que também têm a finalidade de afastar agentes de baixa valoração para os produtos.

A hipótese de leilão multi-objeto levanta a possibilidade de realização de diferentes formatos para a comercialização desses produtos. Krishna (2002) estabelece que nesse tipo de leilão, o leiloeiro poderia optar por negociar os objetos separadamente em múltiplos leilões ou comercializá-los conjuntamente em um único leilão. O modelo proposto prevê a compra e a venda de vários lotes de energia em períodos distintos (objetos múltiplos) em um único leilão de cada vez, exatamente como o modelo do governo. O motivo para isso é que o processo de organização de um leilão desse porte é muito dispendioso pela própria logística envolvida. Organizar o mecanismo, unir todos os interessados em um mesmo ambiente, ainda que virtual, e comercializar produtos para períodos de tempo relativamente longos (no caso do modelo atual, 8 anos) envolve um grande recurso financeiro administrativo.

Dessa forma, a utilização de leilão único, multi-objeto, parece ser a escolha mais racional a ser realizada. A partir dessa definição, várias modalidades de leilão ainda podem vir a ser utilizadas. Leilão de preço discriminatório ou uniforme, primeiro ou segundo preço, são algumas das formas possíveis de serem desenhadas para a formatação desse leilão único multi-objeto. Pelas características dos agentes participantes (neutros e aversos ao risco) e da estrutura do processo de compra e venda de energia (jogadores assimétricos e com valores interdependentes), serão adotados um leilão aberto em que os jogadores ofertam quantidades e preços seguido por um leilão fechado de segundo-preço.

Os fluxogramas mostrados a seguir apresentam uma visão geral de todo o processo do mecanismo dos leilões (aberto e fechado) para o modelo proposto. As variáveis que aparecem no primeiro fluxograma têm os seus significados apresentados na Tabela 6.2 abaixo.

Tabela 6.2 – Variáveis para os Fluxogramas do Modelo Proposto

VARIÁVEL	SIGNIFICADO
Q_{OF}	Quantidade Ofertada
Q_{DEM}	Quantidade Demandada
P_{COR}	Preço Corrente
P_{RES}	Preço Reserva

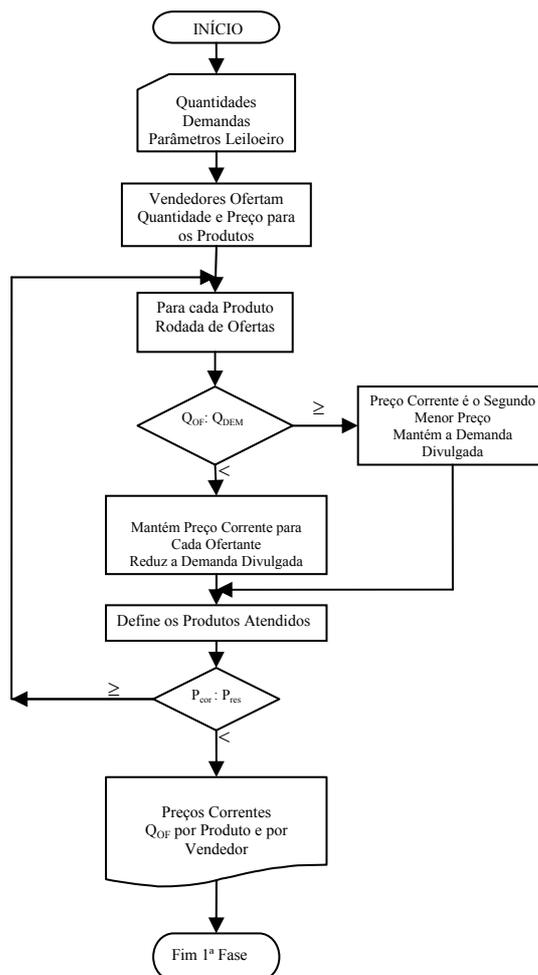


Figura 6.6 – Fluxograma do Modelo Proposto (Leilão Aberto)

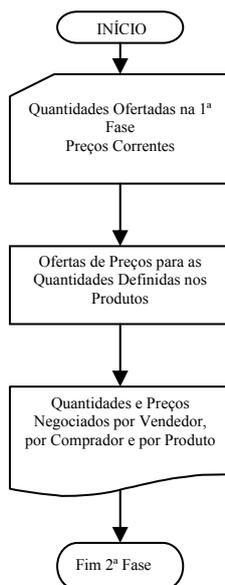


Figura 6.7 – Fluxograma do Modelo Proposto (Leilão Fechado)

6.6 CONCLUSÕES

A literatura disponível não apresenta uma análise conjunta de todas as hipóteses adotadas para o mecanismo proposto. O que se observa são análises em separado de uma ou outra característica que se afasta do modelo simétrico e seus reflexos no desempenho e funcionamento global do leilão. Há também a análise da influência no mecanismo do leilão de cada uma das hipóteses utilizadas, porém, feita de forma isolada, uma hipótese de afastamento do caso simétrico por vez. O modelo proposto, considerando ao mesmo tempo vários afastamentos das condições simétricas apresentadas na literatura, não possui um embasamento matemático que venha a demonstrar o porquê da utilização de um determinado formato e não de outro. Ao se tentar provar que o mecanismo de segundo-preço, por exemplo, deve ser o preferido para agentes assimétricos (pois leva a um equilíbrio eficiente), chega-se à conclusão que isso pode levar a piores receitas em se tratando de jogadores aversos ao risco. O modelo proposto procurou, a partir da definição da fase inicial de leilão aberto, dar aos agentes a possibilidade de definir a melhor forma de estabelecer a venda de seus produtos, uma vez que eles podem ofertar quantidades e preços nesse modelo. Fazendo ofertas dessa natureza, e com as informações que vão sendo disponibilizadas pelo leiloeiro no decorrer do leilão, os vendedores, agentes ativos no processo, vão definindo suas estratégias durante o leilão para que possam negociar a maior parte possível da sua energia disponível aos preços desejados por eles, mas que se aproximem das suas próprias valorações para cada um dos produtos leiloados. Na segunda fase do leilão, o modelo proposto prevê um leilão fechado de segundo preço, como forma de fazer com que os agentes, sejam eles neutros ou aversos ao risco e assimétricos, ofertem suas próprias valorações para os objetos em leilão e com isso sejam atingidos, para os consumidores finais, menores preços resultantes para essa energia.

7 ANÁLISE DOS MODELOS ATUAL E PROPOSTO – SIMULAÇÃO DE CASO EXEMPLO

7.1 INTRODUÇÃO

Esse capítulo visa apresentar um caso hipotético de um mercado de energia elétrica onde empresas vendedoras querem comercializar os seus produtos (lotes de energia) a empresas compradoras. O fator principal é que os vendedores desejam obter os maiores valores possíveis para essa venda enquanto que os compradores desejam conseguir esses produtos aos menores preços viáveis. O mecanismo adotado para essa comercialização será o leilão de comercialização de energia como definido pelo governo brasileiro (modelo atual) e o modelo desenvolvido nesta tese (modelo proposto).

A fim de melhor analisar os dois modelos em paralelo, supõe-se que o mecanismo proposto não irá realizar nenhum negócio nas suas duas primeiras fases (formação de *matchings*) havendo apenas a negociação de lotes na parte do modelo proposto que envolva os leilões que, nesse caso, coincide com as fases definidas no modelo atual.

7.2 MERCADO HIPOTÉTICO

O mercado hipotético criado para esse exemplo supõe a existência de 6 (seis) empresas geradoras no conjunto $S = \{s_1, s_2, s_3, s_4, s_5 \text{ e } s_6\}$ e 10 (dez) empresas compradoras formando o conjunto $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7, b_8, b_9 \text{ e } b_{10}\}$. Será considerado que os agentes são aversos ao risco exceto s_1 e s_6 que são neutros ao risco. Dessa forma, esses dois agentes poderão reduzir suas quantidades a serem ofertados caso os preços atinjam determinados patamares estipulados por eles. Os outros vendedores sempre procurarão negociar suas energias entre os produtos disponíveis, independente dos preços correntes que surjam durante o decorrer do leilão. As quantidades disponíveis para a venda por empresa estão apresentadas no quadro a seguir juntamente com as quantidades a serem adquiridas por cada empresa compradora. Observa-se, imediatamente, pelos valores apresentados, que no sistema hipotético há um excesso de geração onde toda a carga a ser demandada e adquirida nesses períodos poderá ser suprida pelos geradores presentes no sistema.

A tabela a seguir apresenta as quantidades disponíveis para oferta e demanda de cada um dos agentes participantes desse mercado hipotético. Os três produtos disponíveis para leilão diferenciam-se pelo prazo definido para a contratação de cada um deles.

Tabela 7.1 – Quantidades Disponíveis e Demandadas por Empresa – Caso Exemplo

EMPRESA VENDEDORA	QUANTIDADE DISPONÍVEL	EMPRESA COMPRADORA	PRODUTO 1	PRODUTO 2	PRODUTO 3	QUANTIDADE DEMANDADA
s ₁	4000	b ₁	100	200	300	600
s ₂	2000	b ₂	200	400	200	800
s ₃	2000	b ₃	400	300	100	800
s ₄	1000	b ₄	400	400	200	1000
s ₅	1000	b ₅	500	100	300	900
s ₆	2000	b ₆	500	200	500	1200
		b ₇	200	300	400	900
		b ₈	300	600	200	1100
		b ₉	400	400	400	1200
		b ₁₀	600	200	400	1200
TOTAL	12000	TOTAL	3600	3100	3000	9700

OBS: As quantidades de energia a serem vendidas e adquiridas representadas anteriormente estão descritas em uma unidade de energia qualquer, que será chamada aqui de unidade de energia (u.e.).

Para as simulações, serão adotados os seguintes preços reserva para cada um dos produtos, definidos pelo leiloeiro:

Produto 1: R\$ 68,00 / u.e.

Produto 2: R\$ 72,00 / u.e.

Produto 3: R\$ 70,00 / u.e.

Salienta-se que esses valores jamais serão divulgados a nenhum dos participantes durante todo o decorrer do leilão. Além disso, o leiloeiro também estipula fatores de segurança que serão utilizados para gerar novos valores de demanda a serem divulgados aos participantes ofertantes do leilão. Esses fatores são determinados pelo próprio leiloeiro com base em sua experiência ou objetivos que ele pretende atingir com o leilão. Para o exemplo, os seguintes valores serão considerados para esses fatores:

Produto 1:	20%
Produto 2:	25%
Produto 3:	10%

Esses valores irão determinar as quantidades a serem divulgadas aos agentes como montantes a serem demandados logo no início da primeira rodada da fase aberta do leilão. O leiloeiro irá definir ainda um fator de redução a ser utilizado nas quantidades demandadas e nos preços correntes, para o modelo atual do governo, e para as quantidades demandadas, para o modelo proposto. Esse fator poderá variar no decorrer do leilão de acordo com a estratégia do leiloeiro. Para o propósito da simulação será adotado o fator de redução de R\$ 3,00 para os preços no modelo do governo e um fator de redução fixo de 5% para as reduções de demanda realizadas nesse modelo. O modelo proposto prevê ainda uma redução qualquer da demanda definida pelo leiloeiro, com base na sua experiência ou a partir da sua estratégia para atingir os objetivos definidos originalmente. O modelo atual do governo apresenta um Fator de Referência – FR igual a 1,20. Esse valor é utilizado como regra de parada para esse modelo.

A fim de fazer uma melhor análise em conjunto com os dois modelos, serão realizadas, na medida do possível, as mesmas ofertas por parte das empresas vendedoras, em cada uma das rodadas. A idéia do processo de análise é apresentar as planilhas do simulador para os dois modelos em cada uma das rodadas do leilão. Os simuladores para os dois modelos foram desenvolvidos utilizando-se o *software Excel da Microsoft*.

Para ambos os modelos serão considerados os seguintes preços iniciais:

Produto 1:	R\$ 88,00 / u.e.
Produto 2:	R\$ 92,00 / u.e.
Produto 3:	R\$ 90,00 / u.e.

7.3 SIMULAÇÃO COM OS MODELOS

A seguir, será apresentado em tabelas um resumo das rodadas simuladas para cada um dos modelos. No anexo 5 apresentam-se todas as rodadas da simulação realizada a partir desse mercado hipotético com os dois modelos em detalhes.

1ª Fase: Leilão de Compra Aberto (preços descendentes)

▪ Rodada 1:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	600	1000	200	500	500	1000	3800	3600	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	600	1000	200	500	500	1000	3800		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	2000	500	800	200	500	0	4000	3100	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	2000	500	800	200	500	0	4000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	89,00	89,00	89,00	89,00	89,00	89,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1400	500	1000	300	0	1000	4200	3000	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1400	500	1000	300	0	1000	4200		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	87,00	87,00	87,00	87,00	87,00	87,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		4000	2000	2000	1000	1000	2000	12000	9700	1.237

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	600	1000	200	500	500	1000	3800	4320	
	Quantidade Atendida	600	1000	200	500	500	1000	3800		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	80,00	79,00	82,00	76,00	79,00	85,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	80,00	79,00	82,00	76,00	79,00	85,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	2000	500	800	200	500	0	4000	3875	
	Quantidade Atendida	0	500	800	0	500	0	1800		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	82,00	80,00	81,00	82,00	80,00	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1400	500	1000	300	0	1000	4200	3300	
	Quantidade Atendida	0	500	1000	500	0	1000	3000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	84,00	80,00	80,00	78,00	-	78,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00			
Total Ofertado		4000	2000	2000	1000	1000	2000	12000	11495	

- Rodada 2:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	500	500	300	300	200	500	2300	3600	Fechado
	Quantidade Demandada (ue)	500	500	300	300	200	500	2300		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	2500	1000	1000	500	500	1000	6500	3100	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	2500	1000	1000	500	500	1000			
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00	86,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	700	200	300	500	3200	3000	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1000	500	700	200	300	500			
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	84,00	84,00	84,00	84,00	84,00	84,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		4000	2000	2000	1000	1000	2000	12000	9700	1.237

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	1000	200	500	500	1000	4200	4104	
	Quantidade Atendida	1000	0	0	500	500	0	2000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	79,00	82,00	76,00	78,00	82,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	78,00	78,00	78,00	78,00	78,00	78,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	2000	500	800	0	500	0	3800	3875	
	Quantidade Atendida	2000	500	800	0	500	0	3800		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	80,00	80,00	81,00	-	80,00	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	80,00	80,00	81,00	-	80,00	-			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	1000	500	0	1000	4000	3300	
	Quantidade Atendida	1000	150	650	500	0	1000	3300		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	80,00	80,00	78,00	-	78,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00			
Total Ofertado		4000	2000	2000	1000	1000	2000	12000	11279	

▪ Rodada 3:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	500	500	300	300	200	500	2300	3600	Fechado
	Quantidade Demandada (ue)	500	500	300	300	200	500			
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	2000	1000	1000	500	800	1000	6300	3100	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	2000	1000	1000	500	800	1000			
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00	83,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	700	200	0	200	2600	3000	Fechado
	Quantidade Demandada (ue)	1000	500	700	200	0	200			
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	84,00	84,00	84,00	84,00	84,00	84,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		3500	2000	2000	1000	1000	1700	11200	9700	1.155

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	500	500	3500	4104	
	Quantidade Atendida	1000	500	500	500	500	500	3500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	77,00	74,00	76,00	78,00	78,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	78,00	77,00	74,00	76,00	78,00	78,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	2000	1000	1000	0	500	0	4500	3681	
	Quantidade Atendida	0	1000	1000	0	500	0	2500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	80,00	78,00	77,00	-	78,00	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	78,00	78,00	78,00	78,00	78,00	78,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	0	1000	3500	3300	
	Quantidade Atendida	0	500	500	0	0	0	1000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	80,00	75,00	76,00	78,00	-	80,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00			
Total Ofertado		4000	2000	2000	1000	1000	1500	11500	11085	

- Rodada 4:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	800	800	500	300	200	500	3100	3420	Fechado
	Quantidade Demandada (ue)	800	800	500	300	200	500	3100		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00	85,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	800	500	500	800	4100	2945	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1000	500	800	500	500	800			
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1200	700	700	200	300	200	3300	2850	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1200	700	700	200	300	200	3300		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		3000	2000	2000	1000	1000	1500	10500	9215	1.139

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	500	500	3500	3899	
	Quantidade Atendida	1000	500	500	500	500	500	3500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	77,00	73,00	76,00	78,00	78,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	78,00	77,00	73,00	76,00	78,00	78,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	1000	1000	1000	0	500	0	3500	3681	
	Quantidade Atendida	1000	1000	1000	0	500	0	3500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	76,00	75,00	-	78,00	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	78,00	76,00	75,00	-	78,00	-			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	0	1000	3500	3300	
	Quantidade Atendida	0	500	500	0	0	0	1000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	76,00	73,00	74,00	75,00	-	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	74,00	74,00	74,00	74,00	74,00	74,00			
Total Ofertado		3000	2000	2000	1000	1000	1500	10500	10880	

- Rodada 5:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	1000	500	300	200	800	3800	3249	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1000	1000	500	300	200	800	3800		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00	82,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	800	300	700	500	500	500	3300	2797.75	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	800	300	700	500	500	500	3300		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1200	700	800	200	300	200	3400	2707.5	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1200	700	800	200	300	200	3400		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	78,00	78,00	78,00	78,00	78,00	78,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		3000	2000	2000	1000	1000	1500	10500	8754.25	1.199

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	500	500	3500	3704	
	Quantidade Atendida	1000	500	500	500	500	500	3500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	77,00	73,00	76,00	78,00	78,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	78,00	77,00	73,00	76,00	78,00	78,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	2000	1000	1000	500	500	1000	6000	3497	
	Quantidade Atendida	0	1000	1000	0	0	0	2000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	76,00	75,00	78,00	78,00	80,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	0	500	500	0	0	0	1000	3300	
	Quantidade Atendida	0	500	500	0	0	0			
	Preço Ofertado (R\$/ue)	76,00	73,00	74,00	75,00	-	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	76,00	73,00	74,00	75,00	-	76,00			
Total Ofertado		3000	2000	2000	1000	1000	1500	10500	10501	

- Rodada 6:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1200	1300	700	500	500	1000	5200	3086.55	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1200	1300	700	500	500	1000	5200		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	79,00	79,00	79,00	79,00	79,00	79,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	500	0	500	200	200	300	1700	2657.86	Fechado
	Quantidade Demandada (ue)	500	0	500	200	200	300	1700		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	700	800	300	300	0	3100	2572.13	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1000	700	800	300	300	0	3100		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		2700	2000	2000	1000	1000	1300	10000	8316.54	1.202

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	500	500	3500	3519	
	Quantidade Atendida	1000	500	500	500	500	500	3500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	77,00	73,00	76,00	78,00	78,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	78,00	77,00	73,00	76,00	78,00	78,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	700	1000	1000	500	0	400	3600	3497	
	Quantidade Atendida	0	0	1000	500	0	0			
	Preço Ofertado (R\$/ue)	76,00	76,00	75,00	72,00	78,00	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	0	500	400	2900	3135	
	Quantidade Atendida	1000	500	500	0	500	400	2900		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	76,00	73,00	74,00	75,00	70,00	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	76,00	73,00	74,00	75,00	70,00	76,00			
Total Ofertado		2700	2000	2000	1000	1000	1300	10000	10151	

- Rodada 7:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	1000	1000	500	500	1000	5000	3086.55	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1000	1000	1000	500	500	1000	5000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	500	300	500	500	200	300	2300	2657.86	Fechado
	Quantidade Demandada (ue)	500	300	500	500	200	300	2300		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00	77,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	700	500	0	300	0	2500	2572.13	Fechado
	Quantidade Demandada (ue)	1000	700	500	0	300	0	2500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		2500	2000	2000	1000	1000	1300	9800	8316.54	1.178

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	500	500	3500	3343	
	Quantidade Atendida	0	0	500	500	0	0	1000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	78,00	77,00	73,00	76,00	78,00	78,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	0	1000	1000	500	0	0	2500	3497	
	Quantidade Atendida	0	1000	1000	500	0	0	2500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	76,00	73,00	75,00	72,00	78,00	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	76,00	73,00	75,00	72,00	78,00	76,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1500	500	500	0	500	800	3800	2978	
	Quantidade Atendida	0	500	0	0	500	0	1000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	76,00	73,00	74,00	75,00	70,00	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00			
Total Ofertado		2500	2000	2000	1000	1000	1300	9800	9818	

- Rodada 8:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	800	800	1000	300	500	1000	4400	2932.22	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	800	800	1000	300	500	1000	4400		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	500	500	500	700	200	300	2700	2524.97	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	500	500	500	700	200	300	2700		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	74,00	74,00	74,00	74,00	74,00	74,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	1000	700	500	0	300	0	2500	2443.52	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1000	700	500	0	300	0	2500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		2300	2000	2000	1000	1000	1300	9600	7900.71	1.215

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	500	1000	4000	3343	
	Quantidade Atendida	0	500	0	500	500	0	1500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	76,00	72,00	73,00	70,00	72,00	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	1000	1000	1000	500	0	300	3800	3322	
	Quantidade Atendida	0	1000	0	500	0	0	1500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	76,00	73,00	75,00	72,00	78,00	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	300	500	500	0	500	0	1800	2978	
	Quantidade Atendida	300	500	500	0	500	0	1800		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	73,00	73,00	70,00	75,00	70,00	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	73,00	73,00	70,00	75,00	70,00	76,00			
Total Ofertado		2300	2000	2000	1000	1000	1300	9600	9643	

- Rodada 9:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	700	800	500	300	300	500	3100	2932.22	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	700	800	500	300	300	500	3100		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	800	700	1000	700	500	500	4200	2524.97	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	800	700	1000	700	500	500	4200		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	500	500	500	0	200	0	1700	2443.52	Fechado
	Quantidade Demandada (ue)	500	500	500	0	200	0	1700		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		2000	2000	2000	1000	1000	1000	9000	7900.71	1.139

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	500	500	500	500	0	3000	3000	
	Quantidade Atendida	0	0	500	500	0	0	1000		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	72,00	72,00	68,00	70,00	72,00	72,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	700	1000	1000	500	0	0	3200	3200	
	Quantidade Atendida	0	0	1000	500	0	0	1500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	73,00	73,00	71,00	72,00	73,00	73,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00	72,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	300	500	500	0	500	1000	2800	2800	
	Quantidade Atendida	300	500	500	0	500	0	1800		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	73,00	73,00	70,00	75,00	70,00	76,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00	73,00			
Total Ofertado		2000	2000	2000	1000	1000	1000	9000	9000	

▪ Rodada 10:

Modelo Atual:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	700	500	200	200	500	3100	2785.61	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	1000	700	500	200	200	500	3100		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	500	800	500	500	300	500	3100	2398.72	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	500	800	500	500	300	500	3100		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	500	500	1000	300	500	0	2800	2321.34	Aberto
	Quantidade Demandada (ue)	500	500	1000	300	500	0	2800		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	-	-	-	-	-	-			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00			Q _T /D _T
Total Ofertado		2000	2000	2000	1000	1000	1000	9000	7505.67	1.199

Modelo Proposto:

		VENDEDORES								
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	TOTAL OFERTADO	TOTAL DEMANDADO	Produto
Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	1000	500	500	0	0	3000	2800	
	Quantidade Atendida	0	1000	500	0	0	0	1500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	70,00	67,00	68,00	70,00	70,00	70,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00			
Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	700	500	1000	500	500	0	3200	3000	
	Quantidade Atendida	0	0	1000	0	500	0	1500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	73,00	69,00	70,00	75,00	70,00	73,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00			
Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	300	500	500	0	500	1000	2800	2600	
	Quantidade Atendida	0	500	500	0	500	0	1500		
	Preço Ofertado (R\$/ue)	73,00	69,00	70,00	75,00	70,00	73,00			
	Preço Corrente Final (R\$/ue)	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00			
Total Ofertado		2000	2000	2000	1000	1000	1000	9000	8400	

Após essa 10^a rodada, é atingida, em ambos os modelos, a regra de parada de cada um deles – no modelo atual o quociente entre a oferta total e a demanda total é menor que o fator de referência e é maior que a unidade e todos os preços estão abaixo dos preços reserva; para o modelo proposto, todos os preços estão abaixo dos reserva. Dessa forma, é encerrada a 1^a fase

do leilão, dando-se início então à 2ª fase (leilão fechado). O modelo proposto prevê para a 2ª fase para cada agente ofertante, suas próprias ofertas de quantidade para essa última rodada antes do fechamento da 1ª fase.

2ª Fase: Leilão de Compra Fechado

A partir das ofertas definidas e dos preços correntes atingidos ao final da fase aberta, pode-se estabelecer o seguinte resumo para os dois modelos:

			VENDEDORES						
			S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	Produto
MODELO ATUAL	Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	700	500	200	200	500	Aberto
		Preço Corrente (R\$/ue)	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	67,00	
	Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	500	800	500	500	300	500	Aberto
		Preço Corrente (R\$/ue)	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	
	Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	500	500	1000	300	500	0	Aberto
		Preço Corrente (R\$/ue)	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	69,00	
MODELO PROPOSTO	Produto 1	Quantidade Ofertada (ue)	1000	1000	500	500	0	0	
		Preço Corrente (R\$/ue)	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	68,00	
	Produto 2	Quantidade Ofertada (ue)	700	500	1000	500	500	0	
		Preço Corrente (R\$/ue)	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	71,00	
	Produto 3	Quantidade Ofertada (ue)	300	500	500	0	500	1000	
		Preço Corrente (R\$/ue)	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	

Não serão feitas simulações com essa segunda fase, pois, trata-se de um leilão fechado com regras distintas. A comparação entre os modelos, inclusive nessa 2ª fase será feita na próxima seção.

7.4 ANÁLISE DAS SIMULAÇÕES: COMPARAÇÕES ENTRE OS MODELOS

No modelo atual do governo, os agentes ofertantes sempre fazem lances apenas de quantidades aos preços correntes disponíveis para cada um dos produtos. Agentes avessos ao risco podem optar por vender seus montantes de energia, a preços mais reduzidos sob a ameaça de não serem comercializados seus produtos nesse período. Nesse caso, esses agentes teriam que vender seus lotes de energia no fechamento do mercado ao preço desse mercado (e que poderia estar abaixo, inclusive, do próprio preço de fechamento do leilão). Já os agentes

neutros ao risco, poderiam desistir de comercializar seus lotes a determinados preços considerados baixos demais por eles, preferindo negociá-los no mercado ou em outros processos de leilões porventura existentes. Por outro lado, pelas regras estabelecidas nesse modelo, há a possibilidade de uma ação estratégica por parte dos jogadores ofertantes no sentido de prejudicar o andamento do leilão. Se o(s) agente(s) concentrar(em) seus lances em um determinado produto, ele será sempre aberto, fazendo com que o preço corrente vá se reduzindo a cada rodada. Esse preço descerá abaixo do preço reserva atingindo um valor mínimo que pode ser inclusive menor que o preço de mercado. A esse preço, obviamente, não há interesse na venda desse produto e o mesmo é eliminado do leilão. Salienta-se que um fato dessa natureza ocorreu no 2º Leilão de Compra de Energia de Empreendimentos Existentes conforme pode ser visto nos resultados desse leilão disponíveis no Anexo 4.

Outro ponto que merece destaque aqui é a possibilidade de “contaminação” do preço de um determinado produto devido ao preço de outro produto no modelo atual do governo. Agentes podem migrar suas ofertas entre produtos abertos e fechados com o intuito de obter a venda otimizada para si. Isso pode fazer com que a redução no preço de um produto leve outros agentes a abandonarem aquele produto específico e ofertarem em outro(s) produto(s) podendo reduzir o seu preço. A melhor opção para os agentes ofertantes seria uma situação em que todos os produtos disponíveis no leilão fossem fechados ao final da 1ª fase. Dessa forma, como todos os lotes já estariam comprometidos, não seria necessário ofertar menores preços para negociar seus lotes, e os preços de fechamento seriam os próprios preços finais da 1ª fase. Isso não contribuiria sobremaneira para o fechamento do leilão aos menores preços possíveis (modicidade tarifária).

O mecanismo de *matching game* do modelo proposto, apesar de não explorado nesse capítulo da simulação uma vez que se pretendeu comparar e analisar os dois modelos nas suas etapas de leilão aberto e fechado, pode vir a ser uma poderosa arma de negociação se bem conduzida pelo leiloeiro. A idéia é unir os vendedores que desejam comercializar lotes de energia a determinados preços, com compradores que querem adquirir essa energia e aceitam pagar esse preço solicitado. Nessa etapa pode haver, inclusive, sem risco de formação de cartéis ou conluíus, negociações diretas entre agentes compradores e vendedores para o fechamento de contratos de compra e venda de energia. É claro que tudo será regulado pelo leiloeiro que tem definido um preço reserva máximo que ele permitirá que os agentes repassem às tarifas dos consumidores finais e cativos. No mercado brasileiro sempre houve afinidades entre empresas compradoras e vendedoras, seja por questões de negócios fechados

no passado entre elas ou devido a outros fatores. Esse mecanismo de “casamento” pode, e deve, ser explorado para a compra e venda de energia elétrica nessa ambiente regulado.

A grande vantagem do modelo proposto, durante a fase de leilão, é a liberdade que é dada aos agentes para ofertarem preços e quantidades nos produtos de seu interesse. Podem ocorrer em cada rodada, preços correntes uniformes ou discriminatórios para os agentes, conforme observado nas simulações. Só que essa informação é desconhecida por eles. Podem ocorrer situações onde o próprio preço corrente de fechamento de uma rodada seja maior que o preço ofertado por um determinado agente naquela rodada. Cabe a cada jogador particular analisar os preços correntes divulgados para si e sua quantidade atendida em cada rodada e para cada produto. De posse dessas informações, esse agente deve definir uma estratégia que vise comercializar os maiores montantes de sua energia aos maiores preços possíveis para os produtos de seu interesse dentro do leilão.

Pelos valores apresentados nas tabelas anteriores, observa-se que no modelo proposto os agentes têm uma grande liberdade de ofertar seus lotes de energia nos produtos que melhor lhe aprouverem. A divulgação dos valores reais de demanda antes da realização da 2ª fase é uma informação adicional para os jogadores que podem avaliar, com base nesses números e no desenrolar dos valores divulgados ao longo da 1ª fase do leilão, quais são os produtos que estão sendo mais disputados e quais os que não despertaram grandes interesses nos participantes.

Nessa 2ª fase, cada modelo tem suas particularidades com os agentes podendo ofertar suas quantidades finais estabelecidas na fase anterior a preços que serão definidos por eles. O modelo proposto, com o seu mecanismo de segundo preço escalonado, visa estimular os agentes a ofertarem suas próprias valorações dos produtos em leilão, independente desses agentes serem neutros ou aversos ao risco, pois essa estratégia é sempre dominante, mesmo que fracamente em certos casos, para ambos os tipos de jogadores. Nesse modelo, não existem produtos fechados e abertos. Dessa forma, na 2ª fase, os preços ofertados sempre serão menores que os preços finais da 1ª fase sob o risco dos jogadores não efetuarem suas vendas nesse processo. Assim, não há a possibilidade dos agentes manterem os preços finais da rodada anterior como no modelo atual. Como os agentes desconhecem os preços finais uns dos outros bem como as suas quantidades atendidas, eles ficam na incerteza sobre o quanto eles poderão vir a vender. Como já ressaltado, a melhor estratégia seria ofertar suas próprias valorações para os produtos pois garantiria um ganho mínimo da diferença entre a sua valoração e a segunda menor.

7.5 CONCLUSÕES

A conclusão que se pode estabelecer é que há uma maior possibilidade do modelo proposto vir a produzir, ao final do mecanismo como um todo, menores preços finais de fechamento para os contratos, pois os agentes ofertantes sempre são estimulados a ofertar suas próprias valorações para os produtos (energia) na fase de leilão fechado de segundo-preço. Por outro lado, espera-se ainda que os mecanismos de *matching games* e de ofertas de quantidades e preços produzam o fechamento de um maior volume de quantidades negociadas entre agentes vendedores e compradores, pois os primeiros desejam negociar seus lotes de energia, enquanto aqueles são obrigados, por força de lei, a adquirir 100% da sua carga futura.

As simulações realizadas tiveram a finalidade de ilustrar o funcionamento de um mecanismo e do outro para uma situação hipotética de comercialização de energia em um determinado mercado de energia. Pelo exposto, não se pode fazer uma comparação exata entre as diversas fases dos dois modelos, simplesmente porque eles apresentam ações bem diferentes entre os jogadores em um determinado momento do jogo. Mesmo sem poder comparar os dois modelos, etapa por etapa, fase por fase, uma análise comparativa geral em termos dos resultados produzidos pelos mesmos pode ser realizada. Pelos resultados obtidos nos dois leilões de compra de energia elétrica proveniente de empreendimentos existentes já realizados pelo governo, observou-se que os montantes negociados em ambos ficaram abaixo do esperado e do requerido pelas empresas distribuidoras. De acordo com as características do modelo proposto, espera-se que haja mais negócios efetuados entre agentes compradores e vendedores e mesmo após a fase de leilão fechado de segundo-preço escalonado, onde há possibilidade dos preços de fechamento serem ainda menores que os leilões realizados com o modelo atual, estima-se que os volumes financeiros negociados estejam acima daqueles verificados com o modelo do governo.

Do ponto de vista de facilidade de oferta, para um mercado ainda não completamente sedimentado com as comercializações por intermédio dos leilões, o modelo atual poderia vir a ser melhor em detrimento do outro uma vez que só se oferta quantidade na 1ª fase. No entanto, ambos os modelos tem especificidades que os tornam extremamente úteis para determinados segmentos do mercado. O ponto principal defendido aqui é que os jogadores, sejam eles neutros ou aversos ao risco, têm uma participação mais ativa nos leilões quando eles possuem mais informações acerca do processo em si e dos produtos que estão sendo

leiloados. Além disso, o fato desses agentes ofertarem quantidade e preço na fase aberta do leilão, dá a eles a possibilidade de “jogar” conforme as suas características e estratégias originais e nos produtos leiloados de seu interesse. Vale salientar que comportamentos desse tipo, em que os agentes participam mais ativamente, dando lances de quantidades e de preços, é mais característico de mercados amadurecidos, em que a prática da comercialização de energia através desse mecanismo já faz parte do dia a dia das empresas.

8 ESTRATÉGIAS DE COMPRA E VENDA NO AMBIENTE REGULADO

8.1 INTRODUÇÃO

Um dos pontos mais importantes com relação à Teoria dos Jogos em si e em particular, à Teoria dos Leilões, diz respeito às estratégias que os agentes devem adotar antes, durante e após o processo do jogo para obter, não apenas nesse jogo, mas em situações futuras, desde que existam, e que envolvam esses agentes, os seus objetivos principais traçados pelos decisores responsáveis bem antes da ocorrência do próprio jogo. O capítulo visa apresentar aqui, não apenas para o modelo proposto, mas também para o modelo atual desenvolvido pelo governo, quais seriam as melhores estratégias a serem defendidas pelos agentes vendedores e compradores nos processos de leilão de comercialização de energia elétrica no mercado brasileiro. O que será mostrado aqui são apenas sugestões de estratégias a serem utilizadas pelos gestores dessas empresas não sendo, de modo algum, a melhor e única estratégia a ser adotada por alguma empresa em particular. A real estratégia a ser seguida por cada jogador deve ser definida por ele mesmo baseada em nuances específicas dessa empresa e do que ela pretende realmente quando da participação em um leilão para compra e venda de energia.

O capítulo irá apresentar, por sua vez, as estratégias, do ponto de vista do comprador, do vendedor e do leiloeiro, sendo que, em função dos diferentes papéis assumidos por cada um desses agentes no processo de comercialização de energia elétrica ora em estudo, essas estratégias seriam bem distintas para cada um deles. Conforme já mencionado, a análise dessas estratégias irá abranger, na medida do possível, o modelo proposto e o modelo atual do governo.

8.2 ESTRATÉGIAS DOS COMPRADORES

No mecanismo de leilão em análise, tanto no modelo proposto quanto no modelo do governo, os compradores, por possuírem um papel mais passivo, apresentam uma diminuição nas possibilidades de estratégias que eles poderiam assumir. No entanto, com relação ao modelo proposto, na primeira e na segunda fase desse mecanismo, em que compradores e vendedores buscam um *matching* estável para ambos, tanto um quanto o outro jogador apresentam papéis ativos e devem ser estudados sob esse ponto de vista. A partir das hipóteses adotadas quando da definição desse modelo, podemos obter jogadores neutros ao

risco e aversos ao risco em ambos os lados da “mesa”. Segundo Krishna (2002), jogadores neutros ao risco sempre procuram maximizar os seus lucros esperados, sendo que as expressões para os lucros seriam distintas para os dois tipos de jogadores ativos nessa fase. Enquanto que vendedores procurariam vender a máxima quantidade possível aos maiores preços, os compradores quereriam comprar essa quantidade aos menores preços. Por sua vez, jogadores aversos ao risco procuram sempre, ainda segundo aquele autor, maximizar a sua utilidade esperada supondo que cada jogador apresenta uma função de utilidade de Von-Neumann – Morgenstern.

Com relação ao leilão de segundo-preço, segundo Holt (1980) e Krishna (2002), jogadores neutros ou aversos ao risco apresentariam a mesma estratégia dominante para efetuarem os seus lances que seriam ofertar a sua própria valoração para o produto em questão. Já para o leilão de primeiro-preço, que seria exatamente o caso para esse mecanismo inicial proposto de busca de *matchings* estáveis, estratégias diferentes envolvem esses jogadores. De acordo com o modelo simétrico original desenvolvido por Vickrey (1961), a estratégia que busca um equilíbrio simétrico para jogadores neutros ao risco nesse tipo de leilão seria aquela em que o valor ofertado pelo jogador excedesse as ofertas de todos os outros jogadores. Dessa forma, a estratégia vencedora nesse leilão de primeiro-preço, $\beta^1(x)$, seria o valor esperado de Y_1 , desde que essa oferta fosse a maior dentre todas as ofertas apresentadas ($\beta^1(x) = E[Y_1 | Y_1 < x]$, sendo x as ofertas de todos os outros agentes). Já para os jogadores aversos ao risco, segundo Krishna (2002), o tipo de função de utilidade que representa esses jogadores seria determinante da melhor estratégia a adotar nesses leilões fechados de primeiro-preço. Jogadores aversos ao risco com funções de utilidade do tipo CRRA (*constant relative risk aversion* – aversão ao risco relativamente constante, onde as funções são da forma $u(z) = z^\alpha$, com $0 < \alpha < 1$) tendem a realizar ofertas maiores que realizariam nesse tipo de leilão caso fossem neutros ao risco. Para jogadores aversos ao risco com funções de utilidade do tipo CARA (*constant absolute risk aversion* – aversão ao risco absolutamente constante, com funções da forma $u(z) = 1 - e^{(-\alpha \cdot z)}$, e $\alpha > 0$) as ofertas realizadas nesse tipo de leilão seguem a mesma estratégia que as ofertas realizadas por eles em leilões de segundo-preço, ou seja, ofertar a sua própria valoração do produto em leilão.

Para a terceira e a quarta fases do mecanismo proposto e para o modelo atual definido pelo governo, a melhor estratégia de atuação para as empresas compradoras seria definir as suas quantidades reais demandadas nos períodos estabelecidos para a comercialização de energia em questão uma vez que, pela legislação em vigor, essas empresas são obrigadas a

contratar 100% da sua energia nesses períodos. Para elas, nessa etapa do mecanismo, o preço é um fator secundário, pois ele será integralmente repassado às tarifas dos seus consumidores finais, de acordo com o que estabelece a mesma legislação (CCEE, 2004 e 2005). E é justamente para limitar o valor desse repasse aos consumidores finais, cativos dessas empresas de distribuição (compradoras no processo) que o governo estabelece os seus preços reserva.

8.3 ESTRATÉGIAS DOS VENDEDORES

Para os modelos de comercialização analisados, os vendedores apresentam um papel extremamente importante e decisivo, sendo os agentes ativos no processo. Dessa forma, cada ação desenvolvida por eles no decorrer do leilão deve ser bem estudada e analisada, como num jogo de xadrez, em que o passo seguinte depende não apenas do seu passo inicial, mas dos passos dos outros jogadores envolvidos. Para o modelo proposto, nas fases iniciais que correspondem ao mecanismo de *matching*, as estratégias desses agentes seguem a mesma linha já definida anteriormente para as estratégias dos agentes compradores. Para a segunda etapa do mecanismo proposto e para o modelo desenvolvido pelo governo, esses agentes assumem o importante papel ativo no processo que é efetuar os lances de oferta tanto de quantidade quanto de preço. Mais uma vez, a hipótese de agente neutro ou averso ao risco é primordial para a definição dessa estratégia. Em termos de que valor esse agente deveria ofertar, as mesmas considerações desenvolvidas anteriormente ainda são válidas. Krishna (2002) estabelece que o leilão de primeiro-preço fechado apresenta estratégias de atuação equivalentes ao leilão aberto de preços descendentes (leilão holandês). Dessa forma, vendedores neutros ao risco fariam suas ofertas de acordo com a estratégia já apresentada, onde, para conseguir vender o seu produto, eles deveriam fazer uma oferta abaixo de todas as ofertas feitas pelos seus concorrentes para o produto em questão (leilão de compra). Já jogadores aversos ao risco fariam suas ofertas com base no tipo de função de utilidade que eles apresentariam, de acordo com o que já foi exposto para as estratégias dos compradores nessa fase do mecanismo. Ou seja, ofertariam valores abaixo dos valores ofertados caso eles fosse neutros ao risco caso tivessem função de utilidade do tipo CRRA e ofertariam a sua própria valoração do produto se apresentassem função de utilidade do tipo CARA. Como eles ofertam tanto preço quanto quantidade, o lance desse agente deve ser baseado num *mix* entre esses parâmetros que maximizem seu lucro esperado ou sua utilidade esperada.

Na última parte do modelo proposto e do modelo do governo, tem-se um leilão fechado onde os vendedores ofertarão lances de preço para as quantidades definidas na etapa anterior do processo. No caso do modelo proposto pelo governo, pela hipótese de que ambas as modalidades de leilão apresentam estratégias equivalentes, adotar-se-ão as mesmas estratégias para os vendedores neutros e aversos ao risco que aquelas estabelecidas na fase anterior e já descritas acima. O modelo proposto, por sua vez, utiliza o formato de leilão de segundo-preço (o chamado segundo-preço escalonado) em que os ofertantes venderão seus produtos a um preço sempre maior que o seu preço ofertado. Segundo Vickrey (1961) a melhor estratégia a ser usada em leilões desse tipo (e esse modelo proposto nessa fase pretende ser uma adaptação desse leilão de Vickrey) seria o jogador ofertar a sua própria valoração do objeto, independente dele ser neutro ou averso ao risco. De acordo com Krishna (2002), uma estratégia fracamente dominante em um leilão de segundo-preço, é fazer a oferta de acordo com a equação $\beta^{\text{II}}(x) = x$, ou seja, o agente oferta o seu próprio valor atribuído ao objeto ($\beta^{\text{II}}(x)$ representa a estratégia do jogador para o leilão de segundo-preço).

O estabelecimento das estratégias, tais quais descritas acima tanto para compradores quanto para vendedores, sejam eles neutros ou aversos ao risco, enfatiza que o próprio agente deve definir seus valores a serem ofertados com base nas suas próprias valorizações do objeto em leilão, das informações que ele disponibiliza do processo de comercialização em si e das expectativas que ele possui de como os outros agentes irão atuar na “disputa”.

8.4 ESTRATÉGIAS DO LEILOEIRO

O leiloeiro (no caso desse processo de compra e venda de energia elétrica, é o governo federal) estabelece sua estratégia de atuação quando da definição das regras de funcionamento e operação do referido mecanismo de comercialização. As regras definidas pelo leiloeiro visam atingir, por sua vez, os objetivos principais traçados pelo governo a partir do estabelecimento do modelo do setor elétrico em vigor: modicidade tarifária, segurança no suprimento da energia, estabilidade do marco regulatório e inserção social. A fim de se obter esses objetivos principais, pode-se afirmar que o leiloeiro desejaria que houvesse a maior quantidade possível de energias contratadas (a fim de garantir a segurança no suprimento) aos melhores preços possíveis para os compradores e vendedores (como forma de atingir a modicidade tarifária). Além disso, regras estáveis e claras para o funcionamento e operação do mecanismo (dando estabilidade ao marco regulatório) e contratos sendo fechados para

suprimento em todo o país (como forma de se conseguir a inserção social) também deveriam ser consideradas quando do estabelecimento dessas estratégias do leiloeiro.

Na primeira parte do modelo proposto (primeira e segunda fases), a idéia foi tentar obter *matchings* estáveis entre compradores e vendedores como forma de se estabelecer algum volume de comercialização de energia aos melhores preços tanto de um quanto de outro agente (já que eles fechariam negócios aos próprios volumes e preços desejados). Já na segunda parte do modelo proposto (terceira e quarta fases) e no modelo definido pelo governo, a estratégia do leiloeiro será analisada a seguir uma vez que envolve um processo de leilão aberto na sua primeira fase e de um leilão fechado na sua segunda fase.

Através de um mecanismo de leilão, o governo pretende que o preço da negociação seja estabelecido durante o desenvolvimento do processo em que os jogadores vão dando suas ofertas para os diversos produtos postos em leilão. Em ambos os modelos, a primeira parte desse processo, leilão aberto, serve para definir para os jogadores a formação dos preços para os diversos produtos leiloados. Nessa fase, para os dois modelos, exige-se que os agentes participantes sempre ofertem quantidades totais de energia que podem ser reduzidas no decorrer do leilão aberto, nunca aumentadas. A estratégia do leiloeiro, com essa exigência, é garantir que os ofertantes sempre estejam apostando todas as suas “fichas”, evitando que os jogadores apenas observem o que seus competidores estão fazendo e decidam fazer ofertas no final do leilão. Esse tipo de comportamento tem sido observado em vários leilões realizados no setor elétrico brasileiro. Em alguns casos, o jogador simplesmente faz uma oferta, mesmo que não seja vencedora com o único intuito de prorrogar o leilão. Foi procurando evitar esse tipo de estratégia que há essa obrigatoriedade em ambos os modelos de se ofertar, desde a primeira rodada, a quantidade máxima que o vendedor deseja comercializar nesse processo.

No modelo atual, com base nas definições de produtos abertos e fechados, os jogadores vão adquirindo informações e valores para tentar estabelecer um conhecimento, mesmo que “virtual”, sobre a quantidade e o preço reserva estabelecido pelo leiloeiro, no início do processo. O modelo proposto procura divulgar para os jogadores, em cada uma das rodadas, a quantidade de energia a ser adquirida em cada produto, ainda que não exatamente a mesma que será adquirida pelas empresas distribuidoras, como um estímulo a esse conhecimento que os jogadores vão procurando atingir no decorrer do processo. A idéia do modelo é que “alguma informação é sempre melhor que nenhuma”; a informação fornecida não é o valor real da demanda, mas, de certa forma, possui uma ligação com esse valor, ainda que desconhecida pelos agentes ofertantes. Para ambos os modelos, a estratégia de maximização

das quantidades negociadas na fase do leilão aberto utilizada pelo leiloeiro, baseia-se em Silva (2003) que desenvolveu um modelo para leilões de excedentes que busca exatamente a maximização nessa quantidade negociada entre os agentes.

1ª Etapa: Maximização da Quantidade Negociada:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{x_{si}, x_{bj}} \sum_{i=1}^m x_{si} + \sum_{j=1}^n x_{bj} \\
 \text{s.a.} \quad & x_{si} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)} \\
 & x_{bj} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)} \\
 & \sum_{i=1}^m x_{si} - \sum_{j=1}^n x_{bj} = 0 \\
 & 0 \leq x_{si} \leq u_{ij} \quad i=1, 2, \dots, m \\
 & 0 \leq x_{bj} \leq u_{ij} \quad j=1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

Onde u_{ij} representa, mais uma vez, o universo de possíveis negócios entre o vendedor i e a bolsa de comercialização e entre o comprador j e a bolsa. Esse universo corresponde aos máximos valores de disponibilidade do vendedor ou de demanda do comprador, desde que o preço a pagar do comprador seja maior ou igual ao preço de venda do vendedor e, dessa forma, possa haver negócios entre eles.

Esse mecanismo de otimização consiste na maximização das quantidades vendidas pelos agentes ofertantes e adquiridas pelos agentes compradores sujeita às restrições de capacidade de fornecimento e de demanda potencial e considerando ainda que o total vendido deve ser igual ao total adquirido.

2ª Etapa: Maximização do Excedente Produzido:

$$\begin{aligned}
 & \text{Max}_{x_{si}, x_{bj}} \sum_{j=1}^n c_{bj} x_{bj} - \sum_{i=1}^m c_{si} x_{si} \\
 \text{s.a.} \quad & \sum_{i=1}^m x_{si} = \sum_{i=1}^m x_{si}^{-1} \text{ (} x_{si}^{-1} \text{ é o montante definido na etapa anterior)} \\
 & \sum_{j=1}^n x_{si} = \sum_{j=1}^n x_{bj}^{-1} \text{ (} x_{bj}^{-1} \text{ é o montante definido na etapa anterior)} \\
 & x_{si} \leq S_i \quad i=1, 2, \dots, m \text{ (capacidade de fornecimento dos vendedores)} \\
 & x_{bj} \leq D_j \quad j=1, 2, \dots, n \text{ (demanda potencial dos compradores)}
 \end{aligned}$$

$$\sum_{i=1}^m x_{si} - \sum_{j=1}^n x_{bj} = 0$$

$$x_{si} \geq 0, \quad x_{bj} \geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \quad \text{e} \quad j=1, 2, \dots, n$$

Esse segundo mecanismo de otimização representa a maximização do excedente total produzido (vendedor e comprador) sujeita aos montantes máximos negociados definidos na etapa anterior, às restrições de capacidade e de demanda. Mais uma vez, as quantidades vendidas devem ser iguais às compradas.

Uma vez que o leiloeiro conhece os preços reserva, a partir dos preços ofertados pelos vendedores na primeira rodada do leilão aberto, ele já tem uma idéia, logo nessa primeira rodada, do montante a ser negociado nesse processo. Para isso, o leiloeiro irá processar os algoritmos descritos anteriormente com os valores que vão surgindo em “tempo real” e com isso ele vai atualizando a cada rodada a quantidade esperada e o preço esperado ao final do leilão. Observa-se que o modelo utilizado é, basicamente, um modelo determinístico. São justamente os preços ofertados pelos agentes nas diversas rodadas do leilão, tanto na fase aberta quanto na fechada, que constituem as incertezas associadas ao processo. Dessa forma, o leiloeiro precisa utilizar modelos probabilísticos para estimar esses valores e poder traçar as estratégias específicas que visam obter e atingir as metas gerais estabelecidas originalmente.

8.5 CONCLUSÕES

A segunda fase do leilão (leilão fechado) apresenta estratégias diferentes, do ponto de vista do leiloeiro, para o modelo atual do governo e para o modelo proposto. De acordo com as regras estabelecidas pelo governo para o modelo atualmente em vigor, na fase do leilão fechado, empresas vendedoras poderão ofertar suas quantidades finais da primeira fase em cada um dos respectivos produtos. Além disso, ofertas poderão ser efetuadas ainda com as sobras não atendidas dos produtos abertos para os produtos fechados que existam ao final daquela fase aberta. As regras do modelo atual previam a existência de produtos abertos ou fechados ao final da fase de leilão aberto de acordo com a situação em que as ofertas excederiam a demanda nos produtos abertos e a demanda excederia a oferta nos produtos fechados. Esse modelo possibilita a situação em que todos os produtos encontram-se fechados ao final da primeira fase do leilão. Nesse caso, a estratégia a ser adotada pelos vendedores seria ofertar o seu próprio preço final da primeira fase, pois todos os produtos finais dessa fase

estariam comprometidos com os respectivos lotes de produtos. Se todos os produtos forem abertos, os jogadores só poderão ofertar nos respectivos produtos. Nesse caso, suas estratégias serão estabelecidas, como já analisado, a partir da definição do tipo de agente em consideração, se neutro ou averso ao risco. Quando existirem produtos abertos e fechados, o jogador pode ofertar suas sobras dos produtos abertos (valores não comercializados) nos produtos fechados. Mais uma vez a estratégia de ação dependerá do tipo de agente que está participando do leilão (neutro ou averso ao risco). Em qualquer situação, o leiloeiro irá ordenar as quantidades de energia atendidas pelas empresas de acordo com os menores preços ofertados.

O 2º leilão realizado pelo governo, seguindo as regras desse modelo atual, alterou o mecanismo de ofertas nessa segunda fase do leilão (fase fechada) onde os agentes podem dividir suas ofertas nos produtos abertos e nos produtos fechados em duas partes onde eles ofertam quantidade e preço desde que a quantidade não exceda o valor final da primeira fase e os preços não excedam aos preços finais da fase aberta. Essa alteração nas regras aumenta a possibilidade de estratégias para os jogadores vendedores possibilitando o fechamento de mais negócios a preços bem distintos. No entanto, as estratégias gerais para produtos abertos e fechados permanecem as mesmas.

No modelo proposto, não há a definição de produtos abertos e fechados. O leiloeiro irá divulgar, em cada rodada da primeira fase (aberta), as quantidades a serem adquiridas pelos compradores. Só que os vendedores não sabem se essa quantidade é a real a ser adquirida por eles ou não. Esse ponto, inclusive, levanta uma estratégia de atuação importante do leiloeiro ao longo de todo o leilão aberto: a possibilidade de “jogar” com valores da demanda divulgando informações que façam com que os vendedores tenham interesse em ofertar lances em todos os produtos postos em leilão. Os valores das quantidades demandadas finais da fase aberta, não são, necessariamente, os valores reais dessa demanda. Aliás, esses valores reais são divulgados apenas antes do início da fase fechada do mecanismo proposto. Os agentes vendedores, na segunda fase (fechada), só podem ofertar preços para as quantidades finais que foram definidas para cada um dos agentes em cada um dos produtos. Como se trata de um leilão de segundo preço, independente do tipo de jogador, neutro ou averso ao risco, a melhor estratégia para ambos é ofertar a sua própria valoração para os produtos, de acordo com o que foi analisado anteriormente para as estratégias dos vendedores. Dessa forma, pelo modelo proposto, o leiloeiro espera sempre que os ofertantes reduzam seus preços nessa fase fechada, pois eles não têm nenhuma garantia que seus produtos serão comercializados ao final do

processo pois, apesar de saberem exatamente a quantidade total a ser adquirida pelas empresas compradoras, eles não sabem os montantes a serem vendidos pelas outras empresas vendedoras além de não saberem os preços dos outros concorrentes. Dessa forma, os preços finais a serem negociados os lotes de energia tendem a ser menores para esse modelo proposto, pois os vendedores sempre ofertarão seus valores reais para os produtos uma vez que essa seria sempre a sua melhor estratégia.

Os modelos implementados na otimização das diversas etapas, utilizados pelos diversos agentes, são determinísticos possuindo, no entanto, algumas incertezas associadas no que diz respeito, particularmente, a certos valores específicos que aparecem nos modelos. Assim, o uso de ferramentas probabilísticas para estimar esses valores é necessário.

9 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Qualquer processo de mudança ou alteração, ainda que mínimo, sempre provocou reações e resistências na maioria das pessoas que são normalmente aversas às mudanças. Os processos de reforma e reestruturação por que passou o setor elétrico brasileiro provocaram, e ainda estão provocando, inúmeras adaptações nas empresas atuantes no mesmo, sejam elas geradoras, transmissoras, distribuidoras ou comercializadoras.

A passagem de uma situação de monopólio total, onde empresas distribuidoras eram obrigadas a adquirir o montante de energia a ser vendido por elas a seus consumidores finais às geradoras pertencentes àquela região geográfica, para uma situação de concorrência (ainda que não perfeita), levou a profundas alterações nas relações entre esses agentes e nas próprias estruturas de cada um deles. É preciso modificar a gestão empresarial mudando o foco de atuação para outras formas de aquisição dos lotes de energia elétrica relacionados às necessidades daquela empresa. Nesse sentido, após os processos de mudança, a compra e a venda de energia no mercado brasileiro têm sido realizadas através de leilões nas suas mais diversas modalidades. Determinadas empresas podem livremente negociar seus montantes de energia definido a melhor forma de comercialização, de acordo com o modelo implantado. O próprio governo federal, na definição da forma regulada de comprar e vender energia elétrica, optou pelo uso de leilões de energia também em diferentes formatos. Vantagens dos leilões como mecanismo de comercialização de produtos foram apresentadas e discutidas ao longo de todo o texto.

O que tem se observado nos últimos anos no setor elétrico no Brasil é uma crescente e real necessidade das diversas empresas atuantes no mesmo de formar profissionais preparados para um mercado de concorrência cada vez mais acirrada. Os decisores dessas empresas precisam definir como elas devem agir em um ambiente onde a disputa, a negociação e a exploração das melhores oportunidades de comprar e vender energia deixam de ser definidas por legislação e passam a ser estabelecidas por mecanismos abertos e livres onde qualquer agente pode participar comprando ou vendendo montantes de energia.

O modelo proposto buscou definir e estabelecer um mecanismo a ser implantando no ambiente de contratação regulada (onde participam empresas geradoras e comercializadoras como vendedoras e empresas distribuidoras como compradoras) que procura atingir de uma forma mais direta e objetiva as principais metas estabelecidas pelo governo federal quando da implantação das novas regras para o setor elétrico no Brasil. A partir das considerações

efetuadas e das hipóteses adotadas para os agentes participantes e da própria estrutura do leilão nesse ambiente, o modelo proposto buscou aumentar o volume de energia a ser comercializado além de garantir preços finais que refletissem as próprias valorações dessas energias para os diferentes agentes atuantes e participantes nesse processo. A idéia do modelo proposto foi definir, em um primeiro momento, um processo de comercialização livre onde se procurou efetuar “casamentos” entre empresas que queiram vender lotes de energia com outras que querem comprar esses lotes com os mesmos preços (mecanismos de *matchings* estáveis). A segunda parte do modelo proposto visou garantir uma negociação maciça entre os lotes de energia não comercializados na primeira parte do processo através de um mecanismo de leilão aberto, num primeiro momento, e fechado em outro. O objetivo foi, além de procurar maximizar o volume de energia negociado através da liberdade que se dá aos agentes de ofertar preços e quantidades, garantir preços finais que refletissem exatamente as valorações de cada uma das empresas aos produtos que estavam sendo leiloados. Dessa forma, poder-se-ia garantir a continuidade nos serviços de fornecimento de energia, através da contratação da quantidade requerida nos períodos futuros, além de preços mais acessíveis aos consumidores finais, uma vez que, a partir do leilão de segundo preço escalonado do modelo proposto, cada empresa ofertaria ao final do processo a sua própria valoração para os produtos em questão levando os preços finais de fechamento do processo a patamares mais baixos.

Outro ponto de destaque do modelo proposto diz respeito às informações que são passadas aos jogadores durante o decorrer do processo. O modelo prevê a divulgação dos montantes a serem adquiridos pelas empresas, mesmo que sejam sobre estimados, como uma forma de aumentar o nível de informações aos jogadores. Essas informações permitem aos agentes uma participação mais ativa no leilão, a partir da oferta de quantidades e de preços na sua primeira fase e das suas próprias valorações para os diversos produtos, na segunda fase do processo. Com isso, os resultados finais de preços e quantidades para cada um dos competidores estarão mais próximos dos montantes originais a serem adquiridos pelos compradores a preços mais próximos das próprias valorações dos vendedores para os objetos.

Ressalta-se mais uma vez, o importante papel do leiloeiro no decorrer do leilão. A divulgação de informações durante o processo é fundamental para a obtenção das metas estabelecidas por ele ao início do processo. O leiloeiro estabelece, inicialmente, as regras e condições de funcionamento do leilão ou do mecanismo de comercialização de uma maneira geral. No entanto, dentro das regras fixadas, é fundamental que ele tenha mecanismos de atuação, durante o desenrolar do leilão, para aferir o processo e fazer pequenas modificações,

não nas regras, mas nos ajustes, para atingir os objetivos principais estabelecidos por ele originalmente.

A idéia de se fazer uma comparação exata nas diversas etapas entre os dois modelos não é completamente viável a partir do momento em que as ações dos jogadores diferem de um modelo para o outro. Isso poderia ocorrer quando lotes de energia de um determinado agente ficassem comprometidos a um certo produto em um modelo e não ficasse no outro. Dessa forma, uma comparação perfeita entre os modelos, etapa a etapa, fica comprometida. O que se pode comparar são os resultados produzidos por ambos os modelos, o atual desenvolvido pelo governo e o proposto nesta tese. Obviamente cada modelo apresenta peculiaridades que os tornam atraentes a determinados pontos de vista. O modelo atual, com regras que limitam, de certa forma, a ação dos jogadores, deve ser utilizado em mercados ainda não amadurecidos com relação à comercialização de energia com essa modalidade de negociação: os leilões. Já em mercados bem sedimentados, sob o ponto de vista da atuação dos diversos agentes, sejam vendedores ou compradores, o modelo proposto, por apresentar um maior grau de liberdade de ação (já que os agentes ofertam quantidade e preço na fase aberta do leilão, além de ser um leilão de segundo-preço na sua fase fechada), pode vir a gerar maiores volumes negociados a preços mais próximos das próprias valorações dos produtos por parte desses agentes.

Destaca-se ainda, que em todo e qualquer mecanismo ou tipo de leilão, a componente psicológica é fundamental para o sucesso ou fracasso na atuação de qualquer agente que tenha participação ativa no mesmo. Leilões são processos econômicos de formação de preços onde os agentes devem procurar obter o máximo de informações possíveis das regras do referido leilão, além das possíveis estratégias a serem adotadas por seus concorrentes, para que eles possam definir e estabelecer as suas próprias estratégias. A participação em diversas formas e modalidades de leilão para comercialização de energia no setor elétrico brasileiro tem dado às empresas excelentes oportunidades de aquisição de informações e aprendizados sobre os leilões em si e sobre os seus competidores.

É preciso investir sempre no conhecimento e na formação contínua dos técnicos participantes dos agentes que atuam nos leilões seja como comprador, seja como vendedor. Os vários leilões em série que vêm sendo realizados no setor elétrico do Brasil, têm dado grandes oportunidades de aquisição de conhecimentos sobre esses processos. Ressalta-se ainda, e mais uma vez, que a componente psicológica é realmente essencial para o bom desempenho em um leilão. Não apenas o controle psicológico do agente em si, mas a possibilidade de avaliar se uma determinada ação aparentemente irracional realizada por um

agente é proposital, para induzir outros agentes a uma avaliação errada sobre ele, ou se foi mesmo falta de preparo daquele agente participante do leilão. O agente deve participar do processo com a sua estratégia básica preparada e possíveis caminhos a serem trilhados se as coisas não saírem exatamente como o esperado. Vale lembrar que do outro lado da mesa estão agentes que buscam sempre os melhores resultados para si, sejam eles neutros, aversos ou até mesmo propensos ao risco.

Assim, um aprofundamento, não só nas questões técnicas e econômicas da Teoria dos Leilões é necessário, mas também uma análise psicológica extensa e detalhada não só do próprio agente em si, mas dos outros agentes participantes do processo verificando possíveis reações a determinadas ações realizadas ao longo do “jogo”. Só assim, pode-se ter uma grande evidência, nunca a certeza absoluta, de que o resultado final do leilão ou do mecanismo de comercialização de energia venha a trazer os valores esperados para aquele determinado agente desse processo. Como sugestão para o aprofundamento dessa análise, ressalta-se o trabalho de Khoroshilov & Dodonova (2004) que discutem sobre o mecanismo de leilões do ponto de vista de agentes aversos a perdas. Os autores, utilizando a Teoria da Prospecção de Kahneman & Tversky (1979, 1984, 1991 e 1992), estabelecem um modelo de leilão em que considera-se a inclusão da aversão ao prejuízo ou à perda. Dessa forma, sugere-se como uma análise para futuros trabalhos a inclusão ou não dessa discussão sobre o fator psicológico dos agentes em leilões de comercialização de energia elétrica, uma vez que, nesse mercado, empresas são obrigadas por lei a adquirir um certo montante de energia a ser vendido por empresas que têm o máximo interesse em negociar esses montantes.

Os gestores das diversas empresas, além de investirem na busca contínua do aprendizado e do conhecimento quanto ao lado técnico dos leilões e seus desdobramentos, também devem investir numa análise da valoração exata dos produtos sob o ponto de vista dos custos dos mesmos para si. Devem também avaliar os novos valores que aqueles produtos possam vir a assumir desde que outros agentes também tenham interesse nos mesmos durante o desenvolvimento do processo (leilão com valores interdependentes).

Outro ponto considerado para possíveis desdobramentos de trabalhos futuros diz respeito ao caráter multiatributo envolvido na questão. Na definição das estratégias a adotar, seja por parte de compradores, vendedores ou do próprio leiloeiro, diversos critérios devem ser utilizados, como preço, prazo ou período do contrato, formas de pagamento, reajuste dos preços, submercado de fornecimento, dentre outros. Esses múltiplos critérios precisam ser considerados pelos jogadores no desenvolvimento dos modelos de otimização que devem ser

feitos para estabelecer a melhor forma de participação desses agentes no processo. Dessa forma, sugere-se em futuros trabalhos uma análise desses conceitos e suas implicações na comercialização de energia elétrica nesse ambiente regulado.

Modelos determinísticos foram utilizados nas diversas otimizações envolvidas nos processos. Por outro lado, esses modelos também utilizaram na sua análise ferramentas probabilísticas na estimação de algumas variáveis envolvidas, notadamente os preços estabelecidos pelos vendedores. Sugere-se assim, em futuros trabalhos, a análise da inclusão da incerteza para outras variáveis associadas em cada uma das etapas e o uso de modelagens probabilísticas no desenvolvimento das funções de otimização.

O modelo proposto não levou em consideração nenhum tipo de restrição orçamentária por parte dos agentes envolvidos, ou seja, o agente vencedor do leilão sempre seria capaz de honrar os seus compromissos, adquirindo a energia elétrica ao preço estabelecido ao final do processo. Ainda como sugestão para futuros trabalhos, pode-se considerar com mais detalhes todos os possíveis desdobramentos da inclusão da restrição orçamentária para os agentes participantes com a possibilidade do blefe pelos mesmos. Decerto, a oferta sendo feita sem a possibilidade de pagamento por parte do jogador ofertante vai introduzir inúmeras possibilidades e novas variáveis a serem analisadas por parte dos agentes e do leiloeiro do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. Endereço Eletrônico: www.aneel.gov.br, acessos em abril/2002, julho e dezembro/2004, fevereiro e abril/2005.
- ARMSTRONG, M. Optimal Multi-Object Auctions. *Review of Economic Studies*, 67, 455-481, 2000.
- AUSUBEL, L. *An Efficient Ascending-Bid Auction for Multiple Object*. University of Maryland, U.S.A., 1997.
- AUSUBEL, L. & CRAMPTON, P. *Demand Reduction and Inefficiency in Multi-Unit Auctions*. University of Maryland, U.S.A., 1996.
- AVERY, C. & HENDERSHOTT, T. Bundling and Optimal Auctions of Multiple Products. *Review of Economics Studies*, 67, 483-497, 2000.
- AZEVEDO, E. M. Modelo Computacional de Teoria dos Jogos Aplicado aos Leilões Brasileiros de Energia Elétrica. Campinas – SP, 2004, 136p. (Doutorado – Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP).
- BARBALHO, A. R. *Energia e Desenvolvimento no Brasil*; Rio de Janeiro, Eletrobrás (Memória da Eletricidade), 1987.
- BIBLIOTECA DO EXÉRCITO. *Energia Elétrica no Brasil (da primeira lâmpada à Eletrobrás)*; Rio de Janeiro, 1977.
- BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *BNDES, 40 Anos: Um Agente de Mudanças*; Rio de Janeiro, BNDES, 1992.
- BRANCO, C. *Energia Elétrica e Capital Estrangeiro no Brasil*; São Paulo, Alfa-Ômega, 1975.
- CARNEIRO, F.G. & ROCHA, C.H. *Reforma do Setor Público na América Latina: Uma Perspectiva Comparada*. s.l., s.ed., 1999.
- CCEE – CÂMARA DE COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Endereço Eletrônico: www.ccee.org.br, acessos em novembro e dezembro/2004, fevereiro, março e abril/2005.
- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. *Panorama do Setor de Energia Elétrica no Brasil*; Rio de Janeiro, 1988.
- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. *Políticas de Governo e Desenvolvimento do Setor de Energia Elétrica: do Código de Águas à Crise dos Anos 80 (1934 – 1984)*; Rio de Janeiro, 1995.
- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. *Caminhos da Modernização: Cronologia do Setor de Energia Elétrica Brasileiro*; Rio de Janeiro, 1999.

- CENTRO DA MEMÓRIA DA ELETRICIDADE NO BRASIL. *Energia Elétrica no Brasil: Breve Histórico*; Rio de Janeiro, 2001.
- CEPEL – CENTRO DE PESQUISA DE ENERGIA ELÉTRICA. Endereço Eletrônico: www.cepel.gov.br, acesso em fevereiro/2005.
- CHESF – COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO. Endereço Eletrônico: www.chesf.gov.br, acessos em junho/1999 e em julho e dezembro/2004.
- COOPERS & LYBRAND. *Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro*; Executive Summary of the Consolidated Report for Stage IV of the Consultancy Advisory for the Minister of Mines and Energy. Brasília – DF, s.ed., 1997.
- CORREIA, T.B. Modelo de Stackelberg na Competição de Empresas Privadas e Estatais pela Expansão da Oferta de Energia Elétrica. Campinas – SP, 2004, 108p. (Mestrado – Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP).
- CORREIA, P.B., comunicação verbal, 2005.
- DASGUPTA, P. & MASKIN, E. Efficient Auctions. *Quarterly Journal of Economics*, 115, 341-388, 2000.
- DEKRAJANGPETCH, S. & SHEBLÉ, G. B. Structures and Formulations for Electric Power Auctions. *Electric Power Systems Research*, U.S.A., 54 (2000), 159-167, 1999.
- DNAEE – DEPARTAMENTO NACIONAL DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. *Código de Águas*, DNAEE: Brasília, 2^a. Edição, 1980.
- ELETROBRÁS – CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. Endereço Eletrônico: www.eletrobras.gov.br, acesso em julho/2004.
- ENGELBRECHT-WIGGANS, R. & KAHN, C. Multi-Unit Pay-Your-Bid Auctions with Variable Rewards. *Games and Economic Behaviour*, 23, 25-42, 1998
- ETHIER, R., MOUNT, T., SCHULZE, W., ZIMMERMAN, R. & THOMAS, R. Auction Design for Competitive Electricity Markets. In: HICSS Conference, Maui, Hawaii, 1997.
- FABRA, N., VON DER FEHR, N. H., HARBORD, D. *Modeling Electricity Auctions*. s.l., s.ed., 2002.
- FERREIRA, C.K.L. O Financiamento da Indústria e da Infra-Estrutura no Brasil: Crédito de Longo Prazo e Mercado de Capitais. Campinas – SP, 1995. (Doutorado – Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP).
- FERREIRA, C.K.L. *Privatização do Setor Elétrico no Brasil*. s.l., s.ed., 1999.
- FITTIPALDI, E.H.D. Processo de Reforma e Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro: O Que Esperar das Mudanças?. Recife – PE, 2000. 104 p. (Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco / UFPE)

- FITTIPALDI, E.H.D., ALMEIDA, A.T. & GOMES, L.F.A.M. Comercialização de Energia Elétrica em um Mercado Competitivo Utilizando o Método de Tomada de Decisão Interativa Multicritério – TODIM. In: Conferencia Latino-Americana de Pesquisa Operacional – CLAIO, 10, Cidade do México, 2000. *Anais*.
- FITTIPALDI, E.H.D. & RAMOS, F.S. Comercialização de Energia no Novo Setor Elétrico Brasileiro: Uma Abordagem da Teoria dos Jogos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, 32, Viçosa – MG, 2000. *Anais*. 145.
- FITTIPALDI, E.H.D., SAMPAIO, L.M.B. & ALMEIDA, A.T. Selection of Electrical Energy Supplier Based on Multiattribute Utility Function. In: INFORMS-KORMS SEOUL CONFERENCE, Seoul – Korea, 2000. *Anais*. 4458.
- FITTIPALDI, E.H.D., SAMPAIO, L.M.B. & ALMEIDA, A.T. Comercialização de Energia Elétrica em um Mercado Competitivo: um Problema de Decisão Multicritério. In: SEMINÁRIO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO-FINANCEIRO DO SETOR ELÉTRICO – SEPEF, 8, Brasília – DF, 2000. *Anais*. CD-ROM.
- FUNDENBERG, D. & TIROLE, J. *Game Theory*. Cambridge, MA, MIT, Press, 1991.
- GIBBONS, R. *Game Theory for Applied Economists*. Princeton – NJ, Princeton University Press, 1992.
- GODOY, M.V. *Análise de Sistemas de Potência*. Recife – PE, 2000. CD-ROM.
- HUNT, S. & SHUTTLEWORTH, G. *Competition and Choice in Electricity*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1996.
- HUNT, S. *Making Competition Work in Electricity*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 2002.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Endereço Eletrônico: www.ibge.gov.br, acesso em julho/2004.
- JEHIEL, P. & MALDOVANU, B. Efficient Design with Interdependent Values. *Econometrica*, 69, 1237-1259, 2001.
- KAHN, A.E. *The Economics of Regulation; Principles and Institutions*. London, England, Cambridge, Massachussets, MIT Press, 1988.
- KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk. *Econometrica*, 48, 263-291, 1979.
- KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. Choices, Values and Frames. *American Psychologist*, 39, 341-350, 1984.
- KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. Loss Aversion in Riskless Choice: A Reference-Dependent Model. *The Quarterly Journal of Economics*, 106, 1039-1061, 1991.
- KAHNEMAN, D. & TVERSKY, A. Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5, 297-323, 1992.

- KHOROSHILOV, Y. & DODONOVA, A. *Optimal Auction Design When Bidders Are Loss Averse*. School of Management, University of Ottawa, Canada, 2004.
- KLEMPERER, P. Auction Theory: A Guide to Literature. *Journal of Economics Survey*. Oxford, England, 13 (3), pp 227-286, 1999.
- KLEMPERER, P. *Why Every Economist Should Learn Some Auction Theory*. Oxford University, England, Nuffield College, 2000.
- KLEMPERER, P. What Really Matter in Auction Design. Forthcoming in *Journal of Economic Perspectives*, Oxford University, England, Nuffield College, 2002.
- KLEMPERER, P. *Auctions: Theory and Practice*. Princeton, NJ, Princeton University Press, 2004.
- KREPS, D. *A Course in Microeconomic Theory*. Princeton, NJ, Princeton University Press, 1990.
- KREPS, D. M. *Game Theory and Economic Modelling*. Oxford, England, Clarindon Class, 2001.
- KRISHNA, V. *Auction Theory*. U.S.A., Academic Press, 2002.
- LANZOTTI, C.R., CORREIA, P.B. & SILVA, A.J. Comercialização de Energia: Experiências Internacionais e Brasileira. In: IX Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, 2002.
- LIMA, J.L. *Estado e Energia no Brasil – O Setor Elétrico no Brasil: das Origens à Criação da Eletrobrás*; São Paulo, IPE/USP, 1984.
- LINGO. *LINGO: The Modeling, Language and Optimizer*. Lindo Systems Inc., 2004.
- LIU, Y., GOODWIN, R. & KOENIG, S. Risk-Averse Auction Agents. In: AAMAS'03, Melbourne – Australia, 2003.
- LORENZO, H.C. O Setor Emético Brasileiro: Reavaliando o Passado e Discutindo o Futuro. Centro Universitário de Araraquara/UNIARA, São Paulo, 2002.
- MAE – MERCADO ATACADISTA DE ENERGIA ELÉTRICA. Endereço Eletrônico: www.mae.org.br, acesso em junho/2004.
- MARKOWITZ, H.M. *Portfolio Selection; Efficient Diversification of Investments*. 2nd. Edition, Blackwell, Cambridge – MA & Oxford U.K., 1992.
- MAS-COLELL, A., WHINSTON, M.D. & GREEN, J.R. *Microeconomic Theory*. New York – U.S.A., Oxford University Press, 1995.
- MASILI, G.S., SILVA; A J., LANZOTTI, C.R. & CORREIA; P.B. Mecanismo de Leilão e Formação de Preços de Energia no Brasil. In: V Congresso Latino-Americano de Geração e Transmissão de Energia Elétrica, São Pedro, 2003.

- MASILI, G.S. Metodologia e Software para Processos de Comercialização de Energia Elétrica. Campinas – SP, 2004, 117p. (Mestrado – Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP)
- McAFEE, R.P. & McMILLAN, J. Auctions with Entry. *Economics Letters*, 23, 343-47, 1987.
- McAFEE, R.P. & VINCENT, D. Sequentially Optimal Auctions. *Games and Economic Behavior*, 18, 246-76, 1997.
- McAFEE, R.P. & RENY, P.J. Correlated Information and Mechanism Design. *Econometrica*, 60, 395-421, 1992.
- MENDONÇA, A.F. & DAHL, C. The Brazilian Electrical System Reform. *Energy Policy*, 27, 73-83, 1999
- MILGROM, P. Rational Expectations, Informations Acquisition, and Competitive Bidding. *Econometrica*, 49, 921-943, 1981.
- MILGROM, P.R. & WEBER, R.J. A Theory of Auction and Competitive Bidding. *Econometrica*, vol. 50, pp. 1089-1122, 1982.
- MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. *Secretaria de Energia*. Endereço Eletrônico: www.mme.gov.br, acessos em junho/2001, dezembro/2003, maio, julho e dezembro/2004 e março/2005.
- MUNHOZ, F.C. Metodologia e Software para Fixação de Lances em Leilões de Energia Elétrica. Campinas – SP, 2004, 95p. (Mestrado – Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP)
- MYERSON, R.B: Optimal Auction Design. *Mathematics of Operations Research, England*, 6, 58-73, 1981.
- NASH, J. The Bargain Problem. *Econometrica*, 18, 1950
- NYBORG, K.G. *On Complicity in Share Auctions*. London Business School, s.ed., 1997.
- ONS – OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO. *O Novo Modelo* Endereço Eletrônico: www.ons.org.br, acesso em abril/2004.
- OSBORNE, M. & RUBISTEIN, A. *A Course in Game Theory*. U.S.A., Cambridge, MA, MIT Press, 1994
- PAIXÃO, L.E. *Memórias do Projeto RE-SEB; A história da concepção da nova ordem institucional do setor elétrico brasileiro*. São Paulo – SP, Massao Ohno Editor, 2000
- PERRY, M. & RENY, P. An Ex-Post Efficient Auction. *Econometrica*, forthcoming, 2001.
- RASMUSEN, E. *Games and Information: An Introduction to Game Theory*. 3^a ed. pp. 323-339, Blackwell Publishers, Indiana University, Bloomington, 2001.
- REYNOLDS, K. *Going, Going, Gone! A Survey of Auction Types*. Agorics Inc, s.l., 1996.

- RILEY, J.G. & SAMUELSON, W.F. Optimal Auctions. *American Economic Review*, U.S.A., 71, 381-92, 1981.
- ROTH, A. The College Admissions Problem Is Not Equivalence to The Marriage Problem. *Journal of Economic Theory*, 36, 277-288, 1985.
- ROTH, A. On The Allocation of Residents to Rural Hospitals: A General Property of Two-Sided Matching Markets. *Econometrica*, 54, 425-427, 1986.
- ROTH, A. & SOTOMAYOR, M. The College Admissions Problem Revisited. *Econometrica*, 57, 85-101, 1989.
- SAMPAIO, L.M.B., FITTIPALDI, E.H.D. & ALMEIDA, A.T. Comercialização de Energia Elétrica em um Mercado Competitivo: Uma Aplicação da Metodologia ELECTRE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL – SBPO, 32, Viçosa – MG, 2000. *Anais*. 145.
- SANTOS, M.F.M., comunicação verbal, 2005.
- SHAHIDEHPOUR, M., YAMIN, H. & LI, Z. *Market Operations in Electric Power Systems. Forecasting, Scheduling and Risk Management*. IEEE, Wiley-Interscience A John Wiley & Sons, Inc., Publication, New York, 2002.
- SHEBLÉ, G.B. *Computacional Auction Mechanisms for Restructured Power Industry Operation*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, 1999.
- SILVA, L.M. Mercado de Opções – Conceitos e Estratégias. 2ª Edição, Rio de Janeiro, Halip Editora – BM&F, 1999.
- SILVA, A.J. Leilões de Certificados de Energia Elétrica: Máximo Excedente versus Máxima Quantidade Negociada. Campinas – SP, 2003. 99p. (Mestrado – Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP)
- 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.º. 38.
- SOTOMAYOR, M. Mecanismos de Admissão de Candidatos às Instituições. Modelagem e Análise à Luz da Teoria dos Jogos. *Revista de Econometria*, Volume 16, Número 1, 25-63, Abril/1996.
- TASSO, E.N. Excesso ou Escassez de Oferta de Energia Elétrica no Período de 1952 a 1986 e Substituição. Brasília, 1987. (Mestrado – Universidade de Brasília / UnB).
- VARIAN, H. *Microeconomics Analysis*. Third Edition. New York – U.S.A., Norton, 1992.
- VICKREY, W. Counterspeculation, Auctions and Competitive Sealed Tenders. *Journal of Finance*, 16 (1), pp. 8-37, 1961.
- VICKREY, W. Auction and Bidding Games. *Recent Advances in Game Theory*. Princeton, New Jersey: The Princeton University Conference, 1962.

- VINHAES, E.A.S. A Reestruturação da Indústria de Energia Elétrica Brasileira: Uma Avaliação da Possibilidade de Competição Através da Teoria de Mercados Contestáveis. Florianópolis – SC, 1999. 125p. (Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina / UFSC)
- VON NEUMANN, J. & MORGENSTERN, O. *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton – NJ, Princeton University Press, 1944.
- WANG, J.J.D. & ZENDER, J.F. *Auctioning Divisible Goods*. Working Paper, Duke University and University of Utah, 1998.
- WILSON, R. *Efficiency Considerations in Designing Electricity Markets*. Report to the Competition of Industry Canada, U.S.A., s.ed., 1998
- WOLFRAM, C. *Electricity Markets: Should The Rest of The World Adopt The UK Reforms?*. Working Paper of University of California, Berkley, 1999.
- WOLFSTETTER, E. *Topics in Microeconomics. Industrial Organization, Auctions and Incentives*. Cambridge University Press, Chinese Edition, Berlin, 1999.

ANEXO 1

LEILÕES DE ENERGIA NO MERCADO BRASILEIRO ORGANIZADOS PELO MAE (PERÍODO 2002 – 2004)

Desde a implantação dos primeiros processos de reforma e reestruturação no setor elétrico brasileiro, vários foram os leilões já realizados para a compra e venda de energia elétrica nas mais diferentes formas e modalidades. O traço em comum que relaciona todos os leilões de energia organizados pelo MAE, sejam eles de compra, de venda ou de excedentes, é que são realizados pela *Internet* onde os agentes dão seus lances *online* sem que os outros jogadores participantes do processo saibam qual foi a empresa que efetuou esse lance.

Neste anexo é apresentado um resumo geral de todos os leilões organizados pelo MAE já realizados no setor elétrico brasileiro com as suas formatações e produtos envolvidos nas negociações. São mostrados os leilões de venda, de compra e de excedentes com os vendedores e compradores habilitados em cada um deles e com os produtos a serem leiloados bem como dos resultados obtidos em cada um deles. Essas informações relativas a cada um desses leilões foram colhidas nos *sites* do Mercado Atacadista de Energia Elétrica – MAE (www.mae.org.br e www.leiloesdomae.com.br). Em seguida é feita uma análise desses resultados e das prováveis estratégias dos agentes envolvidos nesses processos.

1. RESUMO DOS LEILÕES REALIZADOS NO MERCADO BRASILEIRO

Os leilões de venda e de compra apresentaram a negociação dos montantes de energia em lotes de 0,5 MW médios com características específicas para cada um deles. Já o leilão de excedentes apresentou a negociação de lotes de energia de 0,1 MW médios. Em todos esses leilões têm-se os seguintes submercados: N – Norte, NE – Nordeste, SE – Sudeste e Centro-Oeste e S – Sul.

1.1 LEILÕES DE VENDA

Apenas um leilão de venda foi realizado no setor elétrico brasileiro com as regras e procedimentos como descritos anteriormente.

- **Leilão de Venda**

Data da Realização: 16 de setembro de 2002

Produtos Leiloados:

EMPRESA	SUBMERCADO	LOTES	CONTRATO
AÇUCAREIRA ZILLO LORENZETTI	SE	20	2 anos
CGTEE	S	69	2 anos
CHESF	NE	148	2 anos
	NE	588	4 anos
	NE	736	6 anos
	N	220	4 anos
	SE	794	2 anos
	SE	318	4 anos
	S	140	4 anos
COPEL GERAÇÃO	S	380	2 anos
	S	200	4 anos
	S	200	6 anos
ELETRONORTE	N	230	2 anos
	N	114	2 anos
	N	72	4 anos
	N	60	4 anos
	N	72	6 anos
	N	44	6 anos
FURNAS	SE	340	2 anos
	SE	180	4 anos
	SE	160	4 anos
	SE	2720	6 anos
TRACTEBEL	SE	40	2 anos
	SE	60	2 anos
	SE	80	2 anos
	SE	100	2 anos
	SE	120	2 anos
	SE	80	4 anos
	SE	100	4 anos
	SE	120	4 anos
	SE	140	4 anos
	SE	160	4 anos
	SE	40	6 anos
	SE	60	6 anos
	SE	80	6 anos
	SE	100	6 anos
	SE	120	6 anos
USINA BARRA GRANDE DE LENÇÓIS	SE	30	2 anos

Compradores Habilitados:

CAT-LEO, CEAL, CEEE, CELB, CELESC, CELG, CELPA, CELPE, CEMAR, CEMAT, CEMIG, CEPISA, COELBA, COELCE, COMERC, COSERN, CPFL, CPFL PIRATININGA, CSN, DELTA ENERGIA, ELEKTRO, ELETROPAULO, ENERGIPE, ENERSUL, ENERTRADE, ESCELSA, GUARANIANA, ITAMBÉ, LIGHT, REDE COMERCIALIZADORA, RHE, SAELPA, TEC, TRADENER, UNIÃO COMERCIALIZADORA, VALE RIO DOCE ENERGIA e VOTENER.

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
CHESF	NE	74	37	45,06	2 anos
	NE	403	201,5	45,99	4 anos
	NE	679	339,5	46,33	6 anos
	N	74	37	45,99	4 anos
	SE	418	209	45,06	2 anos
	SE	318	159	57,58	4 anos
	S	86	43	48,51	4 anos
ELETRONORTE	N	98	49	41,00	2 anos
	N	132	66	46,00	4 anos
	N	50	25	59,00	6 anos
FURNAS	SE	160	80	57,95	4 anos
	SE	30	15	69,95	6 anos
TRACTEBEL	SE	13	6,5	52,00	2 anos
COPEL GERAÇÃO	S	100	50	70,00	6 anos

EMPRESA COMPRADORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
ENERGIPE	NE	118	59	46.33	6 anos
CELB	NE	12	6	46.33	6 anos
SAEL	NE	10	5	46.33	6 anos
COELBA	NE	32	16	46.33	6 anos
COELCE	NE	20	10	46.33	6 anos
CEMAR	N	40	20	41.00	2 anos
	N	34	17	45.99	4 anos
CELPA	N	58	29	41.00	2 anos
	N	92	46	46.00	4 anos
	N	50	25	59.00	6 anos
VALE DO RIO DOCE ENERGIA	N	40	20	45.99	4 anos
	N	40	20	46.00	4 anos
	SE	100	50	45.06	2 anos
ENERTRADE	SE	50	25	45.06	2 anos
	SE	62	31	57.58	4 anos
	SE	10	5	69.95	6 anos
ELEKTRO	SE	20	10	45.06	2 anos
	SE	20	10	69.95	6 anos
UNIÃO COMERCIALIZADORA	SE	100	50	45.06	2 anos
	SE	100	50	57.95	4 anos
RHE	SE	120	60	45.06	2 anos
	SE	30	15	57.58	4 anos
CELG	SE	28	14	45.06	2 anos
	SE	84	42	57.58	4 anos
	SE	48	24	57.95	4 anos
LIGHT	SE	90	45	57.58	4 anos
VOTENER	SE	10	5	57.58	4 anos
CATAGUASES LEOPOLDINA	SE	13	6.5	52.00	2 anos
	SE	12	6	57.95	4 anos
CEEE	S	40	20	48.51	4 anos
CELESC	S	20	10	48.51	4 anos
	S	100	50	70.00	6 anos
ITAMBÉ	S	6	3	48.51	4 anos
TRADENER	S	20	10	48.51	4 anos

1.2 LEILÕES DE COMPRA

Vários foram os leilões de compra organizados pelo MAE, sem, no entanto, haver negócios em todos eles.

- **1º Leilão de Compra**

Data da Realização: 31 de julho de 2003

Produtos Leiloados:

EMPRESA	SUBMERCADO	LOTES	TIPO	CONTRATO
CPFL BRASIL	SE	50	Flexível	12 meses
UNIÃO COMERCIALIZADORA	SE	100	Flexível	15 meses

Vendedores Habilitados:

CAMARGO CORRÊA, CEMIG, CHESF, CIEN, ELETRONORTE, FURNAS, ITAMBÉ e TRACTEBEL

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
CPFL BRASIL	SE	0	0	Flexível	21,00	12 meses
UNIÃO COMERCIALIZADORA	SE	0	0	Flexível	24,00	15 meses

- **2º Leilão de Compra**

Não houve compradores interessados em participar do referido leilão, levando a sua não realização que ocorreria em 28 de agosto de 2003.

- **3º Leilão de Compra**

Não houve compradores interessados em participar do referido leilão, levando a sua não realização que ocorreria em 25 de setembro de 2003.

- **4º Leilão de Compra**

Data da Realização: 30 de outubro de 2003

Produtos Leiloados:

EMPRESA	SUBMERCADO	LOTES	TIPO	CONTRATO
CENF	SE	10	Base	12 meses
	SE	08	Flexível	12 meses
CJE	SE	35	Base	12 meses
CPEE	SE	15	Base	12 meses
CSPE	SE	17	Base	12 meses
DUKE TRADING	SE	50	Base	12 meses
UNIÃO COMERCIALIZADORA	SE	80	Flexível	12 meses

Vendedores Habilitados:

CHESF, CIEN, DUKE PARANAPANEMA, ELETRONORTE, EMAE e FURNAS.

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
EMAE	SE	10	5	Base	50,09	12 meses
	SE	8	4	Flexível	53,33	12 meses

EMPRESA COMPRADORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
CENF	SE	10	5	Base	50,09	12 meses
	SE	8	4	Flexível	53,33	12 meses
UNIÃO COMERCIALIZADORA	SE	0	0	Flexível	30,50	12 meses

• 5º Leilão de Compra

Data da Realização: 27 de novembro de 2003

Produtos Leiloados:

EMPRESA	SUBMERCADO	LOTES	TIPO	CONTRATO
CLFSC	SE	30	Base	11 meses
ENERTRADE	SE	10	Flexível	6 meses
	SE	10	Flexível	11 meses

Vendedores Habilitados:

CHESF, DUKE PARANAPANEMA, ELETRONORTE e FURNAS.

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
FURNAS	SE	30	15	Base	47,23	11 meses

EMPRESA COMPRADORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
CLFSC	SE	30	15	Base	47,23	11 meses
ENERTRADE	SE	0	0	Flexível	18,60	6 meses
	SE	0	0	Flexível	30,00	11 meses

• 6º Leilão de Compra

Não houve compradores habilitados para participar do referido leilão, levando a sua não realização que ocorreria em 22 de dezembro de 2003.

- **7º Leilão de Compra**

Data da Realização: 29 de janeiro de 2004

Produtos Leiloados:

EMPRESA	SUBMERCADO	LOTES	TIPO	CONTRATO
TRADENER	NE	20	Base	06 meses
	NE	40	Base	09 meses

Vendedores Habilitados:

CHESF

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
CHESF	NE	0	0	Base	40,00	9 meses

EMPRESA COMPRADORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
TRADENER	NE	0	0	Base	40,00	9 meses

- **8º Leilão de Compra**

Data da Realização: 20 de fevereiro de 2004

Produtos Leiloados:

EMPRESA	SUBMERCADO	LOTES	TIPO	CONTRATO
UNIÃO COMERCIALIZADORA	S	12	Flexível	08 meses
	SE	18	Flexível	08 meses
GCS ENERGIA	NE	400	Base	08 meses

Vendedores Habilitados:

CHESF, FURNAS e ELETRONORTE.

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
CHESF	NE	160	80	Base	33,93	8 meses

EMPRESA COMPRADORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
GCS	NE	160	80	Base	33,93	8 meses
UNIÃO COMERCIALIZADORA	S	0	0	Flexível	28,00	8 meses
	SE	0	0	Flexível	30,00	8 meses

- **9º Leilão de Compra**

Não houve compradores interessados em participar do referido leilão, levando a sua não realização que ocorreria em 25 de março de 2004.

• **10º Leilão de Compra**

Data da Realização: 29 de abril de 2004

Produtos Leiloados:

EMPRESA	SUBMERCADO	LOTES	TIPO	CONTRATO
DUKE TRADING	SE	20	Flexível	06 meses
	NE	7	Flexível	06 meses
ENERSUL	SE	33	Base	06 meses
	SE	33	Flexível	06 meses

Vendedores Habilitados:

AES TIETÊ, CHESF, ELETRONORTE, FURNAS, UNIÃO COMERCIALIZADORA e FAFEN.

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
FAFEN	SE	2	1	Flexível	29,10	6 meses
	SE	9	4,5	Base	28,02	6 meses
	SE	20	10	Flexível	28,62	6 meses
FURNAS	SE	16	8	Base	28,02	6 meses
	SE	13	6,5	Flexível	28,62	6 meses

EMPRESA COMPRADORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
DUKE TRADING	NE	0	0	Flexível	22,30	6 meses
	SE	2	1	Flexível	29,10	6 meses
ENERSUL	SE	25	12,5	Base	28,02	6 meses
	SE	33	16,5	Flexível	28,62	6 meses

• **11º Leilão de Compra**

Data da Realização: 27 de maio de 2004

Produtos Leiloados:

EMPRESA	SUBMERCADO	LOTES	TIPO	CONTRATO
ENERSUL	SE	20	Base	06 meses
	NE	20	Flexível	06 meses
GCS ENERGIA	NE	200	Base	06 meses
	SE	110	Base	06 meses
UNIÃO COMERCIALIZADORA	SE	40	Flexível	06 meses

Vendedores Habilitados:

CHESF, COELBA, COSERN, FURNAS, UNIÃO COMERCIALIZADORA e TRACTEBEL.

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
CHESF	NE	70	35	Base	28,13	6 meses
FURNAS	SE	9	4,5	Base	28,02	6 meses
	SE	9	4,5	Flexível	29,06	6 meses
	SE	60	30	Base	26,19	6 meses
TRACTEBEL	SE	5	2,5	Base	28,02	6 meses
	SE	5	2,5	Flexível	29,06	6 meses

EMPRESA COMPRADORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
ENERSUL	SE	14	7	Base	28,02	6 meses
	SE	14	7	Flexível	27,06	6 meses
GCS ENERGIA	NE	70	35	Base	28,13	6 meses
	SE	60	30	Base	26,19	6 meses
UNIÃO COMERCIALIZADORA	SE	0	0	Flexível	23,00	6 meses

1.3 LEILÃO DE EXCEDENTES

A partir de sobras verificadas nas suas energias comercializadas, as empresas de geração, sob a coordenação do MAE, promoveram um leilão dessas energias excedentes para os consumidores industriais, consumidores finais dessa energia.

- **Leilão de Excedentes**

Data da Realização: 12 de setembro de 2003

Produtos Leiloados:

SUBMERCADO	EMPRESA	LOTES	TIPO	CONTRATO
NORTE	TRACTEBEL	800	Base	6 meses
	ELETRONORTE	230	Base	1 ano
	CHESF	220	Base	2 anos
	ELETRONORTE	950	Base	2 anos
NORDESTE	CHESF	100	Base	6 meses
	CHESF	820	Base	1 ano
	CHESF	1270	Base	2 anos
	ELETRONORTE	120	Base	2 anos
	CHESF	1140	Ponta	6 meses
	CHESF	2860	Ponta	1 ano
	CHESF	4040	Ponta	2 anos
SUDESTE	FURNAS	4170	Base	6 meses
	TRACTEBEL	320	Base	6 meses
	CESP	200	Base	6 meses
	EMAE	200	Base	6 meses
	FURNAS	4170	Base	1 ano
	TRACTEBEL	3710	Base	1 ano
	CESP	270	Base	1 ano
	CHESF	530	Base	2 anos
	FURNAS	4170	Base	2 anos
	TRACTEBEL	500	Base	2 anos
	CESP	200	Base	2 anos
	FURNAS	2747	Ponta	6 meses
	TRACTEBEL	200	Ponta	6 meses
	CESP	500	Ponta	6 meses
	FURNAS	3500	Ponta	1 ano
	TRACTEBEL	2100	Ponta	1 ano
	CESP	500	Ponta	1 ano
	CHESF	6210	Ponta	2 anos
	FURNAS	5000	Ponta	2 anos
	TRACTEBEL	300	Ponta	2 anos
CESP	500	Ponta	2 anos	
SUL	FURNAS	150	Base	6 meses
	FURNAS	150	Base	1 ano
	TRACTEBEL	130	Base	1 ano
	CGTEE	60	Base	1 ano
	FURNAS	150	Base	2 anos
	TRACTEBEL	40	Base	2 anos
	FURNAS	420	Ponta	6 meses
	TRACTEBEL	200	Ponta	6 meses
	FURNAS	540	Ponta	1 ano
	TRACTEBEL	1200	Ponta	1 ano
	CHESF	950	Ponta	2 anos
	FURNAS	770	Ponta	2 anos
TRACTEBEL	300	Ponta	2 anos	

Compradores Habilitados:

AJINOMOTO LARANJAL, AJINOMOTO LIMEIRA, ALCAN CANDEIAS, ALCAN OURO PRETO, ALUNORTE, BUNGE CAJATI, CARBOCLORO, AGRO IGARASSU, FERBASA, MINAS LIGAS, CIA. NÍQUEL TOCANTINS, DÖHLER, DOW BRASIL, GERDAU AÇONORTE, GERDAU CEARENSE, GERDAU COSÍGUA, GERDAU PIRATINI, GERDAU RIO GRANDENSE, GERDAU SÃO JOSÉ DOS CAMPOS, GERDAU USIBA, GERDAU VILA GUAÍRA, INONIBRÁS, LIASA, METAL CORTE,

NORSKE, NOVA ERA, PAN-AMERICANA, SCHULZ, SIBRA, TOMÉ, ULTRAFÉRTIL, URUCUM MINERAÇÃO, VALESUL ALUMÍNIO, VOTORANTIM e WEG JARAGUÁ DO SUL

Resultados:

EMPRESA VENDEDORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
CESP	SE	0	0	Base	54,36	6 meses
	SE	0	0	Base	55,51	12 meses
	SE	0	0	Base	40,90	24 meses
	SE	0	0	Ponta	38,74	6 meses
	SE	0	0	Ponta	44,73	12 meses
	SE	0	0	Ponta	56,72	24 meses
CGTEE	S	0	0	Base	41,64	12 meses
CHESF	NE	0	0	Base	48,80	6 meses
	NE	0	0	Base	68,85	12 meses
	N	0	0	Base	37,91	24 meses
	NE	168	16,8	Base	44,11	24 meses
	SE	0	0	Base	40,90	24 meses
	NE	0	0	Ponta	59,84	6 meses
	NE	352	35,2	Ponta	54,35	12 meses
	NE	3247	324,7	Ponta	67,67	24 meses
	S	579,718	57,9718	Ponta	62,98	24 meses
	SE	0	0	Ponta	56,72	24 meses
ELETRONORTE	N	110	11	Base	36,96	12 meses
	N	940	94	Base	37,91	12 meses
	NE	0	0	Base	44,11	24 meses
EMAE	SE	0	0	Base	54,36	6 meses
FURNAS	S	14	1,4	Base	34,00	6 meses
	SE	0	0	Base	54,36	6 meses
	S	18,947	1,8947	Base	41,64	12 meses
	SE	0	0	Base	55,51	12 meses
	S	150	15	Base	59,97	24 meses
	SE	206	20,6	Base	40,90	24 meses
	S	0	0	Ponta	55,94	6 meses
	SE	36,613	3,6613	Ponta	38,74	6 meses
	S	0	0	Ponta	56,38	12 meses
	SE	140	14	Ponta	44,73	12 meses
	S	480,72	48,072	Ponta	62,98	24 meses
		SE	1422,75	142,275	Ponta	56,72
TRACTEBEL	N	0	0	Base	38,00	6 meses
	SE	0	0	Base	54,36	6 meses
	S	41,053	4,1053	Base	41,64	12 meses
	SE	0	0	Base	55,51	12 meses
	S	40	4	Base	59,97	24 meses
	SE	0	0	Base	40,90	24 meses
	S	0	0	Ponta	55,94	6 meses
	SE	13,387	1,3387	Ponta	38,74	6 meses
	S	0	0	Ponta	56,38	12 meses
	SE	420	42	Ponta	44,73	12 meses
	S	267,562	26,7562	Ponta	62,98	24 meses
	SE	0	0	Ponta	56,72	24 meses

EMPRESA COMPRADORA	SUBMERCADO	LOTES ARREMATADOS	MW Médio ARREMATADOS	TIPO	PREÇO (R\$/MWh)	CONTRATO
ALBRAS BARBACENA	N	110	11	Base	36,96	12 meses
	N	90	9	Base	37,91	24 meses
ALCAN CANDEIAS	NE	191	19,1	Ponta	54,35	12 meses
	NE	361	36,1	Ponta	67,67	24 meses
ALCAN OURO PRETO	SE	230	23	Ponta	44,73	12 meses
	SE	400	40	Ponta	56,72	24 meses
ALUNORTE BARCARENA	N	850	85	Base	37,91	24 meses
CARBOCLORO SÃO PAULO	SE	145	14,5	Base	40,90	24 meses
	SE	50	5	Ponta	38,74	6 meses
	SE	330	33	Ponta	44,73	12 meses
DÖHLER JOINVILLE	S	49	4,9	Base	41,64	12 meses
DOW BRASIL CANDEIAS	NE	100	10	Base	44,11	24 meses
FERBASA	NE	51	5,1	Ponta	54,35	12 meses
	NE	1182	118,2	Ponta	67,67	24 meses
GERDAU AÇONORTE	NE	18	1,8	Base	44,11	24 meses
	NE	100	10	Ponta	54,35	12 meses
	NE	100	10	Ponta	67,67	24 meses
GERDAU COSIGUA	SE	61	6,1	Base	40,90	24 meses
	SE	869	86,9	Ponta	56,72	24 meses
GERDAU GUAÍRA	S	372	37,2	Ponta	62,98	24 meses
GERDAU PIRATINI	S	49	4,9	Base	59,97	24 meses
	S	118	11,8	Ponta	62,98	24 meses
GERDAU RIO GRANDENSE	S	12	1,2	Base	59,97	24 meses
	S	211	21,1	Ponta	62,98	24 meses
GERDAU SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	SE	23	2,3	Ponta	56,72	24 meses
GERDAU USIBA	NE	50	5	Base	44,11	24 meses
	NE	10	1	Ponta	54,35	12 meses
	NE	706	70,6	Ponta	67,67	24 meses
METALCORTE CAXIAS DO SUL	S	60	6	Ponta	62,98	24 meses
NORSKE JAGUARIAÍVA	S	71	7,1	Base	59,97	24 meses
	S	466	46,6	Ponta	62,98	24 meses
PAN-AMERICANA RIO DE JANEIRO	SE	35	3,5	Ponta	56,72	24 meses
SCHULZ JOINVILLE	S	16	1,6	Base	59,97	24 meses
	S	43	4,3	Ponta	62,98	24 meses
SIBRA SIMÕES FILHO	NE	898	89,8	Ponta	67,67	24 meses
TOMÉ CAXIAS DO SUL	S	35	3,5	Ponta	62,98	24 meses
ULTRAFÉRTIL CUBATÃO	S	14	1,4	Base	34,00	6 meses
	S	11	1,1	Base	41,64	12 meses
	S	10	1	Base	59,97	24 meses
VALESUL RIO DE JANEIRO	SE	570	57	Ponta	56,72	24 meses
WEG JARAGUÁ DO SUL	S	32	3,2	Base	59,97	24 meses
	S	23	2,3	Ponta	62,98	24 meses

2. ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS LEILÕES NO MERCADO BRASILEIRO

Leilões têm sido utilizados em vários mercados ao redor do mundo, como já foi apresentado anteriormente, como uma forma de buscar o custo do produto quando os jogadores não têm informações perfeitas sobre o mesmo. É claro que um mesmo produto pode apresentar preços diferenciados por participante em função do valor agregado que aquele bem venha trazer ao participante em questão. Também esse aspecto deve ser levado em consideração numa análise desse tipo.

Os leilões de venda apresentaram como jogadores do processo as empresas compradoras que podiam efetuar lances para os diversos produtos ofertados. Havendo interesse num determinado lote de energia, o preço do mesmo passava a um patamar mais elevado quando a demanda se tornava maior que a oferta apresentada. Racionalmente, um vendedor sempre gostaria de vender o seu produto ao maior preço possível enquanto que o

comprador desejaria obtê-lo ao menor preço possível. É justamente esse equilíbrio entre oferta e demanda que o mecanismo de leilão tenta atingir de forma natural. Já nos leilões de compra, os jogadores ativos seriam as empresas geradoras que efetuavam seus lances aceitando os lotes de energia demandados pelos compradores ao preço definido por eles. Lances que ultrapassassem a quantidade demandada de um determinado lote acarretavam na redução do preço do mesmo. Também um equilíbrio seria verificado e atingido a partir das negociações efetuadas entre os agentes.

Nesse item, a partir dos resultados verificados para todos os leilões organizados e realizados pelo Mercado Atacadista de Energia elétrica – MAE, serão analisadas as participações dos diversos agentes no processo com a intenção de procurar-se determinar quais teriam sido as prováveis estratégias utilizadas por eles quando de sua atuação no referido leilão. Ressalta-se que essa análise das estratégias dos diversos jogadores nos processos reflete um ponto de vista exclusivo dos autores a partir da observação desses resultados e não representam as possíveis estratégias reais de negociação utilizadas pelas diversas empresas nos vários leilões realizados. Em seguida serão apresentadas ainda algumas sugestões de futuros trabalhos e pesquisas que visem estabelecer um melhor entendimento acerca dessas estratégias de atuação dos agentes nos leilões e os reflexos que podem causar para os consumidores finais do produto.

2.1 RESULTADOS E ESTRATÉGIAS NO LEILÃO DE VENDAS

De acordo com os resultados do único leilão de vendas ocorrido no mercado de energia brasileiro, a empresa que mais vendeu produtos foi a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF que negociou um total de 2.052 lotes de 0,5 MW médios cada um (69,7% do seu total de 2.944 lotes). Dos lotes ofertados por essa empresa para o submercado Nordeste foram adquiridos cerca de 78,5% desse montante. Como não foi arrematada a totalidade dos lotes de nenhum produto ofertado, os preços de fechamento verificados foram os próprios preços de abertura definidos pelo vendedor. Apenas a CHESF ofertou lotes de energia nesse submercado. No submercado Norte, CHESF e ELETRONORTE ofertaram lotes de energia sendo arrematados quase 49% das ofertas. Verificou-se um ágio de 7% apenas para o produto de 4 anos de contrato ofertado pela ELETRONORTE. Para o submercado Sudeste – Centro Oeste foram negociados 23% dos lotes ofertados. Desse montante, a CHESF vendeu mais de 66% do seu montante ofertado nesse submercado sendo que nos lotes de 4 anos de contratação foi verificado um ágio de 12,7% em relação ao preço de abertura. Por outro lado,

FURNAS negociou pouco mais de 6% dos seus lotes ofertados sem obter ágio nos preços de abertura enquanto que a TRACTEBEL vendeu quase 11% do seu total ofertado, também sem ágio no preço. Finalmente, no submercado Sul, foram negociados 54,7% do montante ofertado, sendo 61,4% para a CHESF e 50% para a COPEL Geração. Não foram verificados ágios nos preços para essas negociações realizadas.

A provável estratégia utilizada pela CHESF foi ofertar lotes de energia divididos nos diversos submercados do setor elétrico brasileiro. Verifica-se ainda que sua ação foi centrada no submercado Nordeste, região de atuação dessa empresa. Os preços de abertura dos lances apresentados por ela, por sua vez, mostraram-se bastante atrativos aos compradores. As empresas de geração FURNAS e ELETRONORTE, estatais como a CHESF, por outro lado, optaram por ofertar lotes de energia apenas nos seus submercados de atuação. FURNAS inclusive concentrou sua atuação para os produtos com contrato de 6 anos no Sudeste tendo vendido apenas pouco mais de 1% do montante ofertado nessa modalidade. Os preços de abertura dos lances apresentados pelas empresas vendedoras foram determinantes para a realização ou não de negócios no referido processo. As empresas distribuidoras necessitam comprar previamente a energia a ser consumida em períodos futuros de acordo com o estabelecido na legislação vigente. Dessa forma, não houve negociações, do ponto de vista dos autores, devido aos preços cobrados pelas empresas de geração, vendedores do processo, terem sido considerados elevados pelas empresas distribuidoras e comercializadoras, compradoras do processo. No Nordeste foram arrematados produtos a um preço médio de cerca de US\$ 14,3 / MWh para todos os produtos ofertados nos diversos períodos dos contratos, enquanto no Norte os preços de fechamento variaram de US\$ 13 / MWh para os contratos mais curtos (2 anos) para US\$ 18,5 / MWh para os contratos de 6 anos. Já no submercado Sudeste – Centro Oeste, o com maior demanda e com mais agentes atuantes, foram negociados cerca de 11% dos lotes ofertados para contratos de 2 anos a US\$ 16,3 / MWh. Os contratos para 4 anos foram totalmente negociados a pouco mais de US\$ 18 / MWh enquanto que os contratos de 6 anos apresentaram um preço de venda de US\$ 21,9 / MWh, efetivando apenas 1,1% de negociações do volume total ofertado. Por sua vez, o Sul negociou pouco mais de 61% dos lotes ofertados para contratos de 4 anos ao preço de US\$ 15,2 / MWh e 50% da oferta dos contratos de 6 anos a US\$ 21,9 / MWh.

As leis de mercado são facilmente reconhecidas nesse processo específico em que a forma de comercialização revela o valor do produto para os agentes envolvidos na negociação. O submercado Sul negociou pouco mais da metade dos lotes ofertados a preços maiores que os verificados no Nordeste e no Norte, por exemplo, mesmo para contratos de

períodos iguais. Pela falta de ofertantes, não se verificou competição e a necessidade levou os preços a maiores patamares. O Nordeste, por outro lado, mesmo apresentando apenas um ofertante (CHESF), efetuou negociações com quase 80% dos lotes em oferta a preços abaixo dos verificados no Sul e no Sudeste. No submercado Norte apenas duas empresas ofertaram produtos havendo pequeno ágio em deles tendo os preços de fechamento ficado próximos aos verificados no subsistema Nordeste. O Sudeste – Centro Oeste, apesar de possuir mais empresas candidatas a adquirir os lotes ofertados, efetuou um volume de negociações bem aquém do pretendido provavelmente pelos elevados preços ofertados pelas empresas vendedoras. Ou seja, apesar de necessitarem do produto para atingir exigências legais, as empresas de distribuição preferiram ser mais cautelosas e adquirir os lotes de que precisam em outras oportunidades.

Durante a realização do leilão *online*, observou-se que os lances dados imediatamente em determinados produtos fizeram com que os agentes compradores se sentissem compelidos a efetivar logo suas propostas levando, em muitos casos, os preços a subirem rapidamente levando a ágios relativamente elevados em relação ao preço de abertura inicial ofertado. Em outras situações verificou-se que os agentes preferiram ser mais cautelosos e esperar a ação dos outros jogadores antes de efetuar sua própria jogada. Para esses casos, não se verificaram aumentos nos preços dos produtos e os preços de fechamento ficaram iguais aos preços de abertura mesmo com a totalidade dos lotes ofertados sendo arrematados.

Para os leilões de venda de energia, de acordo com as regras estabelecidas pelo MAE, as estratégias dos agentes compradores e vendedores são bem distintas e específicas no processo. Os vendedores procuram vender seus lotes ao maior preço possível enquanto que compradores desejam adquirir esses produtos ao menor preço. O conflito de interesses verificado leva ao equilíbrio atingido quando da consolidação e efetivação do negócio. Os preços ofertados nos leilões de venda correspondem a preços mínimos iniciais. Uma ação competitiva sobre esse produto poderá levar a um aumento desse preço o que acarretará valores com ágio em relação ao preço original. Dessa forma, os agentes compradores devem evitar uma corrida inicial ao produto desejado para que o preço do mesmo não venha a subir demasiadamente logo no início do processo. Uma melhor estratégia para esses agentes seria uma análise inicial dos produtos ofertados e a verificação dos produtos de seu interesse. A análise dos preços ofertados é essencial para determinar se o agente deve ou não efetuar lances nos produtos de seu interesse. Em seguida o agente deve observar o comportamento dos outros jogadores habilitados a participar do leilão e as ações realizadas por eles. Os leilões do MAE não permitem a visualização dos jogadores que efetuam lances durante a realização

dos mesmos. Apenas quando da publicação dos resultados dos mesmos é que se observa quem foram os adquirentes dos produtos ofertados e negociados. Ressalta-se ainda que todos esses processos de leilão organizados pelo MAE têm um tempo definido de duração podendo ter os seus finais prorrogados dependendo do interesse dos participantes nos mesmos. Os agentes vendedores devem procurar ofertar seus produtos a preços que procurem refletir, com a máxima fidelidade possível, os diversos custos e despesas envolvidos no seu processo, com uma taxa de administração e um percentual de lucro líquido que projete um preço competitivo e que garanta um bom volume de negociações nos leilões.

2.2 RESULTADOS E ESTRATÉGIAS NOS LEILÕES DE COMPRAS

Como já mencionado anteriormente, os leilões de compra consistiam nas empresas distribuidoras, compradoras do processo, ofertarem suas necessidades de energia a preços de abertura máximos enquanto que as empresas de geração ou comercializadoras, vendedoras do processo, efetuariam seus lances *online* para os produtos que desejassem, desde que os preços de oferta fosse atraentes para elas.

O MAE organizou, desde julho/2003 até a maio/2004, 11 leilões de compra de energia. Nem todos os leilões organizados foram efetivamente realizados por motivos diversos.

No 1º Leilão, apesar de existirem distribuidoras interessadas em adquirir produtos, não houve a realização de negócios, pois nenhum agente vendedor foi atraído pelo preço inicial de oferta: US\$ 7,1 / MWh para contratos de 12 meses e US\$ 8,1 / MWh para contratos de 15 meses. O 2º e o 3º Leilões não foram realizados pela falta de compradores interessados em adquirir produtos nessa fase. Salienta-se, no entanto, que essas empresas de distribuição, de acordo com a legislação, são obrigadas a contratar a energia a ser comercializadas por elas aos seus consumidores finais. O 4º Leilão foi o primeiro a realizar negócios entre os agentes participantes, porém, muito modestos uma vez que foram negociados apenas cerca de 8,4% dos lotes demandados pelos agentes compradores. Os lotes vendidos, todos no submercado Sudeste – Centro Oeste, foram arrematados nesse leilão a preços que variaram entre US\$ 17,6 e 18,5 / MWh para contratos de 12 meses. O 5º Leilão de Compra, por sua vez, negociou 60% dos lotes demandados ao preço de US\$ 16 / MWh todos no submercado SE. Já o 6º Leilão não foi realizado pela não habilitação de empresas compradoras em participar do mesmo. Em janeiro/2004 foi realizado o 7º Leilão de Compra do MAE em que não houve nenhuma venda de produtos apesar de haver compradores e vendedores habilitados a participar do processo. O

preço de US\$ 13,7 / MWh para contratos de 9 meses não foi aceito pelo comprador para os lotes demandados, todos no submercado Nordeste. O 8º Leilão, por outro lado, apresentou lotes demandados nos submercados Sul, Sudeste – Centro Oeste e Nordeste. Cerca de 37,2% do total demandado foram vendidos sendo que apenas no submercado Nordeste houve negociação ao preço de US\$ 11,4 / MWh para contratos de 8 meses. Também por falta de compradores interessados em adquirir lotes de energia, não foi realizado o 9º Leilão de Compra do MAE. O 10º Leilão foi realizado no final de abril/2004 e negociou cerca de 64,5% dos lotes demandados pelos compradores. Lotes de energia foram demandados nos submercados Nordeste e Sudeste – Centro Oeste sendo efetuadas vendas apenas no submercado SE a preços que variaram no entorno de US\$ 9,7 / MWh para 6 meses de contrato. Finalmente o 11º Leilão ocorreu em 27 de maio de 2004 apresentando uma negociação de mais de 40% do volume demandado inicial. Foram negociados lotes de energia nos submercados Nordeste e Sudeste – Centro Oeste ao preço médio que variou de US\$ 8,5 a 9,0 / MWh.

Os leilões de compra mostram um aspecto interessante com relação ao processo do leilão em si. Nesses leilões, o preço é descendente a partir dos lances efetuados pelas empresas vendedoras quando atingirem os montantes máximos demandados pelas empresas compradoras. Observou-se, no início, um certo receio na participação nesses leilões de compra tanto por parte dos compradores quanto dos vendedores. Muitos leilões não foram realizados por falta de compradores interessados na aquisição de lotes de energia, pelo menos, naquele momento. Por outro lado, também ocorreram situações em que os leilões não foram realizados uma vez que os vendedores habilitados não fizeram nenhum lance, mostrando assim o seu descontentamento e não concordância com os preços oferecidos pelos compradores. De julho/2003 até os dias de hoje, a situação hidrológica do país ficou muito mais favorável fazendo com que os preços no mercado de curto prazo (preços MAE) em todo o Brasil se estabilizassem num patamar de cerca de US\$ 6 / MWh. Dessa forma, preços acima dessa faixa já se tornariam atrativos para os vendedores uma vez que a tendência do mercado é manter esse patamar até o final de 2004. O que se observou então é que preços, até então não atrativos aos vendedores, passaram a ser disputados por essas empresas uma vez que qualquer valor acima do preço de mercado ocasionaria um maior montante arrecadado por cada empresa. Já no 10º e no 11º Leilões de Compra observou-se essa tendência com preços de fechamento abaixo dos US\$ 10,0 / MWh. O 11º Leilão seria o último leilão de compra organizado pelo MAE com essa formatação. A partir do segundo semestre de 2004 deverão

entra em vigor os leilões do *pool* de energia com suas regras específicas e formatações, ainda não definidas.

2.3 RESULTADOS E ESTRATÉGIAS NOS LEILÕES DE EXCEDENTES

Conforme já mostrado anteriormente, o leilão de excedentes surgiu devido à verificação de sobras nas energias passíveis de serem geradas e comercializadas pelas empresas de geração. Esse leilão foi realizado uma única vez e esteve sob a coordenação do MAE, tendo como agentes ativos no processo para dar lances nos produtos grandes indústrias brasileiras que são os consumidores finais desse produto. As empresas vendedoras determinavam seus lotes de oferta a preços iniciais e alguns patamares de preços de reserva. Os compradores tinham então um papel ativo nesse leilão efetuando lances de quantidade nos produtos e aceitando ou não os preços ofertados. Se um produto era desejado por mais de um comprador, esgotando a capacidade ofertada, o preço sofria um decremento e, caso fosse atingido algum preço de reserva estabelecido por algum gerador, havia uma redução dessa capacidade ofertada. Nesse leilão, várias empresas consumidoras finais participaram ativamente do processo havendo negociação em mais de 83% dos lotes postos em oferta pelos vendedores. Foram adquiridos lotes de energia que variaram em contratos de 6 meses a 24 meses contemplando os patamares de carga base e ponta (horário de ponta – das 17:30 às 20:30 de um dia útil enquanto que as outras horas seriam consideradas horas base). Os preços de fechamento desses produtos variaram de cerca de US\$ 11,7 / MWh (para contratos hora base, 6 meses no submercado sul) até mais de US\$ 23,3 / MWh (contrato hora ponta, 24 meses no submercado nordeste) . Esses preços e quantidades negociadas nesse leilão refletiram o interesse desses consumidores industriais em adquirir energia elétrica, insumo essencial para muitos processos produtivos, para, em muitos casos, aumentar sua produção.

ANEXO 2

MODELOS DE LEILÕES PARA COMERCIALIZAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – EXEMPLOS DE FUNÇÕES DE OTIMIZAÇÃO

De acordo com os modelos de otimização propostos por Dekrajangpetch e Sheblé (1999), foram realizadas algumas simulações com cada um dos casos apresentados no capítulo 5 com o *software* de otimização LINGO 8.0. Esse programa foi desenvolvido pela LINDO Systems Inc. e foi utilizado na sua versão *freeware* disponível para *download* na *Internet*.

A seguir são apresentados alguns modelos descritos no capítulo 5 com a formatação do programa LINGO 8.0. Todos esses modelos foram processados a partir do *software* utilizando Programação Linear e Inteira. As variáveis em cada um dos modelos representam as quantidades de produtos a serem comercializados que otimizam as funções objetivo de acordo com o desejado em cada uma delas. Os valores que aparecem são exemplos de propostas de preços virtuais apenas para que os modelos fosse processados.

Modelo Caso 1:

MODEL:

```
TITLE      Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços
Especificados pelos Vendedores e Sem Preços de Reserva;
MIN = 52 * x11 + 55 * x12 + 48 * x13 + 53 * x21 + 49 * x22 + 56 * x23;
x11 + x12 + x13 <= 200;
x21 + x22 + x23 <= 400;
x11 + x21 >= 150;
x12 + x22 >= 250;
x13 + x23 >= 100;
x11 >= 0;
x12 >= 0;
x13 >= 0;
x21 >= 0;
x22 >= 0;
x23 >= 0;
```

```
Global optimal solution found at iteration:          4
Objective value:                                  24900.00
```

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços
Es

Variable	Value	Reduced Cost
X11	100.0000	0.000000
X12	0.000000	7.000000
X13	100.0000	0.000000
X21	50.00000	0.000000
X22	250.0000	0.000000
X23	0.000000	7.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	24900.00	-1.000000
2	0.000000	1.000000
3	100.0000	0.000000
4	0.000000	-53.000000
5	0.000000	-49.000000
6	0.000000	-49.000000
7	100.0000	0.000000
8	0.000000	0.000000
9	100.0000	0.000000
10	50.000000	0.000000
11	250.0000	0.000000
12	0.000000	0.000000

Modelo Caso 2:

MODEL:

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços Especificados pelos Vendedores e Com Preços de Reserva;

MIN = 52 * x11 + 55 * x12 + 48 * x13 + 53 * x21 + 49 * x22 + 56 * x23 + 50 * y1 + 55 * y2 + 52 * y3;

x11 + x12 + x13 <= 200;

x21 + x22 + x23 <= 400;

x11 + x21 + y1 >= 150;

x12 + x22 + y2 >= 250;

x13 + x23 + y3 >= 100;

x11 >= 0;

x12 >= 0;

x13 >= 0;

x21 >= 0;

x22 >= 0;

x23 >= 0;

y1 >= 0;

y2 >= 0;

y3 >= 0;

Global optimal solution found at iteration:

3

Objective value:

24550.00

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços Es

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	2.000000
X12	0.000000	6.000000
X13	100.0000	0.000000
X21	0.000000	3.000000
X22	250.0000	0.000000
X23	0.000000	8.000000
Y1	150.0000	0.000000
Y2	0.000000	6.000000
Y3	0.000000	4.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	24550.00	-1.000000
2	100.0000	0.000000
3	150.0000	0.000000
4	0.000000	-50.000000
5	0.000000	-49.000000
6	0.000000	-48.000000
7	0.000000	0.000000

8	0.000000	0.000000
9	100.0000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	250.0000	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	150.0000	0.000000
14	0.000000	0.000000
15	0.000000	0.000000

Modelo Caso 3:

MODEL:

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços Especificados pelos Compradores e Sem Preços de Reserva;
 MAX = 52 * x11 + 55 * x12 + 48 * x13 + 53 * x21 + 49 * x22 + 56 * x23;
 x11 + x12 + x13 <= 200;
 x21 + x22 + x23 <= 400;
 x11 + x21 <= 150;
 x12 + x22 <= 250;
 x13 + x23 <= 100;
 x11 >= 0;
 x12 >= 0;
 x13 >= 0;
 x21 >= 0;
 x22 >= 0;
 x23 >= 0;

Global optimal solution found at iteration: 4
 Objective value: 27000.00

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços Es

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	7.000000
X12	200.0000	0.000000
X13	0.000000	14.000000
X21	150.0000	0.000000
X22	50.00000	0.000000
X23	100.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	27000.00	1.000000
2	0.000000	6.000000
3	100.0000	0.000000
4	0.000000	53.00000
5	0.000000	49.00000
6	0.000000	56.00000
7	0.000000	0.000000
8	200.0000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	150.0000	0.000000
11	50.00000	0.000000
12	100.0000	0.000000

Modelo Caso 4:

MODEL:

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços Especificados pelos Compradores e Com Preços de Reserva;

```

MAX = 52 * x11 + 55 * x12 + 48 * x13 + 53 * x21 + 49 * x22 + 56 * x23 + 55
* y1 + 60 * y2;
x11 + x12 + x13 + y1 <= 200;
x21 + x22 + x23 + y2 <= 400;
x11 + x21 <= 150;
x12 + x22 <= 250;
x13 + x23 <= 100;
x11 >= 0;
x12 >= 0;
x13 >= 0;
x21 >= 0;
x22 >= 0;
x23 >= 0;
y1 >= 0;
y2 >= 0;

```

Global optimal solution found at iteration: 2
Objective value: 35000.00

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços
Es

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	3.000000
X12	200.0000	0.000000
X13	0.000000	7.000000
X21	0.000000	7.000000
X22	0.000000	11.000000
X23	0.000000	4.000000
Y1	0.000000	0.000000
Y2	400.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	35000.00	1.000000
2	0.000000	55.000000
3	0.000000	60.000000
4	150.0000	0.000000
5	50.000000	0.000000
6	100.0000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	200.0000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	0.000000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	0.000000	0.000000
13	0.000000	0.000000
14	400.0000	0.000000

Modelo Caso 5:

MODEL:

```

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços
Especificados pelos Vendedores e Compradores e Sem Preços de Reserva;
MAX = ( 58 - 52 ) * x11 + ( 60 - 54 ) * x12 + ( 56 - 58 ) * x13 + ( 52 - 50
) * x21 + ( 55 - 55 ) * x22 + ( 57 - 56 ) * x23;
x11 + x12 + x13 <= 200;
x21 + x22 + x23 <= 400;
x11 + x21 <= 150;
x12 + x22 <= 250;
x13 + x23 <= 100;
x11 >= 0;

```

```

x12 >= 0;
x13 >= 0;
x21 >= 0;
x22 >= 0;
x23 >= 0;

```

Global optimal solution found at iteration: 3
Objective value: 1600.000

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Especificados Preços Es

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	2.000000
X12	200.0000	0.000000
X13	0.000000	9.000000
X21	150.0000	0.000000
X22	0.000000	0.000000
X23	100.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	1600.000	1.000000
2	0.000000	6.000000
3	150.0000	0.000000
4	0.000000	2.000000
5	50.00000	0.000000
6	0.000000	1.000000
7	0.000000	0.000000
8	200.0000	0.000000
9	0.000000	0.000000
10	150.0000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	100.0000	0.000000

Modelo Caso 6:

MODEL:

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preços Especificados pelos Vendedores e Sem Preços de Reserva;

Min = 58 * xs1 + 55 * xs2;

xs1 <= 200;

xs2 <= 400;

xs1 + xs2 >= 150 + 250 + 100;

xs1 >= 0;

xs2 >= 0;

Global optimal solution found at iteration: 2
Objective value: 27800.00

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preço

Variable	Value	Reduced Cost
XS1	100.0000	0.000000
XS2	400.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	27800.00	-1.000000
2	100.0000	0.000000
3	0.000000	3.000000
4	0.000000	-58.00000

5	100.0000	0.000000
6	400.0000	0.000000

Modelo Caso 7:

MODEL:

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preços Especificados pelos Vendedores e Com Preços de Reserva;

Min = 58 * xs1 + 55 * xs2 + 56 * yb;

xs1 <= 200;

xs2 <= 400;

xs1 + xs2 + yb >= 150 + 250 + 100;

xs1 >= 0;

xs2 >= 0;

yb >= 0;

Global optimal solution found at iteration: 3
Objective value: 27600.00

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preço

Variable	Value	Reduced Cost
XS1	0.000000	2.000000
XS2	400.0000	0.000000
YB	100.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	27600.00	-1.000000
2	200.0000	0.000000
3	0.000000	1.000000
4	0.000000	-56.000000
5	0.000000	0.000000
6	400.0000	0.000000
7	100.0000	0.000000

Modelo Caso 8:

MODEL:

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preços Especificados pelos Compradores e Sem Preços de Reserva;

Max = 58 * xb1 + 55 * xb2 + 56 * xb3;

xb1 <= 150;

xb2 <= 250;

xb3 <= 100;

xb1 + xb2 + xb3 <= 200 + 400;

xb1 >= 0;

xb2 >= 0;

xb3 >= 0;

Global optimal solution found at iteration: 3
Objective value: 28050.00

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preço

Variable	Value	Reduced Cost
XB1	150.0000	0.000000
XB2	250.0000	0.000000
XB3	100.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	28050.00	1.000000
2	0.000000	58.000000
3	0.000000	55.000000
4	0.000000	56.000000
5	100.0000	0.000000
6	150.0000	0.000000
7	250.0000	0.000000
8	100.0000	0.000000

Modelo Caso 9:

MODEL:

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preços Especificados pelos Compradores e Com Preços de Reserva;

Max = 58 * xb1 + 55 * xb2 + 56 * xb3 + 56 * ys;

xb1 <= 150;

xb2 <= 250;

xb3 <= 100;

xb1 + xb2 + xb3 + ys <= 200 + 400;

xb1 >= 0;

xb2 >= 0;

xb3 >= 0;

ys >= 0;

Global optimal solution found at iteration:

4

Objective value:

33900.00

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preço

Variable	Value	Reduced Cost
XB1	150.0000	0.000000
XB2	0.000000	1.000000
XB3	100.0000	0.000000
YS	350.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	33900.00	1.000000
2	0.000000	2.000000
3	250.0000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	56.000000
6	150.0000	0.000000
7	0.000000	0.000000
8	100.0000	0.000000
9	350.0000	0.000000

Modelo Caso 10:

MODEL:

TITLE Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados Preços Especificados pelos Vendedores e Compradores e Sem Preços de Reserva;

Max = 58 * xb1 + 55 * xb2 + 56 * xb3 - 58 * xs1 - 55 * xs2;

xs1 <= 200;

xs2 <= 400;

xb1 <= 150;

xb2 <= 250;

xb3 <= 100;

```

xs1 + xs2 - xb1 - xb2 - xb3 = 0;
xs1 >= 0;
xs2 >= 0;
xb1 >= 0;
xb2 >= 0;
xb3 >= 0;

```

```

Global optimal solution found at iteration:      4
Objective value:                               550.0000

```

Model Title: Modelo Produtos Homogêneos Jogadores Não Especificados
Preço

Variable	Value	Reduced Cost
XB1	150.0000	0.000000
XB2	0.000000	0.000000
XB3	100.0000	0.000000
XS1	0.000000	3.000000
XS2	250.0000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	550.0000	1.000000
2	200.0000	0.000000
3	150.0000	0.000000
4	0.000000	3.000000
5	250.0000	0.000000
6	0.000000	1.000000
7	0.000000	-55.000000
8	0.000000	0.000000
9	250.0000	0.000000
10	150.0000	0.000000
11	0.000000	0.000000
12	100.0000	0.000000

ANEXO 3
RESULTADOS DO 1º LEILÃO DE COMPRA DE ENERGIA DE
EMPREENDIMIENTOS EXISTENTES
DEZEMBRO / 2004

São apresentados nesse anexo 3 os resultados do 1º Leilão de Compra de Energia de Empreendimentos Existentes realizado no dia 07 de dezembro de 2004 em São Paulo. Esse leilão seguiu as regras específicas de realização desenvolvidas pelo Governo Federal através do Ministério de Minas e Energia – MME, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE. Essas regras compreendiam não apenas as normas e regulamentos para a realização do leilão, como também todas as diretrizes a serem verificadas pelas empresas participantes do leilão no que diz respeito às pessoas envolvidas ativamente no processo do leilão e as regras de sigilo definidas para o mesmo. O leilão foi realizado em um hotel na cidade de São Paulo onde cada empresa participante se confinava em uma sala isolada com os seus representantes. Cada empresa não se comunicava com nenhuma outra empresa tendo acesso apenas ao sistema de processamento do leilão, sem acesso à rede mundial da Internet. O leilão foi realizado em duas fases, como descrito no capítulo 6, tendo sido iniciado na sua primeira fase às 11:00 hs do dia 07 de dezembro de 2004. Essa fase, onde os ofertantes dão lances de quantidade para os vários produtos, se encerrou às 17:30 hs desse mesmo dia dando início ao processo do leilão na sua segunda fase quando os ofertantes dariam agora lances de preços os seus lotes finais ofertados, além de lances adicionais de preços nos produtos abertos para os produtos fechados.

A partir do endereço eletrônico da CCEE (www.ccee.org.br), foi obtido o histórico das rodadas para esse leilão reproduzido a seguir.

Histórico de Rodadas

Abertura do Leilão

Atualização: 07/12/2004 11:00:00

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	80,00	Aberto
2006-08	86,00	Aberto
2007-08	93,00	Aberto

Resultado do processamento da 1ª Rodada

Atualização: 07/12/2004 11:15:00

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	76,90	Aberto
2006-08	86,00	Fechado
2007-08	91,10	Aberto

Resultado do processamento da 2ª Rodada

Atualização: 07/12/2004 12:34:29

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	74,00	Aberto
2006-08	86,00	Fechado
2007-08	89,60	Aberto

Resultado do processamento da 3ª Rodada Atualização: 07/12/2004 12:49:29

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	74,00	Fechado
2006-08	82,80	Aberto
2007-08	88,50	Aberto

Resultado do processamento da 4ª Rodada Atualização: 07/12/2004 13:04:33

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	71,30	Aberto
2006-08	82,80	Fechado
2007-08	87,60	Aberto

Resultado do processamento da 5ª Rodada Atualização: 07/12/2004 13:19:38

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	68,70	Aberto
2006-08	82,80	Fechado
2007-08	86,70	Aberto

Resultado do processamento da 6ª Rodada Atualização: 07/12/2004 13:34:42

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	66,40	Aberto
2006-08	79,80	Aberto
2007-08	85,80	Aberto

Resultado do processamento da 7ª Rodada Atualização: 07/12/2004 13:49:47

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	66,40	Fechado
2006-08	77,00	Aberto
2007-08	84,90	Aberto

Resultado do processamento da 8ª Rodada Atualização: 07/12/2004 14:04:52

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	66,40	Fechado
2006-08	77,00	Fechado
2007-08	84,10	Aberto

Resultado do processamento da 9ª Rodada Atualização: 07/12/2004 14:19:56

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	66,40	Fechado
2006-08	77,00	Fechado
2007-08	83,30	Aberto

Resultado do processamento da 10ª Rodada Atualização: 07/12/2004 14:35:01

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	66,40	Fechado
2006-08	77,00	Fechado
2007-08	82,50	Aberto

Resultado do processamento da 11ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 14:50:06**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	66,40	Fechado
2006-08	77,00	Fechado
2007-08	81,70	Aberto

Resultado do processamento da 12ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 15:05:11**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	66,40	Fechado
2006-08	74,60	Aberto
2007-08	80,90	Aberto

Resultado do processamento da 13ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 15:20:16**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	65,00	Aberto
2006-08	74,60	Fechado
2007-08	80,90	Fechado

Resultado do processamento da 14ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 15:35:19**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	63,80	Aberto
2006-08	74,60	Fechado
2007-08	80,90	Fechado

Resultado do processamento da 15ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 15:50:24**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	62,90	Aberto
2006-08	74,60	Fechado
2007-08	80,10	Aberto

Resultado do processamento da 16ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 16:05:30**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	62,10	Aberto
2006-08	74,60	Fechado
2007-08	80,10	Fechado

Resultado do processamento da 17ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 16:20:35**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	62,10	Fechado
2006-08	72,60	Aberto
2007-08	79,30	Aberto

Resultado do processamento da 18ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 16:35:41**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	62,10	Fechado
2006-08	71,00	Aberto
2007-08	79,30	Fechado

Resultado do processamento da 19ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 16:50:48**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	62,10	Fechado

2006-08	71,00	Fechado
2007-08	78,50	Aberto

Resultado do processamento da 20ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 17:05:54**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	62,10	Fechado
2006-08	71,00	Fechado
2007-08	77,70	Aberto

Resultado do processamento da 21ª Rodada **Atualização: 07/12/2004 17:21:07**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2005-08	62,10	Fechado
2006-08	71,00	Fechado
2007-08	77,70	Aberto

O quadro a seguir apresenta um resumo das 21 (vinte e uma) rodadas da primeira fase com os decrementos de preços verificados para cada um dos produtos nessas rodadas quando havia um excesso de oferta com relação à demanda (produto aberto). Observe que os decrementos nos preços são reduzidos à medida que as rodadas vão se sucedendo e os produtos continuam com excesso de oferta.

RODADAS	PREÇOS (R\$/MWh)			DIFERENÇAS (R\$/MWh)		
	PRODUTO 1	PRODUTO 2	PRODUTO 3	ΔP_1	ΔP_2	ΔP_3
Inicial	80,00	86,00	93,00			
1	76,90	86,00	91,10	3,10	-	1,90
2	74,00	86,00	89,60	2,90	-	1,50
3	74,00	82,80	88,50	-	3,20	1,10
4	71,30	82,80	87,60	2,70	-	0,90
5	68,70	82,80	86,70	2,60	-	0,90
6	66,40	79,80	85,80	2,30	3,00	0,90
7	66,40	77,00	84,90	-	2,80	0,90
8	66,40	77,00	84,10	-	-	0,80
9	66,40	77,00	83,30	-	-	0,80
10	66,40	77,00	82,50	-	-	0,80
11	66,40	77,00	81,70	-	-	0,80
12	66,40	74,60	80,90	-	2,40	0,80
13	65,00	74,60	80,90	1,40	-	-
14	63,80	74,60	80,90	1,20	-	-
15	62,90	74,60	80,10	0,90	-	0,80
16	62,10	74,60	80,10	0,80	-	-
17	62,10	72,60	79,30	-	2,00	0,80
18	62,10	71,00	79,30	-	1,60	-
19	62,10	71,00	78,50	-	-	0,80
20	62,10	71,00	77,70	-	-	0,80
21	62,10	71,00	77,70	-	-	-

Dessa forma, ao final da primeira fase do leilão, os seguintes produtos foram demandados para o início da segunda fase:

PRODUTO	SUPRIMENTO		PREÇO R\$/MWh	STATUS
	INÍCIO	PERÍODO		
1	2005	8 anos	62,10	Fechado
2	2006	8 anos	71,00	Fechado
3	2007	8 anos	77,70	Aberto

De acordo com as regras estabelecidas para o leilão, as empresas ofertantes poderiam fazer lances de preços para os seus lotes alocados em cada produto ao final da última rodada da primeira fase do leilão. Para os produtos fechados, as ofertas ocorreriam para os lotes alocados nesses mesmos produtos; para o produto aberto, além da oferta para o produto onde os lotes foram alocados ao final da última fase da rodada anterior, as empresas poderiam efetuar lances adicionais com as sobras que não fossem aproveitadas nesses produtos abertos para os produtos fechados. Assim as estratégias das empresas deveriam assegurar a possibilidade de ofertar seus lotes nos produtos alocados ao final da primeira fase mas também de ofertar em outros produtos que estivessem com falta de oferta. Os lances vencedores, em qualquer situação, seriam aqueles que apresentassem os menores preços ofertados.

O quadro a seguir apresenta um resumo do resultado do primeiro leilão de compras de empreendimentos existentes realizado em dezembro/2004 sob o ponto de vista das quantidades comercializadas por cada empresa vendedora.

Resumo Vendedor

Vendedor	2005-08		2006-08		2007-08		Total Lotes Vendidos
	Lotes Vendidos	Preço de Fechamento	Lotes Vendidos	Preço de Fechamento	Lotes Vendidos	Preço de Fechamento	
BREITENER							0
CDSA							0
CEC							0
CEEE	260	57,47	152	67,87			412
CEMIG			927	69,58			927
CERAN							0
CESP	800	62,10	1178	68,37	20	77,70	1998
CGTEE							0
CHESF	2500	52,79	1054	60,35	138	66,05	3692
COPEL GERAÇÃO	980	57,50	368	67,62	81	75,44	1429
DUKE	214	59,98	58	69,98	218	75,98	490
ELETRONORTE	672	56,00	328	63,90	550	77,00	1550
EMAE	85	60,84	33	69,21	5	75,75	123
ESCELSA	87	57,00	27	64,00			114
FURNAS	3076	60,94	2527	69,58	150	77,70	5753
LIGHT	380	51,73	130	61,12			510
TEC							0
TRACTEBEL					10	70,89	10
TOTAL	9054	57,51	6782	67,33	1172	75,46	17008

As empresas distribuidoras, compradoras no processo do leilão, assumiram uma posição passiva no mesmo, pelas próprias regras impostas. Essas empresas deveriam definir, antes do leilão, o montante de energia que elas desejavam adquirir e que deveriam, conforme estabelecido na legislação, contemplar 100% da sua demanda prevista para os períodos futuros. Essas distribuidoras ao fim do processo, comprariam esses montantes de energia de diversas empresas vendedoras de acordo com as ofertas vencedoras efetuadas por elas. O quadro a seguir apresenta um resumo do resultado do leilão do ponto de vista das empresas distribuidoras, compradoras no leilão, e os montantes adquiridos por elas.

Vendedor	2005-08 Energia Contratada (MWh)	2006-08 Energia Contratada (MWh)	2007-08 Energia Contratada (MWh)	Total	% sobre total negociado
AES SUL	8.393.255,814	21.678.764,386	2.943.336,758	33.015.356,958	2,768%
AMPLA	23.614.598,648	17.660.280,546	2.547.808,360	43.822.687,554	3,674%
BANDEIRANTE	18.458.226,216	21.601.569,972	1.674.898,774	41.734.694,962	3,499%
BRAGANTINA	277.463,002	1.479.559,584	1.611.827,276	3.368.849,862	0,282%
CAIUA	2.219.704,016	1.736.874,298	1.471.668,382	5.428.246,696	0,455%
CEAL	11.891.578,710	5.081.965,536	6.166.991,308	23.140.535,554	1,940%
CEB	8.927.372,094	6.609.771,630	1.285.957,846	16.823.101,570	1,410%
CEEE	15.178.197,342	6.350.848,704	3.041.868,462	24.570.914,508	2,060%
CELB	1.803.509,514	1.479.559,584	70.079,446	3.353.148,544	0,281%
CELESC	0,000	5.918.238,350	0,000	5.918.238,350	0,496%
CELG	25.665.327,702	12.479.763,476	10.511.917,000	48.657.008,178	4,079%
CELPA	30.590.295,988	13.894.994,382	5.326.037,946	49.811.328,316	4,176%
CELPE	17.410.803,382	22.772.351,906	3.784.290,118	43.967.445,406	3,686%
CELTINS	2.427.801,268	1.222.244,876	1.471.668,382	5.121.714,526	0,429%
CEMAR	23.397.067,660	8.890.223,258	3.244.678,382	35.531.969,300	2,979%
CEMAT	624.291,754	5.660.923,636	1.401.588,934	7.686.804,324	0,644%
CEMIG	37.180.042,288	64.457.335,058	0,000	101.637.377,346	8,521%
CEPISA	13.179.492,600	5.236.354,362	5.613.363,674	24.029.210,636	2,015%
CFLCL	1.040.486,262	1.222.244,876	490.556,128	2.753.287,266	0,231%
COELBA	55.770.063,432	27.661.331,412	4.485.084,586	87.916.479,430	7,371%
COELCE	24.416.744,190	17.719.334,272	3.175.299,726	45.311.378,188	3,799%
COPEL DISTRIBUICAO	69.573.847,798	28.175.960,834	0,000	97.749.808,632	8,195%
COSERN	18.520.655,394	10.099.602,400	1.401.588,934	30.021.846,728	2,517%
CPFL PAULISTA	7.907.695,562	12.865.735,540	1.541.747,828	22.315.178,930	1,871%
EEVP	1.664.778,014	1.222.244,876	770.873,914	3.657.896,804	0,307%
ELEKTRO	36.347.653,284	23.351.310,004	2.663.018,976	62.361.982,264	5,228%
ELETROPAULO	87.400.845,688	44.065.144,226	2.312.621,742	133.778.611,656	11,216%
ENERGIPE	8.115.792,814	5.146.294,214	911.032,808	14.173.119,836	1,188%
ENERSUL	8.561.120,928	9.766.379,850	1.461.156,460	19.788.657,238	1,659%
ESCELSA	14.122.173,150	11.626.121,920	367.216,298	26.115.511,368	2,190%
LIGHT	39.517.668,082	44.515.444,972	8.549.692,490	92.582.805,544	7,762%
NACIONAL	971.120,504	836.272,806	630.715,020	2.438.108,330	0,204%
PIRATININGA	4.161.945,032	4.052.706,694	0,000	8.214.651,726	0,689%
SAELPA	13.248.858,350	7.719.441,326	1.121.271,148	22.089.570,824	1,852%
SANTA CRUZ	2.358.435,518	1.350.902,234	140.158,894	3.849.496,646	0,323%

Valor Financeiro

	2005-08	2006-08	2007-08	Total
Total (MWh)	634.938.912,00	475.608.096,00	82.190.016,00	1.192.737.024,00
Preço médio (R\$/MWh)	57,51	67,33	75,46	
Montante (R\$)	36.515.336.829,12	32.022.693.103,68	6.202.058.607,36	74.740.088.540,16

ANEXO 4
RESULTADOS DO 2º LEILÃO DE COMPRA DE ENERGIA DE
EMPREENHIMENTOS EXISTENTES
ABRIL / 2005

São apresentados nesse anexo 4 os resultados do 2º Leilão de Compra de Energia de Empreendimentos Existentes realizado no dia 02 de abril de 2005 em São Paulo. Esse leilão seguiu as regras específicas (e ligeiramente modificadas em relação ao leilão anterior como apresentado no capítulo 6) desenvolvidas pelo Governo Federal através do Ministério de Minas e Energia – MME, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE. Essas regras compreendiam não apenas as normas e regulamentos para a realização do leilão, como também todas as diretrizes a serem verificadas pelas empresas participantes do leilão no que diz respeito às pessoas envolvidas ativamente no processo do leilão e as regras de sigilo definidas para o mesmo. Da mesma forma que no leilão anterior, esse leilão foi realizado em um hotel na cidade de São Paulo onde cada empresa participante se confinava em uma sala isolada com os seus representantes. Cada empresa não se comunicava com nenhuma outra empresa tendo acesso apenas ao sistema de processamento do leilão, sem acesso à rede mundial da Internet. O leilão foi realizado em duas fases, como descrito no capítulo 6, tendo sido iniciado na sua primeira fase às 10:30 hs do dia 02 de abril de 2005. Essa fase, onde os ofertantes dão lances de quantidade para os vários produtos, se encerrou pouco depois das 03:00 hs do dia seguinte, 03 de abril de 2005, dando início ao processo do leilão na sua segunda fase quando os ofertantes dariam agora lances de preços os seus lotes finais ofertados, além de lances adicionais de preços nos produtos abertos para os produtos fechados. Essa segunda fase teve início pouco depois das 03:30 do dia 03 de abril de 2005 sendo encerrada às 03:50 desse mesmo dia.

O histórico das rodadas para esse leilão está representado a seguir:

Histórico de Rodadas

Abertura do Leilão

Atualização: 02/04/2005 10:30:00

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Aberto
2009-08	104,00	Aberto

Resultado do processamento da 1ª Rodada

Atualização: 02/04/2005 10:45:00

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	102,10	Aberto

Resultado do processamento da 2ª Rodada Atualização: 02/04/2005 11:00:08

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	100,30	Aberto

Resultado do processamento da 3ª Rodada Atualização: 02/04/2005 11:15:12

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	98,60	Aberto

Resultado do processamento da 4ª Rodada Atualização: 02/04/2005 11:30:17

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	96,90	Aberto

Resultado do processamento da 5ª Rodada Atualização: 02/04/2005 11:45:22

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	95,30	Aberto

Resultado do processamento da 6ª Rodada Atualização: 02/04/2005 12:00:26

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	93,70	Aberto

Resultado do processamento da 7ª Rodada Atualização: 02/04/2005 12:15:31

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	92,80	Aberto

Resultado do processamento da 8ª Rodada Atualização: 02/04/2005 12:30:35

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	91,90	Aberto

Resultado do processamento da 9ª Rodada Atualização: 02/04/2005 12:45:40

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	91,00	Aberto

Resultado do processamento da 10ª Rodada Atualização: 02/04/2005 13:00:45

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	90,10	Aberto

Resultado do processamento da 11ª Rodada Atualização: 02/04/2005 13:15:50

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	89,20	Aberto

Resultado do processamento da 12ª Rodada Atualização: 02/04/2005 13:30:55

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
----------------	---------------------------------	-----------------

2008-08	99,00	Fechado
2009-08	88,30	Aberto

Resultado do processamento da 13ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 13:45:59**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	87,40	Aberto

Resultado do processamento da 14ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 14:01:04**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	86,50	Aberto

Resultado do processamento da 15ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 14:16:10**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	85,60	Aberto

Resultado do processamento da 16ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 14:31:15**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	84,70	Aberto

Resultado do processamento da 17ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 14:46:21**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	83,90	Aberto

Resultado do processamento da 18ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 15:01:26**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	83,10	Aberto

Resultado do processamento da 19ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 15:16:32**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	82,30	Aberto

Resultado do processamento da 20ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 15:31:38**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	81,50	Aberto

Resultado do processamento da 21ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 15:46:44**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	80,70	Aberto

Resultado do processamento da 22ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 16:01:51**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	79,90	Aberto

Resultado do processamento da 23ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 16:16:58**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	79,10	Aberto

Resultado do processamento da 24ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 16:32:05**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	78,30	Aberto

Resultado do processamento da 25ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 16:47:12**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	77,50	Aberto

Resultado do processamento da 26ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 17:02:19**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	76,70	Aberto

Resultado do processamento da 27ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 17:17:27**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	75,90	Aberto

Resultado do processamento da 28ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 17:32:35**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	75,10	Aberto

Resultado do processamento da 29ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 17:47:44**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	74,30	Aberto

Resultado do processamento da 30ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 18:02:52**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	73,60	Aberto

Resultado do processamento da 31ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 18:18:02**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	72,90	Aberto

Resultado do processamento da 32ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 18:33:12**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	72,20	Aberto

Resultado do processamento da 33ª Rodada **Atualização: 02/04/2005 18:48:22**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	71,50	Aberto

Resultado do processamento da 34ª Rodada Atualização: 02/04/2005 19:03:34

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	70,80	Aberto

Resultado do processamento da 35ª Rodada Atualização: 02/04/2005 19:18:45

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	70,10	Aberto

Resultado do processamento da 36ª Rodada Atualização: 02/04/2005 19:33:53

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	69,40	Aberto

Resultado do processamento da 37ª Rodada Atualização: 02/04/2005 19:49:05

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	68,70	Aberto

Resultado do processamento da 38ª Rodada Atualização: 02/04/2005 20:04:19

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	68,00	Aberto

Resultado do processamento da 39ª Rodada Atualização: 02/04/2005 20:19:34

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	67,30	Aberto

Resultado do processamento da 40ª Rodada Atualização: 02/04/2005 20:34:49

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	66,60	Aberto

Resultado do processamento da 41ª Rodada Atualização: 02/04/2005 20:50:05

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	65,90	Aberto

Resultado do processamento da 42ª Rodada Atualização: 02/04/2005 21:05:21

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	65,20	Aberto

Resultado do processamento da 43ª Rodada Atualização: 02/04/2005 21:20:38

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado

2009-08 64,50 Aberto

Resultado do processamento da 44ª Rodada Atualização: 02/04/2005 21:35:57

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	63,90	Aberto

Resultado do processamento da 45ª Rodada Atualização: 02/04/2005 23:34:40

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	99,00	Fechado
2009-08	63,30	Aberto

Resultado do processamento da 46ª Rodada Atualização: 02/04/2005 23:50:02

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	97,70	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 47ª Rodada Atualização: 03/04/2005 00:05:08

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	96,40	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 48ª Rodada Atualização: 03/04/2005 00:20:13

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	95,10	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 49ª Rodada Atualização: 03/04/2005 00:35:18

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	93,80	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 50ª Rodada Atualização: 03/04/2005 00:50:25

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	92,50	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 51ª Rodada Atualização: 03/04/2005 01:05:30

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	91,30	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 52ª Rodada Atualização: 03/04/2005 01:20:37

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	90,10	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 53ª Rodada Atualização: 03/04/2005 01:35:43

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	88,90	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 54ª Rodada **Atualização: 03/04/2005 01:50:43**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	87,70	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 55ª Rodada **Atualização: 03/04/2005 02:05:49**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	86,50	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 56ª Rodada **Atualização: 03/04/2005 02:20:55**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	85,40	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 57ª Rodada **Atualização: 03/04/2005 02:36:02**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	84,30	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 58ª Rodada **Atualização: 03/04/2005 02:51:08**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	83,50	Aberto
2009-08	--	Excluído

Resultado do processamento da 59ª Rodada **Atualização: 03/04/2005 03:06:14**

Produto	Preço Corrente (R\$/MWh)	Situação
2008-08	83,50	Fechado
2009-08	--	Excluído

O quadro a seguir apresenta um resumo de todas as 59 (cinquenta e nove) rodadas ocorridas na primeira fase do referido leilão de compra de empreendimentos existentes com os decrementos de preços verificados para cada um dos produtos nessas rodadas quando havia um excesso de oferta com relação à demanda (produto aberto). Observe que os decrementos nos preços são reduzidos à medida que as rodadas vão se sucedendo e os produtos continuam com excesso de oferta.

Rodada	Preços (R\$/MWh)		Diferenças (R\$/MWh)	
	2008-08	2009-08	ΔP_1	ΔP_2
Inicial	99.00	104.00	-	-
1	99.00	102.10	-	1.90
2	99.00	100.30	-	1.80
3	99.00	98.60	-	1.70
4	99.00	96.90	-	1.70
5	99.00	95.30	-	1.60
6	99.00	93.70	-	1.60
7	99.00	92.80	-	0.90
8	99.00	91.90	-	0.90
9	99.00	91.00	-	0.90
10	99.00	90.10	-	0.90
11	99.00	89.20	-	0.90
12	99.00	88.30	-	0.90
13	99.00	87.40	-	0.90
14	99.00	86.50	-	0.90
15	99.00	85.60	-	0.90
16	99.00	84.70	-	0.90
17	99.00	83.90	-	0.80
18	99.00	83.10	-	0.80
19	99.00	82.30	-	0.80
20	99.00	81.50	-	0.80
21	99.00	80.70	-	0.80
22	99.00	79.90	-	0.80
23	99.00	79.10	-	0.80
24	99.00	78.30	-	0.80
25	99.00	77.50	-	0.80
26	99.00	76.70	-	0.80
27	99.00	75.90	-	0.80
28	99.00	75.10	-	0.80
29	99.00	74.30	-	0.80
30	99.00	73.60	-	0.70
31	99.00	72.90	-	0.70
32	99.00	72.20	-	0.70
33	99.00	71.50	-	0.70
34	99.00	70.80	-	0.70
35	99.00	70.10	-	0.70
36	99.00	69.40	-	0.70
37	99.00	68.70	-	0.70
38	99.00	68.00	-	0.70
39	99.00	67.30	-	0.70
40	99.00	66.60	-	0.70
41	99.00	65.90	-	0.70
42	99.00	65.20	-	0.70
43	99.00	64.50	-	0.70
44	99.00	63.90	-	0.60
45	99.00	63.30	-	0.60
46	97.70	-	1.30	-
47	96.40	-	1.30	-
48	95.10	-	1.30	-
49	93.80	-	1.30	-
50	92.50	-	1.30	-

51	91.30	-	1.20	-
52	90.10	-	1.20	-
53	88.90	-	1.20	-
54	87.70	-	1.20	-
55	86.50	-	1.20	-
56	85.40	-	1.10	-
57	84.30	-	1.10	-
58	83.50	-	0.80	-
59	83.50	-	-	-

Dessa forma, ao final da primeira fase do leilão, os seguintes produtos foram demandados para o início da segunda fase:

PRODUTO	SUPRIMENTO		PREÇO	STATUS
	INÍCIO	PERÍODO	R\$/MWh	
1	2008	8 anos	83,50	Fechado
2	2009	8 anos	-	Excluído

De acordo com as regras estabelecidas para o leilão, as empresas ofertantes poderiam fazer lances de preços para os seus lotes alocados em cada produto ao final da última rodada da primeira fase do leilão. Para os produtos fechados, as ofertas ocorreriam para os lotes alocados nesses mesmos produtos; para o produto aberto, além da oferta para o produto onde os lotes foram alocados ao final da última fase da rodada anterior, as empresas poderiam efetuar lances adicionais com as sobras que não fossem aproveitadas nesses produtos abertos para os produtos fechados. Assim as estratégias das empresas deveriam assegurar a possibilidade de ofertar seus lotes nos produtos alocados ao final da primeira fase mas também de ofertar em outros produtos que estivessem com falta de oferta. Os lances vencedores, em qualquer situação, seriam aqueles que apresentassem os menores preços ofertados.

O quadro a seguir apresenta um resumo do resultado do primeiro leilão de compras de empreendimentos existentes realizado em abril/2005 sob o ponto de vista das quantidades comercializadas por cada empresa vendedora.

Resultados do Leilão - Resumo Vendedor

Vendedor	2008-08 (MWh)		2009-08 (MWh)		Total lotes vendidos
	lotes vendidos	preço	lotes vendidos	preço	
CDSA	133	83,48	-	-	133
CEC	-	-	-	-	0
CELPA	23	83,50	-	-	23
CEMIG GERACAO	105	83,50	-	-	105
CERAN	-	-	-	-	0
CESP	170	83,50	-	-	170
CGTEE	104	83,50	-	-	104
CHESF	450	83,50	-	-	450
COPEL GERACAO	80	82,32	-	-	80
DUKE ENERGY	-	-	-	-	0
ELETRONORTE	90	83,47	-	-	90
ENERSUL	20	78,50	-	-	20
FURNAS	-	-	-	-	0
TEC	150	81,55	-	-	150
TERMOPE	-	-	-	-	0
TRACTEBEL	-	-	-	-	0
TOTAL:	1.325		0		1.325

As empresas distribuidoras, compradoras no processo do leilão, assumiram uma posição passiva no mesmo, pelas próprias regras impostas. Essas empresas deveriam definir, antes do leilão, o montante de energia que elas desejavam adquirir e que deveriam, conforme estabelecido na legislação, contemplar 100% da sua demanda prevista para os períodos futuros. Essas distribuidoras ao fim do processo, comprariam esses montantes de energia de diversas empresas vendedoras de acordo com as ofertas vencedoras efetuadas por elas. O quadro a seguir apresenta um resumo do resultado do leilão do ponto de vista das empresas distribuidoras, compradoras no leilão, e os montantes adquiridos por elas.

Resultados do Leilão - Resumo Comprador

Comprador	2008-08 (MWh)	Total (MWh)	% sobre total negociado
AES SUL	2.671.526,216	2.671.526,216	2,875
AMPLA	3.991.171,112	3.991.171,112	4,295
BANDEIRANTE	2.911.963,578	2.911.963,578	3,134
CAIUA	237.468,996	237.468,996	0,256
CATAGUAZES	89.050,872	89.050,872	0,096
CEAL	652.594,486	652.594,486	0,702
CEB	1.392.458,830	1.392.458,830	1,499
CEEE	2.192.551,248	2.192.551,248	2,360
CELB	178.101,744	178.101,744	0,192
CELESC	11.820.019,328	11.820.019,328	12,721
CELG	3.434.395,370	3.434.395,370	3,696
CELPA	2.552.791,716	2.552.791,716	2,747
CELPE	2.998.046,084	2.998.046,084	3,226
CELTINS	504.621,618	504.621,618	0,543
CEMAR	1.700.871,688	1.700.871,688	1,830
CEMAT	2.760.577,088	2.760.577,088	2,971
CEMIG DISTRIBUIÇÃO	7.391.222,528	7.391.222,528	7,954
CEPISA	801.457,864	801.457,864	0,863
CLFSC	771.774,242	771.774,242	0,831
COELBA	3.621.402,202	3.621.402,202	3,897
COELCE	2.822.051,876	2.822.051,876	3,037
COPEL D	3.769.820,326	3.769.820,326	4,057
COSERN	1.068.610,488	1.068.610,488	1,150
CPFL PAULISTA	8.548.883,888	8.548.883,888	9,200
CPFL PIRATININGA	2.612.158,966	2.612.158,966	2,811
EEB	267.152,624	267.152,624	0,288
EEVP	148.418,122	148.418,122	0,160
ELEKTRO	3.662.959,278	3.662.959,278	3,942
ELETROPAULO	8.489.516,638	8.489.516,638	9,136
ENERGIPE	682.723,364	682.723,364	0,735
ENERSUL	960.858,928	960.858,928	1,034
ESCELSA	1.456.723,880	1.456.723,880	1,568
LIGHT	4.746.411,574	4.746.411,574	5,108
SAELPA	1.009.243,238	1.009.243,238	1,086

ANEXO 5

SIMULAÇÃO CASO HIPOTÉTICO – MODELO ATUAL E MODELO PROPOSTO

Será apresentada em detalhes, nesse anexo, cada uma das rodadas da simulação realizada com os modelos atual e proposto para o caso hipotético utilizado no capítulo 7. Esses simuladores, conforme já descrito, foram desenvolvidos a partir do programa *Excel* da *Microsoft*.

1ª Fase: Leilão de Compra Aberto (preços descendentes)

→ Rodada Inicial:

Modelo Atual

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.237
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Situação do Produto					
Situação do Lote					
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.				

Modelo Proposto

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	4320	3875	3300	11495
Demanda Corrigida (-5%)					
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.				

→ 1ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	3800	4000	4200	12000
Lance/Ofertante	Quant.	Quant.	Quant.	Total
S ₁	600	2000	1400	4000
S ₂	1000	500	500	2000
S ₃	200	800	1000	2000
S ₄	500	200	300	1000
S ₅	500	500	0	1000
S ₆	1000	0	1000	2000

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	3800		4000		4200		12000
Lance/Ofertante	Produto 1		Produto 2		Produto 3		Quant. Total
	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	
S ₁	600	80	2000	82	1400	84	4000
S ₂	1000	79	500	80	500	80	2000
S ₃	200	82	800	81	1000	80	2000
S ₄	500	76	200	82	300	78	1000
S ₅	500	79	500	80	0	0	1000
S ₆	1000	85	0	0	1000	78	2000

De acordo com esses lances e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.237
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	85.00	89.00	87.00	
Situação do Produto		Aberto	Aberto	Aberto	
Situação do Lote		Livre	Livre	Livre	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3600	3100	3000	9700

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	4320	3875	3300	11495
Demanda Corrigida (-5%)		4104.00			
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	4104.00	3875.00	3300.00	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	3800		1800		3000		8600
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S ₁	600	80	0	81	0	80	600
S ₂	1000	79	500	81	500	80	2000
S ₃	200	82	800	81	1000	80	2000
S ₄	500	76	0	81	500	80	1000
S ₅	500	79	500	81	0	80	1000
S ₆	1000	85	0	81	1000	80	2000

Observa-se, já ao final da 1ª rodada, que os preços correntes para os produtos são diferentes nos dois modelos. Além disso, o modelo proposto, como mostrado, pode apresentar diferentes preços correntes para cada um dos participantes, mas que são conhecidos apenas por cada um deles. Ou seja, os jogadores não sabem durante o leilão, se os preços correntes são iguais ou distintos para os competidores participantes.

→ 2ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	2300		6500	3200	12000
Lance/Ofertante	Quant.		Quant.	Quant.	Total
S ₁		500	2500	1000	4000
S ₂		500	1000	500	2000
S ₃		300	1000	700	2000
S ₄		300	500	200	1000
S ₅		200	500	300	1000
S ₆		500	1000	500	2000

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	4200		3800		4000		12000
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S ₁	1000	78	2000	80	1000	78	4000
S ₂	1000	79	500	80	500	80	2000
S ₃	200	82	800	81	1000	80	2000
S ₄	500	76	0	0	500	78	1000
S ₅	500	78	500	80	0	0	1000
S ₆	1000	82	0	0	1000	78	2000

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.237
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	85.00	86.00	84.00	
Situação do Produto		Fechado	Aberto	Aberto	
Situação do Lote		Comprometido	Livre	Livre	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3600	3100	3000	9700

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	4104	3875	3300	11279
Demanda Corrigida (-5%)			3681.25		
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	4104.00	3681.25	3300.00	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	2000		3800		3300		9100
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S1	1000	78	2000	80	1000	80	4000
S2	0	78	500	80	150	80	650
S3	0	78	800	81	650	80	1450
S4	500	78	0	0	500	80	1000
S5	500	78	500	80	0	80	1000
S6	0	78	0	0	1000	80	1000

→ 3ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	2300		6300		2600		11200
Lance/Ofertante	Quant.		Quant.		Quant.		Total
S ₁		500		2000		1000	3500
S ₂		500		1000		500	2000
S ₃		300		1000		700	2000
S ₄		300		500		200	1000
S ₅		200		800		0	1000
S ₆		500		1000		200	1700

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	3500		4500		3500		11500
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S ₁	1000	78	2000	80	1000	80	4000
S ₂	500	77	1000	78	500	75	2000
S ₃	500	74	1000	77	500	76	2000
S ₄	500	76	0	0	500	78	1000
S ₅	500	78	500	78	0	0	1000
S ₆	500	78	0	0	1000	80	1500

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.155
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	85.00	83.00	84.00	
Situação do Produto		Fechado	Aberto	Fechado	
Situação do Lote		Comprometido	Livre	Comprometido	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3420	2945	2850	9215

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	4104	3681	3300	11085
Demanda Corrigida (-5%)		3898.80			
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3898.80	3681.00	3300.00	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	3500		2500		1000		7000
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S1	1000	78	0	78	0	76	1000
S2	500	77	1000	78	500	76	2000
S3	500	74	1000	78	500	76	2000
S4	500	76	0	78	0	76	500
S5	500	78	500	78	0	76	1000
S6	500	78	0	78	0	76	500

→ 4ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	3100		4100		3300		10500
Lance/Ofertante	Quant.		Quant.		Quant.		Total
S ₁		800	1000		1200		3000
S ₂		800	500		700		2000
S ₃		500	800		700		2000
S ₄		300	500		200		1000
S ₅		200	500		300		1000
S ₆		500	800		200		1500

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	3500		3500		3500		10500
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S ₁	1000	78	1000	78	1000	76	3000
S ₂	500	77	1000	76	500	73	2000
S ₃	500	73	1000	75	500	74	2000
S ₄	500	76	0	0	500	75	1000
S ₅	500	78	500	78	0	0	1000
S ₆	500	78	0	0	1000	76	1500

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	3420	2945	2850	9215
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.139
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	85.00	80.00	81.00	
Situação do Produto		Fechado	Aberto	Aberto	
Situação do Lote		Comprometido	Livre	Livre	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3249	2797.75	2707.5	8754.25

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	3899	3681	3300	10880
Demanda Corrigida (-5%)		3704.05	3496.95		
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3704.05	3496.95	3300.00	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	3500		3500		1000		8000
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S1	1000	78	1000	78	0	74	2000
S2	500	77	1000	76	500	74	2000
S3	500	73	1000	75	500	74	2000
S4	500	76	0	0	0	74	500
S5	500	78	500	78	0	74	1000
S6	500	78	0	0	0	74	500

→ 5ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	3800		3300		3400		10500
Lance/Ofertante	Quant.		Quant.		Quant.		Total
S ₁		1000		800		1200	3000
S ₂		1000		300		700	2000
S ₃		500		700		800	2000
S ₄		300		500		200	1000
S ₅		200		500		300	1000
S ₆		800		500		200	1500

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	3500		6000		1000		10500
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S ₁	1000	78	2000	78	0	76	3000
S ₂	500	77	1000	76	500	73	2000
S ₃	500	73	1000	75	500	74	2000
S ₄	500	76	500	78	0	75	1000
S ₅	500	78	500	78	0	-	1000
S ₆	500	78	1000	80	0	76	1500

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	3249	2797.75	2707.5	8754.25
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.199
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	82.00	77.00	78.00	
Situação do Produto		Aberto	Aberto	Aberto	
Situação do Lote		Livre	Livre	Livre	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3086.55	2657.86	2572.13	8316.54

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	3704	3497	3300	10501
Demanda Corrigida (-5%)		3518.80		3135.00	
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3518.80	3497.00	3135.00	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	3500		2000		1000		6500
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S1	1000	78	0	76	0	76	1000
S2	500	77	1000	76	500	73	2000
S3	500	73	1000	76	500	74	2000
S4	500	76	0	76	0	75	500
S5	500	78	0	76	0	0	500
S6	500	78	0	76	0	76	500

→ 6ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	5200		1700		3100		10000
	Quant.		Quant.		Quant.		Total
S ₁		1200		500		1000	2700
S ₂		1300		0		700	2000
S ₃		700		500		800	2000
S ₄		500		200		300	1000
S ₅		500		200		300	1000
S ₆		1000		300		0	1300

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	3500		3600		2900		10000
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S ₁	1000	78	700	76	1000	76	2700
S ₂	500	77	1000	76	500	73	2000
S ₃	500	73	1000	75	500	74	2000
S ₄	500	76	500	72	0	75	1000
S ₅	500	78	0	78	500	70	1000
S ₆	500	78	400	76	400	76	1300

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	3086.55	2657.86	2572.13	8316.54
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.202
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	79.00	77.00	75.00	
Situação do Produto		Aberto	Fechado	Aberto	
Situação do Lote		Livre	Comprometido	Livre	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3086.55	2657.86	2572.13	8316.54

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	3519	3497	3135	10151
Demanda Corrigida (-5%)		3343.05		2978.25	
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3343.05	3497.00	2978.25	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	3500		1500		2900		7900
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S1	1000	78	0	75	1000	76	2000
S2	500	77	0	75	500	73	1000
S3	500	73	1000	75	500	74	2000
S4	500	76	500	75	0	75	1000
S5	500	78	0	75	500	70	1000
S6	500	78	0	75	400	76	900

→ 7ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	5000		2300	2500	9800
Lance/Ofertante	Quant.	Quant.	Quant.	Total	
S ₁	1000	500	1000	2500	
S ₂	1000	300	700	2000	
S ₃	1000	500	500	2000	
S ₄	500	500	0	1000	
S ₅	500	200	300	1000	
S ₆	1000	300	0	1300	

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	3500		2500		3800		9800
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S ₁	1000	78	0	76	1500	76	2500
S ₂	500	77	1000	73	500	73	2000
S ₃	500	73	1000	75	500	74	2000
S ₄	500	76	500	72	0	75	1000
S ₅	500	78	0	78	500	70	1000
S ₆	500	78	0	76	800	76	1300

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	3086.55	2657.86	2572.13	8316.54
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.178
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	76.00	77.00	75.00	
Situação do Produto		Aberto	Fechado	Fechado	
Situação do Lote		Livre	Comprometido	Comprometido	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	2932.22	2524.97	2443.52	7900.71

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	3343	3497	2978	9818
Demanda Corrigida (-5%)			3322.15		
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3343.05	3322.15	2978.25	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	1000		2500		1000		4500
	Produto 1		Produto 2		Produto 3		
Lance/Ofertante	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant. Total
S ₁	0	76	0	76	0	73	0
S ₂	0	76	1000	73	500	73	1500
S ₃	500	76	1000	75	0	73	1500
S ₄	500	76	500	72	0	73	1000
S ₅	0	76	0	78	500	73	500
S ₆	0	76	0	76	0	73	0

→ 8ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada		4400	2700	2500	9600
Lance/Ofertante		Quant.	Quant.	Quant.	Total
S ₁		800	500	1000	2300
S ₂		800	500	700	2000
S ₃		1000	500	500	2000
S ₄		300	700	0	1000
S ₅		500	200	300	1000
S ₆		1000	300	0	1300

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada		4000		3800		1800		9600
Lance/Ofertante	Produto 1		Produto 2		Produto 3		Quant. Total	
	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço		
S ₁	1000	76	1000	76	300	73	2300	
S ₂	500	72	1000	73	500	73	2000	
S ₃	500	73	1000	75	500	70	2000	
S ₄	500	70	500	72	0	75	1000	
S ₅	500	72	0	78	500	70	1000	
S ₆	1000	76	300	76	0	76	1300	

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	2932.22	2524.97	2443.52	7900.71
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.215
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	73.00	74.00	72.00	
Situação do Produto		Aberto	Aberto	Aberto	
Situação do Lote		Livre	Livre	Livre	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	2932.22	2524.97	2443.52	7900.71

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	3343	3322	2978	9643
Demanda Corrigida (-5%)				2829.10	
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3343.05	3322.00	2829.10	

Quantidade Atendida e Preço Corrente		1500		1500		1800		4800
Lance/Ofertante	Produto 1		Produto 2		Produto 3		Quant. Total	
	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço		
S ₁	0	72	0	73	300	73	300	
S ₂	500	72	1000	73	500	73	2000	
S ₃	0	72	0	73	500	70	500	
S ₄	500	72	500	73	0	75	1000	
S ₅	500	72	0	73	500	70	1000	
S ₆	0	72	0	73	0	76	0	

→ 9ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	3100	4200	1700	9000
Lance/Ofertante	Quant.	Quant.	Quant.	Total
S ₁	700	800	500	2000
S ₂	800	700	500	2000
S ₃	500	1000	500	2000
S ₄	300	700	0	1000
S ₅	300	500	200	1000
S ₆	500	500	0	1000

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	3000		3200		2800		9000
Lance/Ofertante	Produto 1		Produto 2		Produto 3		Quant. Total
	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	
S ₁	1000	72	700	73	300	73	2000
S ₂	500	72	1000	73	500	73	2000
S ₃	500	68	1000	71	500	70	2000
S ₄	500	70	500	72	0	75	1000
S ₅	500	72	0	73	500	70	1000
S ₆	0	72	0	73	1000	76	1000

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	2932.22	2524.97	2443.52	7900.71
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.139
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	70.00	71.00	72.00	
Situação do Produto		Aberto	Aberto	Fechado	
Situação do Lote		Livre	Livre	Comprometido	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	2785.61	2398.72	2321.34	7505.68

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	3000	3200	2800	9000
Demanda Corrigida (-5%)					
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	3000.00	3200.00	2800.00	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	1000		1500		1800		4300
Lance/Ofertante	Produto 1		Produto 2		Produto 3		Quant. Total
	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	
S ₁	0	70	0	72	300	73	300
S ₂	0	70	0	72	500	73	500
S ₃	500	70	1000	72	500	73	2000
S ₄	500	70	500	72	0	73	1000
S ₅	0	70	0	72	500	73	500
S ₆	0	70	0	72	0	73	0

→ 10ª Rodada:

Modelo Atual:

Quantidade Ofertada na Rodada	3100	3100	2800	9000
Lance/Ofertante	Quant.	Quant.	Quant.	Total
S ₁	1000	500	500	2000
S ₂	700	800	500	2000
S ₃	500	500	1000	2000
S ₄	200	500	300	1000
S ₅	200	300	500	1000
S ₆	500	500	0	1000

Modelo Proposto:

Quantidade Ofertada na Rodada	3000		3200		2800		9000
Lance/Ofertante	Produto 1		Produto 2		Produto 3		Quant. Total
	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	
S ₁	1000	70	700	72	300	73	2000
S ₂	1000	67	500	72	500	69	2000
S ₃	500	68	1000	71	500	70	2000
S ₄	500	70	500	72	0	75	1000
S ₅	0	70	500	70	500	70	1000
S ₆	0	70	0	72	1000	73	1000

A partir dos lances ofertados e com as regras estabelecidas em cada modelo, ao final dessa rodada, obter-se-á a seguinte situação para os dois modelos:

Modelo Atual:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Quantidade Demandada	u.e.	2785.61	2398.72	2321.34	7505.68
Fator de Referência					1.20
Comparação Oferta/Demanda e FR					1.199
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Preço Inicial	R\$ / u.e.	88.00	92.00	90.00	
Preço Corrente	R\$ / u.e.	67.00	68.00	69.00	
Situação do Produto		Aberto	Aberto	Aberto	
Situação do Lote		Livre	Livre	Livre	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	2646.33	2278.78	2205.28	7130.39

Modelo Proposto:

	Un	Produto1	Produto2	Produto3	Total
Demanda Real	u.e.	3600	3100	3000	9700
Fator de Segurança		1.20	1.25	1.10	
Demanda Divulgada	u.e.	2800	3000	2600	8400
Demanda Corrigida (-5%)					
Preço de Reserva	R\$ / u.e.	68.00	72.00	70.00	
Quantidade Demandada Reduzida	u.e.	2800.00	3000.00	2600.00	

Quantidade Atendida e Preço Corrente	1500		1500		1500		4500
Lance/Ofertante	Produto 1		Produto 2		Produto 3		Quant. Total
	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço	
S ₁	0	68	0	71	0	70	0
S ₂	1000	68	0	71	500	70	1500
S ₃	500	68	1000	71	500	70	2000
S ₄	0	68	0	71	0	70	0
S ₅	0	68	500	71	500	70	1000
S ₆	0	68	0	71	0	70	0

Para o modelo atual, uma vez que a relação entre o quociente entre a oferta e a demanda corrigida é menor que o fator de referência e todos os preços correntes são menores que os preços reserva, dá-se o final dessa fase passando-se para a segunda fase.

Também para o modelo proposto dar-se-á o encerramento da fase de leilão aberto uma vez que todos os preços correntes para todos os competidores são menores ou iguais aos preços de reserva estipulados pelo leiloeiro no início do processo. Ressalta-se que esses preços poderiam ser distintos por agente, mas sempre têm que ser menores ou iguais aos preços de reserva de cada um dos produtos.

2ª Fase: Leilão de Compra Fechado

Modelo Atual: Para esse modelo, têm-se os seguintes preços correntes e status para cada um dos produtos ao final da primeira fase do leilão:

PRODUTO	PREÇO (R\$ / u.e.)	STATUS
1	67,00	Aberto
2	68,00	Aberto
3	69,00	Aberto

Já as quantidades de cada um dos agentes vendedores estão apresentadas abaixo:

Lance/Ofertante	Quant.	Quant.	Quant.	Total
S₁	1000	500	500	2000
S₂	700	800	500	2000
S₃	500	500	1000	2000
S₄	200	500	300	1000
S₅	200	300	500	1000
S₆	500	500	0	1000

Modelo Proposto: Ao final da primeira fase do leilão (aberto), observa-se os seguintes valores de quantidades e de preços para cada um dos vendedores em cada um dos produtos:

Lance/Ofertante	Produto 1		Produto 2		Produto 3		Quant. Total	Total a Ofertar
	Quant	Preço	Quant	Preço	Quant	Preço		
S₁	0	68	0	71	0	70	0	2000
S₂	1000	68	0	71	500	70	1500	2000
S₃	500	68	1000	71	500	70	2000	2000
S₄	0	68	0	71	0	70	0	1000
S₅	0	68	500	71	500	70	1000	1000
S₆	0	68	0	71	0	70	0	1000

