

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA DE ENERGIA**

**Análise das Sistemáticas dos Leilões Praticados pelos Agentes de
Mercado do Sistema Elétrico Brasileiro**

Irley Aparecido da Costa

Itajubá, abril de 2011

2011	Irley Aparecido da Costa	Dissertação de Mestrado
-------------	---------------------------------	--------------------------------

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE ENERGIA**

Irley Aparecido da Costa

**Análise das Sistemáticas dos Leilões Praticados pelos Agentes de
Mercado do Sistema Elétrico Brasileiro**

**Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Energia como parte dos requisitos para
obtenção do Título de Mestre em Ciências em Engenharia de
Energia.**

Área de Concentração: Planejamento Energético

Orientador: Prof. Dr. Erick Menezes de Azevedo

Abril de 2011

Itajubá - MG

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Mauá –
Bibliotecária Margareth Ribeiro- CRB_6/1700

C837

Costa, Irley Aparecido da
Análise das sistemáticas dos leilões praticados pelos agentes de
mercado do Sistema Elétrico Brasileiro / Irley Aparecido da Costa. --
Itajubá, (MG) : [s.n.], 2011.
135 p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Erick Menezes de Azevedo.
Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Itajubá.

1. Leilões de energia. 2. Sistemática. 3. Mercado livre. 4. ACL.
I. Azevedo, Erick Menezes de, orient. II. Universidade Federal de
Itajubá. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
ENERGIA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Análise das Sistemáticas dos Leilões Praticados pelos
Agentes de Mercado do Sistema Elétrico Brasileiro

Autor: Irley Aparecido da Costa

Orientador: Prof. Dr. Erick Menezes de Azevedo

Composição da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Márcio Zamboti Fortes (UFF)

Prof. Dr. Augusto Nelson Carvalho Viana (UNIFEI)

Prof. Dr. Erick Menezes de Azevedo (Orientador)

Dedicatória

A Deus e aos meus queridos avós, Raimundo (in memoriam) e Luzia Benta (in memoriam), que me guiaram nos caminhos em busca de meus valores.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Erick Menezes de Azevedo pelo estímulo e parceria para a realização deste trabalho.

À minha esposa Du pela paciência, incentivo e carinho.

Aos meus pais, Ana Maria da Costa e José Miguel da Costa, pelos valores, educação e incentivo.

À CEMIG pela oportunidade em participar do curso.

Ao gerente da CEMIG, Marcus Vinícius, pelas valiosas contribuições e pelo incentivo, através da liberação de horas da empresa, que viabilizaram a realização deste trabalho.

À UNIFEI, seus professores e funcionários, colegas da CEMIG e aos membros da minha família que, de algum modo, contribuíram para o sucesso deste trabalho.

“O homem erudito é um descobridor de fatos que já existem, mas o homem sábio é um criador de valores que não existem e que ele faz existir.”

Albert Einstein

Resumo

Costa, Irley Aparecido da (2011). Análise das Sistemáticas dos Leilões Praticados pelos Agentes de Mercado do Sistema Elétrico Brasileiro, 2011. 135 p., Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI.

Este trabalho tem como objetivo central avaliar a evolução das configurações aplicadas às sistemáticas dos leilões de energia elétrica, realizados no ambiente de contratação livre do sistema elétrico brasileiro. Com base nisso, consegue-se chegar a uma tendência de uniformização das características de formatação desses leilões.

Foi reunida uma extensa quantidade de informações sobre a sistemática dos leilões promovidos no Ambiente de Contratação Livre. A partir da análise destas informações foi possível levantar variáveis importantes que compõem as características das formações utilizadas nos certames, possibilitando assim avaliar o comportamento de cada agente de mercado com relação à maneira de promover leilões.

Antes de entrar no assunto principal, esta dissertação promove uma revisão bibliográfica, onde se procura descrever os aspectos associados à teoria de leilões, bem como demonstrar casos em mercados internacionais de energia.

Palavras-chave:

Leilões de energia, sistemática, mercado livre, ACL, formatação, sistema elétrico brasileiro, agentes de mercado.

Abstract

Costa, Irley Aparecido da (2011). Methodology Analysis of Auctions adopted by market agents of the Brazilian Electric System, 2011. 135 p., MSc. Dissertation - Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI.

This work has a main objective to assess the evolution of settings applied to methodologies of electric power auctions that are happen in the Free Contracting Environment of Brazilian Electrical System. Thus, it is possible to reach a tendency to uniformity in the formatting features of these auctions

It was gathered an extensive amount of information about the methodology of auctions happening in the Free Contracting Environment. From the analysis of this information was possible to discover important variables that make up the characteristics of the formatting used in auctions, thus allowing evaluating the behavior of each market agent regarding how to promote auctions.

Before entering the main subject, this work promotes a literature review, which seeks to describe the aspects of the auction theory and show cases of international energy markets.

Keywords:

Electric power auctions, methodology, free market, ACL, formatting feature, Brazilian electrical system, market agent.

SUMÁRIO

Resumo.....	iv
Abstract.....	v
Lista de Figuras.....	ix
Lista de Tabelas.....	x
Abreviaturas e Siglas.....	xi
CAPÍTULO 1.....	1
INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Leilões de energia elétrica anteriores ao atual Modelo Institucional.....	3
1.1.1 Leilão de certificados.....	3
1.1.2 Leilões de energia velha.....	4
1.1.3 Leilões de compra.....	6
1.1.4 Leilão de excedentes.....	6
1.2 Crise de Energia Elétrica de 2001.....	7
1.3 Atual modelo institucional.....	11
1.3.1 Ambientes de contratação.....	11
1.3.2 Contratação de energia no ACR.....	12
1.3.2.1 Contratação de nova geração.....	13
1.3.2.2 Contratação com cinco anos de antecedência (A-5)	14
1.3.2.3 Contratação com três anos de antecedência (A-3)	14
1.3.2.4 Contratação de ajuste.....	14
1.3.2.5 Contratação da geração existente.....	15
1.3.3 Contratação no ACL.....	15
1.4 Objetivos.....	15
CAPÍTULO 2.....	17
TEORIA DOS LEILÕES APLICADA.....	17
2.1 Tipos de Leilões - Considerações Iniciais.....	17
2.2 Conceitos.....	20
2.2.1 Leilão aberto.....	20
2.2.2 Leilão fechado.....	21
2.2.3 Natureza.....	21
2.2.4 Preço de fechamento.....	23
2.2.5 Teorema da Receita Equivalente.....	25
2.2.6 Formatos de leilão.....	26
2.3 Leilões Simultâneos.....	28
2.3.1 Projetos.....	29
2.3.2 Funcionamento.....	32
2.3.3 Lances Internos.....	34
2.4 Correlação entre bens.....	38
2.5 Competição restrita.....	40
2.5.1 Política de Informação.....	41
2.5.2 Preço de reserva.....	41
2.5.3 Precificação eficiente.....	42
2.6 Leilão <i>Clock-Proxy</i>	43
2.7 Comportamento estratégico.....	46

CAPÍTULO 3.....	50
EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL.....	50
3.1 Leilões de energia elétrica na Europa.....	50
3.1.1 Leilões do <i>Nord Pool</i>	51
3.1.2 Leilões Elspot.....	51
3.1.2.1 Tipos de lances.....	52
3.1.3 Leilões do Elbas.....	53
3.1.4 Leilões do Reino Unido.....	53
3.1.5 Leilões da França.....	54
3.1.6 <i>Powernext Day-Ahead</i>	55
3.1.7 Leilões de capacidade de geração	56
3.1.8 Usinas de energia virtuais.....	56
3.1.9 Leilões da Espanha.....	58
3.1.9.1 Mercado diário.....	58
3.1.9.2 Mercado intradiário.....	59
3.1.10 Leilões da Holanda	60
3.1.10.1 Mercado do dia seguinte.....	60
3.1.10.2 Mercado intradiário e de ajuste.....	61
3.1.11 European Energy Exchange – EEX.....	62
3.1.11.1 Leilão de uma etapa.....	62
3.1.11.2 Leilão de duas etapas.....	62
3.2 Leilões de energia elétrica nos EUA.....	63
3.2.1 Leilões da Nova Inglaterra.....	63
3.2.2 Leilões do Pennsylvania-New Jersey-Maryland ISO.....	69
3.2.2.1 Direitos de rendimentos de leilão incremental.....	71
3.2.2.2 Direitos de rendimentos do leilão.....	73
3.2.3 Leilões da Califórnia	73
3.2.3.1 Leilão de oferta.....	73
3.2.3.2 Registro dos FTRs.....	74
3.2.3.3 Sistemática do leilão de FTR do ISO da Califórnia.....	75
3.2.3.4 Regras do leilão para incremento dos lances	76
3.3 Leilões da Austrália.....	81
3.4 Conclusões.....	83
CAPÍTULO 4.....	84
FORMATAÇÃO DE UM LEILÃO.....	84
4.1 Considerações Iniciais.....	84
4.1.1 Formatação de um leilão.....	85
4.2 Colusão	85
4.3 Participação e comportamento predatório.....	87
4.4 Preços de reserva.....	89
4.5 Política dos leilões.....	89
4.6 Estrutura do mercado.....	90
4.7 Pontos fortes do leilão ascendente.....	91
4.8 Pontos fortes do leilão fechado.....	92
4.9 Leilão Anglo-Dutch.....	93
4.10 Conclusão.....	95
CAPÍTULO 5.....	97
ANÁLISE DOS LEILÕES DO ACL.....	97

5.1	Estatísticas.....	98
5.2	Ocorrência.....	99
5.3	Características dos Produtos.....	100
5.3.1	Duração.....	100
5.3.2	Volume de Energia.....	101
5.3.3	Flexibilidades.....	102
5.3.4	Ponto de Entrega.....	105
5.4	Sistemática dos Leilões.....	105
5.4.1	Tipo.....	105
5.4.2	Formatos.....	105
5.4.3	Quantidade de Fases.....	106
5.4.4	Preço de Fechamento.....	107
5.4.5	Outros aspectos.....	108
5.4.6	Particularidades.....	112
5.4.6.1	CELESC.....	112
5.4.6.2	PETROBRÁS.....	113
5.4.6.3	REDE COMERCIALIZADORA.....	113
5.4.6.4	UNIÃO COMERCILIZADORA.....	114
5.4.6.5	COMERC.....	115
CAPÍTULO 6.....		116
CONCLUSÕES.....		116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		119
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA COMPLEMENTAR.....		123
APÊNDICE – Artigo publicado pela Revista GTD energia elétrica.....		124

Lista de Figuras

Figura 1.1 – Organização do ACR.....	12
Figura 2.1 – Leilão de oferta.....	22
Figura 2.2 – Leilão de demanda.....	22
Figura 2.3. Leilão duplo com participantes identificados.....	23
Figura 2.4 – Leilão duplo com participantes não identificados.....	23
Figura 2.5 - Lance Individual de um agente na sexta rodada.....	36
Figura 2.6 - Curva Agregada de Oferta.....	37
Figura 3.1 – Determinação do preço do leilão.....	51
Figura 3.2 – Determinação de preço.....	61
Figura 5.1 – Ocorrências de Leilão no ACL.....	99
Figura 5.2 – Duração dos Produtos.....	102
Figura 5.3 - Flexibilidades.....	103
Figura 5.4 – Ponto de Entrega.....	104
Figura 5.5 – Tipo de Leilão.....	105
Figura 5.6 - Formato.....	106
Figura 5.7 - Ambiente.....	106
Figura 5.8 – Número de Fases.....	107
Figura 5.9 – Preço de Fechamento.....	107
Figura 5.10 – Preço de Reserva (Inglês)	108
Figura 5.11 – Preço de Reserva (Envelope 1º. Preço)	108
Figura 5.12 - Oferta (Inglês – Fase 1)	110
Figura 5.13 – Quantidade (Forma Aberta – Fase 1)	110
Figura 5.14 – Oferta (Envelope 1º. Preço)	111
Figura 5.15 – Plataforma (Ambiente Virtual)	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Possibilidades de compra de energia para o distribuidor.....	13
Tabela 3.1 – Blocos de lances.....	55
Tabela 3.2 – Sessões de leilão intradiário.....	59

ABREVIATURAS E SIGLAS

A-1	Refere-se ao ano de ocorrência do leilão cujo início do suprimento da energia se efetuará um ano à frente
A-3	Refere-se ao ano de ocorrência do leilão cujo início do suprimento da energia se efetuará três anos à frente
A-5	Refere-se ao ano de ocorrência do leilão cujo início do suprimento da energia se efetuará cinco anos à frente
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APX Power UK	Foi o primeiro mercado britânico de energia elétrica independente
ARR	Direitos de Rendimento de Leilões (<i>Auctions Revenue Rights</i>) são os direitos que um agente possui de se apropriar de uma parcela dos rendimentos do Leilão Anual de FTRs.
AT	Atribuição total
BETTA	<i>British Electricity Trading and Transmission Arrangements</i>
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BOVESPA	Bolsa de Valores de São Paulo
C.A.	Corrente Alternada
C.C.	Corrente Contínua
CAISO	Operador Independente do Sistema da Califórnia (<i>California Independent System Operator</i>)
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia
CELESC	Centrais Elétricas de Santa Catarina
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais

CGTEE	Centrais Elétricas Brasileiras
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CONE	Custo Marginal, em inglês <i>Cost off New Entry</i>
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
eBay	é uma empresa de comércio eletrônico fundada nos Estados Unidos
EDF	<i>Electricite de France</i>
EEX	<i>European Energy Exchange</i>
ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Norte do Brasil
ELETRONUCLEAR	Eletróbás Termonuclear
ELETROSUL	ELETROSUL Centrais Elétricas
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FCC	Comissão Federal das Comunicações dos EUA (<i>U.S. Federal Communications Commission's</i>)
FTR	Capacidade residual de Direitos de Transmissão (<i>Firms Transmission Rights</i>)
FURNAS	FURNAS Centrais Elétricas
GWh	Gigawatt hora
IAAR	Direitos de Rendimentos de Leilão Incremental (<i>Incremental Auction Revenue Rights</i>), são provenientes de leilões adicionais para atender as negociações
ISO	Operador Independente do Sistema (<i>Independent System Operator</i>)
ISO-NE	Operador Independente do Sistema da Nova Inglaterra (<i>Independent System Operator of New England</i>)
ITAIPU	ITAIPU Binacional
LIGHT	LIGHT Serviços de Eletricidade

MAE	Mercado Atacadista de Energia
MME	Ministério de Minas e Energia
MW	Megawatt
MW médio	Megawatt médio
NEMMCO	<i>National Electricity Market Management Company Limited</i> , corresponde ao mercado atacadista e ao operador nacional do sistema elétrico australiano.
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PARADIGMA	Plataforma Eletrônica para a realização de Leilão Eletrônico
PJM	<i>Pennsylvania-New Jersey-Maryland ISO</i>
PPA	<i>Power Purchase Agreement</i> - é um contrato de compra e venda de energia
PPT	Programa Prioritário de Termoeletricidade
SFT	Testes Simultâneos de Factibilidade
SUATI	Plataforma Eletrônica para a realização de Leilão Eletrônico
TRACTEBEL	TRACTEBEL Energia
UTE	Usina Termoelétrica
VL3	É o valor médio de aquisição nos leilões de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração realizados no ano "A-3", ponderado pelas respectivas quantidades adquiridas
VL5	É o valor médio de aquisição nos leilões de compra de energia elétrica proveniente de novos empreendimentos de geração realizados no ano "A-5", ponderado pelas respectivas quantidades adquiridas
VPP	Usinas virtuais de energia
VR	Valor Anual de Referência

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

Os grandes empreendimentos do setor elétrico brasileiro começaram a ser implementados a partir da década de 60. Nessa época começaram a ser construídas usinas hidrelétricas de grande porte e sistemas de transmissão de energia elétrica. Os investimentos eram efetuados pelo governo. No Brasil, assim como em grande parte do mundo, as empresas de energia elétrica eram verticalizadas, a mesma empresa gerava, transmitia e distribuía energia elétrica. Em 1962 foi criada a Eletrobrás para promover estudos e projetos no setor elétrico e ainda hoje é o maior agente de geração do país. Ela controla as seguintes empresas: CHESF, FURNAS, ELETRONORTE, ELETRONUCLEAR, CGTEE e a ELETROSUL que teve sua geração privatizada em 1998. Também pertence à Eletrobrás 50% da ITAIPU Binacional. Desta forma o setor elétrico brasileiro consistia em um monopólio público que funcionou bem até a década de 80. Durante este período o governo determinava a tarifa das empresas do setor com propósitos macroeconômicos e como consequência as tarifas eram estabelecidas em patamares módicos. Aliado a esse fator e à perda de crédito internacional, os investimentos no setor foram diminuindo ao longo dos anos com uma redução da ordem 71% em 1974, 54% em 1980, 40% em 1985 e 29% em 1988 (Oliveira, 1996).

No início da década de 90 as empresas do setor estavam em péssima situação, tanto do ponto de vista técnico como financeiro. Em 1993 o governo federal teve que investir US\$ 26 bilhões no pagamento de dívidas das empresas e aumentar as tarifas em 70% para salvar o sistema de um colapso. Mesmo após esta intervenção, as empresas e o sistema interligado continuaram a piorar. Simultaneamente, havia uma tendência mundial de privatizações de empresas do setor elétrico e abertura para competição de mercado. Vários países desenvolvidos e em desenvolvimento iniciaram um processo de privatização e desregulamentação do setor elétrico. Embora o país pioneiro tenha sido o Chile, o modelo inglês foi o mais difundido e também o que foi implementado inicialmente no Brasil. Neste ambiente de fragilidade de muitas empresas estatais e sob

forte influência internacional, o governo brasileiro iniciou a estruturar o setor elétrico para comportar um ambiente de competição entre as empresas. Nessa direção várias empresas foram privatizadas principalmente distribuidoras.

O processo de reestruturação do setor elétrico brasileiro iniciou-se em meados de 1995 com o projeto RESEB - Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro. Uma consultoria inglesa foi contratada para auxiliar na condução do projeto. O RESEB visava, basicamente, incentivar a competição nos segmentos de geração e comercialização de energia e forte regulação no setor de transmissão. Inicialmente, se cogitava inclusiva competição entre comercializadoras e distribuidoras de energia elétrica, porém, devido ao princípio da isonomia, o qual estabelece que as distribuidoras devam tratar de modo homogêneo todos seus clientes, as distribuidoras ficaram limitadas no tocante à competição.

Esse modelo não conseguiu se consolidar devido a diversos motivos. Tratava-se de um modelo que tentou inserir ao mesmo tempo, competição na geração e no consumo em um setor com empresas totalmente despreparadas para tal. É apresentado por (Hunt 1996) uma classificação, quanto à competição, de quatro tipos de modelos para a estrutura do setor elétrico:

- Modelo 1: não existe competição;
- Modelo 2: permite ou requer a existência de um comprador único, o qual escolhe os fornecedores de energia elétrica entre os diversos produtores, com a finalidade de estimular a competição na geração;
- Modelo 3: permite que as empresas distribuidoras escolham seus supridores, o que causa competição na geração e no atacado;
- Modelo 4: permite que todos os consumidores escolham seus respectivos fornecedores de energia, o que implementa a competição no varejo.

É recomendado que os mercados evoluam gradativamente do Modelo 1 para o 4. A tentativa do RESEB foi de implantar o Modelo 3 com metas estabelecidas para implantação gradual do Modelo 4. Porém em 1995, todos os mercados de energia elétrica existentes no mundo ainda eram incipientes.

A crise energética que provocou o racionamento de energia elétrica de 2001 fez com que o modelo desenvolvido durante o projeto RESEB caísse em descrédito. Em meio à crise foi criada a Câmara de Gestão da Crise Energética – CGE - que na tentativa de reestruturar o modelo criou o Comitê de Revitalização do Setor Elétrico. Porém com a oposição vencendo as eleições presidenciais em 2002 um novo modelo institucional para o setor elétrico foi implementado e entrou em vigor em 2004. Tal modelo foi desenvolvido com a filosofia do Modelo Teórico número 2, exposto anteriormente, porém com algumas características do Modelo 4 (consumidores livres) herdadas do governo anterior.

1.1. Leilões de energia elétrica anteriores ao atual Modelo Institucional

Esta **seção** busca resgatar um pouco da história da inserção do modelo de mercado no setor elétrico brasileiro, com o objetivo de tornar mais clara a compreensão da evolução da competição na comercialização de energia elétrica.

1.1.1. Leilão de certificados

No ano de 2001 o sistema elétrico brasileiro enfrentou uma crise de abastecimento de energia elétrica. Essa crise foi de natureza energética, isto é, sendo o Brasil um país de geração predominantemente hidrelétrica, o volume de água armazenado nos reservatórios das usinas não era suficiente para atender a demanda de energia elétrica, por uma série de fatores. Então foram estipuladas metas de consumo de energia elétrica para cada consumidor de quase todo sistema interligado. Essa meta contemplava o consumo mensal e era igual a 80% do valor da média de consumo dos meses de maio, junho e julho do ano de 2000 para aqueles ligados a baixa tensão e variava de 75% a 85% para os da alta. Existiam sobretaxas e severas penalidades para aqueles que ultrapassassem sua meta de consumo, assim como atraentes descontos para os que consumissem abaixo. Para os consumidores atendidos pela alta tensão era permitido o comércio de cotas de consumo. No intuito de agilizar este tipo de negociação, a Câmara de Gestão da Crise de Energia – GCE - emitiu a Resolução 13 de 2001 definindo a estrutura de leilões para a negociação das metas de energia, os quais ocorreram no âmbito do Mercado Atacadista de Energia – MAE, conduzidos pela BOVESPA e liquidados pela Câmara Brasileira de Liquidação e Custódia - CBLC. O

leilão realizado no dia 25 de junho de 2001 foi o primeiro para comercialização de energia elétrica no Brasil, ainda que através da negociação de certificados de cotas de consumo. Ele deu início a uma série de leilões diários denominados Leilões de Certificados, que se estenderam até o final do racionamento em fevereiro de 2002. Estes leilões constituíram a primeira referência de preço de mercado para a energia elétrica, porém distorcida pelo efeito do racionamento. Os consumidores também tinham a opção de negociarem suas metas bilateralmente. A metodologia utilizada foi a de leilão duplo fechado com preço único. Nos Leilões de Certificados, vendedores e compradores enviavam diariamente seus lances ao MAE, dentro de um prazo estipulado. No horário determinado, os lances eram revelados e, então, um único preço de equilíbrio era determinado para o leilão através da intercessão da curva de oferta com a de demanda de certificados. Para ocorrer negociação era necessário que algum preço de compra fosse maior ou igual que um de venda, caso contrário, o leilão não comercializava nenhum certificado.

Foram realizados 155 leilões, dos quais em 77 ocorreram negociação. Os preços variavam muito, porém, o comportamento predominante era do preço iniciar o mês em determinado patamar e cair até o seu final. Esse fato ocorria porque as metas eram mensais, sendo assim, muitas empresas esperavam pela segunda metade do mês para comprar e vender suas cotas de consumo com base no desempenho de sua produção. Além disso, também ocorreu um declínio em função dos meses: o preço médio mensal por MWh, que iniciou em R\$ 577,00 em junho de 2001, terminou em R\$ 70,00 em fevereiro de 2002. No total foram comercializados 53 GWh em certificados de consumo em pouco mais de oito meses de leilões.

1.1.2. Leilões de energia velha

Com o fim do racionamento, o foco das atenções do setor passou a ser o leilão de contratos bilaterais das geradoras federais, relativo à energia elétrica que estava prevista para ser descontratada em janeiro de 2003, os primeiros 25% previstos pelo inciso II do art. 10 da Lei nº 9.648 de 1998. Ele ficou conhecido como Leilão de energia velha, por ser referente à energia dos contratos iniciais. Após muitas críticas, contra e a favor à realização do leilão, direcionadas desde ao nome dado, *Leilão de energia velha*, até ao fato de cumprir a descontração logo após o racionamento, a ANEEL emitiu a

Resolução 423 de 9 de agosto de 2002, estabelecendo condições gerais para a comercialização, por meio de leilões públicos, da energia elétrica das geradoras sob controle federal.

A TRACTEBEL Energia já tinha sinalizado a intenção de promover um leilão de *energia velha* antes das empresas federais, sendo assim, no dia 19 de agosto de 2002, ela realizou o primeiro leilão de *energia velha* do país. Por ser o primeiro, esse leilão repercutiu muito no setor e, além de influenciar novos contratos e a bolsa de valores, forneceu uma nova referência de preços. Foram ofertados 16.600 GWh e arrematados 5.312 GWh, que equivalem a 32% do valor inicial. Os compradores foram CPFL, CELESC e LIGHT. Terminado o leilão, as primeiras análises divulgadas foram de que o leilão foi um fracasso devido à quantidade negociada, o que fez com que as ações da empresa caíssem na BOVESPA. Porém, no dia seguinte, a conclusão foi de que o leilão tinha alcançado êxito e que 32% de quantidade negociada era um bom número. Nesse mesmo dia, a TRACTEBEL celebrou um contrato de 12 anos com a RGE, cujos números não foram divulgados e a CEMIG realizou um leilão, no qual não houve compradores.

No dia 16 de setembro de 2002, o leilão de energia das empresas federais não foi realizado devido a problemas técnicos no *site* do Banco do Brasil, onde o leilão aconteceria. Os lances iniciais das empresas vendedoras chegaram a ser divulgados, o que foi criticado pelas mesmas, pois, como o leilão só aconteceu três dias depois e elas não puderam alterar seus lances, as empresas compradoras foram beneficiadas com tempo suficiente para reverem suas estratégias. Finalmente, no dia 19 de setembro, o leilão aconteceu com um desempenho parecido com o da TRACTEBEL Energia, porém envolvendo valores maiores. Foram ofertados 4617,5 MW médios e arrematados 1317,5 MW médios, cerca de 30% do total, distribuídos em contratos de dois, quatro e seis anos em todo Brasil. Esse leilão foi um marco para competição no setor, pois muito além do que comercializar um considerável volume de energia em um período pós-acionamento, com a demanda retraída, principalmente por medidas de conservação de energia e com um cenário de sobre-oferta, ele atuou no sentido de consolidar o ambiente competitivo, negociando, pela primeira vez, energia elétrica de várias empresas do setor, privadas e estatais, através de um leilão transparente e acessível, cumprindo o estipulado há quatro anos através da Lei nº 9.648 de 1998. Transparente porque foi

amplamente divulgado e qualquer pessoa pode acompanhá-lo durante sua execução de qualquer lugar, através da internet, selecionando a opção *Observador* no *site* do MAE. Acessível porque foi aberto a todos agentes vendedores que quisessem aderir às condições do edital do leilão e, como compradores, para distribuidoras, comercializadores e consumidores livres. É interessante observar que a TRACTEBEL Energia participou desse leilão na região sudeste, mesmo tendo realizado o seu no mês anterior e, algumas vezes, com preços mais competitivos que a estatal FURNAS. Sem dúvidas a CHESF foi a grande vencedora deste leilão, pois, além de vender em todos submercados, com destaque para sua atuação no Sudeste/Centro-Oeste, vendeu 78% de toda energia comercializada no leilão.

1.1.3. Leilões de compra

No ano de 2003 o governo decidiu promover leilões de compra de energia elétrica. A metodologia desses leilões era similar a do Leilão de *energia velha* das geradoras federais, porém, com uma diferença básica: as distribuidoras e comercializadores definiam seus lances no primeiro estágio e os vendedores ofertavam no segundo, ao contrário do anterior. Foram programados doze leilões previstos para ocorrer no período de julho de 2003 a junho de 2004. Em 31 de julho de 2003 ocorreu o primeiro leilão de compra promovido pelo MAE, que foi encerrado sem concluir negócio algum. Após o fracasso do segundo e do terceiro, que não ocorreram por falta de participantes, finalmente, no quarto leilão foram concluídas as duas primeiras negociações, porém, envolvendo pouca energia.

O baixo volume de negócios nesses leilões deve-se ao fato de que os contratos leiloados são de curto-prazo, de seis a quinze meses de duração, sendo que o setor estava quase que completamente contratado devido à redução da demanda ocorrida durante o racionamento. Talvez, se os contratos fossem semelhantes aos do Leilão de energia velha, o volume negociado fosse maior.

1.1.4. Leilão de excedentes

Após o racionamento de 2001, o cenário do mercado de energia elétrica brasileiro foi de sobra de energia. Com a liberação de 25% da energia dos contratos iniciais em 2003, as usinas geradoras tinham que administrar um considerável excedente de energia. Com isso, no sentido de impulsionar a produção industrial nacional, o governo decidiu disponibilizar esse excedente para os consumidores finais. Isso aconteceu através de um leilão de venda que foi chamado de Leilão de Excedentes, no qual foram disponibilizados contratos com prazos de duração de seis meses a dois anos. Esse leilão foi oficializado através da Resolução nº 3 de 22 de maio de 2003 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE). Os compradores habilitados para participarem eram os consumidores livres cujo atendimento não necessitasse de custos adicionais provenientes de reforços, ampliações ou adequações nos sistemas de distribuição e transmissão, e tampouco de geração térmica adicional. O leilão ocorreu no dia 12 de setembro de 2003 e obteve um resultado excepcional, com uma grande quantidade negociada a preços da ordem de metade dos praticados nos contratos em vigor.

No Leilão de Excedentes foram leiloados produtos agregados, isto é, para cada produto poderiam existir vários vendedores. Cada vendedor podia ter até cinco preços de reserva, ou seja, uma curva de lances com cinco patamares. Os produtos agregados iniciavam com um preço máximo e a quantidade total ofertada. Quando um determinado produto permanecia por cinco minutos sem receber lance de compra, o preço corrente do produto era decrementado e a medida que os preços de reserva eram alcançados a quantidade ofertada também diminuía. Os lances de compra eram expressos em quantidades de lotes que os compradores desejavam ao preço corrente do leilão. O decremento do preço corrente era calculado por uma fórmula divulgada na documentação de detalhamento do leilão. No momento em que a quantidade ofertada e a demandada de um produto agregado se igualavam, seu leilão era encerrado. O leilão foi de preço único, seu preço de fechamento era imediatamente superior ao corrente.

1.2. Crise de Energia Elétrica de 2001

Para a adequada descrição do cenário político e econômico da época do racionamento de energia elétrica, é necessário remontar a 1997, quando se instalou a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), órgão regulador brasileiro do mercado

de energia elétrica. Nessa época, as perspectivas de incremento da capacidade de geração de energia elétrica se concentravam fortemente sobre a geração termelétrica. Alguns pontos relevantes induziam a essa tendência: em primeiro, o real valorizado frente ao dólar; em segundo, o preço do barril de petróleo, e conseqüentemente do gás, muito baixo; em terceiro, a chegada do gasoduto Brasil-Bolívia, que garantiria um significativo suprimento de gás natural, mas que, em contraponto, exigiria âncoras de consumo, tipicamente centrais termelétricas. Portanto, nesse cenário a partir de 1997, que antecedia o ano de 2001, a perspectiva era de um crescimento significativo da geração termelétrica a gás, notadamente em instalações de ciclo combinado. Destacavam-se então, iniciativas como a transformação da UTE Piratininga para gás natural, que não se materializou no horizonte previsto. Neste contexto, a remuneração pela energia de origem termelétrica, nos contratos de longo prazo, ficava, então, no final do ano de 2001, por volta de 29 US\$/MWh que, por ser baixo, tornava difícil até mesmo a implantação de novas hidrelétricas, salvo aquelas com grande atratividade econômica.

Além disso, duas incertezas eram marcantes nos anos de 1999 e 2000: uma, associada ao câmbio e ao risco país, e outra, associada ao preço do petróleo. Dentro deste quadro, contratos de longo prazo, das geradoras térmicas com as distribuidoras, exigiam cláusulas de repasse dos reajustes, que poderiam se contrapor ao Plano Real, posto que este não admitia aumentos em períodos inferiores a um ano.

Nesse período a ANEEL buscava resolver o problema do repasse do custo da energia térmica para as distribuidoras, e dessas para os consumidores. Inicialmente, rompia-se fortemente com os princípios do Plano Real, como o referido no parágrafo anterior, e de outra parte, o consumidor de energia arcava com todo o risco cambial e de combustível, praticamente nada ficando com os geradores termelétricos e supridores de gás. A fragilidade dessa regulação se refletia diretamente nas decisões de investimento nesse setor.

Nesse contexto é que ocorre a organização do Mercado Atacadista de Energia - MAE, no segundo semestre de 1998. Embora tendo de fato se iniciado neste ano, o MAE, ainda claudicava no ano 2000, posto faltarem regras comerciais importantes, como o estabelecimento de garantias ou ambiente de mediação autônomo, evitando criar obstáculos que retardassem a liquidação dos negócios. Além do mais, a própria

formação de preços de energia elétrica levava a enorme incerteza, visto que dependia fundamentalmente do planejamento da expansão da geração (oficial do MME) e do custo de déficit regulatório.

Da perspectiva do planejamento da expansão da geração, em 1999, pautando-se em qualquer estudo realizado de forma isenta, que se afastasse das premissas do planejamento governamental, que eram reconhecidamente otimistas, era perfeitamente factível a previsão de falta de suprimento de energia para os anos de 2000 e 2001, o que contrariava a visão governamental que sempre se pautou pelo otimismo. A rigor, em virtude da falta de um planejamento realista do governo, que impossibilitou a entrada em tempo hábil, no sistema, de diversos empreendimentos de geração e transmissão de energia, ocorreu a falta de suprimento de energia elétrica, o que era perceptível e chegou a ser alertado por diversos agentes do setor à época. Isto porque, muitos dos empreendimentos de geração e transmissão de energia possuíam restrições graves para sua implementação. Assim, a queda na oferta de energia e o crescimento da demanda, frente às previsões de crescimento da economia para os anos de 2001 e seguintes, tornou claro o desequilíbrio entre oferta e demanda, o que, em tese, elevaria os preços.

No que se refere ao risco de déficit, em janeiro de 2000, já era suficientemente conhecido pelo setor elétrico que esse risco era elevado. Algumas iniciativas por parte da Secretaria de Energia do MME e da ANEEL, com base em indicações oficiais do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que poderiam ter reduzido o racionamento, foram boicotadas pelo então ministro Rodolfo Tourinho. Até o mês de janeiro de 2001, ninguém tinha idéia da intensidade do racionamento, sendo que o próprio mercado estimava que fosse possível atravessar esse período com a geração plena das usinas termelétricas. Isso significava um elevado preço *spot* por um período longo, principalmente se fosse reconhecida a expansão real do parque gerador, e não, aquela considerada pelas previsões oficiais. As estimativas realizadas no ano 2000 projetavam um preço médio, para o ano de 2001, de R\$ 153/MWh, e um preço médio, para os próximos três anos, de R\$ 117/MWh.

Ainda em 2000, o ambiente político dava demonstrações que a construção de usinas térmicas seria a única saída para o país solucionar o problema do desabastecimento de energia. Nesse contexto é que o Governo Brasileiro instituiu o Programa Prioritário de

Termelétricidade (PPT), mediante o Decreto 3.371, de 24 de fevereiro de 2000. Esse programa conferia às usinas termelétricas participantes algumas importantes prerrogativas, como: a garantia do fornecimento de gás natural por até vinte anos, a aplicação do valor normativo para venda da energia elétrica produzida e o acesso ao Programa de Apoio Financeiro a Investimentos Prioritários no Setor Elétrico do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que captou recurso junto ao Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) para esse propósito.

O PPT era considerado o grande instrumento de salvação ao racionamento que se projetava para os próximos anos. No entanto, hoje se verifica que este programa não teve muito êxito, pois da previsão inicial de construção de aproximadamente 50 (cinquenta) usinas termelétricas, apenas 17 (dezessete) estão operando e somente 13 treze cumpriram o cronograma de obras. Nesse momento, contudo, já era possível prever que não seriam todas essas usinas termelétricas que entrariam em operação, não obstante as inúmeras declarações do grande defensor governamental dos empreendimentos termelétricos, o Ministro de Minas e Energia, no sentido de que a geração termelétrica seria a salvação do país e que o programa de incentivo às termelétricas teria a mesma importância, para o país, que ITAIPU .

No ano de 2000, graças a uma hidrologia favorável, o risco iminente do racionamento foi afastado, embora sem nenhuma garantia que o suprimento de energia seria suficiente para afastar o desabastecimento no ano seguinte. Contudo, embora o ano de 2000 não tenha apresentado problemas, a crise no abastecimento ainda era real e a alta dependência da geração hídrica se constituía em uma preocupação constante do Governo.

Em 2001, o risco do racionamento e a conseqüente desaceleração da economia voltaram à tona e, desta vez, foi considerado inevitável. Assim, o início desse ano foi marcado por uma intensa busca por investimentos no setor elétrico e, mais especificamente, em usinas termelétricas.

Devido a problemas ambientais e econômicos, diversas usinas planejadas pelos planos decenais dos anos anteriores (1999-2008 e 2000- 2009) não foram viabilizadas, chegando-se ao ponto de nem mesmo iniciarem suas obras.

1.3. Atual modelo institucional

Em 16 de março de 2004 foram sancionadas no Diário Oficial da União as duas leis que regulamentam as novas regras do setor elétrico. A Lei nº 10.847/04 autoriza a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), e a nº 10.848/04 dispõe sobre a comercialização de energia elétrica e modifica pontos da Leis nºs 5.655/71, 8.631/93, 9.074/95, 9.427/96, 9.478/97, 9.648/98, 9.991/00 e 10.438/02. Esse modelo institucional rompe com o anterior, introduzindo mudanças contundentes no mercado de energia elétrica. Desta forma, existe a necessidade de que os agentes do setor revejam suas estratégias e se reorganizarem com a finalidade de otimizarem seus objetivos dentro dessa nova estrutura.

O modelo institucional proposto pelo governo foi construído com base em três objetivos principais:

- Garantir a segurança de suprimento de energia elétrica;
- Promover a modicidade tarifária, por meio da contratação eficiente de energia para os consumidores regulados; e
- Promover a inserção social no Setor Elétrico, em particular pelos programas de universalização de atendimento.

1.3.1. Ambientes de contratação

Foram criados dois ambientes de contratação:

- Ambiente de Contratação Regulada (ACR) - compreende a contratação de energia para o atendimento aos consumidores de tarifas reguladas (consumo dos distribuidores) por meio de contratos regulados com o objetivo de assegurar a modicidade tarifária; e,
- Ambiente de Contratação Livre (ACL) - compreende a contratação de energia para o atendimento aos consumidores livres, por intermédio de contratos livremente negociados.

Os contratos bilaterais em vigência são integralmente respeitados e tratados no ACL até sua expiração.

1.3.2. Contratação de energia no ACR

Estão previstos três tipos básicos de contratação no ACR:

- Contratação de nova geração;
- Contratação de geração existente;
- Contratação de ajuste.

A Figura 1.1 ilustra este ambiente e identifica os seus participantes.

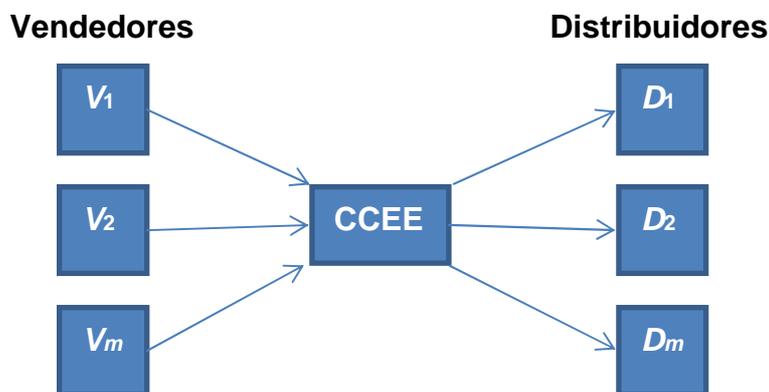


Figura 1.1 – Organização do ACR

No ACR permite-se apenas comercialização através de licitação. O tipo de licitação mais comum para atender necessidades que envolvem grande número de vendedores e compradores é o leilão. As distribuidoras poderão participar de cinco tipos de licitações para compra de energia elétrica por quantidade ou disponibilidade, dos quais três tipos são leilões de compra realizados no ACR em que participam como grupo, os outros dois tipos são licitações realizadas no ACR em que as distribuidoras participam de forma individual. Estas licitações são diferentes entre si nos aspectos de antecedência com relação ao ano base "A", duração mínima e máxima dos contratos e o tipo de empreendimento que pode participar do leilão, conforme apresenta a Tabela 1.1

Tabela 1.1 – Possibilidades de compra de energia para o distribuidor

Licitação	Vendedor	Prazos de suprimento	Data de realização/Freq. De realização
Leilão L _{Exist}	Vendedores a partir de empreendimentos existentes	5 a 15 anos	A-1 ano/anual
Leilão L _{Novo}	Novos empreendimentos Termelétricos Novos empreendimentos Hidrelétricos	15 a 30 anos	A-3 anos/anual A-5 anos/anual
Leilão / Edital L _{ajus}	Vendedores que se habilitarem	Máximo 2 anos	A-60 dias a 4 meses/trimestral
Edital L _{gedi}	Proprietários de GD	Máximo concessão da distribuidora	A-60 dias (min.) definido pelo distribuidor

1.3.2.1. Contratação de nova geração

A expansão da carga deve ser atendida por geração nova e acontece através de licitações com cinco e três anos de antecedência, em relação ao ano de realização do mercado. O objetivo é permitir que os distribuidores gerenciem de forma eficiente as incertezas relacionadas à evolução da demanda. A energia de novos empreendimentos de geração poderá ser contratada no ACR, assegurando aos geradores uma receita pela contratação, mediante duas modalidades contratuais, a critério do MME.

Contratos de quantidade de energia – iguais aos atualmente chamados contratos bilaterais de energia e aos Contratos Iniciais, nos quais os riscos da operação

energética integrada são assumidos totalmente pelos geradores, arcando eles com todos os custos referentes ao fornecimento da energia contratada.

Contratos de disponibilidade de energia – nos quais tanto os riscos, como os ônus e os benefícios da variação de produção em relação à garantia física, são alocados ao *Pool* e repassados aos consumidores regulados.

1.3.2.2. Contratação com cinco anos de antecedência (A-5)

O volume de energia a ser contratado é informado pelos distribuidores. A contratação de energia pelo *Pool* é realizada por meio de licitação, a ser conduzida pela ANEEL, com preço teto definido pelo MME, com base em estudos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Os contratos com o *Pool - Power Purchase Agreement* (PPA) - têm duração de 15 a 35 anos e o início de suprimento, em 5 anos. O repasse de preço às tarifas será integral em todo o prazo contratual para os volumes contratados em A-5.

1.3.2.3. Contratação com três anos de antecedência (A-3)

O processo de contratação de energia, o de outorga de contratos de concessão, o mecanismo de repasse de preço (com incentivo) à tarifa e o elenco de projetos a licitar para contratação em A-3 são os mesmos da contratação anterior. O preço teto é fixado levando em conta os projetos com prazo de maturação não superior a três anos. O volume de energia assegurada a ser contratado pelo *Pool* será limitado a 2% da carga de cada distribuidora, medida em A-5, ou a proporção a ser definida pela regulamentação, considerando as características da carga de cada concessionária.

1.3.2.4. Contratação de ajuste

O atendimento às necessidades superiores aos limites fixados para aquisição com três anos de antecedência é efetuado por contratos bilaterais de ajuste. Esta contratação bilateral acontece por meio de leilão público, com antecedência de até dois anos, autorizado pela ANEEL, exclusivo da(s) distribuidora(s) com parcela de mercado não coberto pela contratação em A- 3. Os contratos bilaterais assim estabelecidos são

específicos de cada distribuidora e têm duração máxima de dois anos. O repasse dos preços desses contratos às tarifas de fornecimento acontece pelo valor mínimo entre o preço contratado e o Valor Anual de Referência (VR) calculado no ano corrente (função dos preços VL5 e VL3 efetivamente aplicáveis à energia entregue no ano corrente).

1.3.2.5. Contratação da geração existente

Esta contratação visa atender à carga existente das concessionárias e acontece por meio de leilões. A contratação é realizada na modalidade *contratos de quantidade de energia*, em que a cobertura dos custos operacionais e o gerenciamento dos riscos da operação energética ficam sob a responsabilidade dos geradores contratados. Os contratos têm no mínimo três e no máximo 15 anos de duração, para início de suprimento em janeiro do ano seguinte ao do leilão. Nesta contratação, os preços obtidos nos leilões serão integralmente repassados à tarifa.

1.3.3. Contratação no ACL

No caso de uma empresa comercializadora ou geradora de energia elétrica, ou ainda consumidores livres, esses podem escolher participar ou formular leilões de energia livremente conforme as circunstâncias de mercado. Para empresas com participação estatal devem ser observadas as disposições do Decreto 5.163 de 2004 sobre publicidade e transparência no processo de contratação de energia. No Ambiente de Contratação Livre (ACL) os contratos podem ser livremente pactuados entre os agentes, definindo-se preços, prazos, volumes e cláusulas de *hedge* a critério dos próprios interessados.

1.4. Objetivos

Levantar as variáveis importantes que compõem as características das formatações utilizadas nos leilões promovidos pelos agentes de mercado livre do sistema elétrico brasileiro. Para isso, foi realizada a análise do comportamento de cada agente de mercado com relação à maneira de promover leilões.

Em função da constatação da diversidade das formatações adotadas nesses leilões, avaliar a evolução nas configurações utilizadas por esses agentes ao longo do tempo. Estudando essa evolução, pôde-se perceber uma tendência a uma uniformização nas características dos formatos dos leilões.

CAPÍTULO 2

TEORIA DOS LEILÕES APLICADA

2.1. Tipos de Leilões - Considerações Iniciais

Neste capítulo é apresentada uma descrição dos diversos tipos de leilões, buscando mostrar a composição de cada um com seus benefícios e desvantagens.

Leilões têm muitas vantagens para comprar e vender determinado artigo, principalmente em ambientes com vários itens relacionados. Nesses ambientes são negociados vários bens divisíveis, como energia elétrica ou emissões de gases. Em tais leilões, as ofertas especificam as quantidades de cada item, como o MW médio de energia elétrica ou toneladas de emissão. Frequentemente, bens relacionados podem, ou poderiam ser, leiloados ao mesmo tempo. Em mercados de energia elétrica, os produtos com períodos contratuais diversos ou locais distintos de entrega podem ser leiloados juntos. A condução dos leilões para vários bens divisíveis ou indivisíveis depende dos objetivos dos agentes envolvidos.

Uma das decisões iniciais para se estruturar um leilão é quando optar por um leilão estático (leilão fechado) ou um leilão dinâmico (leilão seqüencial). Uma motivação freqüente para a utilização de leilões dinâmicos está na redução da incerteza a respeito do valor comum do bem, incentivando os agentes a efetuarem lances mais agressivos, devido a uma menor aversão ao caminho da vitória. Entretanto, no contexto de se comprar muitos bens, a revelação do preço de um leilão dinâmico tem outro papel, que frequentemente é mais importante. Através de se observar as tentativas de obter informação a respeito do preço, os agentes podem decidir melhor sobre quanto negociar de cada item. Isto é particularmente útil porque os bens que estão sendo negociados são relacionados. Alguns podem ser substitutos, outros podem ser complementares. Quanto menor for a informação que os agentes possuírem a respeito do preço no momento de se ofertar, mais difícil se torna o problema. Além disso, restrições práticas podem tornar o

leilão fechado extremamente difícil a menos que o leiloeiro permita que os agentes expressem estas restrições em seus lances fechados. Visto que, em um leilão dinâmico, um agente pode observar preços e sinais dos demais, que o permitem tomar decisões consistentes com suas restrições.

Os leilões dinâmicos são fortemente recomendados quando é dispendioso para os agentes determinar suas restrições. Um leilão dinâmico, fornecendo a informação através de lances revelados, ajuda na formulação do problema de decisão do agente. Ao invés de considerar todas as possibilidades, um agente pode manter o foco nos casos relevantes, dado a informação revelada pelos lances e pela sinalização dos demais. Embora este ponto já seja válido nos leilões com um único item, torna-se mais crítico no contexto de muitos itens, onde o problema de decisão do agente é muito mais complicado. Uma vez que, ao invés de decidir simplesmente se negociar, o agente deve decidir que bens negociar e a quantidade de cada item. O número de possibilidades cresce exponencialmente com o número de bens. Determinar custo para depois ofertar para cada uma destas possibilidades é difícil, visto que, com informação transparente de preço o problema de decisão se torna relativamente mais direto.

Dado o aumento de informação a respeito do preço quando se leiloa muitos bens divisíveis ou indivisíveis, os leilões dinâmicos são preferidos. O ponto central então é de como projetar um leilão com a forma mais eficiente para revelar informações a respeito do preço. Para bens divisíveis, os leilões *clock* simultâneos são eficazes e simples. Em um leilão *clock* simultâneo, há um preço *clock* para cada item divisível, que indica seu preço de lance por unidade. Os agentes expressam as quantidades que desejam negociar ao preço atual. O preço é decrescido para bens com excesso de oferta, e os agentes expressam outra vez as quantidades que desejam fornecer ao novo preço. Esse processo é repetido até a oferta seja igual à demanda. Então, o preço e os lances se tornam finais. Para bens indivisíveis, o leilão descendente simultâneo pode ser preferido, em especial se o número de itens é grande. A única diferença entre o leilão descendente simultâneo e um leilão *clock* é que no primeiro os agentes especificam um preço e uma quantidade para cada artigo que desejam fornecer. No leilão *clock*, o leiloeiro estipula o preço de lance e os agentes expressam somente quantidades nos preços anunciados.

Os dois modelos da forma em que foram apresentados ignoram muitos detalhes práticos, com intuito de se evitar complicações que comprometeriam o entendimento. Em cada um, supôs-se que os agentes se comportam de forma contínua, de modo que as considerações a respeito de poder de mercado possam ser ignoradas. Também se admitiu que os lances ocorram de forma contínua no tempo, evitando questões sobre estágios discretos. Foi adotado que o resultado do equilíbrio do leilão coincide com o equilíbrio do modelo competitivo e atinge a eficiência total.

Desta forma, deve-se ater às considerações práticas que necessitam ser discutidas em qualquer situação real. Em um leilão com estágios discretos, mais do que com lances contínuos, questões sobre decréscimos de lances, disputas, e de diminuição da demanda devem ser tratadas com mais atenção. Estas particularidades são tratadas mais facilmente utilizando-se lances internos, permitindo que os agentes, em cada estágio, expressem suas curvas de oferta em algum momento entre o início e término do referido estágio. Permitir essa manifestação rica em informações dentro de um estágio faz com as questões sobre decréscimos de lances, disputas, e de diminuição da demanda se tornem mais simples. A possibilidade de poder expressar as preferências para preços durante um estágio faz com que a perda da eficiência associada com o decréscimo discreto de preço seja menor. Desta forma o leiloeiro pode escolher um decréscimo maior da oferta e ter como consequência um processo mais rápido e menos dispendioso para o leilão.

As correlações naturais entre bens existem frequentemente na prática. Como exemplo, pode-se citar um leilão de energia elétrica, os bens podem diferir pela duração do contrato (três meses, um ano, ou anos múltiplos). Tais produtos são substitutos naturais: um contrato de dois anos é simplesmente uma seqüência de dois contratos de um ano. Desta forma, os preços de tais produtos são fortemente relacionados. O leilão pode explorar esta correlação realçando as possibilidades de substituição destes produtos.

Outra consideração prática importante deve ser feita a respeito do poder de mercado. Embora ajustes em alguns leilões possam os aproximar do ideal, não é possível alcançar competição perfeita na maioria dos leilões. No desenvolvimento de um leilão deve ser considerado que a competição é limitada. Nessa direção, três

instrumentos úteis são a política de informação, o preço de reserva e a eficiência do preço. Através do controle da informação que os agentes recebem, o leiloeiro pode realçar a revelação do preço e limitar o espaço para colusão. A fixação de um preço de reserva tem dois objetivos, prover certo controle do preço na ausência de competição e limitar o ganho com uma possível colusão. Finalmente, como o preço uniforme conduz inevitavelmente para a redução da oferta, a ineficiência resultante pode ser evitada através da aplicação da regra de preço eficiente do leilão de Ausubel (2004).

2.2. Conceitos

A forma que os lances são enviados pelos participantes ao leiloeiro pode ocorrer em uma competição aberta ou fechada. Um leilão pode ser formatado para ser aberto ou fechado. Os primeiros leilões eram realizados de maneira aberta, no qual cada participante falava o seu lance, obrigando todos os que desejavam participar estarem no local do leilão. Com a necessidade de incorporar participantes que estavam não estavam no local do leilão, surgiu o formato do leilão com lances em envelope fechado. Atualmente, com o advento da Internet, a distância não interfere mais no formato do leilão e existem vários leilões on-line que realizam leilões com lances aberto ou fechado.

2.2.1. Leilão aberto

Neste tipo de leilão, o objeto é negociado através de uma competição aberta entre seus participantes, possibilitando um aprendizado durante a execução do leilão. Desta maneira, os participantes podem analisar suas avaliações, sobre o objeto que está sendo leiloado, durante a realização do leilão.

No leilão aberto, a estratégia dos participantes é dar lances até que a avaliação do objeto for atingida, incentivando a participação e promovendo a eficiência do leilão. Entretanto, quando há assimetria entre os participantes, um leilão aberto pode desencorajar a participação dos compradores com as avaliações menores. Se os participantes sabem que irão perder para um agente com uma avaliação maior, eles não terão incentivos para participarem e, caso isto ocorra, o objeto é leiloado com um preço próximo ao inicial.

Uma das vantagens do leilão aberto é que seu processo é menos vulnerável à corrupção que os lances fechados, uma vez que os lances ofertados são revelados entre os participantes. Os leilões abertos mais conhecidos são o leilão inglês e o leilão holandês.

2.2.2. Leilão fechado

No leilão fechado os participantes fazem suposições dos prováveis lances dos demais jogadores antes de decidir o lance e, então, enviam seus lances em um envelope fechado.

Neste tipo de leilão não há a possibilidade de aprendizado durante a realização do leilão, uma vez que o objeto é negociado através de uma competição fechada entre todos os participantes.

Atualmente, leilões para negociar diferentes bens são realizados utilizando um formato fechado, podendo citar os leilões realizados através da Internet ou por envio de envelopes selados. Os leilões fechados mais conhecidos são o leilão fechado de primeiro preço e o leilão fechado de segundo preço (leilão de Vickrey, 1961).

2.2.3. Natureza

A natureza do leilão determina a finalidade do leilão e determina que tipo de participante irá dar os lances, e é classificado como sendo de oferta, demanda ou duplo.

Em um leilão de oferta os vendedores ofertam um objeto para um único comprador. O objetivo deste leilão é comprar o objeto pelo menor preço. A Figura 2.1 apresenta um leilão de oferta.

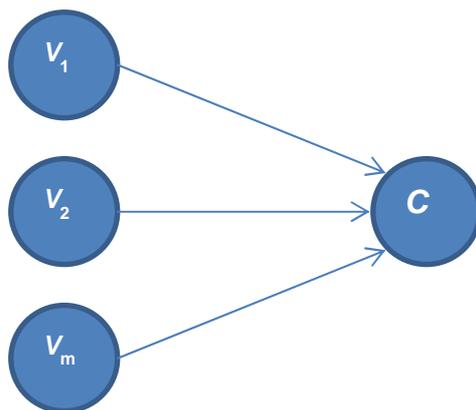


Figura 2.1 – Leilão de oferta

Em um leilão de demanda os compradores demandam o objeto de um único vendedor. O objetivo deste leilão é vender o objeto pelo maior preço. A Figura 2.2 representa um leilão de demanda.

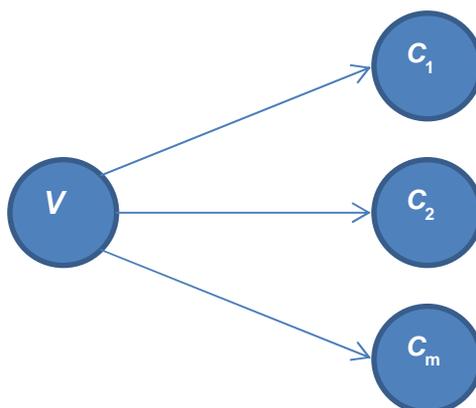


Figura 2.2 – Leilão de demanda

Já no leilão duplo tanto os compradores quanto os vendedores fazem seus lances. Este leilão pode ser negociado diretamente entre os participantes, sendo caracterizado como leilão com os participantes identificados, conforme apresentado na Figura 2.3, ou mediado por um leiloeiro, caracterizando um leilão com participantes não identificados, Figura 2.4.

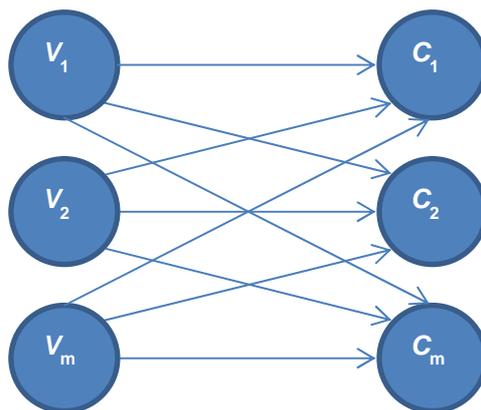


Figura 2.3. Leilão duplo com participantes identificados

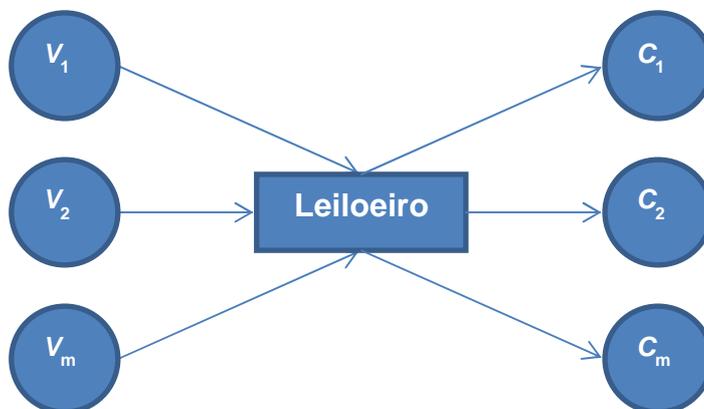


Figura 2.4 – Leilão duplo com participantes não identificados

2.2.4. Preço de fechamento

O resultado dos leilões é diretamente influenciado pela metodologia adotada para formação de preço do leilão. Os dois tipos de fechamento de preço de um leilão são o uniforme e o discriminatório.

Os leilões com preço de fechamento uniforme diferem dos leilões com preço discriminatório, uma vez que os participantes vencedores pagam o mesmo preço pelos objetos leiloados, que corresponde geralmente ao menor lance ganhador, independente dos lances efetuados. No leilão discriminatório cada participante vencedor paga o valor correspondente ao seu lance e, neste caso, participantes mais agressivos tendem a pagar mais pelo objeto que os outros, o que não ocorre nos leilões com preço uniforme.

Em um leilão de preço uniforme, todos os objetos são vendidos a um mesmo preço de “equilíbrio de mercado”, em que a demanda equivale à oferta de objetos.

Deste modo, todos ganhadores pagam o mesmo valor pelos objetos. Um leilão com preço de fechamento uniforme pode ser caracterizado como sendo de primeiro ou de segundo preço.

O leilão de primeiro preço é a forma mais comum nos leilões de lances fechados, no qual o participante vencedor recebe o objeto e paga o valor correspondente a sua oferta. Neste tipo de fechamento de leilão o preço é determinado pela melhor oferta do ponto de vista da organização do leilão.

A estratégia de um participante neste tipo de leilão é dar um lance menor que sua avaliação, caso saiba possuir a maior avaliação. Como neste fechamento de preço o valor pago pelo participante vencedor corresponde ao seu lance, não é uma estratégia dominante lançar o valor da sua avaliação, uma vez que o *payoff* será zero caso isto ocorra.

No leilão de segundo preço, conhecido como leilão de Vickrey (Vickrey, 1961), o participante vencedor recebe o objeto e paga o valor do segundo maior lance, que corresponde ao maior lance do participante perdedor. Assim, o preço é determinado pela segunda melhor oferta, considerando o ponto de vista da organização do leilão. Neste tipo de leilão, o leiloeiro conseguirá lances mais altos, pois os participantes irão dar lances com a sua verdadeira avaliação. A propriedade mais importante no leilão de segundo preço, é que submeter o verdadeiro valor no lance é uma estratégia dominante para o comprador, uma vez que ele não ganha nada fazendo lances abaixo de sua avaliação, pois isto apenas diminui sua probabilidade de ganhar sem alterar o preço que irá pagar, caso ganhe o leilão. Da mesma forma, ele não ganha nada fazendo lances acima de sua avaliação, pois se ganhar, poderá pagar um valor igual ou superior a sua avaliação.

No leilão discriminatório os objetos são vendidos para os participantes que ofereceram os melhores lances, determinados pelo leiloeiro, e cada participante paga o valor correspondente ao seu lance (Krishna, 2002). Desta maneira, este tipo de leilão,

também conhecido como *pay as bid*, não existe um preço único de fechamento, ele varia de acordo com os lances efetuados pelos participantes.

2.2.5. Teorema da Receita Equivalente

A equivalência de leilão é aplicada apenas para leilões com valores privados independentes para quatro formatos mais comuns de leilão: leilão inglês, leilão holandês, leilão de primeiro preço e leilão de segundo preço (leilão de Vickrey). Este teorema determina que apesar destes leilões possuírem formatos diferentes, eles possuem uma estratégia de lances equivalente.

Krishna (2002) descreve o teorema da receita equivalente da seguinte maneira:

“No leilão holandês, o participante deve definir o nível de preço ao qual ele irá efetuar o lance para o objeto. O ganhador será aquele que escolher o preço mais alto e o preço que irá pagar corresponde ao preço do lance. No leilão de primeiro preço, o participante ganhador e o preço são determinados da mesma maneira. Assim, para cada perfil de estratégias no leilão holandês existe um equivalente no leilão de primeiro preço e vice-versa, produzindo o mesmo resultado para os dois formatos de leilão. Desta maneira, o leilão holandês é estrategicamente equivalente ao leilão fechado de primeiro preço.”

“O mesmo ocorre com o leilão inglês e o leilão fechado de segundo preço (Vickrey 1961). No leilão inglês, o comprador dá lances até que o preço alcance o valor do objeto para ele. Independentemente das estratégias adotadas pelos outros jogadores, esta simples estratégia será uma resposta ótima. Analogamente, no leilão fechado de segundo preço, a estratégia dominante para um participante é submeter um lance igual ao seu valor. Em ambos os leilões, no equilíbrio, o ganhador será o participante que tem a avaliação mais alta do objeto e o preço pago será o segundo valor mais alto. Desta maneira, o leilão inglês é estrategicamente equivalente ao leilão fechado de segundo preço.”

Deve-se ressaltar que esta equivalência requer que cada participante tenha um valor privado do objeto em leilão, ou seja, conheça o valor do objeto para si mesmo.

2.2.6. Formatos de leilão

Como apresentado, os leilões podem ser formatados de diversas maneiras, considerando a forma, natureza e preço de fechamento. Esta seção apresenta os formatos de leilões mais tradicionais e os aplicados na negociação de um objeto ou de vários objetos.

O leilão inglês, também denominado leilão aberto com preços ascendentes, leilão progressivo ou leilão oral, é o mais antigo formato de leilão. Também é o mais comum e seus lances aumentam continuamente até que apenas um participante esteja interessado no objeto que está sendo leiloado.

Trata-se de um leilão aberto no qual o leiloeiro determina o preço inicial do objeto e solicita a primeira oferta dos participantes, que continuam a oferecer lances até que nenhum deles esteja disposto a melhorar a última oferta. Neste formato, o participante que ofereceu o último lance será o vencedor do leilão e ficará com o objeto e pagará o preço do último lance.

Como o preço e a alocação do objeto são determinados em uma competição aberta entre os participantes, este formato possibilita um processo de descoberta do preço, no qual o valor é determinado através do crescimento dos lances (Cramton, 1998). Este leilão possibilita o aprendizado entre os participantes durante o processo, fazendo com que os participantes ajustem suas avaliações durante a realização do leilão.

No leilão inglês, o comprador deve saber o valor do objeto para si mesmo, ou seja, sua estratégia dominante, que consiste em dar lances no leilão até que o preço alcance o valor da sua avaliação.

O Leilão Holandês, como o nome sugere, foi criado na Holanda para a venda de lote de flores. Neste leilão aberto com preços descendentes, o primeiro que se manifestar leva o produto que está sendo leiloado.

Neste leilão o leiloeiro inicia o leilão com um preço máximo de venda e, o preço é decrementado sistematicamente até que um participante se manifeste. Neste leilão, o

primeiro comprador que fizer o lance vence o leilão e paga o valor correspondente ao seu lance. Apesar de ser aberto, durante a execução do leilão não há a possibilidade de aprendizado, pois há um único lance vencedor, o que impede a verificação do comportamento dos outros participantes. No leilão holandês a estratégia dominante do comprador é fazer a avaliação do objeto para si mesmo, determinando o preço ao qual irá realizar o seu lance.

O Leilão de Vickrey é um leilão com lances fechados, no qual o vencedor paga o segundo maior preço de lance dado no leilão. A estratégia dominante para cada participante deste formato de leilão é oferecer o lance que corresponde à sua avaliação, pois, se ele ganhar o leilão, pagará o valor correspondente ao segundo melhor preço.

No Leilão *Clock* os lances são submetidos em uma série de rodadas. Os proponentes submetem lances em quantidade. Em cada rodada, o leiloeiro reduz os preços por um incremento para aqueles produtos para os quais existe excesso de oferta. O preço é determinado quando a demanda for menor ou igual à oferta. Todos os vencedores pagam o mesmo preço.

Os leilões múltiplos são usados para negociar vários objetos no mesmo leilão e podem ser realizados de maneira seqüencial, simultâneo ou combinatório. Os seqüenciais são de implementação fácil, estratégia rígida e com decréscimo de preço anômalo. Os simultâneos também são de implementação fácil, porém com estratégia flexível e são para bens substituíveis. Os combinatórios são de implementação trabalhosa, com estratégia flexível e trabalhosa e são para bens substituíveis e complementares.

O leilão simultâneo ideal deve ter bens substituíveis, compradores *price takers* e aumento incremental de preço. Este tipo de leilão pode ter várias configurações que serão abordadas neste item.

O Leilão Combinatório é um leilão fechado ascendente de primeiro preço uniforme. Utiliza-se do Mecanismo Vickrey-Clarke-Groves (VCG). Possui como desafios a complexidade para sua implementação computacional, a determinação do ganhador e preço de liquidação.

2.3. Leilões Simultâneos

Um dos métodos mais bem sucedidos para se leiloar muitos artigos relacionados é leilão ascendente simultâneo e de forma análoga para compra, o leilão descendente simultâneo. Este formato de leilão foi desenvolvido pela primeira vez para os leilões de telecomunicações da Comissão Federal das Comunicações dos EUA (FCC – U.S. Federal Communications Commission's), iniciados em julho de 1994, e posteriormente foi adotado com ligeiras variações para dezenas de leilões de telecomunicações em todo mundo, tendo como resultado rendimentos superiores a US\$ 200 bilhões. O método, inicialmente proposto por Paul Milgrom, Robert Wilson e Preston McAfee (1993a), foi aprimorado através de sua aplicação e estendido à compra e venda de bens divisíveis em mercados de energia elétrica, gás e de emissões.

O leilão descendente simultâneo é uma generalização natural do leilão inglês para compra de vários itens. As características principais são que todos os bens são comprados ao mesmo tempo, cada um com seu preço, e os agentes podem oferecer lances nos vários artigos. Os lances são contínuos e permanecem até que nenhum agente esteja disposto a reduzir o preço em artigo algum. Então o leilão termina com cada agente suprindo o artigo em que obteve a oferta mais baixa e recebe o valor de suas ofertas por todos os artigos em que for o vencedor.

A razão para o sucesso deste simples procedimento é o excelente processo de revelação de preço que ele proporciona. Enquanto o leilão progride, os agentes vêem a informação dos lances de preço e condicionam suas ofertas subseqüentes utilizando esta nova informação. Através do curso do leilão, os agentes podem observar a tendência dos preços finais, e ajustar suas compras em resposta a esta informação de preço. Tal informação adicional de preço é suficiente para fornecer flexibilidade para os agentes deslocarem de um item para outro que lhe for mais favorável. Este fato mitiga o risco dos agentes, apesar do fato de que ofertar em artigos individuais é melhor do que ofertar em um conjunto de itens. Além disso, essa informação de preço ajuda os agentes a concentrarem seus esforços em estimar seus custos de produção somente na região relevante do espaço do preço.

Para mitigar mais o risco, a maioria dos leilões descendentes simultâneos permitem que os agentes retirem suas ofertas. Isto permite aos agentes desistir dos pacotes que alcançaram um patamar de preço desestimulante, deslocando seus lances para pacotes mais promissores. Entretanto, as retiradas de lances facilitam frequentemente comportamentos indesejáveis de *gaming* e assim a possibilidade de se retirar ofertas deve ser projetada com muito cuidado.

Há evidências substanciais que o projeto de leilões ascendentes simultâneos foi bem sucedido. Cramton (1997) fornece uma análise detalhada dos leilões de telecomunicações da FCC. O formato do leilão funcionou bem do ponto de vista do rendimento e da eficiência. Embora existam menos experiência com leilões descendentes simultâneos de compra, não há razão alguma para pensar de que os resultados positivos dos leilões de venda não se apresentem no contexto da compra. Através da informação revelada no processo do leilão, a incerteza do agente é reduzida e os agentes se sentem mais seguros para ofertar mais agressivamente. Também, os agentes podem obter ganhos de escala ofertando em vários itens agregados.

Apesar do sucesso geral, os leilões descendentes simultâneos apresentam alguns problemas dos quais se pode extrair importantes lições. Um problema básico é a vulnerabilidade deste leilão às estratégias de custo crescente nas situações em que a competição é fraca. Os agentes têm incentivos para reduzir a oferta para manter os preços elevados e utilizar lances estratégicos para sinalizar mudança na demanda de itens no leilão.

2.3.1. Projetos

Os elementos críticos do leilão descendente simultâneo são (1) lances abertos, (2) compra simultânea, e (3) ausência de lances agrupados, cada lance é válido somente para um item. Estas características estabelecem um processo de Walrasian tâtonnement que tem como consequência um equilíbrio competitivo devido a três pontos: artigos substitutos; os agentes são tomadores de preço; e os incrementos dos lances são insignificantes (Milgrom 2004). Naturalmente, estas circunstâncias não acontecem na prática. Algum grau de poder de mercado é comum, pelo menos alguns artigos são complementares e decréscimos de lances na faixa de 5 a 10 % da escala são necessários

no início do leilão para que sua convergência não apresente um número grande de rodadas.

O leilão descendente simultâneo funciona bem na prática principalmente por causa dos benefícios da revelação do preço oriundos dos lances aberto e de venda simultânea. Estes benefícios se apresentam de duas formas. Primeiramente, nas situações onde os custos dos agentes são embutidos, o processo de revelação do preço pode mitigar o curso do vencedor e desse modo reduzir custos da compra (Milgrom e Weber 1982). Os agentes podem efetuar lances de forma mais agressiva, desde que tenham uma incerteza menor sobre o valor do artigo. Mais importante, quando muitos artigos são comprados, a revelação do preço faz com que os agentes adaptem suas ofertas e analisem a informação de preço disponível. Isto facilita a agregação de itens complementares.

A alternativa de leilões seqüenciais tem o efeito de limitar a informação disponível aos agentes e, também, de limitar a resposta dos agentes à informação. Com leilões seqüenciais, os agentes devem projetar os preços dos futuros leilões para determinar o lance no leilão corrente. As suposições incorretas podem resultar em negociações ineficientes quando os custos dos artigos são interdependentes. Um leilão seqüencial elimina também o espaço de possibilidade das estratégias. Um agente não pode desistir de um artigo em detrimento a uma situação corrente mais favorável no leilão de outro. Os agentes provavelmente vão conviver constantemente com o arrependimento de ter vendido cedo a preços baixos, ou ter não vendido antes a preços mais atraentes. O trabalho de projetar a respeito dos resultados futuros do leilão faz com que as estratégias para leilões seqüenciais sejam complexas e com resultados menos eficientes.

A maioria dos leilões descendentes simultâneos não permite lances agrupados¹. As ofertas devem ser somente para artigos individuais. As principais vantagens desta restrição são a simplificação e preços lineares. O leilão fica fácil de ser executado e compreendido. A desvantagem é o problema da exposição ao risco por parte dos agentes. Com ofertas individuais, efetuar lances combinados é uma estratégia arriscada.

¹ Um lance para vários itens combinados, neste tipo de lance, caso o agente não conseguir comprar um dos itens, todo lance é invalidado.

O agente pode perder o fornecimento de itens essenciais da combinação desejada, mas recebe o pagamento baseado na redução dos custos da combinação. De outra forma, o agente pode ser forçado a efetuar lances abaixo de seus custos a fim garantir a combinação desejada. Lances individuais expõem os agentes, que compram combinações de itens, ao risco de agregação.

Não permitir lances agrupados pode criar ineficiências. Suponha que há dois agentes para fornecer dois artigos e que o comprador avalia em R\$ 150,00 ambos os artigos. Um fornecedor tem uma tecnologia que o possibilita produzir ambos os artigos com um custo de R\$ 100,00, mas não consegue produzir um único artigo. Assim, custa R\$ 100,00 para fornecer ambos os artigos, e também custa R\$ 100,00 para fornecer apenas um, os artigos são perfeitamente complementares. O segundo fornecedor usa uma tecnologia diferente, que o permite fornecer um ou outro artigo, mas somente um artigo com custo de R\$ 35,00, os artigos são perfeitamente substitutos. Note que o resultado eficiente seria que o primeiro agente forneça ambos os artigos em um custo total de R\$ 100,00. Contudo, qualquer tentativa do primeiro agente de fornecer ambos é em vão. O primeiro agente teria que diminuir seu lance para R\$ 35,00 em cada artigo a fim de conseguir fornecer ambos, mas lhe seria pago somente R\$ 70,00 e teria um custo de R\$ 100,00. O único equilíbrio é com o segundo agente fornecendo um único artigo no preço de abertura.

O resultado do exemplo é ineficiente, e não obtém os artigos desejados. Este exemplo extremo serve para ilustrar o problema da exposição ao risco de agregação. A ineficiência envolve grandes agentes, complementaridades específicas e falta de competição.

Infelizmente, permitir lances agrupados cria outros problemas. Os lances podem favorecer os grandes fornecedores devido a uma variante do problema anterior. Através da continuação do último exemplo, suponha que há um terceiro agente que tenha um custo de R\$ 60,00 para fornecer cada um dos artigos. Então o resultado eficiente para que os agentes individuais forneçam ambos os artigos é de $R\$ 35,00 + R\$ 60,00 = R\$ 95,00$ que é menor que R\$ 100,00. Mas este resultado pode não ocorrer quando os custos não são de conhecimento comum. Suponha que o segundo e o terceiro agente efetuaram lances individuais de R\$ 65,00 em cada um dos dois artigos, mas estas

ofertas são superadas por um lance agrupado de R\$110,00 do primeiro agente. Cada agente espera que o outro efetue um lance mais baixo para superar o lance agrupado. Uma redução maior que R\$ 20,00 é requerida dos agentes. Entretanto, o segundo agente tem um incentivo para ofertar acima de seus custos. Isso pode fazer com que ele segure seu lance, esperando que o terceiro agente quebre a barreira dos R\$ 110,00. Mas o terceiro agente não consegue superar esta oferta, então o leilão termina e o primeiro agente fornece ambos os artigos por R\$ 110,00.

Lances agrupados também adicionam complexidade ao leilão. A menos que as complementaridades forem grandes e heterogêneas para os agentes, o leilão descendente simultâneo sem lances agrupados deve ser preferido.

2.3.2. Funcionamento

Um grupo de artigos com forte interdependência de custos tem sido a situação mais indicada para esse tipo de leilão. Um agente pode ofertar em todos os artigos a qualquer rodada, sujeito às regras de atividade que determinam a elegibilidade atual do agente. O leilão termina quando em uma rodada não ocorrem ofertas novas para artigo algum. Este formato de leilão foi projetado para dar aos agentes a flexibilidade de revelar custos e construir pacotes com vários artigos. As regras mais comuns são descritas a seguir.

Limite de Quantidade – Para promover a competição na cadeia de fornecedores, frequentemente a quantidade que um agente pode fornecer é limitada.

Regras de Pagamento – É comum requerer dos fornecedores alguma garantia de oferta, ou algum processo de revisão de crédito. A garantia de oferta e a revisão de crédito definem tipicamente a capacidade máxima de fornecimento do agente. Um agente interessado em fornecer uma grande quantidade de artigos teria que possuir uma grande garantia de oferta. A garantia de oferta mitiga o risco de que ocorra um lance que o agente não consiga honrar posteriormente. Os fornecedores são pagos no ato da entrega.

Decremento Mínimo de Lance – Para assegurar que o leilão convirja em um tempo razoável, decrementos mínimos de lances são especificados. Os decréscimos de lance são ajustados de acordo com o comportamento dos agentes. Tipicamente, os decréscimos de lance estão entre 5 e 20 %.

Regra de Atividade – A regra de atividade é um dispositivo que concorre para o processo de revelação de preço. Força um agente a manter um nível mínimo de atividade para preservar sua elegibilidade atual. Enquanto o leilão progride, a exigência de atividade aumenta, reduzindo a flexibilidade de um agente. A baixa exigência de atividade no início do leilão fornece ao agente uma flexibilidade maior para se deslocar entre itens no início do leilão, quando a incerteza sobre o resultado do leilão é maior.

Número de Rodadas por Dia – O principal meio de controlar o ritmo do leilão é através do controle do número de rodadas por dia. Tipicamente, poucas rodadas por o dia são conduzidas inicialmente no leilão. Isto porque no início é quando ocorre a maior concentração de aprendizagem. Nas últimas rodadas, ocorre um volume muito menor de atividade dos agentes, deste modo, as rodadas podem ocorrer mais rapidamente.

Regra de Parada – Uma regra de parada simultânea é utilizada para fornecer aos agentes a flexibilidade máxima para reavaliarem suas estratégias. O leilão termina se em uma determinada rodada não ocorrer oferta alguma.

Informação dos Lances – A implementação mais comum é a completa transparência. Todos agentes recebem toda informação a respeito das identidades e elegibilidade de cada agente. Os lances ativos com a respectiva identidade dos agentes são publicados após cada rodada. Da mesma forma, todos outros lances com as respectivas identidades dos agentes também são publicadas na conclusão de cada rodada junto com a elegibilidade de cada agente.

Retirada de Lance – Para mitigar o risco, os agentes com lances ativos podem desistir de seus lances sujeitos a uma penalidade de retirada de lance. Se um agente retirar seu lance ativo, o leiloeiro substitui tal lance pelo melhor subsequente para este item. Desta forma, o lance de um agente que estava inativo se torna ativo através da ação de seu concorrente. Logo, tal agente não é responsabilizado por seu lance, pois ele

pode nesse ínterim ter reavaliado sua estratégia ou, até mesmo, ter desistido de tal item e ofertado em outros. Se nenhum lance firme for direcionado ao artigo, o leiloeiro pode recuar o preço do item, isto é, voltar ao preço de lance de alguma rodada anterior. Para desestimular lances apenas com intuito de manipular o leilão, existem penalidades para retirada de lance. A penalidade é a maior que zero e também maior que a diferença entre o preço de compra final do item e a oferta retirada. Esta penalidade é consistente com o padrão de quebra de contratos. A penalidade resguarda o comprador dos danos sofridos em consequência da retirada do lance.

2.3.3. Lances Internos

Embora na teoria se possa imaginar a implementação de um leilão *clock* descendente com tempo contínuo, isto dificilmente aconteceria na prática. Os leilões *clock* utilizam inevitavelmente rodadas discretas por dois motivos importantes. Um dos motivos é que a comunicação raramente é confiável, deste modo os agentes não estariam dispostos a se expor em um *clock* contínuo. Um agente ficaria insatisfeito se o *clock* de preço acontecesse após sua decisão de efetuar um lance no bem por causa uma breve falha de comunicação. Rodadas discretas são robustas aos problemas de comunicação. Elas oferecem uma janela de duração significativa, raramente menos de dez minutos e às vezes mais de uma hora. Esta janela fornece aos agentes tempo para corrigir problemas de comunicação, para recorrer à sistemas alternativos ou para contatar o leiloeiro para obter uma prorrogação na rodada. O outro motivo é que um leilão com rodadas discretas possui um processo de revelação de preço melhor, este fato possibilita aos agentes uma oportunidade de refletir entre rodadas. Os agentes necessitam de tempo para processar as informações das rodadas prévias e reavaliar suas estratégias. Esta atualização é exatamente a fonte do processo de descoberta de preço e de seus benefícios associados.

Uma questão importante nos leilões de rodadas discretas é a dimensão dos decrementos de lance. Grandes decrementos possibilitam ao leiloeiro concluir o leilão em poucas rodadas, mas introduzem uma ineficiência potencial do uso de uma referência grosseira de preço. Tais decréscimos também introduzem incentivos para utilização de *gaming* como consequência da maior importância das disputas e regras para diminuição da demanda. Porém a utilização de pequenos decréscimos,

principalmente em um leilão com muitos *clocks*, pode aumentar demasiadamente o número de rodadas e, como consequência, o tempo necessário para concluir o leilão. Geralmente, os agentes preferem leilões mais rápidos. Um leilão rápido reduz custos de participação e a exposição às mudanças de preço durante o leilão. Isto é especialmente relevante nos leilões de energia para os quais existem mercados secundários ativos de itens perfeitamente substitutos. Desta forma, movimentos adjacentes de preço poderiam facilmente superar os decréscimos do leilão.

Um ponto positivo é a possibilidade de se beneficiar de quase todos os benefícios de um leilão contínuo mesmo o conduzindo em um número limitado de rodadas, através da técnica de lances internos. Com lances internos às rodadas, os agentes expressam suas ofertas em cada rodada do leilão através de vetores do preço ao longo da linha entre o preço inicial e final da rodada. Em um leilão *clock* tradicional, o preço pode diminuir de R\$ 11,00 a R\$ 10,00 em uma rodada, mas o agente pode expressar somente a quantidade que deseja fornecer a R\$ 11,00 e R\$ 10,00. Com lances internos, o agente expressa a quantidade que deseja fornecer a cada preço entre R\$11,00 e R\$10,00. Isto evita a ineficiência associada a uma referência grosseira de preço. Evita também o *gaming* proveniente do acirramento das disputas e de diminuir a demanda com preços mais grosseiros. A única perda é o processo de revelação de preços de cada rodada. Entretanto, esse preço é menos importante se comparado ao que ocorre entre as rodadas.

Mais especificamente, com lances internos, em cada rodada, o leiloeiro anuncia um preço inicial da rodada e o preço final (mais baixo). Cada agente expressa então sua curva de oferta para vários preços entre o preço inicial e final. As curvas de oferta são formatadas em patamares, de forma que enquanto o preço cai, o agente possa manter ou diminuir a quantidade associada, porém não é permitido aumentá-la para preços mais baixos. Em cada estágio, o agente estipula preços entre o inicial e o final em que deseja reduzir sua quantidade. Como exemplo, considere um leilão da energia em que a quantidade seja dada em MW médios. Assuma que o preço inicial da rodada é de R\$ 110,00 e o final R\$ 100,00 na sexta rodada. Suponha que a quantidade de um agente para R\$ 110,00 é de 800 MW médios, e o agente deseje reduzir a quantidade para 600 MW médios em R\$ 106,30 e para 350 MW médios para R\$ 101,70. Então o lance do agente consiste em dois pares preço-quantidade: (R\$ 106,30; 600 MW médios) e (R\$

101,70; 350 MW médios) como apresentado na Figura 2.5. O agente está ofertando a quantidade de 800 MW médios para preços entre R\$ 110,00 e R\$ 106,30, e de 600 MW médios para preços entre R\$ 106,30 e R\$ 101,70, e de 350 MW médios para preços entre R\$ 101,70 e R\$ 100,00. Em cada patamar, se supõe que o agente é indiferente entre as quantidades ofertadas entre os dois preços extremos. Assim, a R\$ 101,70 a oferta do agente é satisfeita por qualquer quantidade entre 350 e 600 MW médios.

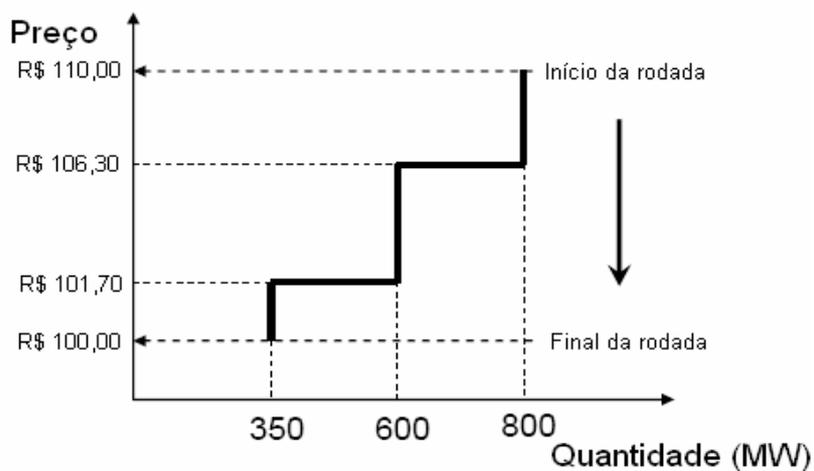


Figura 2.5 - Lance Individual de um agente na sexta rodada

No final da rodada, o leiloeiro formata a curva agregada de lances individuais. Então, se houver uma oferta excedente no preço final da rodada, o leiloeiro relata a oferta excedente no preço final e uma nova rodada começa. Se não, o leiloeiro relata o preço de fechamento e cada agente é informado sobre a quantidade que conseguiu vender no leilão.

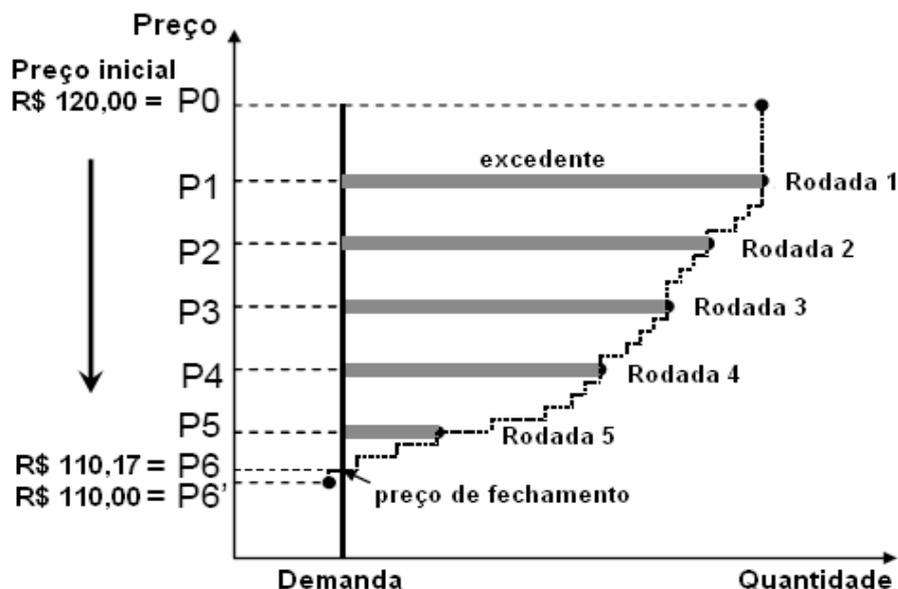


Figura 2.6 - Curva Agregada de Oferta

A Figura 2.6 mostra um exemplo de leilão, com duração de seis rodadas. O leilão começa com um preço $P_0 = R\$ 120,00$. No fim da primeira rodada, não há quantidade reduzida por agente algum, desta forma a curva da oferta agregada é vertical entre P_0 e P_1 . Em P_1 , há uma considerável oferta excedente, que é indicada pela distância entre a curva vertical da demanda e a curva da oferta agregada. Em cada rodada subsequente, um ou mais agentes reduzem a quantidade em preços entre o preço inicial e final de cada rodada e a oferta excedente diminui. Em consequência dos lances internos, as reduções acontecem em vários preços e são pequenas em relação à demanda total. Na sexta rodada, a tentativa final de preço é $P_6 = R\$ 110,00$, mas neste preço, a demanda excede a oferta. Assim, o leiloeiro retorna ao preço $P_6 = R\$ 110,17$ em que a oferta e a demanda se encontram. O leiloeiro relata que o leilão concluiu com preço de fechamento $P_6 = R\$ 110,17$.

Grande parte dos leilões *clock* registrados na literatura indicam que lances internos permitem ao leiloeiro conduzir leilões com dez ou mais produtos em aproximadamente dez rodadas, com quase nenhuma perda de discretização das rodadas. Estes leilões podem ser concluídos em um único dia. Em contrapartida, os recentes leilões de telecomunicações e alguns leilões de energia elétrica sem lances internos levaram semanas e por vezes meses para concluir. Em alguns exemplos extremos, a longa duração era devida à grande incerteza associada e à alguns parâmetros mal

dimensionados, porém, de forma geral, lances internos reduziriam os custos do leilão sem perda significativa no processo de revelação de preço.

2.4. Correlação entre bens

A motivação para se leiloar muitos produtos simultaneamente é sua correlação. Os agentes podem ver alguns artigos como substitutos e outros como complementares. Ao mesmo tempo, pode haver possibilidades de substituição com respeito ao que pode ser obtido no leilão. Dado a relação natural entre os bens, uma segunda questão importante na implementação de um leilão *clock* simultâneo é o grau de flexibilidade dada aos ofertantes para migrar de um produto para outro e aos compradores de determinar seu supridor.

Para promover o processo de revelação do preço, geralmente são impostas regras de atividade nos leilões *clock*. O leilão *clock* mais simples é para um único bem homogêneo. Neste caso, a regra da atividade é simplificada em uma restrição de monotonicidade, isto é, a quantidade ofertada de cada agente não pode aumentar inversamente proporcional ao preço. Sem esta regra, um agente poderia ofertar como uma serpente na grama (estratégia clássica em que o agente suaviza seus lances de quantidade em preços elevados para então dar o bote com uma grande oferta no final do leilão). O uso indiscriminado dessa estratégia poderia invalidar o principal objetivo de se utilizar um leilão dinâmico. A restrição de monotonicidade impede este comportamento estratégico, possibilita um processo melhor de revelação de preço e facilita a convergência ao equilíbrio.

Nas situações com bens múltiplos que têm curvas de oferta relativamente independentes, uma restrição de monotonicidade pode ser aplicada de forma independente para cada bem. Entretanto, nas situações em que interdependências entre os bens são substanciais, proceder desta forma pode ser uma atitude demasiadamente restritiva. Como exemplo, assuma que dois produtos são substitutos próximos, é natural para um agente ofertar seu produto com um preço mais atraente. Assim, o agente pode querer diminuir sua quantidade ofertada no produto com um decréscimo maior de preço, e aumentar a quantidade ofertada no produto substituto com um decréscimo de

preço mais lento. Tais ofertas seriam excluídas pela aplicação da regra mais simples de monotonicidade.

Em algumas aplicações, identificar e explorar tais relações naturais entre os bens pode resolver estas questões. Os bens são organizados em grupos chamados Produto. Bens substitutos são agrupados no mesmo produto, enquanto os bens complementares são agrupados em produtos diferentes. As regras de atividade são relaxadas para permitir que os agentes possam substituir livremente itens contidos em um mesmo Produto. Entretanto, a monotonicidade é aplicada dentro dos produtos, de modo que nenhuma substituição seja permitida entre itens de produtos diferentes.

Os leilões trimestrais de energia elétrica da Electricité de France (EDF) foram a primeira implementação de leilões *clock* simultâneos. Tais leilões foram bem sucedidos. Sem pormenores, dois tipos de bens são oferecidos nestes leilões: contratos de base; e contratos flexíveis. Esperava-se que esses bens fossem complementares, uma vez que, se caso um novo agente entre no mercado francês de energia elétrica, possa suprir a demanda de seus clientes através de uma combinação particular entre contratos de base e flexíveis. Entretanto, esses contratos são oferecidos com várias durações (três, seis, 12, 24 e 36 meses) e com a mesma data de início. Várias durações do mesmo tipo de contrato são substitutos próximos. Conseqüentemente, os bens são organizados em dois grupos de produto, cada um contendo cinco itens. Desde que os bens dentro de um grupo estejam em unidades comparáveis (MW), a regra de atividade aplicada aos produtos dentro de um grupo é simplesmente uma restrição de monotonicidade na soma das respectivas curvas de oferta.

Em muitas aplicações, bens que são evidentemente substitutos fazem com que substituições sejam desejáveis para prover flexibilidade ao comprador e aos vendedores. Como exemplo, proteções financeiras podem ser compradas com várias durações, mas a única restrição real para o comprador é que a quantidade total comprada deve ser igual a demandada. Produtos de energia elétrica podem ser ofertados com vários locais de entrega, mas a exigência principal está outra vez na quantidade total comprada. Os objetivos da eficiência e da maximização do rendimento são alcançados permitindo que o mercado decida a demanda de cada um dos produtos substitutos.

Novamente, os leilões da EDF utilizaram com sucesso esta técnica. Como descrito anteriormente, contratos de base e flexíveis são ofertados com várias durações. A EDF reconheceu que alguns agentes podem preferir outras durações, mas ela não desenvolveu um método confiável para prever as demandas para as várias durações, que não seja através de seu próprio leilão. Por outro lado, a EDF teve uma excelente informação sobre sua iniciativa de substituir quantidades entre durações diferentes em função do preço.

Observe que, se as ofertas e os preços relativos das várias durações puderem ser determinados de forma endógena, então o sistema inteiro seria indeterminado. Desde que as ofertas sejam sinceras e que o *trade-off* de preço do comprador seja bem compreendido, a decisão tomada faz com que os preços dos vários itens dentro de um produto diminuam em uma rodada. Entretanto, preços associados com os grupos diferentes se comportam de forma independente. Antes do início do leilão, o comprador pode elaborar uma tabela de indiferença que expresse os diferenciais de preço (isto é, uma curva de rendimento) para os vários produtos dentro de um grupo que fosse indiferente para o comprador obter um produto ou outro. Com os dois grupos de produtos com cinco produtos cada um, há apenas dois *clocks* (base e flexível), porém dez preços, com os preços para cada grupo determinado pelo *clock* e pela tabela de indiferença. A condição de fechamento é que a oferta agregada para cada grupo não seja maior do que a demanda total. Então os agentes determinam de forma endógena a divisão das compras considerando as várias durações, contribuindo para a eficiência e maximização dos rendimentos.

2.5. Competição restrita

Na maioria dos leilões a competição é limitada, ou o número de agentes é pequeno ou alguns agentes detêm poder de mercado concentrado em relação ao volume do leilão. Nestes leilões, o modelador do leilão necessita considerar o exercício do poder de mercado. Três importantes instrumentos disponíveis ao projetista do leilão são: a política de informação, o uso do preço reserva, e a regra de precificação.

2.5.1. Política de Informação

Em um leilão competitivo, preço é usado para resolver o problema de atribuição. Aqueles agentes que desejam ofertar com um baixo custo, têm que ofertar volumes maiores. Entretanto, quando não existe competição, a expectativa é que os agentes concordem com uma divisão dos bens através de meios diferentes que o preço do leilão. A maioria dos leilões de telecomunicações utilizou o formato ascendente simultâneo inteiramente transparente, em que o histórico completo das ofertas (incluindo a identidade dos agentes que fazem as ofertas) foi relatado após cada rodada. Isto permitiu aos agentes adotar estratégias de colusão nesses leilões, nos quais a competição era especialmente fraca (Brusco e Lopomo 2002; Grimm, Riedel e Wolfstetter 2002).

Nos leilões *clock*, uma política de informação útil para mitigar as possibilidades de colusão é relatar somente a fonte agregada para os bens após cada um rodada. Em muitas situações, a oferta agregada contém a maioria da informação necessária para o processo de revelação de preço. Se o leiloeiro revelasse as curvas de oferta individuais dos agentes, esta informação detalhada poderia ser usada para facilitar uma redução coordenada da oferta em preços elevados. Como exemplo, os agentes poderiam cooperar de forma recíproca com as reduções de quantidade dos concorrentes e penalizar aqueles que não cooperarem deslocando quantidades para os produtos que o agente deseje fornecer. A fim de evitar tais possibilidades, em todos os leilões *clock* reais conhecidos, o leiloeiro relata somente a demanda agregada ou a oferta final da rodada, e não as demandas e ofertas individuais dos agentes.

2.5.2. Preço de reserva

Preço de reserva é o segundo instrumento em grau de importância para ambientes com competição limitada. Ele pode ser utilizado de duas maneiras. O primeiro modo reduz o incentivo para a colusão limitando o ganho máximo. Os agentes devem fornecer o bem em um preço menor que o estipulado pelo preço de reserva, não importa quão eficaz for a colusão. O segundo modo, o preço de reserva garante que o preço pago pelo comprador não é demasiadamente elevado, mesmo quando a competição é fraca. Os preços de reserva são executados facilmente em leilões *clock*.

Geralmente, o preço *clock* inicial serve como reserva. Não é permitido aos agentes expressar sua oferta em preços acima da reserva. De modo alternativo, o leiloeiro pode iniciar o leilão com um preço elevado, mas aplicar um preço de reserva não revelado. Um dado produto não fica liberado para negociação até que um lance seja menor ou o igual à demanda e ao preço de reserva (que não é anunciado). Esta técnica foi aplicada com sucesso no leilão da EDF de setembro 2003. Mais geralmente, o comprador pode desejar ajustar a demanda em resposta às ofertas (McAdams 2005). Em um leilão *clock*, um ajuste de demanda é realizado mais facilmente especificando uma curva descendente para a demanda. Isto tem o efeito de expandir a quantidade exigida quando há ampla competição, mas de reduzir a quantidade exigida (e implicitamente de introduzir o mecanismo de preço de reserva) quando a competição é insuficiente.

2.5.3. Precificação eficiente

A regra de precificação é o instrumento final para lidar com o poder de mercado. A maioria dos leilões para bens divisíveis utiliza preço uniforme, no qual todas as unidades de um dado produto são liquidadas ao mesmo preço, que é o preço de fechamento do mercado. A dificuldade com esta regra de preço é que ela incentiva os agentes a reterem suas ofertas, ou seja, ofertarem menos do que a quantidade desejada por eles em cada preço. Além disso, o incentivo para redução da oferta aumenta de acordo com o porte dos agentes, desta forma, quanto maiores forem os agentes, mais incentivos terão para reter sua oferta. Este fato cria uma ineficiência no leilão, que faz com que agentes pequenos forneçam mais do que deveriam e agentes grandes forneçam menos que o esperado. Esta ineficiência pode ser evitada em um leilão *clock* fazendo apenas uma simples modificação na regra de preço, como proposto por Ausubel (2006). Para bens homogêneos, cada unidade é obtida no preço fixado, isto é, no ponto em que matematicamente o agente é selecionado para fornecer a unidade. Como exemplo, suponha que há quatro artigos idênticos e três agentes, cada um efetua dois lances. Se um agente reduzir sua quantidade ofertada de duas unidades para uma, então cada um dos outros dois agentes negociam uma unidade cada no *clock* de preço atual. Desta forma, leilão continuaria apenas com duas unidades a serem negociadas a partir desta rodada. O *clock* continua a descer a fim de determinar a alocação e o preço das duas unidades restantes. Sob esta regra modificada, o leilão *clock* obtém o mesmo

rendimento que no leilão de Vickrey (Vickrey 1961). Neste caso, os agentes são incentivados a efetuar lances sinceros e um resultado eficiente é obtido.

Embora o leilão de Ausubel elimine a ineficiência da atribuição criada pela redução da oferta, não resolve os problemas de rendimento oriundos do poder de mercado. Sob preço uniforme ou o preço de Vickrey, os agentes pagam menos quando há menos competição. Outras ferramentas (política de informação e preço de reserva) necessitam ser utilizadas em combinação com o preço Vickrey para contornar os problemas de rendimento criados pela competição limitada.

2.6. Leilão *Clock-Proxy*

Quando em um leilão os artigos são fortemente complementares e variados, lances agrupados são necessários para melhorar a eficiência do leilão. Nesta seção é descrito o leilão *clock-proxy* de Ausubel, Cramton e Milgrom (2006) como um caso prático de leilão com lances agrupados. Uma aplicação típica é uma demanda em que os agentes diferentes combinam artigos de diferentes modos. Alguns pares de artigos podem ser substitutos e outros complementares. Um par de dado artigo pode ser substituto para um agente, mas complementar para outro. Tal par também pode variar entre substituto e complementar para o mesmo agente enquanto os preços dos outros artigos mudam. O método combina dois formatos de leilão, o leilão *clock* e o leilão *proxy*, com intuito de agregar os benefícios de ambos.

O leilão *clock*, como já foi descrito, é um procedimento iterativo em que o leiloeiro anuncia os preços, para cada artigo que está sendo demandado. Os agentes indicam então as quantidades que desejam fornecer para cada artigo nos preços atuais. Os preços dos artigos com oferta excedente diminuem, e os agentes expressam outra vez suas quantidades nos novos preços. Este processo é repetido até que não haja artigo com oferta excedente.

O leilão descendente *proxy* é um caso particular com lances agrupados com certas propriedades desejáveis. No contexto da demanda, os agentes relatam seus custos verdadeiros a seus respectivos representantes *proxy*. Os representantes submetem lances agrupados em nome dos agentes, selecionando a melhor oportunidade de lucro para um

agente dado os custos do agente. O leiloeiro seleciona então as ofertas pelo critério de minimização de custos. Este processo continua até que os representantes não submetam novas ofertas.

O leilão *clock-proxy* é um formato híbrido de leilão que inicia com uma fase *clock* e finaliza com uma rodada *proxy*. Inicialmente, os agentes submetem ofertas diretamente em um leilão *clock*, até que não haja demanda adicional para artigo algum. Então os agentes têm uma única oportunidade de entrar com os valores *proxy*. A rodada *proxy* conclui o leilão. Todas as ofertas são mantidas ativas durante o leilão. Não há retirada de oferta. As ofertas de um agente particular são mutuamente exclusivas. Existe uma regra de atividade durante toda fase *clock* e também na transição da fase *clock* para a rodada *proxy*. Há três motivações principais para realização do leilão *clock-proxy*. A primeira é que Porter et al. (2003) o descreve como uma versão particular de um leilão *clock* combinatório e fornece evidências experimentais para sua sustentação. A segunda é que a inovação recente do leilão *proxy* fornece um formato combinatório de leilão apropriado para artigos relacionados. Ao contrário dos leilões *clock*, cujos preços lineares anônimos geralmente não possuem informação suficiente para render resultados eficientes mesmo com lances diretos, o leilão *proxy* conduz a resultados eficientes e isso conduz a rendimentos competitivos quando os lances são firmes. Estes leilões também possuem algumas propriedades desejáveis tanto individuais como de grupo. Entretanto, o desenvolvimento teórico do leilão *proxy* trata somente lances fechados, não fornecendo oportunidades para o aprendizado do agente e para o processo de revelação de preço. Em terceiro lugar, o sucesso empírico do leilão *clock* simultâneo em suas aplicações sugere que a fase *clock* seria um dispositivo simples e eficaz para fornecer um processo de descoberta de preço suficiente antes da rodada *proxy* final. Durante a fase *clock*, os agentes detectam quais serão aproximadamente os preços para os artigos individuais assim como para os produtos (que são a soma dos preços individuais). Esta informação de preço ajuda aos agentes a focalizar sua análise de custo onde for mais relevante.

O leilão *clock-proxy* tem importantes vantagens sobre o leilão descendente simultâneo descrito anteriormente. Este último funciona bem quando os artigos são substitutos e a competição é forte. A fase *clock*, por si só também funciona em tais condições e, particularmente, o resultado é similar ao de um leilão descendente

simultâneo. Entretanto, a adição da rodada de leilão *proxy* contorna algumas complicações, tais como complementaridade, colusão e poder de mercado, muito melhor do que o leilão descendente simultâneo. Em ambientes em que tais complicações são esperadas, o leilão *clock-proxy* provavelmente terá resultados muito melhores que o leilão descendente simultâneo tanto na eficiência como no custo.

Como o leilão *clock* já foi descrito neste capítulo, agora o leilão *proxy* será detalhado. Da mesma forma que o leilão *clock*, o leilão *proxy* é baseado em lances agrupados. Entretanto, os incentivos são completamente diferentes. A principal diferença é a ausência de preços lineares anônimos em artigos individuais. Somente os grupos são precificados e os preços podem ser para um agente específico. Isto enfraquece o processo de descoberta de preço, mas esse processo não é objetivo da fase *proxy*. Seu objetivo é fornecer incentivos para uma atribuição eficiente. Toda descoberta de preço ocorre na fase *clock*. A segunda principal diferença é que os agentes não ofertam diretamente na fase *proxy*. Entretanto, submetem custos aos representantes *proxy*, que ofertam em seu interesse utilizando uma estratégia específica de lances. Os representantes ofertam de forma direta com o objetivo de maximizar lucros. A fase *proxy* é a oportunidade final de efetuar lances.

Cada agente relata seus custos a um representante *proxy* para todos os produtos que o agente tem interesse de negociar. O representante oferta no leilão descendente do respectivo produto em nome do agente real, submetendo lances de forma que, se aceitos, maximizarão o lucro do agente real (isto é, preço menos custo), com base nos custos relatados. Teoricamente, o leilão é conduzido com decréscimos insignificantes na oferta. Após cada rodada, as ofertas vencedoras são determinadas pelo critério de minimização de custo dos compradores. Todas as ofertas de um agente são mantidas ativas durante todo o leilão e tratadas como mutuamente exclusivas. O leilão termina após uma rodada sem novas ofertas (Hoffman et al. 2006; Day e Raghavan 2004).

A vantagem deste formato é que ele obtém uma atribuição ótima de acordo com as preferências relatadas. Duas importantes vantagens do leilão *proxy* sobre o leilão de Vickrey são que tanto os preços como os rendimentos são monótonos (o aumento do número de agentes conduz a preços mais baixos) e os *payoffs* são competitivos.

2.7. Comportamento estratégico

O ponto central do comportamento de um mercado competitivo é que cada agente procura maximizar seus lucros. Este lucro é maximizado através do comportamento dos agentes individuais, conduzindo a resultados eficientes para o mercado como um todo. Os benefícios dos lucros individuais que determinam o ponto de equilíbrio do perfil de estratégias dos agentes ocorrem em mercados teóricos perfeitamente competitivos. Tais benefícios também podem ser observados em vários mercados reais, incluindo os mercados futuro e *spot* de energia elétrica como os que são observados no Brasil.

A crise nos mercados de energia elétrica da Califórnia nos anos de 2000 e 2001, atraiu a atenção dos agentes de mercado para literatura econômica, os quais violaram as normas de competição oferecendo recursos a preços muito acima dos custos marginais. No Brasil o mercado de energia elétrica nunca chegou ao nível de competição dos mercados americanos e europeus, mas o racionamento pelo qual o setor elétrico brasileiro passou de 2001 a 2002, também fez com que a atenção instituições se voltassem para a teoria econômica sobre competição de mercado. Na teoria econômica e na formação de mercados de energia elétrica baseados em leilões, não existe nem devem existir normas que estipulam que os lances dos agentes devem se igualar aos custos marginais. A distância entre lances e custo marginal não é evidência de um comportamento anti-competitivo ou manipulador pelos agentes de mercado, nem de exercício de poder de mercado. Em todo o mercado em que os agentes não são forçados por circunstâncias ou pela regulação a serem *price takers*, ofertar acima do custo marginal é uma estratégia individual consistente com o intuito de maximizar sua receita esperada. Ofertar acima do custo marginal deve ser visto como uma resposta inevitável e desejável do agente de mercado que busca maximizar seu lucro onde as condições ideais de um mercado perfeitamente competitivo não prevalecem.

A estratégia de lances em mercados de energia elétrica não deve ser em função do custo marginal, o que se aplica somente no extremo teórico da competição perfeita. Embora alguns possam utilizar este ponto extremo como *benchmark*, este procedimento não é adequado para um agente de mercado racional que busca maximizar seus lucros. Nos mercados de energia elétrica baseados em leilões, os geradores individuais

elaboram estratégias de lance para maximizar seus lucros, o que tem como consequência ofertar acima do custo marginal. Ofertar acima do custo marginal é a estratégia dominante para agentes em leilões de energia elétrica tanto com preço uniforme como discriminatório.

Efetuar lances acima do custo marginal é uma consequência inevitável do conjunto de estratégias de maximização dos lucros dos agentes sempre que pelo menos um fornecedor estiver exposto a algum tipo de risco. Nestas circunstâncias que caracterizam a maioria de mercados baseados em leilões, incluindo os mercados de energia elétrica, cada gerador espera maximizar seus lucros ofertando sua geração descontratada a preços acima do custo marginal. Efetuar lances acima do custo marginal é uma característica comum a todos fornecedores em todos os mercados de energia elétrica competitivos baseados em leilões. Em particular, para um mercado apresentar lances acima do custo marginal não necessariamente necessita: (1) presença de um ou mais participante de grande porte, (2) escassez de oferta, (3) demanda inelástica, ou (4) colusão ou outro tipo de coordenação entre os fornecedores. Raramente, todos fornecedores expostos adotam como estratégia para maximizar seus lucros efetuar lances muito acima de seu custo marginal.

Uma questão essencial na análise de mercados baseados em lances é: em mercados competitivos não existem lances iguais ao custo marginal, isto é uma característica de um mercado ideal perfeitamente competitivo, isto não se aplica para mercados competitivos de energia elétrica. Um corolário é que: ofertar acima do custo marginal em mercados competitivos de energia elétrica é consistente com um comportamento de agentes competitivos em um ambiente com ausência de manipulações e colusões. Lances iguais ao custo marginal maximizam lucros somente para energia vendida no curto prazo que já está comprometida em contratos futuros. Todos fornecedores expostos têm incentivos para ofertar acima do custo marginal. Esta é a razão pela qual se observa preços acima do custo marginal na maioria dos mercados reais. Hotéis, estacionamentos, locadoras de carros, linhas aéreas e mercados de energia elétrica são exemplos de mercados em que o produto ou serviço é oferecido em preços acima do custo marginal.

Um fornecedor que oferte acima do custo marginal para maximizar seus lucros não tem poder para controlar um mercado competitivo. As ofertas do fornecedor são limitadas pela resposta dos outros fornecedores e da demanda. Um fornecedor que aumente seu lance, como consequência tem também seu risco aumentado, uma vez que pode viabilizar lances de um concorrente ou a demanda diminuir em função do aumento no preço. Por outro lado, as respostas da demanda e dos outros fornecedores são limitadas. A demanda pode ser inelástica ou, em alguns casos,anelástica e outros fornecedores podem ser ou estar limitados para atender a demanda.

Em mercados baseados em leilões, os fornecedores desenvolvem curvas de oferta, que têm normalmente preços mais elevados para quantidades menores. Um fornecedor que busca maximizar seus lucros para desenvolver sua curva de oferta, compara o ganho marginal de ofertar um preço mais elevado para uma dada quantidade, com a perda marginal de vender uma quantidade menor com um preço mais elevado. O fornecedor tem seu lance limitado por sua expectativa e pelas circunstâncias do momento. A quantidade é limitada pelos lances dos outros fornecedores e pela elasticidade da demanda.

Um mercado ideal, perfeitamente competitivo, é um caso teórico extremo. Nesse caso os fornecedores não teriam decisão alguma para fazer com respeito a sua curva da oferta. Cada fornecedor é presumido como um tomador de preços, o que implica que os lucros são maximizados se ofertando o custo marginal. Nos mercados reais competitivos, em que os fornecedores assumem riscos, os fornecedores não são tomadores de preço e não se deve esperar tal comportamento por parte deles. Os fornecedores montarão suas curvas da oferta com a intenção de maximizar seus lucros, e implica em tomar decisões independentes com base no *trade-off* entre os ganhos marginais de uma curva de oferta mais elevada e às perdas marginais de uma quantidade rejeitada. Este é o comportamento padrão esperado de agentes que agem de forma independente em mercados baseados em leilões de energia elétrica. Este comportamento de maximizar lucros, como esta discussão procura demonstrar, resulta em lances acima do custo marginal, com parte da oferta rejeitada e preços de fechamento acima dos simulados para o caso teórico da competição perfeita.

Lances que buscam maximizar lucro é o padrão que se espera em mercados de energia elétrica baseados em leilões. Nos mercados em que for observados tal comportamento não necessariamente apresentarão preços de fechamento justos e razoáveis, mesmo com toda sua estrutura e todas as condições da oferta e da demanda dentro do esperado. Nem significa que os reguladores devem iniciar um processo de desregulamentação do mercado e diminuir a fiscalização dos preços de fechamento sob determinadas circunstâncias. A chave é que as regras de mercado necessitam ser projetadas em torno da expectativa dominante que os fornecedores nos mercados baseados em leilões não submeterão curvas de lances iguais aos custos marginais previstos, mas, tomarão decisões no sentido de maximizarem seus lucros baseados no *trade-off* entre ganhos marginais ao aumentar sua oferta e as perdas marginais dos lances rejeitados.

CAPÍTULO 3

EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

Este capítulo apresenta alguns dos principais leilões de energia elétrica em alguns mercados de eletricidade organizados após a abertura da competição na negociação de energia elétrica. A análise da dinâmica destes leilões colabora para o entendimento das diversas técnicas e formatos de leilões para a compra e venda de energia elétrica.

Este capítulo está dividido em três partes: leilões europeus, leilões dos EUA e um breve panorama sobre os leilões australianos. Não que estes últimos tenham uma posição de destaque no cenário internacional, mas foi selecionado como uma das melhores referências de leilões de energia elétrica fora do eixo Europa – EUA.

3.1. Leilões de energia elétrica na Europa

A Europa é hoje o local onde existe a maior concentração e diversidade de leilões de energia elétrica. Desde os tradicionais leilões do *Nord Pool* e do Reino Unido, que serviram e ainda servem de referência para vários países, até os leilões mais recentes dos países do leste europeu.

Em alguns desses países também podem ser encontrados leilões de certificados de emissão de poluentes e de energia limpa, que acontecem paralelamente aos leilões de energia elétrica. Isto é um reflexo da crescente preocupação desses países com as mudanças climáticas pelas quais o mundo passa nos dias de hoje.

Nesse capítulo serão abordados os já citados leilões do *Nord Pool* e do Reino Unido. O primeiro como referência de leilões funcionais com regras estáveis e transparentes, já o segundo apresenta antigos problemas de concentração de poder de mercado e tem apresentado nos últimos anos uma busca pelo um formato mais adequado para seus

leilões. Também são apresentados os leilões franceses, espanhóis, holandeses e os leilões internacionais que reúnem 48 empresas de vários países da Europa.

3.1.1. Leilões do *Nord Pool*

O *Nord Pool* é um mercado internacional de energia formado pela Noruega, Finlândia, Dinamarca e Suécia e é responsável pela comercialização de energia elétrica no mercado bilateral, mercado *spot* e mercado futuro, baseado na participação voluntária dos agentes.

3.1.2. Leilões Elspot

Correspondente ao mercado *spot* dos países nórdicos e Alemanha, neste mercado, a energia elétrica é vendida por meio de um leilão duplo baseado em lances de compra e venda de energia cobrindo cada uma das 24 horas do dia seguinte, na qual cada participante envia um lance com a quantidade e preço.

Neste formato de leilão, o preço de cada hora é determinado pela intersecção dos lances de compra e venda, conforme apresentado pela Figura 3.1. O horizonte de negociação de 12 -36 horas seguintes, correspondendo ao período das próximas 24 horas.

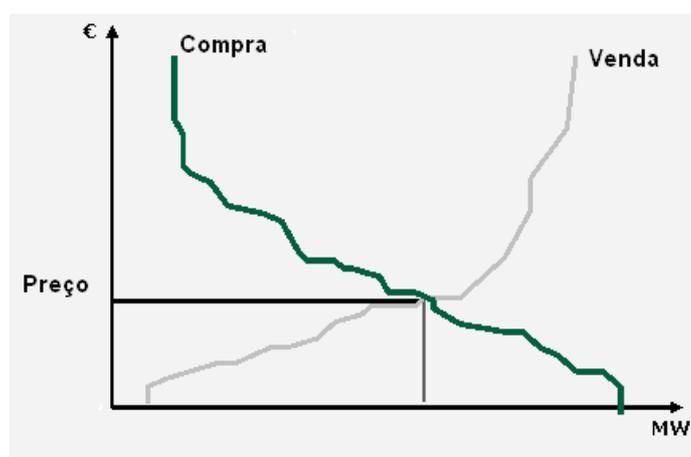


Figura 3.1 – Determinação do preço do leilão

Existem três tipos de lances de compra e venda disponíveis no mercado Elspot (*Nord Pool*, 2007): lance horário, lance de blocos e lance horário flexível.

Estes lances cobrem algumas ou todas as horas do próximo dia e serão explicados na próxima seção.

3.1.2.1. Tipos de lances

Para diferenciar os lances de compra com os de venda, os primeiros são positivos enquanto que os últimos recebem o sinal de negativo. A quantidade é expressa em MWh.

- Lance horário - corresponde ao lance mais simples do mercado Elspot, no qual cada participante seleciona um intervalo de preços para os lances horários. O lance pode consistir em até 62 etapas de preço entre o maior e o menor preço determinado pelo *Nord Pool Spot* (*Nord Pool, 2007*).

O lance horário pode ter um lance de preço independente para todas as horas, no qual o participante do leilão recebe a programação de entrega igual ao volume especificado para todas as horas.

Nos lances que possuem preços dependentes, o *Nord Pool Spot* fará uma interpolação linear dos volumes entre os pares de todos os participantes e determina o volume negociado de cada participante.

- Lance de blocos – corresponde a lance de diversas horas, com o preço e quantidade fixos. Os participantes definem o horário de início e término do bloco, desde que tenham no mínimo quatro horas consecutivas e cada participante pode dar até 50 lances por dia (*Nord Pool, 2007*).

Este formato de lance deve ser aceito integralmente, e o contrato cobre todas as horas e quantidade definidas no lance. Os preços são comparados com a média do preço Elspot para as horas que correspondem ao bloco, e o lance é aceito se o preço de compra for maior que a média de preço Elspot e se o preço de venda for menor que a média Elspot.

- Lance horário flexível – corresponde a um lance de venda de uma única hora com preço e volume fixos, na qual a hora não é especificada, mas a oferta será aceita na hora com o preço mais alto (*Nord Pool, 2007*).

Este tipo de lance permite que empresas que possuam o consumo intenso de energia vendam a energia e parem seu processo produtivo na hora determinada pelo leilão.

3.1.3. Leilões do Elbas

Corresponde a um mercado de ajustes, operado através de um leilão fechado contínuo baseando-se em lances horários para o mesmo dia ou o dia seguinte, podendo ser negociado até uma hora antes da entrega.

Os participantes do mercado negociam através de um sistema em tempo real executado na rede, ou por telefone. Neste mercado há dois tipos de lances disponíveis: lances horários e lances em blocos.

Nos lances horários os participantes enviam lances de preço e quantidade. Os lances de blocos correspondem a lances para um número determinado de horas com o preço e quantidade fixado.

3.1.4. Leilões do Reino Unido

As novas regras de negociação de energia elétrica, implantadas pelo *British Electricity Trading and Transmission Arrangements* – BETTA, visou a criação de um único mercado de eletricidade competitivo no Reino Unido, incorporando dois sistemas de transmissão da Escócia no sistema de transmissão da Inglaterra e País de Gales. Com a implantação do BETTA, os participantes da Escócia, Inglaterra e País de Gales podem negociar contratos de eletricidade alguns anos à frente.

O APX *Power UK*, antigo UKPX, foi o primeiro mercado britânico de energia elétrica independente e possibilita a negociação de energia e de contratos de crédito de carbono e é formado pelos seguintes ambientes:

- Mercado *spot* - utiliza leilões contínuos para o próximo dia com contratos de 30 minutos, negociados em uma plataforma computacional denominada EuroLight. Existem três tipos de contratos:
 - meia hora – para dois dias;
 - blocos de duas horas – para dois dias;
 - blocos de quatro horas – para sete dias.
- Mercado de ajuste – apresenta contratos específicos para carga leve e pesada, contratos de final de semana e combinação de blocos, negociados na plataforma EuroLight.
- Mercado futuro - apresenta contratos para carga leve e pesada disponíveis para negociar entre as 08:00 e 17:00 nos dias úteis. Os contratos disponíveis são mensais (para até 6 meses), trimestrais (para até 4 trimestres) e de estações (para até 10 estações).
- Mercado de Carbono – realiza contratos para créditos de carbono.

3.1.5. Leilões da França

O primeiro mercado de energia elétrica da França foi o *Powernext*, criado em 2001. O mercado é formado por três ambientes de negociação, dois dedicados à comercialização de energia elétrica e o outro ao crédito de carbono. De maneira sucinta, estes mercados são descritos a seguir (*Powernext*, 2007):

- ***Powernext Day-Ahead*** - consiste no mercado diário de energia elétrica, no qual a energia é negociada através de um leilão. Este mercado será explicado mais detalhadamente na seção 3.1.6.
- ***Powernext Futures*** - corresponde ao mercado futuro de energia elétrica, negociando contratos no horizonte de três meses, de quatro trimestres e de três anos.

Nestes contratos, a entrega de eletricidade pode ser realizada para carga leve (para cada 24 horas do dia) e para carga pesada (de segunda a sexta das 8:00 às 20:00 horas, incluindo os feriados).

- **Powernext Carbon** - corresponde ao mercado de quotas de carbono formado pela parceria entre a *Powernext*, a Caisse des Dépôts e o Euronext. Atualmente contém 67 membros e, em 2006, negociou 31.448.000 toneladas de CO₂.

3.1.6. Powernext Day-Ahead

Neste mercado são negociados contratos de energia elétrica para entrega nas próximas 24 horas. O mecanismo de negociação utilizado é um leilão duplo com lances fechados, no qual participantes da França, Bélgica e Países Baixos negociam energia elétrica para cada hora do dia seguinte, separadamente. Para isto, utilizam um sistema computacional, denominado Elweb Internet Interface, executado na Internet e gerenciado pelo *Nord Pool*.

No leilão diário, os participantes enviam lances de compra e venda até as onze horas da manhã. O preço horário é determinado pela intersecção da curva de oferta e demanda. A quantidade mínima para cada lance é de 1 MW e o preço mínimo é de € 0,01 por MWh.

Neste leilão, os lances ofertados devem respeitar o preço mínimo (0 €) e o preço máximo (3000 €) e podem ser denominados de lances simples ou de blocos.

Os lances simples são formados pelo par quantidade e preço para as 24 horas do dia seguinte. Os lances de blocos são formados por grupos de 4 horas para o próximo dia. Os blocos são apresentados na

Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Blocos de lances

Lance 1-4, cobrindo de 1:00 – 4:00 h	Lance 1-24, cobrindo de 1:00 – 24:00 h
Lance 5-8, cobrindo de 5:00 – 8:00 h	Lance 9-20, cobrindo de 9:00 – 20:00 h
Lance 9-12, cobrindo de 9:00 – 12:00 h	Lance 1-6, cobrindo de 1:00 – 6:00 h
Lance 13-16, cobrindo de 13:00 – 16:00 h	Lance 1-8, cobrindo de 1:00 – 8:00 h
Lance 17-20, cobrindo de 17:00 – 20:00 h	Lance 9-16, cobrindo de 9:00 – 16:00 h
Lance 21-24, cobrindo de 21:00 – 24:00 h	

Em cada leilão, os participantes podem submeter até oito lances para cada bloco, sendo que em cada bloco é permitido enviar lances de no máximo 100MW.

Para os dois tipos de lances, o preço horário é determinado. Os lances de blocos são transformados em lances simples para as horas correspondentes. O leilão é realizado com iterações sucessivas e a cada iteração um bloco é rejeitado (*Powernext*, 2007).

Após a finalização do leilão, as informações são apresentadas no *site* da *Powernext* e os valores são publicados em Euros por MWh.

3.1.7. Leilões de capacidade de geração

A partir de 2001, a EDF implementou os leilões de capacidade de geração de energia elétrica por um período inicial de 5 anos, iniciando em 7 fevereiro 2001. Em setembro 2006, com o acordo da Comissão Europeia, a EDF executou duas pequenas alterações no processo do leilão de capacidade tornando-o mais simples. A Comissão Europeia autorizou também a EDF ampliar a extensão dos produtos leiloados, introduzindo um produto de patamar leve de quatro anos por um período experimental de um ano, começando em setembro de 2006.

3.1.8. Usinas de energia virtuais

A EDF oferece aos participantes o acesso à eletricidade sob a forma de uso das usinas virtuais de energia (VPP). Um contrato de VPP é uma opção para a compra de eletricidade da EDF. As características-chaves de um VPP são apresentadas abaixo.

- Preço de capacidade: um gerador independente compra X MW da capacidade da geração da EDF. Durante o período do contrato, o comprador tem o direito de pedir à EDF a entrega de X MW. A curva requerida da carga deve ser comunicada um dia antes até às 12h. Geradores independentes ofertarão preços da capacidade.
- Preço de energia: o comprador paga a EDF por MWh consumido (preço de energia). No caso de usinas virtuais de patamar leve, o preço de energia reflete

os custos variáveis de uma usina de energia nuclear operada pela EDF na França. O preço de energia de usinas virtuais de patamar pesado reflete os custos variáveis de uma unidade física de patamar pesado operada pela EDF na França.

- O ponto de entrega: a rede de alta tensão na França.
- Período do contrato: os contratos de VPP podem ter a duração de três meses, seis meses, de um ano, de dois anos e de três anos.
- Tipos de VPP: a EDF oferece 4400 MW de patamar leve e 1000 MW de capacidade no patamar pesado.
- Leilão de VPP: as usinas para o patamar leve e pesado são oferecidas simultaneamente, mas em grupos separados. Os contratos de VPP são concedidos através de um leilão aberto. O leilão está aberto às empresas de energia e aos comercializadores. Este leilão é realizado trimestralmente através da Internet.
- Lances: os participantes oferecem lances para um número do inteiro de MW de capacidade. A menor oferta é 1MW. Os participantes vencedores são obrigados a pagar à EDF seus lances.
- Lance de volume máximo: o volume máximo de cada lance está limitado a uma fração da capacidade total leiloada para assegurar que ao menos três participantes sejam selecionados.
- Avaliação dos lances: os lances são agrupados de acordo com o tipo da usina e o período de suprimento do contrato. Dentro de cada grupo, as ofertas são classificadas em ordem descendente de acordo com o valor da referência determinado pela EDF visando facilitar o processo. O valor de referência reflete estimativas da EDF do mercado atacadista francês de energia elétrica. O valor de referência não é um preço de reserva e as propagações podem ser negativas. Os valores de referência são comunicados antes dos participantes oferecerem lances.
- Método de pagamento: todos os participantes fazem um lance em dinheiro, que forneça a base para sua avaliação. Os participantes vencedores podem propor a troca de energia em vez do pagamento em dinheiro.
- Execução: a EDF promove leilões a cada três meses, oferecendo patamar leve e pesado.

- Preço de reserva: o uso de um preço base para as ofertas foi necessário devido à inexperiência da EDF em leilões de VPP visando evitar a venda abaixo dos custos.

Se os preços dos leilões forem mais baixos que os preços de mercado ou se os leilões resultam em ofertas abaixo dos custos da EDF, o preço de reserva poderá ser ajustado.

3.1.9. Leilões da Espanha

O mercado de energia elétrica espanhol, denominado OPERADOR DEL MERCADO IBÉRICO DE ENERGÍA-POLO ESPAÑOL SOCIEDAD ANÓNIMA - OMEL, possui dois mercados independentes para a comercialização de energia elétrica: o mercado diário e o mercado intradiário.

3.1.9.1. Mercado diário

O mercado diário negocia a geração de energia elétrica não comprometida com contratos bilaterais, através de lances de compra e venda ofertadas pelos participante do mercado.

Este mercado utiliza um leilão do dia seguinte de primeiro preço, com agentes não identificados (Fabra,2002). O preço de fechamento é uniforme para cada hora do dia e os lances são simples ou complexos, ou seja, permitem às unidades geradoras enviarem lances de quantidade com parâmetros adicionais, que correspondem às restrições técnicas ou econômicas.

Os lances simples são formados pela quantidade e preço, enquanto que os lances complexos podem incorporar outras restrições tais como, condição de indivisibilidade, gradiente de carga, entrada mínima e parada programada.

Os lances são recebidos até as 10:00 da manhã todos os dias e o preço é determinado com a combinação dos lances de oferta e demanda, considerando a diferença entre os lances simples e complexos.

O método de combinação simples é obtido de maneira independente ao preço marginal, assim como a quantidade de energia aceita para cada período da programação. O método de combinação complexa é obtido a partir do resultado da combinação simples, incluindo as condições de restrição.

3.1.9.2. Mercado intradiário

O mercado intradiário corresponde ao mercado de ajuste e está estruturado em sessões com horários de abertura e fechamento pré-determinados, em que os blocos de energia elétrica recebem lances de compra e venda dos agentes (Omel, 2007).

Atualmente, este mercado está estruturado em seis sessões diárias, recebendo lances de agentes compradores e vendedores. Os lances neste mercado também são diferenciados, podendo ser simples ou complexos. A Tabela 3.2 apresenta as sessões diárias do mercado intradiário, mostrando os horários de abertura, fechamento de cada sessão.

Tabela 3.2 – Sessões de leilão intradiário

	1°	2°	3°	4°	5°	6°
	<i>sessão</i>	<i>sessão</i>	<i>sessão</i>	<i>sessão</i>	<i>sessão</i>	<i>sessão</i>
Abertura da sessão	16:00	21:00	01:00	04:00	08:00	12:00
Encerramento da sessão	17:45	21:45	01:45	04:45	08:45	12:45
Fechamento	18:30	22:30	02:30	05:30	09:30	13:30
Recepção de alterações	18:45	22:45	02:45	05:45	09:45	13:45
Análise das restrições	19:20	23:10	03:10	06:10	10:10	14:10
Enquadramento por restrições	19:35	23:20	03:20	06:20	10:20	14:20
Horizonte de programação (períodos horários)	28 horas (21-24)	24 horas (1-24)	20 horas (5 -24 horas)	17 horas (8 -24 horas)	13 horas (12 -24 horas)	9 horas (16-24)

Os lances simples consistem de lances de quantidade e preço para cada período horário, enquanto que os lances complexos incluem restrições. Os vendedores podem

dar lances para até 5 blocos, por período horário, sendo que o preço aumenta a cada bloco. Os compradores enviam lances para cada hora.

As ofertas de venda para cada sessão do mercado intradiário devem considerar que o programa final, resultante da aceitação completa da oferta mais o programa prévio da unidade de produção ou aquisição respeitem os limites declarados pelo operador do sistema no horizonte da programação, ou se não as cumpre totalmente, ao menos se aproxime da realização.

3.1.10. Leilões da Holanda

O mercado de energia elétrica holandês é controlado pelo APX Group, assim como o do Reino Unido. Este mercado possui dois ambientes de negociação de energia elétrica, o mercado do dia seguinte e o mercado intradiário e de resíduos.

3.1.10.1. Mercado do dia seguinte

O mercado do dia seguinte baseia-se em um leilão duplo, no qual os participantes compradores e vendedores enviam lances de oferta e demanda. Neste leilão, são negociados lances de quantidade e preço (Euro/MWh) para cada hora do próximo dia. Também pode ser negociados lances em blocos horários.

Geralmente, podem ser negociadas 24 horas por dia. Entretanto, há duas exceções (APX NL, 2007):

- No domingo da troca do horário de inverno para verão apenas 23 horas são negociadas no leilão;
- No domingo da troca do horário de verão para inverno 1 hora extra deve ser acrescentada à negociação do leilão.

O preço do leilão é determinado com a intersecção entre a curva de oferta e da demanda, conforme apresentada na Figura 3.2.



Figura 3.2 – Determinação de preço.

Os lances deste leilão devem ser enviados até as 11:00 horas da manhã do dia anterior à operação. O resultado do leilão é publicado todos os dias entre 11:30 e 12:00.

3.1.10.2. Mercado intradiário e de ajuste

Este mercado entrou em operação em setembro de 2006. Nele, os participantes acessam a plataforma de negociação *EuroLigh*, também utilizada pelo APX UK, e acessam os produtos disponíveis.

No mercado intradiário, os participantes podem registrar produtos em intervalos de 15 minutos até 2 horas antes da entrega. No mercado de ajuste os produtos são padronizados em horas considerando a entrega da energia, tais como:

- Patamar leve (da meia noite até meia noite)
- Patamar pesado (7:00 - 23:00 horas)
- Patamar super pesado (08:00 - 20:00 horas)
- Fora do patamar pesado (23:00 – 07:00 horas)

Estes produtos podem ser negociados em dias individuais e nos finais de semana.

3.1.11. *European Energy Exchange* – EEX

O EEX possibilita a comercialização de energia elétrica entre 48 empresas do setor elétrico distribuídas na Alemanha, Reino Unido, Bélgica, França, Áustria, Itália, Espanha e Holanda.

Neste mercado, as negociações são realizadas por programas computacionais, acessados via Internet. Os leilões adotados para comercializar energia elétrica possuem dois formatos e serão explicados nas duas seções a seguir.

3.1.11.1. Leilão de uma etapa

No primeiro formato, é possível comercializar energia elétrica em um leilão duplo com lances fechados, para cada hora do próximo dia, no qual as transações são determinadas por um único preço e com uma entrega mínima de 0.1 MW por hora. Ainda há a possibilidade de negociar 10 diferentes tipos de contratos de blocos padronizados.

Os participantes do leilão, compradores e vendedores, enviam lances simples ou um lance de bloco. Em um lance simples, os participantes enviam lances de preço e quantidade para a hora específica do contrato. Em um lance de blocos, os lances correspondem à média de preço e quantidade para cada hora correspondente ao bloco.

Nos dois tipos de negociação, todo lance deve ser atribuído a uma das áreas de transmissão do sistema, determinadas pela EEX.

3.1.11.2. Leilão de duas etapas

Os leilões utilizados para negociar produtos relacionados aos patamares de carga do sistema são negociados por um leilão realizado em duas fases, a primeira aberta e a segunda fechada.

Os participantes enviam lances contínuos durante a etapa aberta do leilão, que após de encerrada inicia a etapa fechada. Estas duas fases são similares ao leilão horário de única etapa (EEX, 2007).

3.2. Leilões de energia elétrica nos EUA

Os mercados de energia elétrica nos EUA seguem a mesma lógica de descentralização comum em todas as esferas da sociedade norte americana, isto é, os mercados são regionais, onde cada região formata seu mercado de acordo com sua conveniência. Isto só ocorre neste país. No Brasil, por exemplo, existem quatro submercados, porém todos eles seguem as mesmas regras e funcionam, inclusive, com os mesmos leilões. Na Europa a lógica é exatamente oposta à lógica americana, isto é os mercados, muitos deles que abrangem diversos países, interagem cada vez mais e existe a tendência de que o *European Energy Exchange* seja cada vez mais forte.

Os EUA possuem 140 regiões de controle de fluxo de potência. Neste país pode-se encontrar todo tipo de leilões de energia elétrica, diário, horário, de energia nova, de energia existente, de direitos de transmissão, de capacidade, de serviços ancilares, de energias renováveis, de emissões de gases e também os leilões para contratos financeiros.

3.2.1. Leilões da Nova Inglaterra

A Nova Inglaterra (*New England* – NE) é uma região dos EUA, localizada no extremo nordeste do país. Esta região é constituída pelos seguintes estados: *Connecticut, Maine, Massachusetts; New Hampshire; Rhode Island* e *Vermont*. O Operador Independente do Sistema da Nova Inglaterra (*Independent System Operator of New England* – ISO-NE- é um dos mercados de energia mais difundidos dos EUA. Ele possui algumas semelhanças com o mercado brasileiro como a existência de leilões anuais de energia nova simultâneos no formato *clock*.

Com exceção dos primeiros seis Leilões de Energia Nova, esses leilões acontecem no dia 1º de fevereiro (ou no primeiro dia útil após esse dia). O prazo para que o novo empreendimento entre em operação é de aproximadamente três anos e

quatro meses, a não ser que haja alguma condição específica que impeça que o leilão se realize na data prevista.

Cada Leilão de Energia Nova demanda 100% da previsão para a capacidade instalada que possui início de suprimento previsto em seu contrato de fornecimento. Caso a demanda de capacidade seja para lances de exportação, o preço será reformulado através do próximo Leilão Anual de Reconfiguração, exceto em períodos em que ocorra racionamento de energia.

O Leilão de Energia Nova é um Leilão do tipo *clock* descendente, que determina o preço de fechamento para cada região. Ele também determina o resultado final de todos os lances aceitos durante o processo de qualificação. Cada Leilão de Energia Nova é conduzido como uma série de rodadas, que acontecem continuamente até que o leilão seja concluído para todas as regiões. Cada rodada do Leilão de Energia Nova consiste nas seguintes etapas, que serão terminadas simultaneamente para cada região inclusa na rodada:

Etapa 1: Divulgação dos preços das rodadas inicial e final

Para cada região inclusa na rodada, o Leiloeiro anuncia o preço inicial e final (mais baixo). Na primeira rodada do Leilão de Energia Nova, cada região será inclusa com seu respectivo preço inicial. Em cada rodada, o preço inicial se igualará ao preço final da rodada precedente para cada região.

Etapa 2: Compilação das ofertas e lances

O Leiloeiro compila todos os lances e ofertas para aquela rodada, como segue:

a. Lances para energia nova

O empreendedor do projeto aceito no processo da qualificação para participar do Leilão de Energia Nova pode submeter uma oferta de energia nova que indica a quantidade que o empreendedor se compromete a fornecer durante o período de contrato (na região determinada durante o processo de qualificação) aos respectivos preços correntes. Tal oferta estará no formato de uma curva para todos os preços entre o preço inicial e o preço final da rodada. Tal curva pode possuir até cinco pares preço-quantidade, com preço

dado em US\$/kWh com três casas decimais e com a quantidade dada em MW com uma casa decimal.

Novos empreendimentos elegíveis para participar de um Leilão de Energia Nova devem ofertar sua capacidade qualificada total ao preço inicial do leilão. Uma nova oferta de capacidade em uma rodada do leilão não pode aumentar à medida que o preço diminui. A quantidade de uma oferta nova de capacidade não pode aumentar de uma rodada para outra. Uma oferta nova de capacidade não pode diminuir abaixo do limite mínimo econômico do empreendimento em preço algum, exceto onde a nova oferta de capacidade for igual a zero. Quando a quantidade de uma nova oferta for reduzida a zero, a participação do novo empreendimento no Leilão de Energia Nova termina e o recurso não pode ser ofertado nas próximas rodadas do leilão, exceto no caso de repotenciação.

Para um novo empreendimento que foi ofertado com preços abaixo de $0,75 \times$ CONE (Custo Marginal, em inglês *Cost off New Entry* – CONE) no processo de qualificação, a quantidade ofertada para cada preço abaixo de $0,75 \times$ CONE no Leilão de Energia Nova não pode exceder a quantidade ofertada no processo de qualificação. Um novo empreendimento, que não ofertou preços abaixo de $0,75 \times$ CONE no processo de qualificação, fica impedido de ofertar durante o Leilão de Energia Nova preços abaixo deste patamar. A quantidade inclusa em cada nova oferta para cada preço será inserida nas curvas de oferta agregada.

b. Lances de energia existente aceitos na qualificação

Lances listados no leilão e lances para exportação de energia existente submetidos e aceitos no processo de qualificação serão incorporados automaticamente no estágio apropriado do Leilão de Energia Nova, de forma que a energia qualificada de cada usina existente estará inclusa nas curvas de oferta agregada, até que todos os lances convirjam no Leilão de Energia Nova e sejam removidos das curvas de oferta agregada. Os lances administrativos de exportação serão incorporados automaticamente na primeira rodada do Leilão de Energia Nova ao preço inicial.

c. Energia existente não ofertada

Cada usina existente que não submeteu oferta ou que não teve uma oferta aceita no processo da qualificação e cada energia classificada como de autoprodução será incorporada automaticamente em cada rodada do Leilão de Energia Nova em que sua capacidade for qualificada, deste modo a respectiva oferta será inclusa nas curvas de oferta agregada.

d. Lances dinâmicos

Em qualquer rodada do Leilão de Energia Nova em que os preços forem iguais ou menores que $0,8 \times \text{CONE}$, qualquer usina existente (à exceção daquelas classificadas como de autoprodução) pode submeter uma Lista dinâmica de ofertas com preços iguais ou menores a $0,8 \times \text{CONE}$. Tal oferta estará no formato de uma curva (com até cinco pares preço-quantidade, com cada preço em US\$/kWmês com três casas decimais e quantidade dada em MW com uma casa decimal) para todos os preços entre $0,8 \times \text{CONE}$ (ou preço inicial da rodada, se for menor que $0,8 \times \text{CONE}$) e o preço final da rodada. Tais lances serão revistos pelo ISO, com a finalidade de verificar o impacto dos lances na confiabilidade do sistema.

e. Repotenciação

Os lances associados a uma usina que participa do Leilão de Energia Nova como nova capacidade proveniente de repotenciação (recursos contados previamente como recursos de capacidade) serão dirigidos ao Leilão de Energia Nova.

Repotenciação Incremental

No caso de uma repotenciação incremental (onde a capacidade total do recurso repotenciado será maior do que a capacidade anterior), o empreendedor do projeto ofertará a nova energia, exceto se capacidade incremental associada à repotenciação estiver definida como energia existente. Se qualquer parcela desta energia convergir no Leilão de Energia Nova, então toda energia nova associada com a repotenciação estará sujeita ao contrato de capacidade. Se nenhuma parcela desta energia convergir, então o recurso será tratado no restante do Leilão de Energia Nova como um recurso de energia existente.

Repotenciação estática ou decrescente

No caso de uma repotenciação estática ou decrescente (em que a capacidade total do recurso repotenciado será igual ou menor do que a capacidade anterior), o empreendedor do projeto ofertará a nova energia. Se nenhuma parcela desta energia convergir, então a usina será tratada no restante do Leilão de Energia Nova como de energia existente, exceto se a capacidade qualificada estiver limitada à capacidade total da usina repotenciada. A diferença de capacidade entre a usina repotenciada especificada como de energia existente e a especificada como de energia nova serão contabilizadas nas provisões para minimização do custo total.

Etapa 3: Determinação do resultado de cada rodada

O Leiloeiro usará os lances de cada rodada para determinar as curvas de oferta agregada. A curva de oferta agregada para a área de controle do Mercado da Nova Inglaterra (a capacidade total do sistema) refletirá em cada preço: a soma da quantidade ofertada em todas as regiões modeladas como importadoras; mais a quantidade ofertada no restante da região do *Pool* ao preço estabelecido; mais, para cada região modelada como de exportação, a menor quantidade ofertada na região ao preço estabelecido ou no limite máximo de capacidade da região, exceto no caso de repotenciação decrescente. Com base nestas curvas de oferta agregada, o Leiloeiro determinará o resultado da rodada para cada região modelada, como descrito a seguir:

a. Regiões de importação

Uma região é modelada como de importação, se qualquer uma das seguintes condições forem encontradas durante uma rodada:

- a curva de oferta agregada para a região de importação é igual ou menor do que a demanda local de capacidade; ou

- a capacidade total do sistema é igual ou menor do que a demanda de potência;

Então o Leilão de Energia Nova para esta região é concluído e tal região não será incluída nas futuras rodadas do Leilão de Energia Nova. O preço de fechamento para a região será dado pelo preço associado com a condição que for encontrada na rodada (ou se ambas as condições forem encontradas com o mesmo preço em cada

rodada, então a capacidade final para essa região será determinada com qualquer uma das duas condições satisfeita ao preço mais elevado). Se nenhuma das duas condições for alcançada na rodada, então o Leiloeiro publicará o excedente da oferta em todo sistema ao preço final da rodada (quantidade ofertada no preço final da rodada em todas as regiões modeladas menos a capacidade instalada demandada) e essa região será incluída na rodada seguinte do Leilão de Energia Nova.

b. Sobra de Capacidade do *Pool*

Se a capacidade total do sistema for igual ou menor do que a capacidade instalada demandada na rodada, então o Leilão de Energia Nova para a sobra de capacidade do *Pool* é concluída e não será incluída em rodadas posteriores do Leilão de Energia Nova. O preço de fechamento para a sobra de capacidade do *Pool* será o preço no qual a capacidade total do sistema se iguala à capacidade instalada demandada. Se a capacidade total do sistema exceder a capacidade instalada demandada no preço final da rodada, então o leiloeiro publicará o excedente da oferta total (a quantidade ofertada ao preço final da rodada em todas as regiões modeladas menos a capacidade instalada demandada) e a sobra de capacidade do *Pool* será incluída na rodada seguinte do Leilão de Energia Nova.

c. Regiões Exportação

Uma região é modelada como de exportação, se ambas as condições forem encontradas durante uma rodada:

- a curva de oferta agregada para a região de exportação é igual ou menor que o limite máximo de capacidade da região;
- a capacidade total do sistema é igual ou é menor do que a capacidade instalada demandada.

Então o Leilão de Energia Nova para essa região é concluído e ela não será incluída em futuras rodadas do Leilão de Energia Nova. O preço de fechamento para essa região será o preço associado com uma das duas condições satisfeitas ao menor preço. Caso ambas as condições não sejam encontradas na rodada, então o Leiloeiro publicará o excedente ofertado ao preço final da rodada e a quantidade excedente na região de

exportação (a quantidade ofertada ao preço final da rodada na região de exportação menos o limite máximo de capacidade da região de exportação). Então esta região será incluída na rodada seguinte do Leilão de Energia Nova.

3.2.2. Leilões do *Pennsylvania-New Jersey-Maryland ISO*

Os leilões do *Pennsylvania-New Jersey-Maryland ISO*, ou simplesmente PJM, seguem a linha característica de leilões dos operadores independentes de sistema americanos (*independent operator system - ISO*) em que são leiloados espaços nas linhas de transmissão. Em uma aproximação inicial pode-se classificar os leilões do PJM como leilões de transmissão

Os leilões incrementais fornecem um método para se licitar a capacidade residual de Direitos de Transmissão (*Firms Transmission Rights - FTR*) remanescente no sistema de transmissão da PJM após o resultado do leilão anual.

Os leilões incrementais permitem aos agentes de mercado uma oportunidade para ofertar todos FTRs que possuírem. Um participante do leilão deve possuir o FTR que ofertar. Os FTRs podem ser opções ou obrigações, produtos flexíveis, de base ou de 24 horas. Este leilão é conduzido pelo PJM e ocorre com periodicidade mensal. Treze dias úteis antes do início do leilão, o PJM o inicia e os participantes do mercado podem submeter ofertas para compra e venda de FTRs. O leilão é fechado dez dias úteis antes do início do leilão mensal às 17h. Após dois dias úteis do fechamento do leilão, o PJM divulga os resultados do leilão de FTR.

Capítulos de desempenho baseados nos resultados dos leilões indicam a necessidade de revisão desta programação. Os agentes de mercado podem efetuar ofertas de compra ou venda de FTRs que possuírem as seguintes características:

- Um mês de antecedência no período de planejamento mensal;
- Três meses de antecedência no período de planejamento trimestral;
 - i. junho, julho, agosto (período de planejamento do primeiro trimestre)
 - ii. setembro, outubro, novembro (período de planejamento do segundo trimestre)
 - iii. dezembro, janeiro, fevereiro (do período de planejamento do terceiro trimestre).

iv. março, abril, maio (período de planejamento do quarto trimestre)

As ofertas para compra e venda são discriminadas em \$/MW-mês para todos os períodos. Os FTRs ou nós de demanda válidos para leilões mensais incluem submercados, zonas, cargas agregadas, barras de geração e interligações de locais com preços diferentes. As barras de carga são FTRs válidos ou nós de demanda somente para o mês seguinte.

Um único conjunto de Testes Simultâneos de Factibilidade (SFT) pode ser feito para cada período mensal. Tais suposições podem incluir contingências de linhas transmissão, limites operacionais térmicos para linhas da transmissão e transformadores, limites reativos das interconexões e estimativas do fluxo de potência não compensado do sistema do PJM.

Os FTRs comercializados no leilão são estabelecidos em base mensal. Um FTR com prazo de um mês será faturado na conta mensal de quem o negociou. Um FTR com prazo trimestral será faturado nas três contas mensais de quem o negociou, através dos preços mensais de fechamento. Um FTR com uma vigência qualquer será faturado mensalmente no restante do período de planejamento utilizando os preços mensais de fechamento.

Exemplo: Um lance vitorioso de compra de um FTR feito para o período de planejamento do primeiro trimestre tem um preço de fechamento de \$300/MW-trimestral. Os preços mensais de fechamento no mesmo período para os meses de junho, julho e agosto são \$150/MW-mês, \$100/MW-mês e \$50/MW-mês, respectivamente. O licitante vencedor será faturado para a compra do FTR nas contas mensais de junho, de julho e de agosto baseadas nos preços mensais de fechamento.

Se os rendimentos totais do leilão coletados para um dado mês forem positivos, então os rendimentos serão distribuídos inicialmente entre detentores dos Direitos dos Rendimentos dos Leilões (*Auction Revenue Rights – ARR*) na proporção às deficiências verificadas no leilão anual de FTR. Todos os rendimentos restantes são tratados depois desta distribuição como congestionamento adicional de carga e serão utilizados para atender às deficiências de FTR.

Se os rendimentos totais do leilão para um dado mês forem negativos, então o congestionamento de cargas coletado para o mês será usado inicialmente para custear as deficiências do leilão antes de serem utilizados para custear os alocaamentos de FTR.

3.2.2.1. Direitos de rendimentos de leilão incremental

Direitos de Rendimentos de Leilão Incremental (*Incremental Auction Revenue Rights* - IAARs), como o próprio nome sugere, são provenientes de leilões adicionais para atender as negociações que em um primeiro momento foram ineficazes. Esses leilões são criados através do relaxamento de restrições de transmissão, inserção de um novo componente no sistema de transmissão ou de uma acomodação resultante de uma interconexão.

A interconexão de um agente ao sistema de transmissão pode fazer com que PJM forneça uma estimativa de preço não baseada nos leilões através do Estudo das Instalações de Interconexão da Transmissão do Leilão Incremental de Direitos de Rendimentos. O resultado final para os IAARs associado às novas instalações de transmissão, propostas pela interconexão do agente ao sistema de transmissão, tem a responsabilidade financeira conforme determina a regulamentação do processo de composição tarifária do PJM. Este custo pode depender dos lances do leilão em cada ponto e das responsabilidades financeiras das interconexões solicitadas por outros agentes.

Um agente de mercado que desenvolve um novo projeto de transmissão pode solicitar IAARs em função das novas instalações e dos melhoramentos efetuados pelo agente. Os IAARs estão disponíveis tanto aos agentes com transmissão C.C. como para os agentes com transmissão C.A. inteiramente controláveis. Caso o agente seja elegível, de acordo com as regras do PJM, para receber IAARs, Distribuição de Direitos Incrementais e Direitos de Rendimentos da Transferência de Capacidade Incremental Disponível, pode escolher recebê-los no lugar dos direitos da entrada da transmissão e/ou dos direitos da retirada da transmissão.

O PJM promulga um Leilão Incremental de Direitos de Rendimentos em um processo de três estágios. Um demandante deve especificar uma combinação específica de nós para sua demanda pretendida no leilão. No estágio inicial do processo de atribuição, um terço dos Direitos de Rendimentos está disponível para as combinações solicitadas neste estágio. No segundo estágio, dois terços dos Direitos de Rendimentos estão disponíveis para cada combinação solicitada neste estágio. No terceiro estágio, todos os direitos incrementais disponíveis do leilão serão atribuídos para as combinações solicitadas neste estágio. Em cada um dos estágios, um requerente pode solicitar as mesmas combinações dos estágios precedentes ou, caso prefira, submeter combinações diferentes. Nos estágios um e dois, os demandantes podem aceitar a atribuição de IAARs ou recusá-la. A aceitação da atribuição nos estágios um e dois impedirá novas atribuições nos estágios seguintes. A recusa de uma atribuição nos estágios um e dois resultará em novas tentativas de atribuição, pelo leilão, através de combinações disponíveis para o estágio seguinte. As atribuições de IAARs efetuadas no terceiro estágio são finais e definitivas.

As atribuições de IAARs para um agente que desenvolve uma interconexão terá o prazo de trinta anos a partir do início do serviço da interconexão para o agente que a desenvolveu, ou para a vida útil da instalação associada ou reforma. A qualquer tempo durante o período de trinta anos (ou da vida útil ou da reforma), o agente que desenvolveu a interconexão poderá escolher entre continuar com o resultado do leilão ou mudar para um mecanismo opcional de tempo real. Nesse último, em uma base anual, o agente tem a escolha de participar de um Leilão de Rendimentos Anual com fontes e cargas, desde que o resultado do leilão seja factível.

Uma interconexão desenvolvida por um agente pode retornar ao resultado original de IAARs a qualquer tempo, contanto que tal ação conduza a um resultado factível simultaneamente para todos os outros agentes participantes do leilão anual. No momento em que uma interconexão desenvolvida por um agente retorne aos IAARs, não terá direito adicional algum em relação a este leilão.

Não participam de Direitos de Rendimentos de Leilões Incrementais interconexões desenvolvidas que estejam previstas na taxa base de empresas públicas,

assim como as que possuem o rendimento determinado por resolução, isto é, que tenham seu rendimento regulado.

3.2.2.2. Direitos de rendimentos do leilão

Direitos de Rendimento de Leilões (*Auctions Revenue Rights – ARR*) são os direitos que um agente possui de se apropriar de uma parcela dos rendimentos do Leilão Anual de FTRs. ARRs incrementais são aqueles que a princípio não seriam praticáveis. Eles são criados pela adição de novas instalações de transmissão, ou de alguma outra instalação ou de algum melhoramento na transmissão resultante da acomodação de um pedido de interconexão. Os ARRs incrementais são determinados pela diferença entre os ARRs disponíveis após a inserção das instalações de transmissão adicionais e os ARRs disponíveis imediatamente antes. Os ARRs incrementais criados pela adição de instalações de transmissão são determinados pelo uso de softwares de fluxo de potência e de técnicas analíticas. Os estudos para determinar os ARRs incrementais são conduzidos sob os mesmos critérios de confiabilidade utilizados pelo sistema interligado.

3.2.3. Leilões da Califórnia

Com o objetivo de operar o sistema de transmissão do estado norte-americano da Califórnia, o Operador Independente do Sistema da Califórnia (*California Independent System Operator – CAISO*) gerencia mercados que combinam a oferta com a demanda de energia elétrica através de leilões e ajustam o fluxo de potência. O CAISO age como uma bolsa para transações da energia. Ao contrário do *Nord Pool* o CAISO não compra nem vende energia. O CAISO também faz ajustes no fluxo de potência em função das variações no consumo de energia.

3.2.3.1. Leilão de oferta

O ISO marca uma data limite para que os agentes indiquem se gostariam de ser excluídos das pequenas combinações de direitos de transmissão (*Firm Transmission*

Rights - FTR) em qualquer mercado no qual os agentes submetem um lance de demanda nulo no estágio final.

Em seguida o ISO anuncia aos agentes as quantidades disponíveis e o preço inicial em cada sentido para FTR.

Os agentes iniciam sua participação no leilão divulgando o número desejado de FTRs para cada unidade de consumo baseados no preço inicial especificado.

Os agentes submetem lances iguais ou menores que as quantidades de FTRs do estágio seguinte. Os preços aumentam progressivamente em cada estágio, baseados no nível de oferta e demanda.

Quando a demanda é menor ou igual a oferta, o leilão para determinado mercado de FTR termina. Se a demanda no estágio final for menor do que a oferta, FTRs adicionais serão combinados com base nas ofertas dos dois estágios finais (a menos que o agente seja excluído das pequenas combinações). Caso a demanda seja menor que a oferta no último estágio, o preço de fechamento é determinado após o último estágio. Se a oferta e demanda forem iguais no último estágio, o preço de fechamento será o do último estágio. Se o leilão durar somente um estágio, o preço de fechamento será determinado no primeiro estágio.

Os agentes vencedores devem pagar pelos seus FTRs dentro de um prazo de dez dias úteis contados após o recebimento de uma fatura do ISO.

3.2.3.2. Registro dos FTRs

Todos agentes que participam do leilão inicial do ISO ou em mercados secundários de FTRs devem se registrar no ISO como detentores de FTRs e o notificarem de todas suas unidades consumidoras, se são detentoras de FTRs ou simplesmente agentes de mercado.

Uma unidade consumidora é um agente que diretamente ou indiretamente através de um ou mais intermediários, é controlado por um representante. Esta é uma

exigência para todo agente que possua FTRs. Um agente que possui FTRs deve notificar o ISO num prazo de cinco dias úteis de qualquer mudança na representação de unidades consumidoras.

3.2.3.3. Sistemática do leilão de FTR do ISO da Califórnia

Inicialmente o ISO determina os limites inferiores de preços no primeiro estágio para cada mercado de FTR. Cada mercado fornece aos FTRs uma combinação e um sentido.

Os compradores submetem seus lances de quantidade que indicam o quanto eles desejam comprar ao preço definido no estágio inicial.

Então o ISO aumenta o preço em cada mercado para o estágio seguinte, o incremento do preço é definido em função da demanda excedente no estágio precedente.

Os agentes efetuam novamente seus lances de quantidade que expressam a quantidade que eles desejam comprar ao preço novo. Um comprador não pode submeter um lance de quantidade maior que o efetuado no estágio anterior.

Se a demanda ainda for maior que a oferta em algum mercado, então novamente os preços são elevados e os agentes submetem novos lances de quantidade.

No momento em que a demanda for menor ou igual à oferta em um determinado mercado, o respectivo leilão terminará. O preço de fechamento será fixado como o último preço para o qual houve demanda excedente no respectivo mercado. Se a demanda e a oferta forem iguais no último estágio então o preço de fechamento será fixado como o do último estágio. Se o leilão durar somente um estágio então o preço de fechamento será fixado como o preço inicial.

Os agentes recebem todos os FTRs que demandaram no estágio final mais uma parcela de correção de todos os FTRs que foram demandados nas proximidades do último estágio (a menos que o agente seja elegível para ser excluído destes pequenos alocaamentos).

Exemplo: A demanda total no estágio precedente era 120MW ao preço de \$100 e no último estágio era 90MW em um preço de \$105. Se a oferta total for 100 então o preço de fechamento é \$100. Supondo que um determinado agente tenha ofertado 20 FTRs a um preço de \$100 e, durante o estágio, diminua seu lance para 11 FTRs para um preço de \$105. A este agente é concedida a quantidade de $11 + (20-11) \times (100-90)/(120-90) = 14$ FTRs com um preço de \$100.

3.2.3.4. Regras do leilão para incremento dos lances

Nesta seção serão apresentadas as regras específicas para o preço inicial do leilão, incrementos de preço, correção da distribuição de FTRs excedentes e elegibilidade financeira dos agentes.

Preço inicial de oferta

O preço inicial para FTRs é ajustado em 20% a mais do valor projetado para FTRs ou \$100. Os participantes do leilão serão notificados como este preço será estabelecido antes do leilão.

Incrementos de preço por estágio

Os preços do leilão aumentam a cada estágio em função do excedente de oferta, da regra para incremento do preço e do valor projetado para os FTRs. Os incrementos de preço a cada estágio são calculados de acordo com o seguinte procedimento:

1. A seguinte relação entre demanda e oferta é computada no final de cada estágio:

$$\text{Relação de Oferta Excedente} = [(\text{Demanda} - \text{Oferta}) / \text{Oferta}].$$

2. A relação de oferta excedente é então utilizada na regra de incremento de preço, apresentada a seguir, para determinar a porcentagem correspondente do incremento de preço.

- A porcentagem de incremento de preço é 10% se a relação de oferta excedente for maior ou igual a 100%;
- A porcentagem do incremento do preço é 5% se a relação de oferta excedente for maior ou igual a 60% e menor que 100%;

- A porcentagem do incremento do preço é 3% se a relação de oferta excedente for maior ou igual a 30% e menor que 60%;
- A porcentagem do incremento do preço é 2% se a relação em excesso da fonte for maior ou igual a 10% mas menor que 30%;
- A porcentagem do incremento do preço é maior que 1% ou \$1 se a demanda for menor que 10%.

(Obs.: O ISO pode modificar a regra de incremento de preço, para acelerar a convergência entre oferta e demanda durante o leilão.)

3. A fórmula seguinte é aplicada para determinar o novo preço do estágio:

$$\text{Novo Preço do Estágio} = \text{Preço do Estágio Precedente} + \text{Incremento de Preço Percentual} \times \text{Valor Projetado}$$

Distribuição de FTRs excedentes

FTRs excedentes existentes no final de um leilão são redistribuídos proporcionalmente aos participantes do leilão. O processo utilizado para efetuar tal distribuição é descrito a seguir:

- Inicialmente se determina a quantidade de FTRs excedentes no final do leilão, onde:

$$\text{Excedente no Estágio Final} = \text{Oferta} - \text{Demanda Total no Estágio Final}$$

- Determina-se a distribuição de forma proporcional entre os agentes, como é apresentado a seguir:

$$\text{Distribuição Corrigida do Agente} = \frac{\text{Redução Individual do Agente}}{\text{Redução Total}} \times \text{Excedente no Estágio Final}$$

Onde a redução individual é a diferença entre o lance do agente no penúltimo e no último estágio do leilão, e a redução total é a diferença entre o total de todos os lances no penúltimo e no último estágio do leilão.

Exemplo de Distribuição

Oferta = 110 FTRs

	<i>Penúltima Rodada</i>	<i>Última Rodada</i>	Redução Individual
Agente 1	90	70	20
Agente 2	34	30	4
Total do Leilão	124	100	24

$$\begin{aligned}
 \text{Excedente no Estágio Final} &= \text{Oferta} - \text{Demanda Total na Rodada Final} \\
 &= 110 - \\
 &= 10
 \end{aligned}$$

Para cada agente, executa-se o seguinte cálculo:

$$\frac{\text{Redução Individual do Agente}}{\text{Redução Total}} \times \text{Excedente no Estágio Final}$$

$$\text{Agente 1: } 20/24 \times 10 = 8 \frac{1}{3} \rightarrow 8 + 70 = 78 \rightarrow 78$$

$$\text{Agente 2: } 4/24 \times 10 = 1 \frac{2}{3} \rightarrow 1 + 30 = \underline{31} \rightarrow \underline{32}$$

$$109^* \quad 110$$

Se houver excedente de FTRs devido a arredondamentos (veja o exemplo acima onde um FTR é somado ao Agente 2 após o mecanismo de redistribuição), as seguintes regras aplicam-se:

- Os FTR são ordenados de acordo com a fração que perderam. Onde a maior fração perdida é classificada em primeiro (por exemplo, o agente 2 com 2/3 de excedente tem prioridade ao agente 1 com 1/3 no exemplo acima).
- Se as frações forem iguais, o agente com o maior número de FTRs tem prioridade na classificação (por exemplo, nesta condição o agente 1 com 78 FTRs teria prioridade ao agente 2 com 31).
- Se o número de FTR for igual, então a classificação dos agentes é sorteada.
- Um FTR é distribuído para cada agente iniciando do agente melhor classificado até que todos FTRs sejam distribuídos.

Distribuição de Excedentes

É possível que os agentes recebam um pequeno² número de FTRs excedentes no final de um leilão, mesmo que tenham deixado de inserir em seus lances essa referida quantidade no estágio precedente. Os agentes podem optar por não receber esses pequenos excedentes antes do início do leilão através de uma notificação ao ISO.

O seguinte exemplo demonstra como esses pequenos excedentes são distribuídos quando um agente (o agente 3) opta no início do leilão por não participar da distribuição desse pequeno excedente.

Exemplo de Distribuição de Pequenos Excedentes

	<i>Estágio 1</i>	<i>Estágio 2</i>	<i>Redução Individual</i>
Agente 1	500	500	0
Agente 2	500	0	500
Agente 3	300	0	300
Agente 4	200	0	200
Total	1.500	500	1.000

Total ofertado = 520

Excedente no estágio final = $520 - 500 = 20$

Redução total = 1.000

5% do total ofertado = $(520 \times 0,05) = 26$

$$\frac{\text{Redução Individual do Agente}}{\text{Redução Total}} \times \text{Excedente do Estágio Final}$$

Agente 1: $0 / 1000 \times 20 = 0$ FTRs

Agente 2: $500 / 1000 \times 20 = 10$ FTRs

Agente 3: $300 / 1000 \times 20 = 6$ FTRs

Agente 4: $200 / 1000 \times 20 = 4$ FTRs

² Pequenas distribuições de FTR são aquelas que no total não excedem 5% do total ofertado.

Caso o agente 3 tenha optado por não participar das pequenas distribuições, o processo será da seguinte forma:

1) Todos agentes com menos de 5% de FTRs no final do leilão e lance zero no último estágio são listados:

Agentes 2, 3 e 4.

2) A ordem de distribuição é listada - lances menores obtêm uma classificação mais elevada:

Agentes 4, 3 e 2.

3) Os agentes que optaram por não receber as pequenas distribuições são excluídos da lista:

Agente 3

4) As distribuições são recalculadas e as regras de arredondamento são aplicadas:

Redução total = 700

Agente 2: $500/700 \times 20 = 14,28$ FTRs

Agente 4: $200/700 \times 20 = 5,71$ FTRs

Agente 1 recebe 500 FTRs

Agente 2 recebe 14 FTRs

Agente 3 recebe 0 FTRs

Agente 4 recebe 5 + 1 ou 6 FTRs

A elegibilidade financeira

A elegibilidade financeira dos agentes participantes do leilão (isto é, o limite de crédito do agente) é estabelecida antes do início do leilão. A atribuição total para cada agente é calculado depois que cada lance é efetuado e o valor do lance é comparado à elegibilidade financeira do agente. As ofertas são rejeitadas durante o leilão se a atribuição total de um agente exceder a elegibilidade financeira do agente.

A atribuição total (AT) para um agente é calculada da seguinte forma:

$$AT = AT_{\text{vencedora}} + AT_{\text{aberto}}$$

onde, $AT_{\text{vencedora}}$ é igual a soma dos lances vencedores dos leilões precedentes terminados e AT_{aberto} é igual à maior das atribuições dos estágios precedentes ou das atribuições dos estágios atuais.

O seguinte exemplo ilustra como o compromisso total é calculado quando o agente comprou 100 FTRs em um estágio precedente e no estágio corrente efetua um lance de 90 FTRs.

Exemplo da elegibilidade

Atribuição financeira total (AT) = $AT_{\text{vencedora}} + AT_{\text{aberto}}$

Para os leilões que já terminaram:

$AT_{\text{vencedora}}$ = soma (preço x oferta)

$AT_{\text{vencedora}}$ = soma (100 FTRs X \$200) = \$20.000

Para todos os leilões ainda abertos:

AT_{aberto} = soma [Max (estágio precedente (Lance x Preço) e estágio atual (preço x oferta))]

Soma do máximo entre as ofertas dos estágios precedentes e lances do atual estágio:

Estágio precedente (100 FTRs x \$300 = \$30.000), e

Estágio atual (90 FTRs X \$320 = \$28.800)

$TC = \$20.000 + \$30.000 = \$50.000$

3.3. Leilões da Austrália

O mercado de energia elétrica australiano está organizado em três partes: varejo, atacadista e serviços ancilares.

O mercado australiano utiliza contratos financeiros bilaterais ou unilaterais. Nos bilaterais, os geradores compensam o comprador quando o preço for superior ao valor contratado; caso contrário, o comprador compensa o gerador.

O *National Electricity Market Management Company Limited* – NEMMCO - corresponde ao mercado atacadista e ao operador nacional do sistema elétrico australiano.

Este mercado é mandatório e não permite que os geradores realizem contratos diretamente com os participantes do mercado e são controlados pelo NEMMCO. Os participantes são classificados em seis categorias:

- Gerador – vende a energia produzida no mercado *spot*;
- Compradores - compram a eletricidade fornecida em um determinado ponto de conexão do NEM. Os compradores podem ser as distribuidoras ou consumidores finais;
- Fornecedor de serviços na rede - possuem e operam uma rede de transmissão conectada ao sistema nacional do NEM;
- Participantes especiais – operadores do sistema ou agentes que executam funções de segurança para a entrega de energia;
- Participante – agente registrado para participar dos leilões de resíduos.

O mercado de energia elétrica baseia-se em preços diferenciados para cada uma das seis regiões existentes no mercado: *Queensland, New South Wales, Australian Capital Territory, Victoria, South Australia e Tasmania*.

Quando a rede de transmissão opera abaixo do nível da capacidade técnica máxima de transferência, os preços da eletricidade nas diferentes regiões são calculados considerando apenas a perda. Mas quando um interconector está operando em sua capacidade máxima de transferência, e conseqüentemente, não permite a transferência da capacidade adicional entre regiões, os preços nas regiões diferentes pode variar (NEMMCO, 2005).

O mercado utiliza um leilão para entrega no próximo dia, com 48 intervalos de trinta minutos diários em que o preço é determinado pela oferta realizada a cada cinco minutos. Desta maneira, a negociação é realizada em intervalos de 30 minutos e o preço é determinado pelas seis ofertas de cada intervalo de uma região específica.

No leilão, os participantes enviam lances de quantidade e preço, podendo ser classificados como lances simples, lances trimestrais, lances de múltiplas categorias e lances de múltiplos trimestres.

3.4. Conclusões

Este capítulo discorreu a respeito de formatos e dinâmicas de leilões existentes em 10 mercados de energia elétrica que abrangem cerca de 20 países situados em três continentes. Nesta amostra estão contidos os leilões mais difundidos no cenário internacional sobre o tema, assim como os casos mais bem sucedidos. Hoje os leilões de energia elétrica mais citados pelos especialistas são os que ocorrem no *Nord Pool*, os realizados pela EDF na França, os promovidos pelo *European Energy Exchange*, dos americanos pode-se citar os que ocorrem na Califórnia e na Nova Inglaterra e, finalmente, os do Reino Unido. Este último, mais pelo pioneirismo do que pelos resultados obtidos. Com isso, o objetivo desta etapa da dissertação foi alcançado, que era de relatar a experiência internacional de leilões de energia elétrica.

CAPÍTULO 4

FORMATAÇÃO DE UM LEILÃO

4.1. Considerações Iniciais

Os leilões tornaram-se muito populares nos últimos anos. Os órgãos governamentais estão se especializando na sua utilização, usando leilões para vender licenças de bandas de celular, operar mercados de eletricidade, privatizar empresas e muitas outras finalidades. Além disto, o crescimento do comércio eletrônico conduziu a adoção de leilões para negociar objetos que anteriormente eram negociados através de transações bilaterais.

A literatura de leilões foca no número de participantes que lançam cooperativamente e enfatiza características, tais como, os efeitos da aversão ao risco, correlação de informações e resultados. Os teóricos de leilão têm realizado mais progressos importantes nestes tópicos do que em outros, e a teoria econômica tem se beneficiado, uma vez que a aplicação da teoria de leilão tem sido frutífera.

Os aspectos que mais importam no formato de um leilão são características que desencorajam colusão, aumentam a entrada de licitantes e evitam o comportamento predatório dos licitantes.

Este capítulo expõe alguns pontos nos formatos dos leilões que podem interferir sensivelmente no resultado alcançado. Também são citados alguns exemplos, discutindo o que fazer para melhorar o resultado. Desta maneira, apresenta algumas deficiências encontradas no leilão ascendente, no leilão fechado de primeiro preço e também apresenta algumas sugestões para melhorar o desempenho destes formatos.

Também é considerada neste capítulo a definição de um leilão, denominado Anglo-Dutch, no qual seu formato baseia-se em uma etapa inicial realizada como um

leilão ascendente e o estágio final formatado como um leilão de lance fechado. Como será discutido, o objetivo deste leilão híbrido é de aproveitar as vantagens e tentar superar as desvantagens de cada formato tradicional.

4.1.1. Formatação de um leilão

Leilões podem ser promovidos por empresas de energia elétrica para vários fins. Aplicam-se tanto na compra como na venda de energia. Também podem ser efetuadas plataformas de leilões com fins didáticos tanto para treinamento, como para teste de estratégias. Além das aplicações no mercado de energia elétrica, também podem ser utilizados para compra de equipamentos e materiais de consumo pelo departamento de compras da empresa. O escopo deste capítulo abrange apenas a utilização de leilões voltada para fins de comercialização de energia elétrica.

- Uma empresa distribuidora de energia elétrica situada no Brasil pode comprar energia através dos leilões do Ambiente de Contratação Regulada (ACR), através de leilões de ajuste ou de geração distribuída. O último pode ser promovido por iniciativa própria.

No caso de uma empresa comercializadora ou geradora de energia elétrica ela pode escolher participar ou formular leilões livremente conforme as circunstâncias de mercado. No caso de empresas com participação estatal devem ser observadas as disposições do Decreto 5.163 de 2004 sobre publicidade e transparência.

Nas próximas seções serão apresentados os principais pontos que devem ser observados na formatação de um leilão.

4.2. Colusão

O ponto central no formato de um leilão está relacionado ao risco dos participantes se unirem para evitar que o valor do objeto a ser leiloado aumente. Para exemplificar, pode-se considerar um leilão ascendente simultâneo de múltiplos objetos, como por exemplo, um leilão tradicional de venda de obras de arte. Neste formato de leilão, o preço de lance inicia com um valor baixo e os participantes competem aumentando seus

lances até que apenas um licitante esteja disposto a dar um lance mais alto que os demais, tornando-se vencedor do objeto ao preço do último lance.

Quando vários objetos estão sendo vendidos simultaneamente o preço de lance de cada um aumenta de forma independente e nenhum dos objetos será realmente vendido até que alguém esteja disposto a dar novos lances em algum objeto. Os participantes podem usar as rodadas iniciais, quando os preços ainda estiverem baixos, para sinalizar e definir qual participante do leilão irá ganhar cada objeto.

Exemplo Clássico: Leilão Alemão de Telecomunicações de 1999

Em 1999, a Alemanha vendeu 10 blocos de banda de celular utilizando um leilão ascendente simultâneo, incluindo uma regra que um novo lance de compra tinha que ser no mínimo 10% maior que o lance anterior. As ofertas da empresa Mannesman iniciaram com 18,18 milhões de marco alemão por MHz para os blocos 1-5 e 20 milhões de marco alemão por MHz para os blocos 6-10. O outro participante, T-Mobil, ofereceu o mesmo lance na primeira rodada. Um dos gerentes da T-Mobil disse que não havia nenhum acordo com a Mannesman, porém, a T-Mobil interpretou como se a primeira oferta fosse um acordo, uma vez que 18,18 milhões mais um incremento de 10% igualam aproximadamente 20 milhões. Assim, a T-Mobil compreendeu que se ofertasse 20 milhões de marco por MHz para o bloco 1-5, e não desse lance para os 6-10, as duas companhias repartiriam o prêmio do leilão, ou seja, os dois blocos. Desta forma, o leilão foi encerrado após duas rodadas, com cada um dos licitantes adquirindo metade dos blocos pelo mesmo preço (Grimm, Riedel e Wolfstetter, 2002).

Os leilões ascendentes também podem facilitar a colusão, utilizando um mecanismo de punição entre os participantes. A ameaça da punição pode ser implícita – no caso do exemplo anterior, estava claro para a empresa T-Mobil que a empresa Mannesman iria continuar dar lances para os blocos 1-5 se a T-Mobil continuasse a dar lances nos blocos 6-10.

Porém, um leilão ascendente também pode permitir uma opção mais explícita para a punição. Em outro leilão de banda móvel, realizado nos EUA 1996-1997, o U.S. West estava competindo com McLeod pelo lote 378, uma licença em Rochester, Minnesota. Então, a U.S. West deu lances para duas licenças em Iowa, sendo que nas rodadas

anteriores não tinha apresentado interesse, ultrapassando os lances da McLeod, que tinha demonstrado grande interesse por estas licenças. Assim, McLeod percebeu que estava sendo punida por competir pela licença de Rochester e saiu da competição.

Isso pode acontecer de outro modo em um leilão fechado com preço uniforme, em que cada licitante submete lances fechados de preço, para quantidades diferentes de um bem homogêneo, como, por exemplo, energia elétrica, onde o bem é vendido a um único preço, determinado pelo menor lance vencedor.

O regulador da eletricidade no Reino Unido acredita que o mercado de energia elétrica sofreu com este tipo de colusão implícita. Além disto, um mercado de leilão repetido frequentemente, como o adotado para a eletricidade, é particularmente vulnerável à colusão, porque a interação repetida entre os licitantes expande o conjunto de estratégias para a sinalização e punição disponíveis e possibilita os agentes aprenderem a cooperar (Klemperer, 2004).

O tipo de comportamento, acima apresentado, é difícil de ser provado legalmente. Assim, para tentar evitar estes comportamentos é necessário aplicar regras que restrinjam a flexibilidade dos licitantes, podendo gerar ineficiências no leilão sem torná-lo inteiramente eficaz. Desta maneira, pode ser melhor resolver estes problemas utilizando formatos melhores de leilão.

4.3. Participação e comportamento predatório

Outra questão importante na definição do formato do leilão é a capacidade de atrair participantes, uma vez que um leilão com poucos participantes pode não ser lucrativo para o leiloeiro e, conseqüentemente, é potencialmente ineficiente. Geralmente, leilões formatados como ascendentes tem esta característica, uma vez que podem fazer com que a entrada de alguns participantes seja desencorajada ou até inibir os lances de outros participantes.

Em um leilão ascendente, existe a forte suposição que a empresa que possuir a melhor avaliação será o vencedor final, porque mesmo que ele tiver um lance menor em uma rodada, ele pode aumentar o lance de qualquer oponente. Como resultado, outras

empresas têm pouco incentivo para entrarem na licitação e podem não entrar se eles tiverem lances inferiores.

Enquanto os leilões ascendentes são particularmente vulneráveis por restrição de acesso, outros formatos de leilão podem resultar em problemas similares se os custos de habilitação e a assimetria entre os participantes forem grandes.

Outra questão que pode deprimir os lances em alguns leilões ascendentes é a Maldição do Vencedor. A Maldição do Vencedor acontece quando os participantes possuem a mesma avaliação, ou uma avaliação próxima, do objeto, mas eles têm informações diferentes sobre o valor real do bem (denominado valor comum). A maldição do ganhador reflete o erro de avaliação do objeto pelo vencedor.

A possibilidade de ocorrência da Maldição do Vencedor faz com que os participantes sejam cautelosos ao darem lances. Porém, empresas menores devem ser mais cautelosas, uma vez que reconhecem que irão ganhar somente quando superestimarem o valor do objeto. Entretanto, uma empresa com mais informações pode ser menos cautelosa, uma vez que vencer oponentes muito cautelosos não implica em superestimar o preço do objeto. A maldição do vencedor costuma afetar mais as pequenas empresas do que as maiores, este efeito faz com que as maiores vençam na maioria das vezes.

O comportamento predatório, que consiste em um participante agressivo dar os lances com o intuito de tirar da competição os outros participantes e melhorar seus benefícios, pode acontecer facilmente nos leilões ascendentes. Suponha que o participante AGR efetue lances muito agressivos nos leilões anteriores. AGR possui uma considerável probabilidade de obter a reputação de agressivo. Assim, os oponentes em futuros leilões estão menos dispostos a participar do leilão ou irão dar lances menos agressivos quando disputarem com AGR.

Finalmente, deve-se ressaltar que os leilões ascendentes geralmente inibem a entrada de participantes menores e encoraja os participantes maiores darem lances em conjunto, formando a colusão.

4.4. Preços de reserva

Muitos dos problemas podem ser agravados pela falha em determinar um preço de reserva apropriado. O preço de reserva corresponde a um valor mínimo ou máximo que leilão irá atingir.

A definição inadequada dos preços de reservas também aumenta os incentivos para o comportamento predatório e pode encorajar a colusão que de outra maneira não seria interessante para todos os participantes. Um participante forte em um leilão ascendente tem a escolha entre formar colusão para terminar o leilão rapidamente a um preço baixo ou forçar o preço subir para tirar os outros participantes. Para atingir o menor preço de reserva em que o leilão pode ser concluído, usar a primeira opção é a mais atrativa. Este fator tem sido um importante contribuidor para o fracasso de muitos leilões.

4.5. Política dos leilões

Em alguns casos, os preços de reserva não são implementados para evitar o constrangimento do resultado caso o objeto não atinja o preço de reserva, fazendo com que o objeto não seja vendido. Tal fato pode fazer com o leilão seja visto como mal planejado ou até mal intencionado, afetando inclusive a reputação da instituição que promoveu o leilão.

Similarmente, o leilão de primeiro preço (fechado), em que os participantes fazem um único lance fechado e o vencedor paga o valor do seu lance, pode causar embaraço caso os participantes tenham uma avaliação errada do valor do bem. Como exemplo, pode-se citar o exemplo da privatização do Banespa – São Paulo. Quando os lances foram abertos, a equipe do Santander observou que eles deram um lance três vezes superior ao preço de lance do Itaú que ficou em segundo lugar. Este fato fez com que eles pagassem R\$ 5 bilhões a mais que o necessário para ganhar.

Em outros leilões, perdedores que têm apenas uma pequena diferença entre o lance do vencedor também têm dificuldade para explicar seu comportamento. Desta forma, muitas empresas podem se opor ao leilão de primeiro preço.

Por outro lado, um leilão fechado de segundo preço, em que o vencedor paga o preço do primeiro lance perdedor, pode deixar o leiloeiro com problemas se o vencedor der um lance muito acima do segundo preço.

4.6. Estrutura do mercado

Em alguns leilões, a estrutura do mercado não pode ser ignorada pelo leiloeiro. Considerando que o lucro de uma empresa que participa de um leilão geralmente é maior se houver poucos competidores, isto pode fazer com que as empresas desestimulem a participação de outras. Desta maneira, poucas empresas ganham um grande número de objetos e estes vendedores podem ganhar muito. Porém, este tipo de comportamento não é a única possibilidade para formação de um resultado sub-ótimo. Uma empresa com uma grande demanda pode preferir reduzi-la para provocar um preço mais baixo no leilão, do que aumentar o preço para tirar seus oponentes, mesmo quando a última alternativa possa ser mais eficiente. Também existe a possibilidade de ocorrerem muitos vencedores caso as empresas formem uma colusão para dividir os objetos a um preço menor.

Como exemplo pode-se citar um leilão realizado na Áustria para a venda da terceira geração de banda de celular. Neste leilão, seis empresas competiram por 12 lotes idênticos de banda. O leilão definido para esta venda foi um leilão ascendente e, aparentemente, as empresas concordaram em dividir o mercado, uma vez que este leilão resultou na venda de dois lotes para cada empresa a um preço não muito superior ao preço de reserva, definido pelo leiloeiro.

O resultado, com seis vencedores, talvez tenha sido eficiente; entretanto, não se pode dizer o mesmo do comportamento dos agentes no leilão. Comentou-se que o período de lances durou apenas o suficiente para criar alguma percepção pública que a competição foi genuína e para reduzir o risco de mudanças nas regras do leilão.

Assim, pode ser mais interessante se o leiloeiro pré-determinar o número de vencedores através da oferta de um número menor de objetos com um tamanho maior, limitando que cada licitante entre na competição para arrematar apenas uma licença, ao

contrário de um leilão com muitos objetos que permite que os participantes comprem quantos objetos desejarem.

4.7. Pontos fortes do leilão ascendente

O leilão ascendente é muito criticado pela sua vulnerabilidade à colusão e ao comportamento predatório dos participantes. Entretanto, o leilão ascendente possui muitas virtudes, a saber:

- Costuma alocar o objeto leiloado ao participante que possuir a melhor avaliação, uma vez que este sempre tem a oportunidade de ofertar novos lances para superar um lance de outro participante;
- Permite o aprendizado durante a realização do leilão, deixando os participantes mais confortáveis com suas próprias avaliações e menos cuidadosos, o que geralmente aumenta a receita do leiloeiro. Assim, possui a vantagem em relação ao leilão fechado em que os participantes não aprendem nada sobre as intenções dos seus oponentes.

Soluções para deixar o leilão ascendente mais robusto:

- Determinar um número específico de rodadas que os participantes devem dar lances;
- Definir um incremento fixo para as rodadas do leilão;
- Permitir que os lances sejam realizados de forma anônima;
- Definir os lotes com um tamanho maior, dificultando a divisão do prêmio entre os participantes;
- Manter sigilo do número de participantes remanescentes no leilão.

Estes métodos podem dificultar o uso de lances para sinalizar aos outros participantes, dificultando a colusão. Ausubel (1998) sugere uma modificação no leilão

ascendente que mitigue os incentivos dos participantes para reduzir suas demandas para terminar o leilão rapidamente a um preço menor, impondo um pagamento para a participação no leilão.

4.8. Pontos fortes do leilão fechado

Em um leilão fechado de primeiro preço, cada participante oferta um único lance de forma fechada. Como resultado, os participantes são incapazes de punir os participantes que não cooperam com eles. Desta maneira, a colusão este tipo de leilão é mais difícil que em um leilão ascendente devido à dificuldade de sinalização de lances, uma vez que este é realizado de forma fechada. Entretanto, a sinalização e a colusão são possíveis quando uma série de leilões fechados é realizada. Da perspectiva de encorajar mais participantes no leilão, o mérito do leilão fechado é que o resultado é menos certo que em um leilão ascendente.

O participante que possui a melhor avaliação provavelmente irá ganhar o leilão fechado. O participante realiza seu único lance com a incerteza dos lances dos outros participantes e, por querer barganhar, seu lance não será o valor máximo da sua avaliação. Assim, os participantes mais fracos têm mais chance de vitória, mesmo quando eles certamente perderiam em um leilão ascendente. Esta característica encoraja a participação no leilão fechado.

A característica de encorajar a participação no leilão fechado pode desencorajar a formação de consórcio, uma vez que se empresas grandes formarem consórcios, elas podem atrair novas empresas que tem a esperança de derrotar o consórcio. Desta forma, é mais provável que as empresas maiores ofertem seus lances independentemente em um leilão fechado, o que o torna mais competitivo.

Há algumas evidências que os leilões fechados atraem mais participantes que o formato ascendente, tornando-o mais lucrativo para o vendedor. Além disto, considerando o “valor comum” do objeto, no qual todos os participantes possuem avaliações similares para o prêmio, o problema da Maldição do Vencedor para um participante mais fraco é mais difícil de ocorrer em um leilão fechado. Apesar das vantagens do leilão fechado, este formato também possui alguns problemas.

Estes problemas ocorrem devido à chance dos participantes mais fracos terem a chance de ganhar, tendo a probabilidade de terem resultados menos eficientes. Além disto, nos leilões fechados de primeiro preço, nos quais os vencedores pagam o valor correspondente aos seus lances, é necessário estar bem informado sobre a avaliação de seus oponentes para dar lance de forma mais racional.

Por outro lado, em um leilão ascendente de segundo preço uniforme, a melhor estratégia de um participante é dar um lance um pouco acima da sua avaliação, pois o pagamento será determinado pelo lance dos perdedores.

Por exemplo, em março de 2001 o órgão regulador de eletricidade do Reino Unido trocou o problemático leilão de preço uniforme fechado por um leilão de preço discriminatório, no qual cada vencedor paga o seu próprio lance.

4.9. Leilão Anglo-Dutch

A solução para o dilema da escolha entre o formato ascendente, geralmente denominado leilão inglês, e o leilão fechado, é combinar os dois formatos em um formato híbrido denominado anglo-dutch, que geralmente captura as melhores características dos dois e primeiramente foi descrito por Klemperer (2004).

Para simplificar a explicação será assumido que um único objeto está sendo leilado. No leilão anglo-dutch, o leilão é executado como um leilão ascendente, no qual o preço aumenta continuamente até que apenas dois participantes continuem na competição. Para os dois participantes restantes é solicitado que enviem um lance fechado, que deve ser maior que o lance definido na fase anterior, sendo que o vencedor paga o seu próprio lance. Este processo é muito parecido como o formato utilizado para a venda de residências.

Outro leilão com características similares e também com motivações para o anglo-dutch é o leilão Openbook do WR Hambrecht. Os primeiros lances são públicos e ascendentes, mas os licitantes podem oferecer lances finais fechados na última hora. Embora todos os participantes possam dar lances na fase final, os participantes que

ofertaram lances nas primeiras rodadas possuem a vantagem que é suficiente para induzir um lance inicial.

Este processo tem algumas similaridades com os leilões do eBay, que consistem em leilões ascendentes com um horário determinado para o encerramento. Assim, muitos participantes oferecem lances apenas nos últimos segundos, que é realizado em uma etapa de lances fechados. Com este formato, a eBay atrai mais participantes que a empresa concorrente Yahoo, que utiliza um formato ascendente padrão, como o procedimento tradicional no qual o leilão não é finalizado até que nenhum participante realize nenhum lance em um período de 10 minutos.

O principal valor do leilão anglo-dutch aparece quando um licitante é mais forte que seus potenciais oponentes. Estes participantes poderiam não desejar participar em um leilão ascendente puro contra um participante forte que poderia ser visto como o vencedor certo. Mas a etapa final de um leilão fechado induz a incerteza sobre qual dos dois participantes finalistas irá ganhar e a participação é atrativa pelo conhecimento que eles têm a chance de vencer na etapa final. Assim, o preço pode ser maior no final da primeira etapa ascendente do leilão anglo-dutch do que um leilão ascendente padrão.

O leilão anglo-dutch pode capturar as outras vantagens de um leilão fechado discutido anteriormente. A colusão é desencorajada porque a última rodada fechada pode permitir que as empresas renunciem qualquer acordo sem medo e retaliação. E o formato do leilão anglo-dutch elimina o estágio do leilão ascendente quando apenas um licitante permanece.

A formação de consorcio também pode ser desencorajada. Imagine que existam dois grandes participantes para um único objeto. Em um leilão ascendente, é improvável que eles disputem caso tenham formado um consórcio. Mas em um leilão anglo-dutch, formar um consórcio pode abrir a oportunidade para a entrada de novos participantes que poderiam ter a chance de dar um lance na fase final fechada. Assim, é menos provável que empresas maiores dêem lances coletivamente na etapa final fechada.

Todavia o leilão anglo-dutch também captura muito dos benefícios do leilão ascendente. Neste formato, é mais provável vender por um preço maior do que em um leilão fechado padrão por dois motivos:

- Reduz diretamente os números permitidos na etapa do leilão fechado;
- Os dois participantes finalistas têm um aprendizado sobre eles e os outros participantes pelo comportamento durante a etapa ascendente;

Finalmente, pode-se imaginar que a fase ascendente do leilão anglo-dutch pode extrair a maioria das informações que poderiam ser reveladas em um leilão ascendente padrão aumentando o rendimento se as informações dos participantes forem comuns. Já a fase fechada é tão boa quanto o leilão fechado para extrair os mesmos rendimentos, devido ao efeito de aversão ao risco e assimetrias de informação.

Isto sugere que o leilão anglo-dutch pode superar o leilão ascendente e o fechado mesmo se não atrair participantes adicionais, pois geralmente combina o melhor dos leilões ascendente e fechado.

4.10. Conclusão

O que foi apresentado sobre os formatos de leilão pode ser considerado uma aplicação da teoria tradicional antitruste. O aspecto importante nesta teoria é considerar a colusão e participação. A sinalização e estratégias de punição que sustentam a colusão nos leilões são similares ao mercado industrial comum.

Argumenta-se que em um leilão ascendente é mais provável que a maior empresa vença o leilão que em um formato fechado, podendo ser menos atrativo para a entrada de participantes e, então, menos rentável. Isto é apenas um argumento para um mercado que a princípio é mais competitivo e pode ser menos atraente aos participantes, tornando-o menos competitivo.

Uma característica particular dos mercados de leilões é a maldição do ganhador, pois seu efeito indica que o leilão fechado e o leilão Anglo-Dutch atraem mais

participantes e também resultam em melhores resultados para o leiloeiro considerando um número de participantes.

Entretanto, nenhum dos exemplos apresentados neste documento pode ser tomado como argumento contra um formato de leilão específico, pois a maioria dos formatos trabalha extremamente bem. Ocasionalmente, devido a um número reduzido de participantes potenciais e a maneira como as informações são fornecidas, um formato de leilão pode oferecer um resultado melhor.

As características mais importantes de um leilão são a robustez contra a colusão e sua capacidade para atrair potenciais participantes. Falhas para atender a estas características podem levar a um resultado indesejado. Deve-se considerar que um leilão fechado atua bem em alguns contextos, enquanto os leilões ascendentes e o leilão Anglo-Dutch são ideais em outros, demonstrando que o que importa na prática é a circunstância.

CAPÍTULO 5

ANÁLISE DOS LEILÕES DO ACL

Os leilões do Ambiente de Contratação Regulada (ACR) têm sofrido uma constante evolução desde a sua implantação, porém eles mantêm características próximas às originais quanto ao critério de parada, número de fases ou regra de atividade.

Esta modalidade de leilão permitiu a contratação de grandes volumes de energia desde a sua primeira utilização, em dezembro de 2004, quando ocorreu o primeiro leilão de energia existente, também chamado de Mega Leilão.

No Ambiente de Contratação Livre (ACL) também existe a prática de se contratar energia através de ofertas via leilões. No entanto, os montantes negociados ainda são menores se comparados aos do Ambiente de Contratação Regulada. Por outro lado, no ACL há uma maior diversificação no que diz respeito aos formatos utilizados nos seus leilões de compra e de venda.

Assim, a partir da visão sobre o mercado e da percepção da teoria de leilões, os agentes privados têm proposto leilões que variam em diversos aspectos, como Tipo, Formato, Quantidade de fases e Preço Fechamento.

Este trabalho reuniu uma extensa quantidade de informações sobre a sistemática dos leilões promovidos no Ambiente de Contratação Livre. A partir da análise destas informações foi possível levantar variáveis importantes que compõem as características das formatações utilizadas nos certames, possibilitando assim avaliar o comportamento de cada agente de mercado com relação à maneira de promover leilões.

Para nortear o estudo, foi feito o uso de comparações quanto aos aspectos chave da estruturação de um leilão:

- Tipo
- Formato
- Quantidade de Fases
- Preço Fechamento

Em função desse levantamento, conseguiu-se constatar a diversidade das formatações adotadas em leilão, no ACL, e assim possibilitou avaliar uma possível evolução nas configurações utilizadas ao longo do tempo. Estudando essa evolução, pôde-se perceber se há uma tendência a uma uniformização nas características da formatação dos leilões.

Embora a parte principal deste trabalho seja o de analisar as sistemáticas adotadas nos leilões, também foram abordados os aspectos relativos às características dos produtos ofertados nos certames. Os resultados dos leilões não foram levados em conta, mesmo porque este tipo de informação tem caráter sigiloso.

Para fazer o levantamento dos dados, o estudo baseou-se em Sistemáticas de Leilão de vinte e três empresas que atuam no setor elétrico brasileiro, no período de abril de 2007 a julho de 2010, o que resultou em oitenta e sete leilões e cento e dezesseis produtos, cujo prazo de suprimento é superior a trinta dias (longo prazo).

5.1. Estatísticas

Antes de entrar na análise da sistemática dos leilões, são mostrados dois aspectos importantes avaliados nestes certames:

- Ocorrência
- Características dos Produtos

Este último ainda é dividido da seguinte forma:

- Duração
- Volume de Energia
- Flexibilidades

- Ponto de Entrega

5.2. Ocorrência

A Figura 5.1 mostra a ocorrência de leilões no Ambiente de Contratação Livre desde abril de 2007. Percebe-se que estes eventos foram ocorrendo com mais frequência à medida que se avança na linha do tempo. É natural que isso tenha acontecido, visto que este mercado ainda está passando por uma fase de amadurecimento. Assim, observamos que os certames tornam-se mais frequentes à medida que vamos nos aproximando aos dias de hoje.

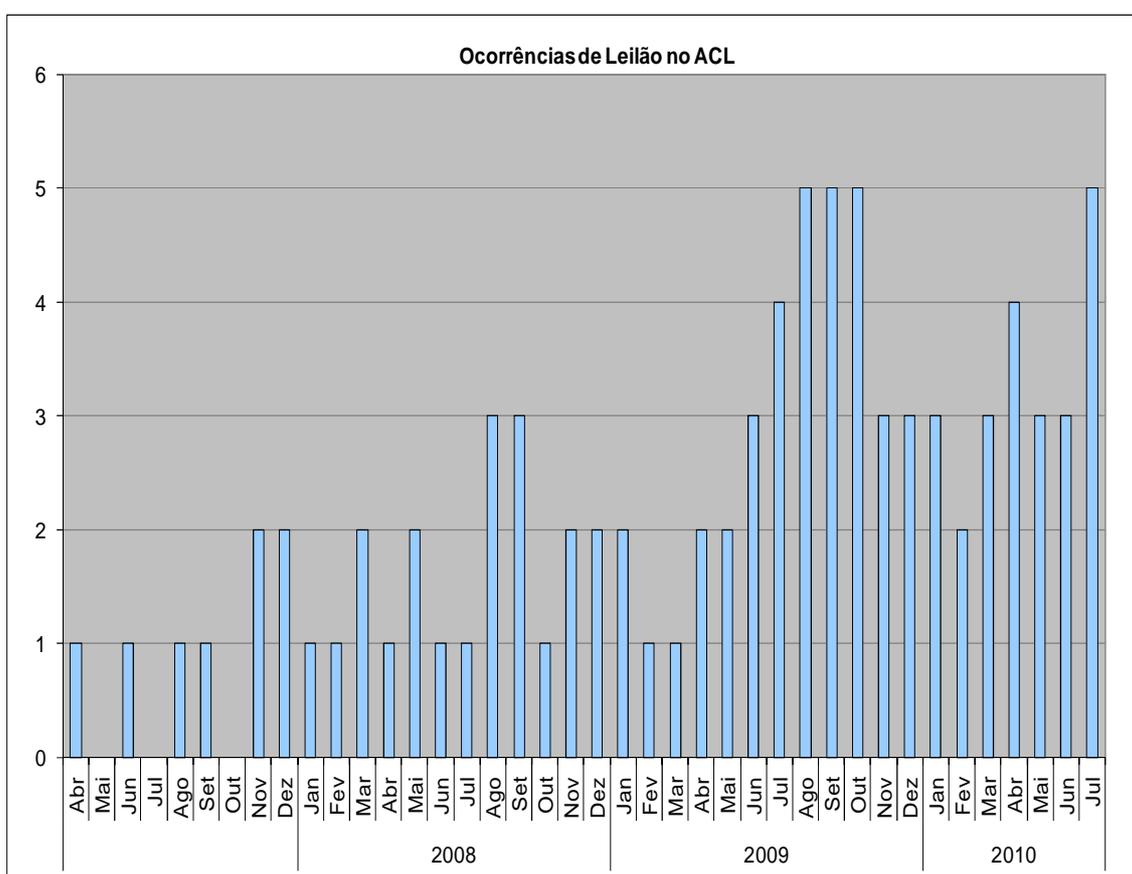


Figura 5.1 – Ocorrências de Leilão no ACL

5.3. Características dos Produtos

5.3.1. Duração

Um aspecto importante que deve ser abordado é o que diz respeito à duração dos produtos oferecidos nestes leilões. Um produto pode ter desde a duração de um mês, o qual é chamado de leilão de curto prazo, até vários anos de permanência como é o caso, por exemplo, do contrato de compra da empresa Rede Comercializadora mostrado na Figura 5.2, que tem duração de quinze anos. A propósito, a mesma Figura consegue mostrar as áreas de atuação das empresas pesquisadas. Essa abordagem foi dividida em três áreas:

- Geração – que são as empresas do setor elétrico que atuam como geradores de energia elétrica;
- Comercializadora – que são as empresas do setor elétrico que atuam como agentes comercializadores de energia elétrica;
- Cliente Livre – que são os agentes consumidores finais de energia elétrica.

Quando se avalia a atuação de cada tipo de agente conforme a duração dos contratos, curto, médio e longo prazo, pode-se perceber que há comportamentos distintos para cada um deles.

Começamos pelo agente de Geração: os números mostram que este tipo de agente atua com mais intensidade nos produtos de curto prazo, onde a duração é de um mês. Neste tipo de produto se concentra mais da metade das ocorrências de produtos ofertados. Os produtos com duração de até doze meses se mostram em segundo lugar desta classificação. O restante, com algumas ocorrências, é relativo ao produto com duração de no máximo cinco anos.

Quanto aos agentes de comercialização, o perfil se distingue bastante em relação ao perfil anterior. Os produtos de longo prazo estão presentes neste perfil, onde se pode verificar na Figura 5.2 produtos com duração de quinze anos. Os produtos com período de duração de um a seis anos são maioria nesta distribuição, com quarenta e sete por

cento do total estudado. Em seguida, vem o produto com duração menor que doze meses, com quarenta e dois por cento.

Os agentes consumidores livres ainda têm participação direta muito tímida nos leilões de energia elétrica. A maioria destes agentes ainda prefere atuar por meio de empresas comercializadoras para buscar energia no mercado. Ainda assim, pode-se conferir a atuação direta de alguns clientes livres nos certames. Os produtos ofertados por estes clientes possuem período de duração de doze meses ou mais, como é mostrado na Figura 5.2.

5.3.2. Volume de Energia

Outro componente dos leilões no mercado livre que poderia ser abordado seria o volume ofertado. Entretanto, este tipo de informação nem sempre é disponibilizado nos editais de leilão, cabendo somente aos efetivos participantes do certame conhecer esses números. De qualquer modo, com base nos volumes que foram divulgados em alguns editais, percebe-se que não há qualquer correlação entre quantidade, em MWmédios, e duração do produto. Pode-se, por exemplo, ver na Figura 5.2 que existe produto ofertado de curto prazo com duração de um mês com montante equivalente a 200 MWmédios, assim como também há produto de 143 MWmédios com duração de quinze anos.

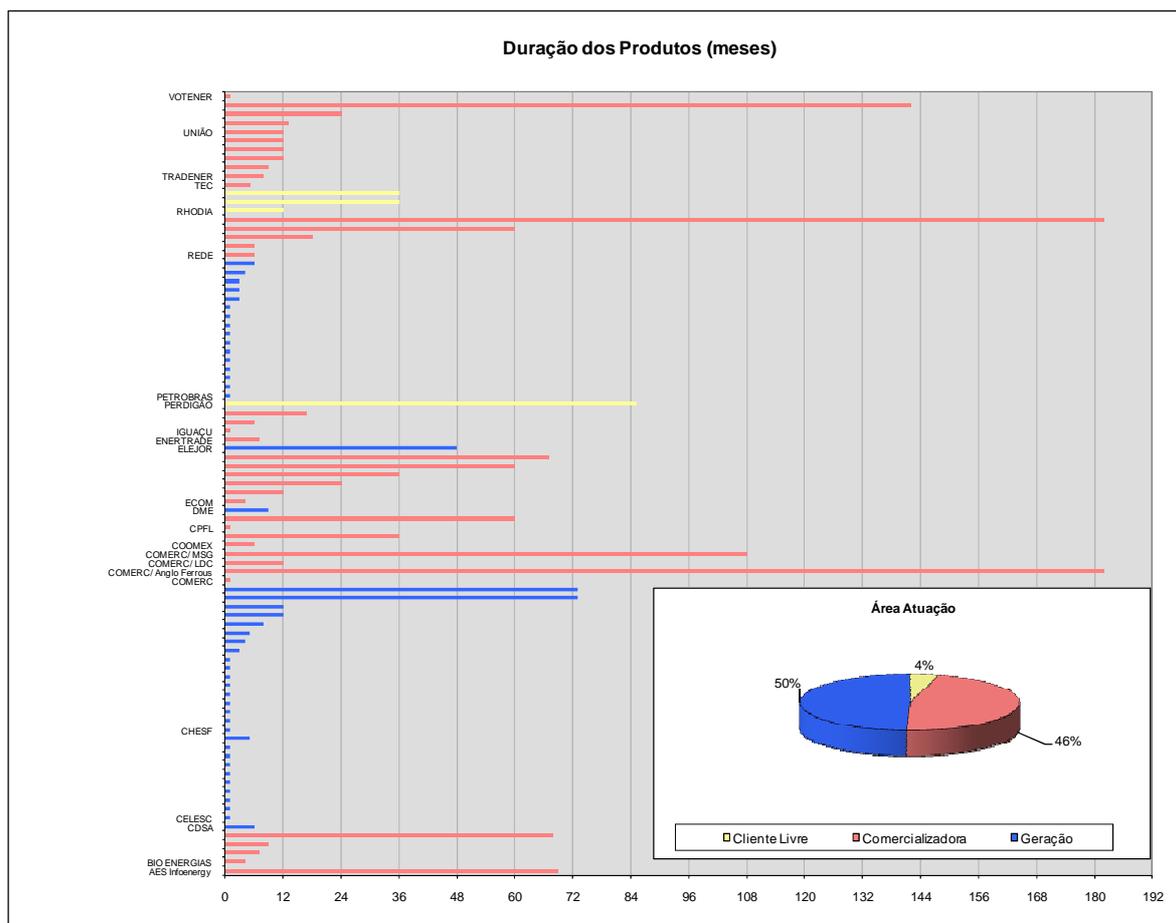


Figura 5.2 – Duração dos Produtos

5.3.3. Flexibilidades

Uma característica relevante que se observa em um produto ofertado é a flexibilidade. Esta variável é importante do ponto de vista do comprador, pois como o próprio nome diz, permite uma flexibilidade no uso da energia fazendo com que se possa adequá-lo ao processo do consumidor.

Essa variável também nem sempre é divulgada no edital de leilão. Como se pode ver na Figura 5.3, aproximadamente vinte e oito por cento dos editais não dispunham dessa informação. Dentre os números divulgados, percebe-se que a grande maioria é ofertada sem flexibilidade, ou seja, *flat*. O que influencia diretamente neste perfil são os produtos ofertados pelos vendedores de energia, pois não os interessa oferecer produto com flexibilidade, uma vez que este mecanismo encarece a energia oferecida.

A pequena parcela de produtos que são associados à flexibilidade do uso da energia está diretamente relacionada aos leilões de compra. Nessa fração o percentual que prevalece de flexibilidade da energia negociada é de dez por cento.

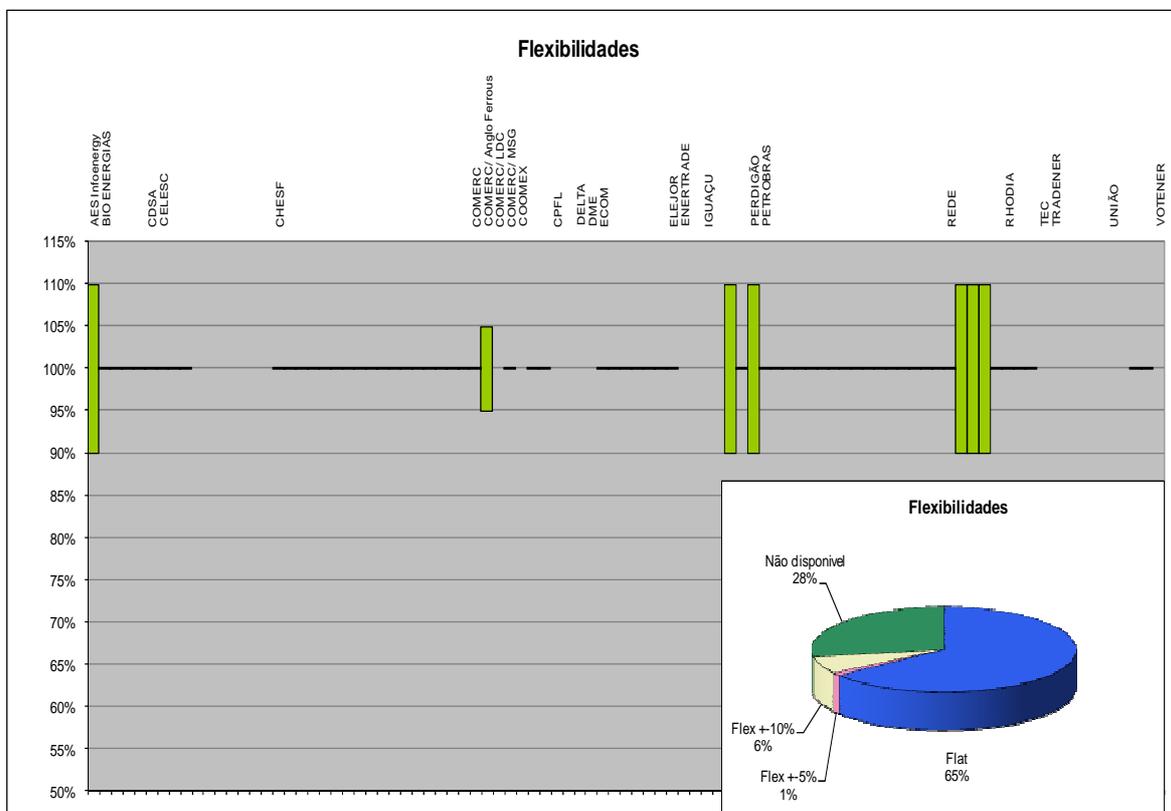


Figura 5.3 - Flexibilidades

5.3.4. Ponto de Entrega

O ponto de entrega da energia é outro detalhe avaliado no conteúdo dos editais dos leilões propostos. A Figura 5.4 aponta as parcelas destinadas a cada submercado com relação ao total dos produtos ofertados nos leilões estudados. O submercado Sudeste é o destino de mais da metade da entrega dos produtos dos leilões. Em seguida estão os submercados Sul e o Nordeste, com 13% e 7%, respectivamente. Uma particularidade é a opção “Escolha do Proponente”, a qual foi observada somente nos leilões onde a modalidade é de Compra. Ao se dar aos participantes do certame a liberdade de escolha do ponto de entrega, faz-se com que se amplie a quantidade de ofertantes no leilão, aumentando a competitividade e, conseqüentemente, a eficiência do resultado final. Isto porque os ofertantes não assumiriam o risco da diferença de preços entre submercados, pois este é transferido ao comprador.

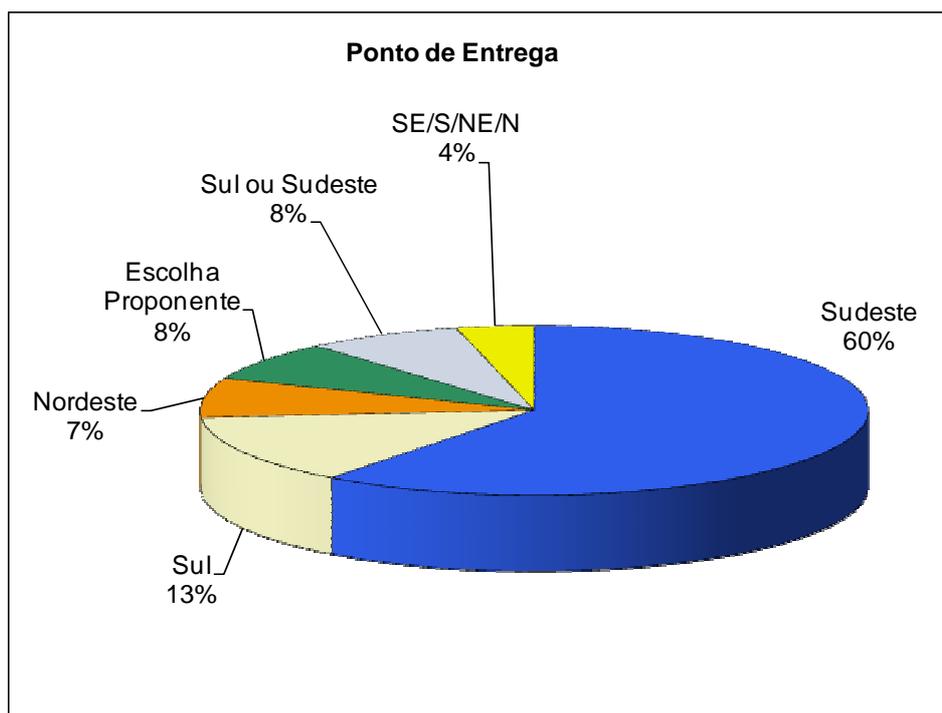


Figura 5.4 – Ponto de Entrega

5.4. Sistemática dos Leilões

Como já foi discutida nos capítulos anteriores, a escolha da sistemática é um item fundamental para se alcançar o objetivo do leilão. O comportamento dos leilões estudados será mostrado em seguida, seguindo as quatro abordagens:

- Tipo
- Formatos
- Quantidade de Fases
- Preço Fechamento

5.4.1. Tipo

Um número importante a ser mostrado é relativo aos tipos de leilões ocorridos. Eles são divididos em Compra, Venda e, no caso de leilão duplo, Compra e Venda.

A Figura 5.5 ilustra a participação de cada tipo nos dados analisados. O destaque fica por conta da predominância dos leilões de Venda, com praticamente dois terços do total estudado. O outro terço é praticamente relativo aos leilões de Compra. A ocorrência de leilões duplos, Compra e Venda de energia, ainda tem participação muito tímida diante dos demais tipos. Na verdade, somente uma empresa tem praticado esta modalidade. Logo, devido a essa reduzida participação e também pelo fato da sua sistemática ser peculiar, os números apresentados nas próximas abordagens não levaram em conta as ocorrências do leilão duplo.

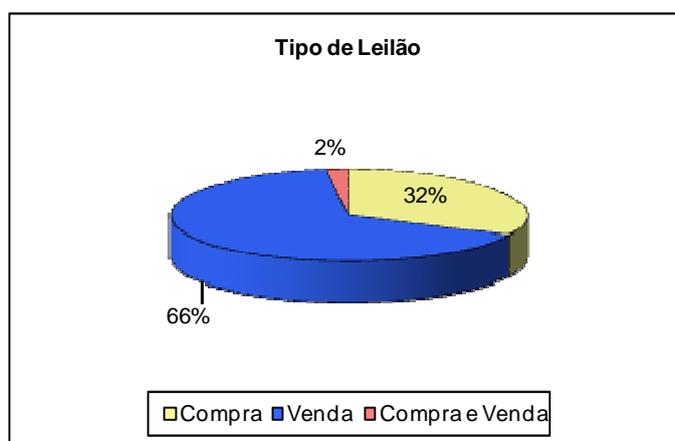


Figura 5.5 – Tipo de Leilão

5.4.2. Formatos

Importante ressaltar que nesta parte da análise não se distingue quantas fases possui cada leilão. Assim, os resultados apresentados na Figura 5.6 são relativos à primeira fase, quando o leilão possuir mais de uma etapa.

O formato Inglês é o mais utilizado nos certames propostos, com três quartos das ocorrências. Em seguida está o formato de Envelope de Primeiro Preço com praticamente o quarto remanescente.

A Figura 5.7 mostra o ambiente de realização dos leilões. O ambiente Virtual é aquele que faz uso de plataformas eletrônicas, normalmente via internet, para a efetivação dos leilões. A correlação dos números da Figura 5.7 com os números da

Figura 5.6 fica evidente, uma vez que em leilões de energia o formato inglês na prática somente se realiza via plataforma virtual.

A parcela da plataforma de uso de Fax é para aplicação nos leilões cujo formato é o de Envelope de Primeiro Preço. A insegurança de alguns agentes de utilizarem plataformas virtuais demonstre talvez a opção pelo uso do fax e, conseqüentemente, pelo formato de Envelope de Primeiro Preço. Pode ser que se não fosse esse receio, leilões do formato Inglês poderiam ter uma participação ainda maior nessa distribuição.

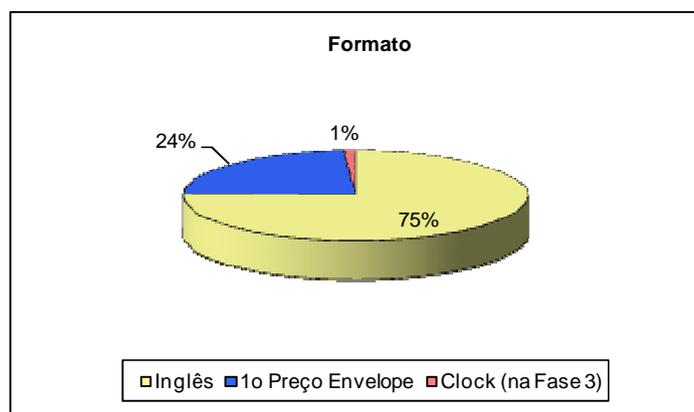


Figura 5.6 - Formato

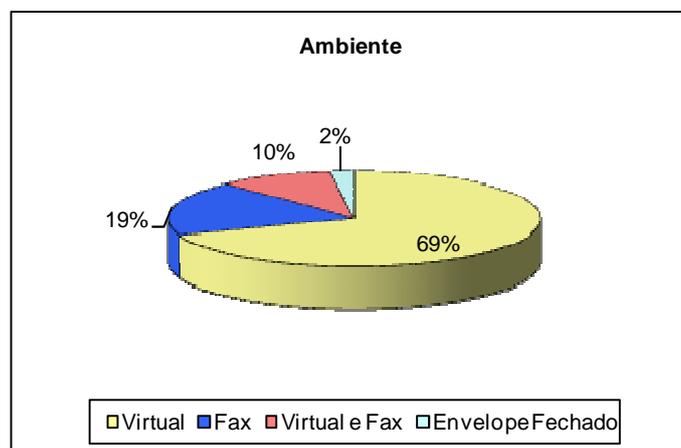


Figura 5.7 - Ambiente

5.4.3. Quantidade de Fases

Em virtude do formato de Envelope de Primeiro Preço possuir somente uma fase, será abordado o assunto de quantidade de fases somente para o formato Inglês.

Alguns agentes optam por definir seus leilões no formato Inglês somente com uma fase, como mostra a parcela de quinze por cento da Figura 5.8. O gráfico mostra a predominância no uso de duas fases nos certames e, que para este caso, a segunda fase é compreendida por lance único por parte do ofertante. Esta forma também é conhecida como formato Anglo-Dutch.

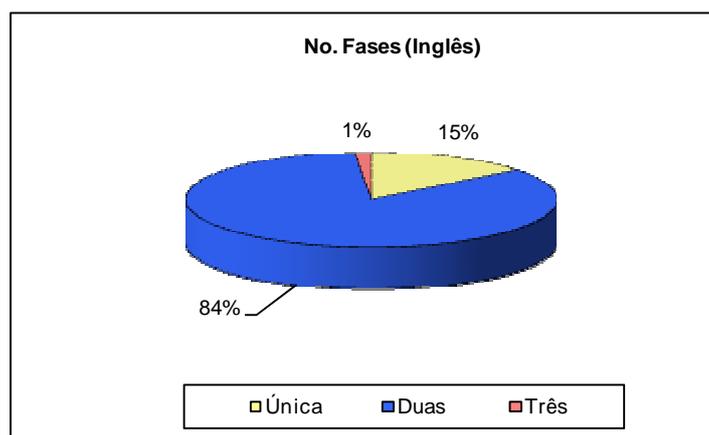


Figura 5.8 – Número de Fases

5.4.4. Preço de Fechamento

Nesta abordagem, o estudo aponta para um preço de fechamento praticamente dominado pelo tipo Discriminatório, onde o vencedor do leilão paga pelo produto o preço do seu último lance.

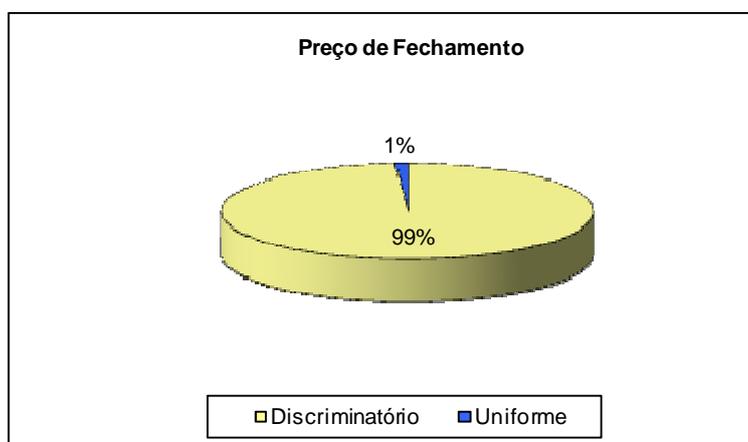


Figura 5.9 – Preço de Fechamento

5.4.5. Outros aspectos

Não se restringindo aos tópicos já explicados, é muito importante também citar mais dois aspectos que também foram levados em conta neste estudo: Preço de Reserva e Ofertas de quantidade/ preço.

O preço de reserva para os leilões que fazem uso do formato inglês na primeira fase, como se pode observar na Figura 5.10, foi introduzido em quarenta e um por cento dos casos estudados. Na prática, isto demonstra que ainda é muito dividida a decisão de se utilizar ou não o preço de reserva nos leilões de energia.

Para os leilões de formato Envelope Primeiro Preço, o uso do preço de reserva foi observado somente em cinco por cento dos casos.

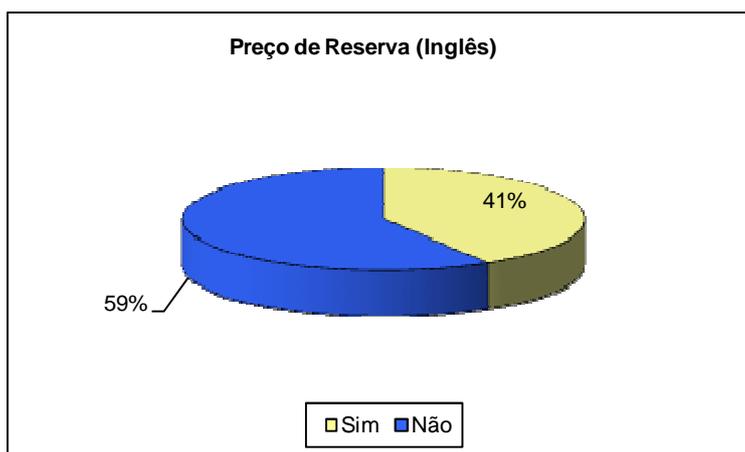


Figura 5.10 – Preço de Reserva (Inglês)



Figura 5.11 – Preço de Reserva (Envelope 1º. Preço)

Durante a formatação da sistemática de leilão, outro ponto importante abordado é a oferta quantidade/ preço. A forma de se fazer o *bid* pode ser por preço ou pela quantidade associada ao preço. Na Figura 5.12 observa-se o domínio pela oferta de “quantidade e preço”. Somente três por cento dos casos se verificou o uso de oferta “somente por preço”, com quantidade pré-definida.

Ao se admitir o *bid* por quantidade, a sistemática pode permitir que esta seja fixa ou variável. Neste último caso, a permissão pode ser dada para ofertas livres, variando para mais ou para menos, ou a sistemática força o uso de *bid* por quantidade somente em um determinado sentido, crescente ou decrescente.

A limitação do sentido da variação de quantidades objetiva inibir o participante do leilão de fazer algum de tipo de manipulação que visasse prejudicar o resultado do certame. Por exemplo, quando se define que a quantidade seja variável decrescente o leiloeiro pretende proibir que o ofertante pratique o chamado “Movimento da Serpente”. Esta estratégia é adotada pelo participante do leilão visando estudar os concorrentes durante o certame. A princípio este participante começa com um *bid* muito pequeno enquanto acompanha e analisa a dinâmica do leilão. Próximo ao encerramento do certame, durante os últimos instantes, este participante então dá o seu *bid* de quantidade realmente desejado, não havendo tempo de reação por parte dos demais ofertantes, se tornando assim vencedor do certame. Este tipo de resultado não leva ao valor esperado pelo leiloeiro, em função da restrição de reação dos outros participantes. Lembro também que este tipo de estratégia somente funcionaria se o leilão tivesse tempo definido. Para evitar este tipo de ação, alguns leilões permitem que o leiloeiro, à sua vontade e ao final do tempo normal decorrido, prorrogue o período de duração do certame.

Na Figura 5.13 observa-se que, nos leilões do tipo inglês na primeira fase, é muito equilibrada a utilização de ofertas variável crescente e decrescente. Existem ainda aqueles leilões onde não este tipo de restrição, cuja parcela nos dados observados ficou em dezesseis por cento. De qualquer forma, a maior parcela individual ficou com a sistemática que adota uma quantidade firme de energia a ser ofertada durante todo o leilão.

A Figura 5.14 já mostra este tipo oferta para os leilões de Envelope de Primeiro Preço. Como neste tipo de certame não há dinâmica de ofertas, as ofertas são classificadas por Preço e por Quantidade/ Preço. Observou-se que esta última forma é a preferida por três quartos dos leilões desta natureza.

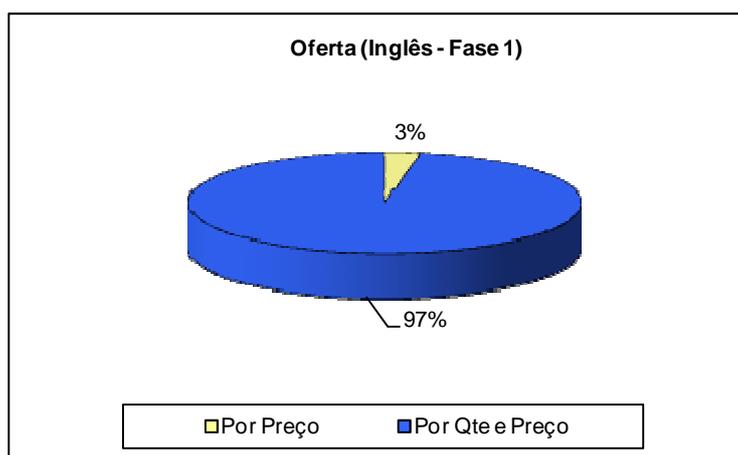


Figura 5.12 - Oferta (Inglês – Fase 1)

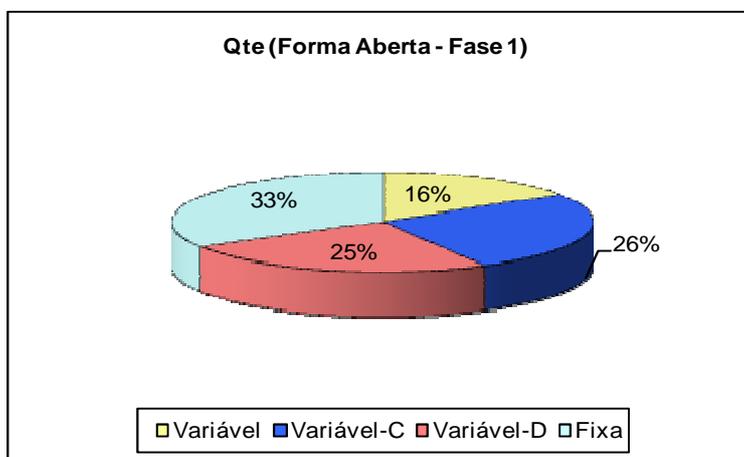


Figura 5.13 – Quantidade (Forma Aberta – Fase 1)

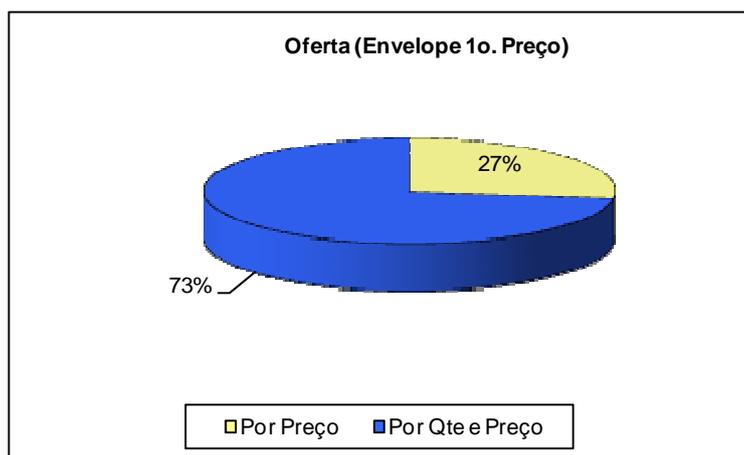


Figura 5.14 – Oferta (Envelope 1º. Preço)

Uma análise adicional que foi realizada diz respeito às plataformas virtuais de uso dos leilões eletrônicos. O projeto, a implantação e o gerenciamento de plataformas específicas para a realização de leilões eletrônicos de energia são extremamente complexos, demandando um produto tecnologicamente consolidado, seguro, transparente e auditável.

Devido à essa complexidade, uma parte das empresas que comercializam sua energia neste tipo de plataforma preferem contratar empresas especializadas em plataformas eletrônicas de leilão que já possuem experiência e credibilidade no mercado de energia. Além de treinamentos e simulações fornecidos por estas empresas, outro suporte importante é a flexibilidade dada ao cliente quanto ao uso da sistemática a ser utilizada no leilão.

A Figura 5.15 mostra o levantamento das plataformas que foram citadas nos editais pesquisados. Embora cinquenta por cento deles não explicitem a plataforma de uso, a outra metade mostra que hoje esse mercado de plataforma está dividido entre duas empresas especializadas neste tipo de trabalho.

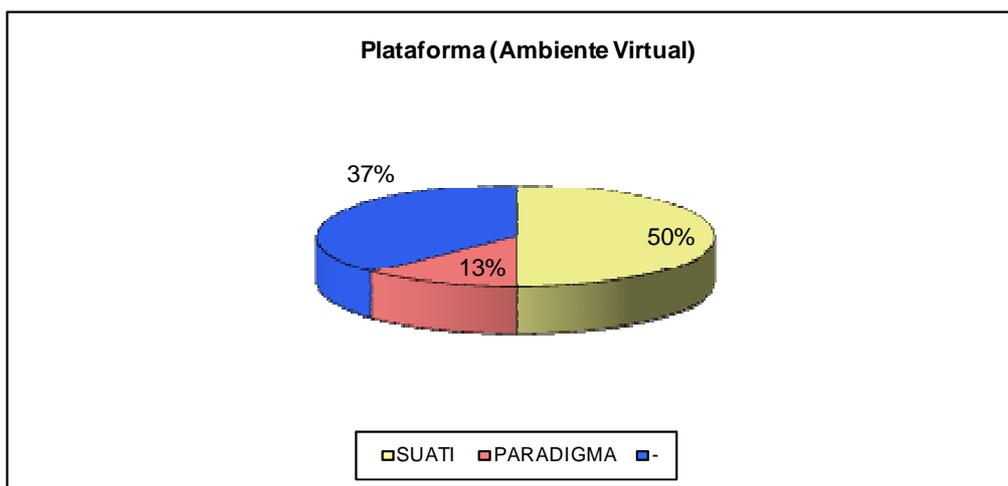


Figura 5.15 – Plataforma (Ambiente Virtual)

5.4.6. Particularidades

Este item tem como objetivo mostrar particularidades observadas em algumas empresas analisadas neste trabalho. Isto porque, embora fosse possível agrupar os parâmetros dos leilões promovidos por essas empresas, algumas delas demonstraram comportamentos diferenciados e, sendo assim, importantes serem citadas.

5.4.6.1. CELESC

Ao longo do tempo de apuração dos seus editais, percebeu-se que os primeiros leilões promovidos utilizavam o formato fechado do tipo “Envelope de Primeiro Preço”.

Posteriormente a empresa passou a praticar o Formato Aberto do tipo “Inglês” contendo um número limitado de rodadas, que eram de quatro.

Finalmente, a empresa passou a fazer uso do Formato Aberto “Inglês”, com uma fase somente. A quantidade de rodadas passou a ser ilimitadas, restringidas apenas pelo tempo.

Um detalhe do leilão no formato Inglês que chama a atenção diz respeito ao ambiente utilizado para realizar o certame. É empregada uma plataforma que conta com

um sistema híbrido, mesclando o ambiente virtual com o uso de fax, para efetuar a interação entre o leiloeiro e os ofertantes.

Durante a realização do leilão, todos os participantes recebem informações virtualmente, via internet. Entretanto, no ambiente virtual não há espaço para os participantes introduzirem suas ofertas. Estas são encaminhadas para o leiloeiro por meio de fax.

Para a realização de cem por cento do leilão em um ambiente virtual, a plataforma eletrônica necessita ser tecnologicamente consolidada, segura e transparente, pois se trata de uma atividade complexa. Talvez por isso a empresa tenha decidido ainda realizar o recebimento das ofertas via fax.

5.4.6.2. PETROBRÁS

A empresa adota o leilão dividido em duas fases no formato Anglo-Dutch, ou seja, na primeira fase o formato é Aberto do tipo “Inglês” com tempo de duração pré-determinado e na segunda o formato é do tipo Fechado com oferta de “Lance único”.

Durante a primeira fase o proponente comprador pode ofertar quantidade de lotes e preço para os mesmos. Contudo, a cada rodada a quantidade de lotes ofertada deverá ser sempre menor ou igual ao próprio lance dado na rodada anterior. A finalidade da adoção dessa restrição pode ser a de evitar que algum proponente faça uso da manobra chamada “Movimento da Serpente”, já explicada anteriormente.

Outro ponto que chama a atenção, é que a empresa já empregou em seus leilões tanto a plataforma eletrônica desenvolvida pela empresa PARADIGMA quanto à de propriedade da SUATI.

5.4.6.3. REDE COMERCIALIZADORA

Foram avaliados cinco editais de leilão de compra promovidos por esta empresa. Todos eles continham o formato Anglo-Dutch, com exceção do último certame que

adotou o tipo “Envelope Fechado de Primeiro Preço”. Neste leilão o participante poderia ofertar somente o preço, pois a quantidade era pré-definida.

Em todos os leilões propostos havia a definição de preço máximo. Além disso, em três dos certames foi adotado o preço de reserva. Nesses mesmos leilões o proponente vendedor poderia substituir a sua proposta atual para um determinado produto, desde que o preço da nova oferta fosse menor e o montante fosse igual ou superior ao da sua proposta vigente.

Durante a realização dos leilões que possuíam o formato Anglo-Dutch, os montantes a serem comprados pela empresa eram dependentes dos preços ofertados, sendo que havia uma curva de quantidade/preço pré-definida conhecida apenas pela empresa fornecedora da plataforma eletrônica e pelo comprador (REDE).

5.4.6.4. UNIÃO COMERCIALIZADORA

A União Comercializadora a princípio empregou em seus leilões de compra o Formato de “Envelope Fechado de Primeiro Preço”.

Posteriormente passou a adotar o leilão de duas fases, Anglo-Dutch, com o formato Aberto “Inglês” na primeira fase (rodadas livres), e na segunda o tipo Fechado de “Lance único”.

A oferta da primeira fase é realizada por quantidade e preço, sendo que a oferta de quantidade de lotes deve que ser maior ou igual ao lance anterior dado pelo ofertante.

A princípio isso parece permitir que um determinado participante pratique o chamado “Movimento da Serpente”. Entretanto, essa manobra é anulada pelo fato da sistemática do leilão considerar a possibilidade de prorrogação do tempo de duração da primeira fase, a critério do leiloeiro.

5.4.6.5. COMERC

Esta empresa não padronizou o formato de leilão de compra, pois dependendo do cliente final, foi adotado o formato Aberto “Inglês” no ambiente Virtual ou o formato “Envelope Fechado de Primeiro Preço”.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

A análise dos leilões do ACR não foi o foco deste trabalho, e sim os certames ocorridos no Ambiente de Contratação Livre (ACL). Conforme foi abordado no Capítulo 1, a contratação de energia elétrica no Brasil tem passado por processos evolutivos até a implantação do atual modelo. Os resultados de um leilão estão profundamente relacionados com o atendimento de pré-requisitos básicos, como evitar colusão, não permitir a criação de barreiras à entrada nem preços predatórios e também evitar a concentração de mercado. O Capítulo 5 nos mostra que a implantação de leilões no ACL caminha cada vez mais no sentido de fazer uso desses pré-requisitos.

Após a análise de todos os números apresentados no capítulo anterior, verifica-se que os montantes de energia elétrica negociados em leilões ainda são inferiores ao total comercializado no Ambiente de Contratação Livre (ACL). Entretanto, mesmo não podendo aferir os resultados efetivos dos leilões, devido à manutenção do sigilo dessas informações, é fato que está havendo um aumento consistente no uso deste mecanismo para as transações de energia elétrica.

Além disso, com o estudo e resultados apresentados, pode-se concluir que há uma relativa convergência para o uso de um tipo de Sistemática, seja para leilões de compra ou de venda no ACL.

Em seguida são apresentadas as características principais de um leilão chamado de “Leilão Tipo”, o qual agrega as características mais freqüentes apresentadas nas estatísticas do Capítulo 5. Dessa forma, se tivéssemos que escolher um modelo de leilão que melhor representasse o que hoje se está praticando no mercado livre de energia elétrica, esse leilão teria como características principais:

- Leilão dividido em duas fases, do tipo Anglo-Dutch:
 - Primeira Fase: Formato Aberto do tipo “Inglês” com rodadas livres, limitadas por um tempo pré-determinado, cuja duração é de sessenta minutos. Se necessário, o leiloeiro tem a prerrogativa de prorrogar o tempo de duração dessa fase. As ofertas são por Quantidade e Preço.

Nota: Com essas características oferecidas na primeira fase, segundo a teoria de leilões, discutida nos capítulos anteriores, haveria:

 - Oportunidade de aprendizagem dos participantes
 - Avaliações Interdependentes
 - Busca pelo Preço de Mercado
 - Preço de Fechamento igual ao segundo maior valor ofertado
 - Segunda Fase: Formato Fechado do tipo “Lance Único de Preço” e duração de cinco minutos.

Nota: Pela teoria de leilões, tais características resultariam:

 - Ausência de aprendizagem dos participantes
 - Preço de Fechamento igual ao maior valor ofertado
- Ambiente Virtual (plataforma eletrônica) de Realização do Leilão (Plataforma fornecida pela empresa SUATI)
- Definição de Preço Mínimo
- Sem definição de Preço de Reserva
- Preço de fechamento “Discriminatório” da segunda fase

As características mais importantes que um leilão deva possuir são a robustez contra a colusão e sua capacidade para atrair potenciais participantes. Falhas para atender a estas características podem levar a um resultado indesejado do certame. Dessa forma, a convergência apresentada neste capítulo, com relação ao uso de mecanismos de formatação de um leilão, demonstra um contínuo aprimoramento do mercado de leilões de energia elétrica visando atingir a eficácia nos seus resultados. É evidente que os mecanismos utilizados nos certames ainda podem ser aprimorados. Por exemplo, pode-

se implantar o método de lances internos, conforme discutido no Capítulo 2 e já utilizados em outros mercados. Este mecanismo permite que os agentes, em cada estágio, expressem suas curvas de oferta em algum momento entre o início e término do referido estágio. A possibilidade de poder expressar as preferências para preços durante um estágio faz com que a perda da eficiência associada com o decréscimo discreto de preço seja menor. Além disso, o leiloeiro pode escolher um decréscimo maior da oferta e ter como consequência um processo mais rápido e menos dispendioso para o leilão.

Dentro do contexto de leilões aplicados para a compra e venda de energia elétrica existem outros assuntos que podem ter o seu estudo aprofundado. Uma interessante recomendação para futuras pesquisas é a abordagem sob a ótica dos resultados dos leilões do ACL. Atualmente, sabe-se da impossibilidade deste tipo de estudo em virtude do sigilo dos resultados mantido pelos promotores dos leilões. Entretanto, se em algum momento este tipo de obstáculo puder ser superado, a análise dos resultados dos leilões poderia nos elucidar sobre a eficácia dos formatos adotados pelos agentes do mercado livre de energia elétrica brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APX Power UK (2007). APX Group. Disponível em <http://www.apxgroup.com>
- Ausubel, Lawrence M. (2004), “An Efficient Ascending-*Bid* Auction for Multiple Objects,” *American Economic Review*, 94:5, 1452-1475.
- Ausubel, Lawrence M. An Efficient Ascending-*Bid* Auction for Multiple Objects Mimeo, University of Maryland, EUA, 1998.
- Ausubel, L. M; Peter Cramton, Paul Milgrom. (2006) *The Clock-Proxy Auction: A Practical Combinatorial Auction Design*. *Combinatorial Auctions*, MIT Press, Chapter 5, 115-138.
- Ausubel, Lawrence M. (2006), “An Efficient Dynamic Auction for Heterogeneous Commodities,” *American Economic Review*, forthcoming.
- Brusco, Sandro and Giuseppe Lopomo (2002), “Collusion via Signalling in Simultaneous Ascending *Bid* Auctions with Heterogeneous Objects, with and without Complementarities,” *Review of Economic Studies*, 69, 407-436.
- CAISO (2007). California Independent System Operator – CAISO disponível em <http://www.caiso.com/>
- CCEE, (2007). Leilões realizados na CCEE. Disponíveis em <http://www.ccee.com.br/>. Acesso em 1 de junho de 2007.
- Cramton, Peter (1997), “The FCC Spectrum Auctions: An Early Assessment,” *Journal of Economics and Management Strategy*, 6:3, 431-495.
- Cramton, P. (1998) Ascending auctions. *European Economic Review* 42, 745– 756.
- Day, Robert W. and S. Raghavan (2004), “Generation and Selection of Core Outcomes in Sealed-*Bid* Combinatorial Auctions,” Working Paper, University of Maryland.
- Editais de Leilão:
- | | | |
|----------------|----------------|--------|
| AES Infoenergy | Edital 01/2008 | abr-08 |
| BIO ENERGIAS | Edital 01/2009 | ago-09 |
| CDSA | Edital 01/2009 | jul-09 |
| CELESC | Edital 03/2008 | mar-08 |
| CELESC | Edital 08/2008 | nov-08 |
| CELESC | Edital 09/2008 | dez-08 |
| CELESC | Edital 06/2009 | mai-09 |
| CELESC | Edital 07/2009 | mai-09 |

CELESC	Edital 08/2009	jun-09
CELESC	Edital 09/2009	jul-09
CELESC	Edital 10/2009	ago-09
CELESC	Edital 11/2009	ago-09
CELESC	Edital 12/2009	set-09
CHESF	Edital 01/2009	jan-09
CHESF	Edital 03/2009	mar-09
CHESF	Edital 06/2009	abr-09
CHESF	Edital 06/2009	abr-09
CHESF	Edital 09/2009	jun-09
CHESF	Edital 10/2009	jul-09
CHESF	Edital 10/2009	jul-09
CHESF	Edital 11/2009	jul-09
CHESF	Edital 12/2009	ago-09
CHESF	Edital 13/2009	set-09
COMERC	Edital 09/2008	jun-08
COMERC/ Anglo F.	Edital 01/2008	set-08
COMERC/ LDC	Edital 09/2008	set-08
COMERC/ MSG	Edital 04/2008	nov-08
COOMEX	Edital 02/2008	mai-08
COOMEX	Edital 006/2009	jun-09
CPFL	Edital 03/2007	ago-07
CPFL	Edital 13/2008	jan-09
DELTA	Edital 09/2008	dez-08
DME	Edital 03/2008	mai-08
ECOM	Edital 01/2008	mar-08
ECOM	Edital 05/2009	jul-09
ECOM	Edital 06/2009	ago-09
ELEJOR	Edital 32/2008	out-08
ENERTRADE	Edital 09/2006	mai-06
ENERTRADE	Edital 07/2007	dez-07
IGUAÇU	Edital 02/2004	mar-04
IGUAÇU	Edital 01/2006	fev-06
IGUAÇU	Edital 02/2007	abr-07

IGUAÇU	Edital 03/2007	set-07
PERDIGÃO	Edital 01/2008	ago-08
PETROBRAS	Edital 02/2009	jun-09
PETROBRAS	Edital 03/2009	set-09
REDE	Edital 06/2007	jun-07
REDE	Edital 03/2008	jul-08
REDE	Edital 04/2008	ago-08
RHODIA	Edital 01/2009	jun-09
TEC	Edital 01/2008	ago-08
TRADENER	Edital 03/2009	abr-09
UNIÃO	Edital U/07112007	nov-07
UNIÃO	Edital U/28122007	dez-07
UNIÃO	Edital UCP 05_08	set-08
UNIÃO	Edital UCP-07/2008	dez-08
VOTENER	Edital VTN 03-2007	nov-07

EEX (2007). European Energy Exchange. Informações disponíveis no site do EEX:
<http://www.eex.de>.

EEX (2007b). EEX Spot Market Concept. European Energy Exchange. Disponível em
<http://www.eex.de>.

Fabra, N., N. H. von der Fehr, e D. Harbord (2002). Modeling electricity auctions. *The Electricity Journal* 15 (7), 72–81.

Grimm, Veronika, Frank Riedel, Elmar Wolfstetter (2002), “Low price equilibrium in multi-unit auctions: the GSM spectrum auction in Germany,” *International Journal of Industrial Organization*, 21, 1557-1569.

Hoffman, Karla, Dinesh Menon, Susara van den Heever, Thomas Wilson (2006), “Observations and Near-Direct Implementations of the Ascending *Proxy* Auction,” in Peter Cramton, Yoav Shoham, and Richard Steinberg (eds.), *Combinatorial Auctions*, Chapter 17, 415-450, MIT Press.

Hunt, S.; Shuttleworth, G. *Competition and choice in electricity*. New York: John Wiley & Sons, 1996.

ISO-NE (2007) Independent System Operator of New England disponível em
<http://www.iso-ne.com/main.html>

Klemperer, Paul. *Auctions Theory and Practice*, Toulouse Lectures and economics, Princeton University Press, EUA, 2004.

- Krishna, V. (2002). Auction Theory. Academic Press.
- McAdams, David (2005), "Adjustable Supply in Uniform Price Auctions: The Value of Non-Commitment," Working Paper, MIT.
- McAfee, P. (1993a) "Auction Design for Personal Communications Services," Attachment to Comments of PacTel (AirTouch) in PP Docket 93-253.
- Milgrom, P. and Wilson, R. (1993a) "Affidavit of Paul B. Milgrom and Robert B. Wilson," Attachment to Comments of Pacific Telesis Corp. in PP Docket 93-253.
- Milgrom, Paul (2004), Putting Auction Theory to Work, Cambridge: Cambridge University Press.
- Milgrom, Paul and Robert J. Weber (1982), "A Theory of Auctions and Competitive Bidding," *Econometrica*, 50, 1089- 1122.
- NEMMCO (2005). National electricity market management company. Disponível em <http://www.nemmco.com.au/>.
- NEMMCO (2007). Australia's National Electricity Market. Wholesale Market Operation. Disponível em <http://www.nemmco.com.au/>.
- NORD POOL (2007). Nord Pool Spot AS and its wholly owned subsidiaries Nord Pool Finland Oy and Nord Pool Spot AB. Disponível em <http://www.nordpoolspot.com>
- OLIVEIRA, Adilson de – Privatização do Setor Elétrico – Dilemas e Opções- Boletim do IE – Instituto de Economia da UFRJ – v.16,no.2 – julho 1996
- OMEL (2007). Operador del Mercado Ibérico de Energia. Disponível em <http://www.omel.es/>.
- PJM (2007) Pennsylvania-New Jersey-Maryland ISO disponível em <http://www.pjm.com/>
- Porter, David, Stephen Rassenti, Anil Roopnarine, and Vernon Smith (2003), "Combinatorial Auction Design," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 11153-11157.
- POWERNEXT (2007). Powernext Day Ahead user's guide. Disponível em <http://www.powernext.fr/>
- Vickrey, William (1961), "Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders," *Journal of Finance*, 16, 8-37.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA COMPLEMENTAR

Azevedo, Erick M. (2004) Modelo computacional de Teoria dos Jogos aplicado aos leilões brasileiros de energia elétrica. Tese de Doutorado, FEM, PSE Unicamp.

APÊNDICE

ARTIGO PUBLICADO PELA REVISTA “GTD ENERGIA ELÉTRICA”

Edição 39 – set/out 2010

Título: Análise das sistemáticas dos leilões promovidos pelos agentes de mercado livre
do sistema elétrico brasileiro

Autor: Irley Aparecido da Costa

Este trabalho tem como objetivo avaliar a evolução das configurações aplicadas às sistemáticas dos leilões de energia elétrica, realizados no Ambiente de Contratação Livre (ACL) do Sistema Elétrico Brasileiro. Para tanto, foi reunida uma extensa quantidade de informações sobre a sistemática dos leilões promovidos no ACL. A partir da análise destas informações foi possível levantar variáveis importantes que compõem as características das formatações utilizadas nos certames, possibilitando avaliar o comportamento de cada agente de mercado com relação à maneira de promover leilões. Dessa forma, o trabalho possibilita a definição de uma tendência a uma uniformização das características de formatação desses leilões.

1. INTRODUÇÃO

No atual marco regulatório do setor de energia elétrica no Brasil, as negociações de compra e venda se dão em dois ambientes:

- Ambiente de Contratação Regulada (ACR) - compreende a contratação de energia para o atendimento aos consumidores de tarifas reguladas (consumo dos distribuidores) por meio de contratos regulados
- Ambiente de Contratação Livre (ACL) - compreende a contratação de energia para o atendimento aos consumidores livres, por intermédio de contratos livremente negociados.

A legislação determina que as compras de energia pelas distribuidoras no ACR sejam feitas através de leilões, com o objetivo de aumentar a competição entre os vendedores, promover transparência ao processo e reduzir os custos com vistas à modicidade tarifária. A frequência e a sistemática desses leilões são determinadas pela ANEEL e não serão avaliadas nesse trabalho.

Com relação às negociações no ACL, das quais participam as comercializadoras, produtores independentes e consumidores livres, os contratos podem ser livremente pactuados entre os agentes, definindo-se preços, prazos e volumes a critério dos próprios interessados. Os geradores sob controle estatal também podem atuar no ACL, mas devem fazê-lo através de processos de oferta pública. Assim, no ACL predominam negociações privadas, nas quais apenas as partes envolvidas participam.

Contudo, os participantes do ACL também podem optar por fazer leilões para compra e venda de energia. Nesse caso, cada agente tem liberdade para definir o formato, as condições de participação e demais parâmetros do processo. Como a definição dessas condições de contorno pode ser decisiva para o resultado do leilão, surgiu o interesse em verificar como têm evoluído os leilões propostos no ACL. Para tanto, foi feito um levantamento com base em informações disponíveis na internet sobre os editais dos leilões a partir de 2007. Esse trabalho se desenvolveu desde 2008, e é interessante notar que, ainda que os dados estivessem acessíveis no momento de realização dos leilões, eles geralmente não ficam armazenados nos sítios das empresas promotoras por muito tempo após a sua finalização. Por essa razão não foi possível obter dados anteriores a 2007. A seguir, será apresentada uma introdução à teoria de leilões que permitirá avaliar os dados coletados.

2. TEORIA DOS LEILÕES – ALGUNS CONCEITOS

2.1 Tipos de Leilões

Leilões são processos bastante antigos para realizar compras e vendas em ambientes de mercado. Embora as aplicações com vendas de obras de arte sejam exemplos bem conhecidos de negociação através de leilão, nas últimas décadas aumentou bastante o uso desse mecanismo em diversos mercados desregulamentados, e isso também

aconteceu nos mercados de energia elétrica. Concomitantemente, aumentou o estudo teórico sobre os leilões e hoje existe uma extensa literatura que discute os tipos, características e analisa formatos adequados para determinado objetivo de uma negociação. A seguir são apresentados alguns conceitos utilizados na classificação de formatos de leilões.

2.2 Conceitos

2.2.1 Leilão aberto

Neste tipo de leilão, o objeto é negociado através de uma competição aberta entre seus participantes, possibilitando um aprendizado durante a execução do certame. Desta maneira, os participantes podem analisar suas próprias avaliações sobre o valor objeto que está sendo leiloado, durante a realização do leilão. No leilão aberto, a estratégia dos participantes é dar lances até que a sua percepção de valor do objeto seja atingida, incentivando a participação e promovendo a eficiência do leilão. Entretanto, quando há assimetria entre os participantes, um leilão aberto pode desencorajar a participação dos compradores com as avaliações menores. Uma das vantagens do leilão aberto é que seu processo é menos vulnerável à corrupção que os lances fechados, uma vez que os lances ofertados são revelados entre os participantes. Os leilões abertos mais conhecidos são o leilão inglês e o leilão holandês.

2.2.2 Leilão fechado

No leilão fechado os participantes fazem suposições dos prováveis lances dos demais jogadores antes de decidir o lance e, então, enviam seus lances em um envelope fechado. Neste tipo de leilão não há a possibilidade de aprendizado durante a realização do certame, uma vez que o objeto é negociado através de uma competição fechada entre todos os participantes. Os leilões fechados mais conhecidos são o *Leilão Fechado de Primeiro Preço* e o *Leilão Fechado de Segundo Preço (Leilão de Vickrey)*.

2.2.3 Preço de fechamento

O resultado dos leilões é diretamente influenciado pela metodologia adotada para formação de preço do leilão. Os dois tipos de fechamento de preço de um leilão são o uniforme e o discriminatório. Nos leilões com preço de fechamento uniforme os participantes vencedores pagam o mesmo preço pelos objetos leiloados, que corresponde geralmente ao menor lance ganhador, independente dos lances efetuados. No leilão discriminatório cada participante vencedor paga o valor correspondente ao seu lance.

2.2.4 Formatos de leilão

Esta seção apresenta os formatos de leilões mais tradicionais e os aplicados na negociação de um ou de vários objetos.

O Leilão Inglês, também denominado leilão aberto com preços ascendentes, é o mais antigo formato de leilão. Também é o mais comum e seus lances aumentam continuamente até que apenas um participante esteja interessado no objeto que está sendo leiloado. Neste formato, o participante que ofereceu o último lance será o vencedor do certame e pagará pelo objeto o preço do último lance. No leilão inglês, o comprador deve saber o valor do objeto para si mesmo, ou seja, sua estratégia dominante, que consiste em dar lances no leilão até que o preço alcance o valor da sua avaliação.

O Leilão Holandês foi criado na Holanda para a venda de lote de flores. Neste leilão aberto com preços descendentes, o primeiro que se manifestar leva o

produto que está sendo leiloado. O leiloeiro inicia o certame com um preço máximo de venda e, o preço é decrementado sistematicamente até que um participante se manifeste. Dessa forma, o primeiro comprador que fizer o lance vence o leilão e paga o valor correspondente ao seu lance. Apesar de ser aberto, durante a execução do leilão não há a possibilidade de aprendizado, pois há um único lance vencedor, o que impede a verificação do comportamento dos outros participantes. No leilão holandês a estratégia dominante do comprador é fazer a avaliação do objeto para si mesmo, determinando o preço ao qual irá realizar o seu lance.

O Leilão de Vickrey é um leilão com lances fechados, no qual o vencedor paga o segundo maior preço de lance dado no certame. A estratégia dominante para cada participante deste formato de leilão é oferecer o lance que corresponde à sua avaliação, pois, se ele ganhar o leilão, pagará o valor correspondente ao segundo melhor preço.

No Leilão Clock os lances são submetidos a uma série de rodadas. Os proponentes ofertam lances em quantidade. Em cada rodada, o leiloeiro reduz os preços por um decremento para aqueles produtos para os quais existe excesso de oferta. O preço é determinado quando a demanda for maior ou igual à oferta. Todos os vencedores pagam o mesmo preço.

3. FORMATAÇÃO DE UM LEILÃO

3.1. Considerações Iniciais

Os aspectos que mais importam no formato de um leilão são os mecanismos que desencorajam a colusão, aumentam a entrada de participantes e evitam o comportamento predatório dos licitantes. Nas próximas seções serão apresentados os principais pontos que devem ser observados na formatação de um leilão.

3.2. Pontos fortes do leilão ascendente

O leilão ascendente é muito criticado pela sua vulnerabilidade à colusão e ao comportamento predatório dos participantes. Entretanto, o leilão ascendente possui muitas virtudes, a saber:

- Costuma alocar o objeto leiloado ao participante que possuir a melhor avaliação, uma vez que este sempre tem a oportunidade de ofertar novos lances para superar um lance de outro participante;
- Permite o aprendizado durante a realização do leilão, deixando os participantes mais confortáveis com suas próprias avaliações e menos cuidadosos, o que geralmente aumenta a receita do leiloeiro.

3.3. Pontos fortes do leilão fechado

Em um leilão fechado de primeiro preço, cada participante oferta um único lance de forma fechada. Desta maneira, a colusão neste tipo de leilão é mais difícil que em um leilão ascendente devido à dificuldade de sinalização de lances, uma vez que este é realizado de forma fechada.

Por outro lado, em um leilão ascendente de segundo preço uniforme, a melhor estratégia de um participante é dar um lance um pouco acima da sua avaliação, pois o pagamento será determinado pelo lance dos perdedores.

3.4. Leilão Anglo-Dutch

A solução para o dilema da escolha entre o formato ascendente, geralmente denominado leilão inglês, e o leilão fechado, é combinar os dois formatos em um

formato híbrido denominado Anglo-Dutch, que geralmente captura as melhores características dos dois e primeiramente foi descrito por Klemperer (2004).

No leilão Anglo-Dutch, o leilão é executado como um leilão ascendente, no qual o preço aumenta continuamente até que apenas dois participantes continuem na competição. Para os dois participantes restantes é solicitado que enviem um lance fechado, que deve ser maior que o lance definido na fase anterior, sendo que o vencedor paga o seu próprio lance.

4. ANÁLISE DOS LEILÕES DO ACL

No ACL há uma diversificação no que diz respeito aos formatos utilizados nos seus leilões de compra e venda. Assim, a partir da visão sobre o mercado e da percepção da teoria de leilões, os agentes privados têm proposto leilões que variam em diversos aspectos, como Tipo, Formato, Quantidade de fases e Preço Fechamento.

Este trabalho reuniu uma extensa quantidade de informações sobre a sistemática dos leilões promovidos no Ambiente de Contratação Livre. A partir da análise destas informações foi possível levantar variáveis importantes que compõem as características das formatações utilizadas nos certames, possibilitando assim avaliar o comportamento de cada agente de mercado com relação à maneira de promover leilões.

Os resultados dos leilões não foram objeto de análise deste trabalho, mesmo porque este tipo de informação tem caráter sigiloso por parte dos agentes de mercado. Para realizar o levantamento dos dados, o estudo foi baseado na análise das Sistemáticas de Leilão de trinta e uma empresas que atuam no setor elétrico brasileiro. Estas informações foram divulgadas em editais de leilões de energia referentes ao período de abril/2007 a julho/2010. É importante ressaltar que nem todos os editais foram estudados devido a não disponibilização destes na época da pesquisa. De qualquer modo, o conjunto de editais considerados é capaz de fornecer subsídios para o estudo em questão.

4.1. Estatísticas

Antes de entrar na análise da sistemática dos leilões, são mostrados dois aspectos importantes avaliados nestes certames:

- Ocorrência
- Características dos Produtos

Este último aspecto ainda é dividido da seguinte forma:

- Duração
- Volume de Energia
- Flexibilidades
- Ponto de Entrega

4.1.1. Ocorrência

A Figura 1 mostra a ocorrência de leilões no Ambiente de Contratação Livre desde abril de 2007. Percebe-se que estes eventos foram ocorrendo com mais frequência à medida que se avança na linha do tempo. É natural que isso tenha acontecido, visto que este mercado ainda está passando por uma fase de amadurecimento. Assim, observamos que os certames tornam-se mais frequentes à medida que vamos nos aproximando aos dias de hoje. Vale destacar que não foram considerados os leilões de curto prazo (duração máxima de um mês) nesta figura.

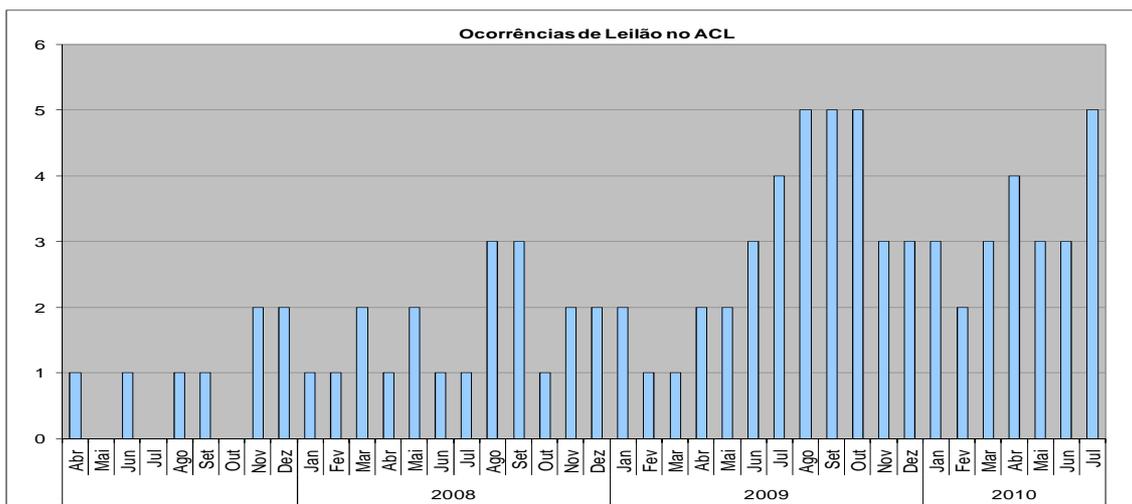


Figura 1

4.1.2. Características dos Produtos

4.1.2.1. Duração

Um aspecto importante que deve ser abordado é o que diz respeito à duração dos produtos oferecidos nos leilões. Um produto pode ter desde a duração de um mês, o qual é chamado de leilão de curto prazo ou fechamento, até vários anos de permanência. A Figura 2 resume os produtos ofertados pelas diversas empresas pesquisadas, no que diz respeito a sua duração.

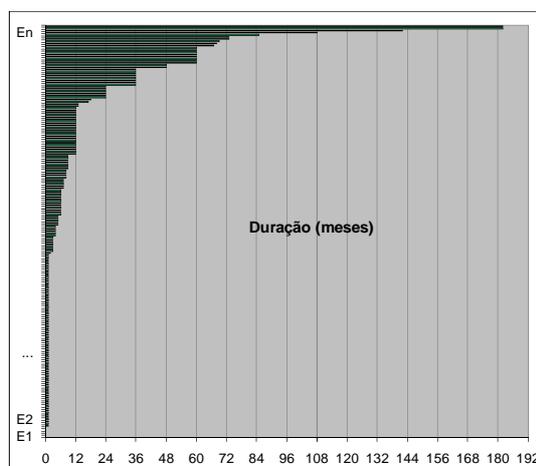


Figura 2

4.1.2.2. Volume de Energia

Outro componente dos leilões no mercado livre que poderia ser abordado seria o volume ofertado. Entretanto, este tipo de informação nem sempre é disponibilizado nos editais de leilão, cabendo somente aos efetivos participantes do certame conhecer esses números.

4.1.2.3. Flexibilidades

Uma característica relevante que se observa em um produto ofertado é a flexibilidade. Esta variável é importante do ponto de vista do comprador, pois como o próprio nome diz, permite uma flexibilidade no uso da energia fazendo com que se possa adequá-lo ao processo produtivo do consumidor.

Essa variável também nem sempre é divulgada no edital de leilão. Como se pode ver na Figura 4, aproximadamente vinte e oito por cento dos editais não dispunham dessa informação. Dentre os números divulgados, percebe-se que a grande maioria é ofertada sem flexibilidade, ou seja, flat. O que influencia diretamente neste perfil são os produtos ofertados pelos vendedores de energia, pois não os interessa oferecer produto com flexibilidade, uma vez que este mecanismo encarece a energia oferecida.

A pequena parcela de produtos que são associados à flexibilidade do uso da energia está diretamente relacionada aos leilões de compra.

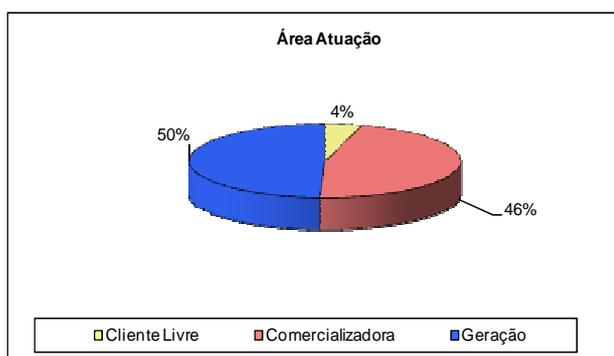


Figura 3

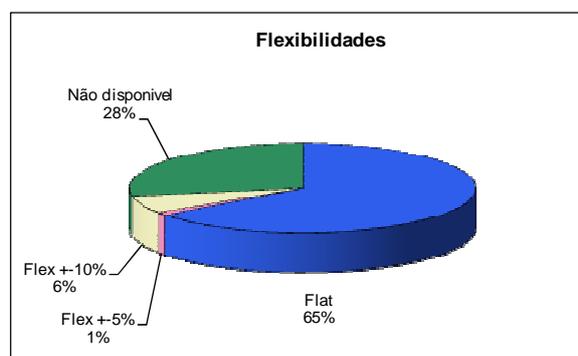


Figura 4

4.1.2.4. Ponto de Entrega

O ponto de entrega da energia é outro detalhe avaliado no conteúdo dos editais dos leilões propostos. A Figura 5 aponta as parcelas destinadas a cada submercado com relação ao total dos produtos ofertados nos leilões estudados. O submercado Sudeste é o destino de mais de um terço da entrega dos produtos dos leilões. Em seguida estão os submercados Sul e o Nordeste. Uma particularidade é a opção “Escolha do Proponente”, a qual foi observada somente nos leilões onde a modalidade é de Compra. Ao se dar aos participantes do certame a liberdade de escolha do ponto de entrega, faz-se com que se amplie a quantidade de ofertantes no leilão, aumentando a competitividade e, conseqüentemente, a eficiência do resultado final. Isto porque os ofertantes não assumiriam o risco da diferença de preços entre submercados, pois este é transferido ao comprador.

4.1.3. Sistemática dos Leilões

Como já foi discutida anteriormente, a escolha da sistemática é um item fundamental para se alcançar o objetivo do leilão. O comportamento dos leilões estudados será mostrado em seguida, seguindo quatro abordagens:

- Tipo
- Formatos
- Quantidade de Fases
- Preço Fechamento

4.1.3.1. Tipo

Um número importante a ser mostrado é relativo aos tipos de leilões ocorridos. Eles são divididos em Compra, Venda e, no caso de leilão duplo, Compra e Venda.

A Figura 6 ilustra a participação de cada tipo nos dados analisados. O destaque fica por conta da predominância dos Leilões de Venda, com dois terços do total estudado. O outro terço é praticamente relativo aos Leilões de Compra. A ocorrência de

Leilões Duplos, Compra e Venda de energia, ainda tem participação muito tímida diante dos demais tipos. Logo, devido a essa reduzida participação e também pelo fato da sua sistemática ser peculiar, os números apresentados nas próximas abordagens não levaram em conta as ocorrências do Leilão Duplo.

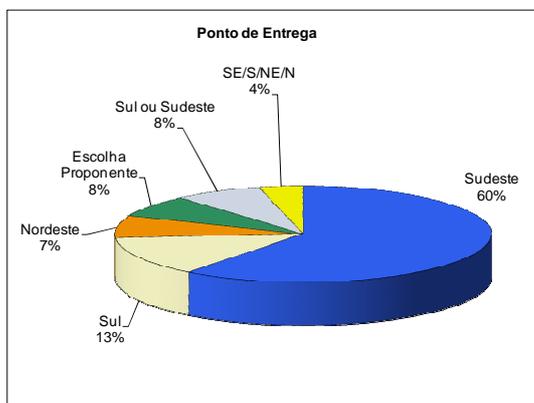


Figura 5

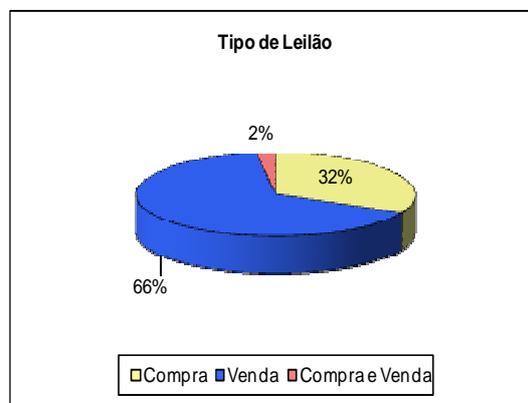


Figura 6

4.1.3.2. Formatos

Importante ressaltar que nesta parte da análise não se distingue quantas fases possui cada leilão. Assim, os resultados apresentados na Figura 7 são relativos à primeira fase, caso o certame possua mais de uma etapa. O formato Inglês é o mais utilizado nos certames propostos, com três quartos das ocorrências. Em seguida está o formato de Envelope de Primeiro Preço com praticamente o quarto remanescente.

A Figura 8 mostra o ambiente de realização dos leilões. O ambiente Virtual é aquele que faz uso de plataformas eletrônicas, normalmente via internet, para a execução dos certames. A correlação dos números da Figura 8 com os da Figura 7 fica evidente, uma vez que em leilões de energia o formato inglês na prática somente se realiza via plataforma virtual.

A parcela da plataforma de uso de Fax é para aplicação nos leilões cujo formato é o de Envelope de Primeiro Preço. A insegurança de alguns agentes de utilizarem plataformas virtuais, e também o custo para implementá-las, demonstre talvez a opção pelo uso do fax e, conseqüentemente, pelo formato de Envelope de Primeiro Preço.

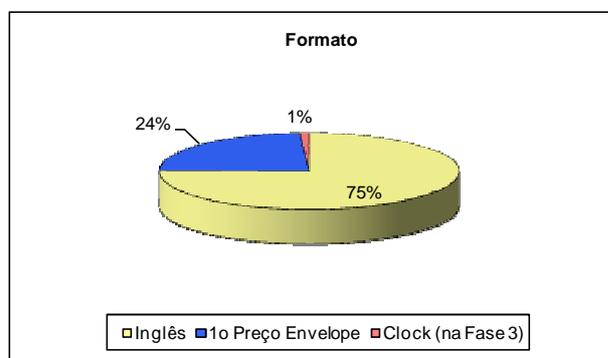


Figura 7

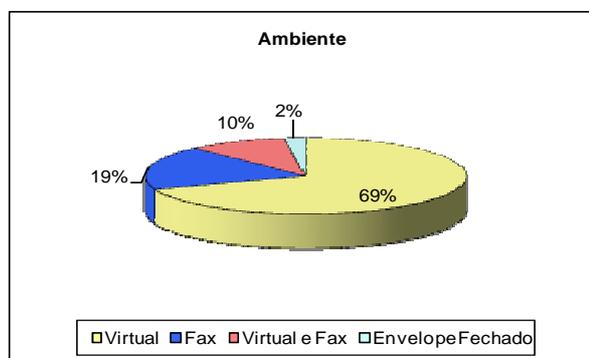
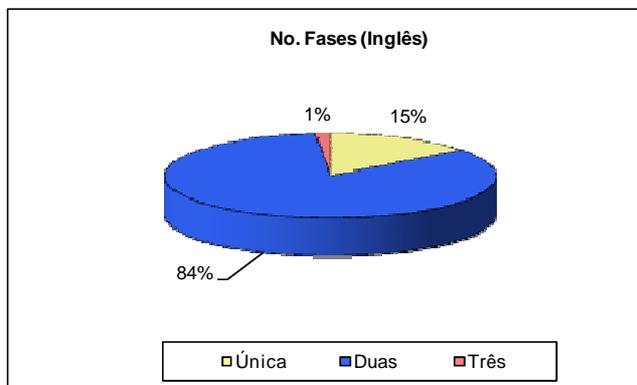


Figura 8

4.1.3.3. Quantidade de Fases

Em virtude do formato de Envelope de Primeiro Preço possuir apenas uma fase, será abordado o assunto de quantidade de fases somente para o formato Inglês.

Alguns agentes optam por definir seus leilões no formato Inglês somente com uma fase, como mostra a parcela de quinze por cento da Figura 9. O gráfico comprova a predominância no uso de duas fases nos certames e, que para este caso, a segunda fase é



compreendida por lance único por parte do ofertante. Esta forma também é conhecida como formato Anglo-Dutch.

Figura 9

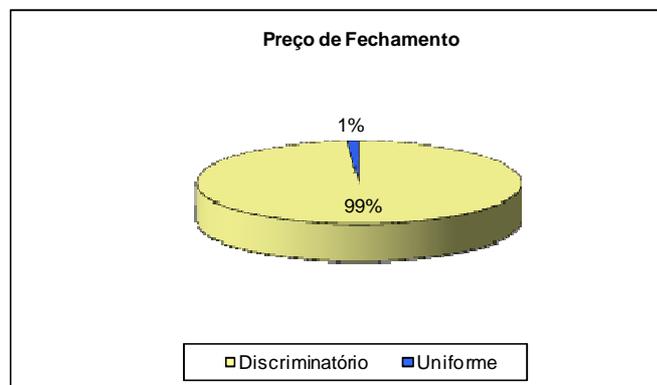


Figura 10

4.1.3.4. Preço de Fechamento

Nesta abordagem, o estudo aponta para um preço de fechamento dominado pelo tipo Discriminatório, onde o vencedor do leilão paga pelo produto o preço do seu último lance.

4.1.3.5. Outros aspectos

Não se restringindo aos tópicos já explicados, é muito importante também citar mais dois aspectos que também foram levados em conta neste estudo: Preço de Reserva e Ofertas de quantidade/ preço.

O preço de reserva para os leilões que fazem uso do formato inglês na primeira fase, como se pode observar na Figura 11, foi introduzido em quarenta e um por cento dos casos estudados. Na prática, isto demonstra que ainda é muito dividida a decisão de se utilizar ou não este mecanismo nos leilões de energia.

Para os leilões de formato Envelope Primeiro Preço, o uso do preço de reserva foi observado somente em cinco por cento dos casos.



Figura 11



Figura 12

Durante a formatação da sistemática de leilão, outro ponto importante tratado é a oferta quantidade/ preço. A forma de se fazer o bid pode ser por preço ou pela quantidade associada ao preço. Na Figura 13 observa-se o domínio pela oferta de “quantidade e preço”. Somente em três por cento dos casos se verificou o uso de oferta “somente por preço”, com quantidade pré-definida.

Ao se admitir o bid por quantidade, a sistemática pode permitir que esta seja fixa ou variável. Neste último caso, a permissão pode ser dada para ofertas livres, variando para mais ou para menos, ou a sistemática força o uso de bid por quantidade somente em um determinado sentido, crescente ou decrescente. A limitação do sentido da variação de quantidades objetiva inibir o participante do leilão de fazer algum de tipo de manipulação que visasse prejudicar o resultado do certame. Por exemplo, quando se define que a quantidade seja variável decrescente o leiloeiro pretende proibir que o ofertante pratique o chamado “Movimento da Serpente”. Esta estratégia é adotada pelo participante do leilão visando estudar os concorrentes durante o certame. A princípio o participante começa com um bid muito pequeno enquanto acompanha e analisa a dinâmica do leilão. Próximo ao encerramento do certame, durante os últimos instantes, este participante então dá o lance com a quantidade realmente desejada, não havendo tempo de reação por parte dos demais ofertantes, e se tornando assim vencedor do certame. Este tipo de resultado não leva ao valor esperado pelo leiloeiro, em função da restrição de reação dos outros participantes. Para evitar este tipo de ação, alguns certames permitem que o leiloeiro, à sua vontade e ao final do tempo normal decorrido, prorrogue o período de duração do leilão.

Na Figura 14 observa-se que, nos leilões do tipo inglês na primeira fase, é muito equilibrada a utilização de ofertas variável crescente e decrescente. Existem ainda aqueles leilões onde não há este tipo de restrição, cuja parcela nos dados observados ficou em dezesseis por cento. De qualquer forma, a maior parcela individual ficou com a sistemática que adota uma quantidade firme de energia a ser ofertada durante todo o leilão.

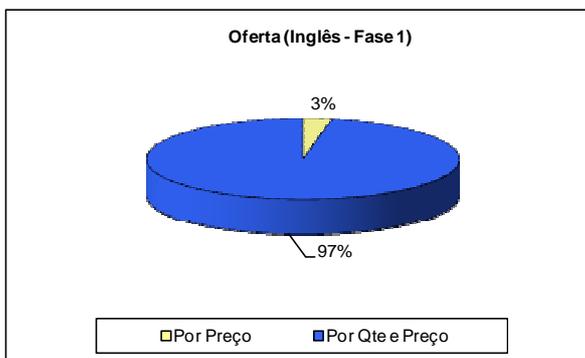


Figura 13

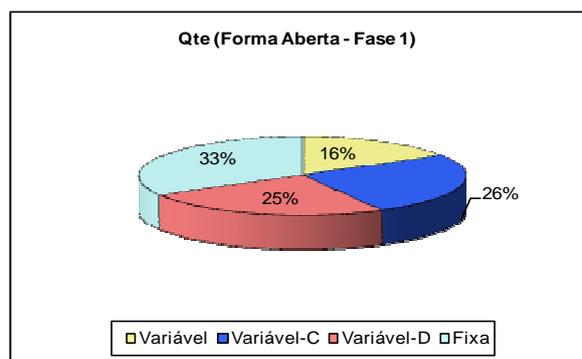


Figura 14

5. CONCLUSÕES

É sabido que os montantes de energia elétrica negociados em leilões no ACL ainda são inferiores ao total comercializado no Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Entretanto, mesmo não podendo aferir os resultados efetivos dos leilões do ACL, devido à manutenção do sigilo dessas informações, é fato que está havendo um aumento consistente no uso deste mecanismo para as transações de energia elétrica.

Além disso, com o estudo e resultados apresentados, pode-se concluir que há uma relativa convergência para o uso de um tipo de Sistemática, seja para leilões de compra ou de venda no ACL.

Em seguida são apresentadas as características principais de um leilão chamado de “**Leilão Tipo**”, o qual agrega as características mais frequentes apresentadas nas estatísticas da seção anterior. Dessa forma, se tivéssemos que escolher um modelo de leilão que melhor representasse o que hoje está sendo praticado no mercado livre de energia elétrica, esse leilão teria em sua sistemática as seguintes características:

- Leilão dividido em duas fases, do tipo Anglo-Dutch:
 - Primeira Fase: Formato Aberto do tipo “Inglês” com rodadas livres, limitadas por um tempo pré-determinado. As ofertas são por Quantidade e Preço.
 - Nota: Com essas características oferecidas na primeira fase, segundo a teoria de leilões discutida anteriormente, haveria:
 - Oportunidade de aprendizagem dos participantes
 - Avaliações Interdependentes
 - Busca pelo Preço de Mercado
 - Preço de Fechamento igual ao segundo maior valor ofertado
 - Segunda Fase: Formato Fechado do tipo “Lance Único de Preço”.
 - Nota: Pela teoria de leilões, tais características resultariam:
 - Ausência de aprendizagem dos participantes
 - Preço de Fechamento igual ao maior valor ofertado
- Realização do Leilão em Ambiente Virtual (plataforma eletrônica)
- Definição de Preço Mínimo
- Sem definição de Preço de Reserva
- Preço de fechamento “Discriminatório” da segunda fase

Conforme já abordadas nas seções anteriores, as características mais importantes que um leilão deve possuir são a robustez contra a colusão e sua capacidade para atrair potenciais participantes. Falhas para atender a estas características podem levar a um resultado indesejado do certame. Dessa forma, a convergência apresentada nesta seção, com relação ao uso de mecanismos na formatação de um leilão, demonstra um contínuo aprimoramento do mercado de leilões de energia elétrica visando atingir a eficácia nos seus resultados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausubel, Lawrence M. (2004), “An Efficient Ascending-Bid Auction for Multiple Objects,” *American Economic Review*, 94:5, 1452-1475.
- Azevedo, Erick M. (2004) Modelo computacional de Teoria dos Jogos aplicado aos leilões brasileiros de energia elétrica. Tese de Doutorado, FEM, PSE Unicamp.
- CCEE, (2007). Leilões realizados na CCEE. Disponíveis em <http://www.ccee.com.br/>. Acesso em 1 de junho de 2007.
- Cramton, P. (2004) Competitive Bidding Behavior in Uniform-Price Auction Markets. *Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Editais de Leilão do Mercado Livre de Energia Elétrica
- Klemperer, Paul. *Auctions Theory and Practice*, Toulouse Lectures and economics, Princenton University Press, EUA, 2004.
- Krishna, Vijay. *Auction Theory*, Publisher: Academic Press, EUA, 2002.
- Milgrom, Paul. *Putting Auction Theory to Work*, Churchill Lectures in Economics, Cambridge University Press, 2004.

Vickrey, William (1961), "Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders," *Journal of Finance*, 16, 8-37.