

Universidade Estadual de Maringá

Centro de Ciências Sociais Aplicadas - CSA
Programa de Pós-Graduação em Economia - PME

**ABORDAGENS REGULATÓRIAS CONTEMPORÂNEAS:
MODELOS DE TEORIA DOS JOGOS COMO INSTRUMENTO DE
ANÁLISE DO MERCADO ELÉTRICO BRASILEIRO**

Autor: Inimá Indio do Brasil Júnior
Orientador: Dr. Natalino Henrique Medeiros

Maringá, agosto / 2007

Universidade Estadual de Maringá

Centro de Ciências Sociais Aplicadas - CSA
Programa de Pós-Graduação em Economia - PME

**ABORDAGENS REGULATÓRIAS CONTEMPORÂNEAS:
MODELOS DE TEORIA DOS JOGOS COMO INSTRUMENTO DE
ANÁLISE DO MERCADO ELÉTRICO BRASILEIRO**

Autor: Inimá Indio do Brasil Júnior
Orientador: Dr. Natalino Henrique Medeiros

Maringá, agosto / 2007

As opiniões expressas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do autor

Aos meus Pais:
Inimá Indio do Brasil
e
Maria Terezinha Indio do Brasil

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta dissertação de mestrado, só foi possível devido a interações acadêmicas e discussões travadas com meus amigos Darlan, Fernando e Murilo e pelo apoio de meu orientador Prof. Dr. Natalino Henrique Medeiros, sem dúvida alguma, parceiros desta realização e merecedores de grande parte do crédito.

Além disto, gostaria de agradecer aos membros da minha banca de qualificação, Porf. Dra. Amália M. G. Godoy e Prof. Dr. Ricardo Luis Lopes, pelas considerações levantadas e que certamente contribuíram muito à conclusão deste.

Finalmente, não é possível se esquecer de todas as pessoas que me ofereceram inspiração e refúgio: Meus pais: Inimá e Maria Terezinha; minhas irmãs: Cínara e Inara; meus avós: Maria Almerinda, Dirce e José; minha madrinha Mauriza; minha tia Ana Maria, e meus amigos Dorliney, Branca, Daniel, Gustavo, Thiago, Renata, Ulysses, André, Antonio Paulo, Tatiana, Elisandro, Flavio, Súrya, Higor, Ricardo, Jean, Daniela, Jaqueline, Aline, Edair e Wlademir.

RESUMO

Este trabalho objetiva apresentar uma abordagem teórica, para o mercado de energia elétrica brasileira, baseado na teoria dos jogos, de forma a facilitar a atuação dos agentes reguladores.

Em um primeiro momento, enfocará conceitos gerais necessários ao entendimento deste estudo, mostrará como este mercado está estruturado e quais foram os aspectos (razões) que levaram à reforma do setor. Em seguida, têm-se os itens necessários à definição dos papéis e da importância do órgão regulador e os princípios em que se baseia a regulação econômica.

Na sequência, mostrar-se-ão alguns conceitos da teoria dos jogos e de como esta poderá ser utilizada na análise de longo prazo deste setor.

Para finalizar, o mercado de eletricidade é visto como um ambiente competitivo de Stackelberg, sendo a intervenção estatal incorporada e considerada parte das regras do jogo. Esta concepção de mercado é compatível com a atual proposta de modelo institucional do setor elétrico brasileiro e pode contribuir para a atual discussão em torno de sua implementação.

ABSTRACT

The aim of this analysis is to present the set out of the analysis from the Brazilian electric market. It is based on the game theory as an instrumental analysis of the competition in this sector. It comes in a way to ease the action of the regulation agents.

In the first moment, the objective is on the general concepts to understand this study. It is showing how the market is built and which were the aspects that took it to rebuild the sector. After this, the article shows the necessary items to the definition of the rules and the importance of the regulator sector. Then it presents the principles that the economic regulation is based on.

Then, it will show some concepts of the game theory and how it will be used on the long period sector's analysis.

To finish, the electricity market is seen as a Stackelberg competitive environment, being the state intervention incorporated and considered part of the rules of the game. This conception of market is compatible with current the proposal of institutional model of the Brazilian electric sector and can contribute for the current quarrel around its implementation.

Sumário

INTRODUÇÃO.....	10
CAPÍTULO 1 - EVOLUÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E O PAPEL DO ESTADO.....	13
1.1 - Primeiros Investimentos e Evolução do Setor Elétrico.....	13
1.2 - A Atual Estrutura do Setor Elétrico.....	17
1.2.1 - Características da Indústria Elétrica Brasileira.....	22
1.3 - Regulação Econômica.....	24
1.3.1 - Eficiência Econômica.....	26
1.4 - O Papel do Estado - Desafios ao Planejamento no Setor	31
CAPÍTULO 2 - A TEORIA DOS JOGOS.....	39
2.1 - Concorrência.....	39
2.1.1 - Mercados Perfeitos e Imperfeitos.....	41
2.1.2 - Oligopólios.....	43
2.2 - Fundamentos da Teoria dos Jogos.....	46
2.2.1 - Jogos como Instrumento de Análise de Oligopólios.....	47
2.3 - Teorias e Modelos de Leilões.....	51
2.4 - Modelos de Análise de Oligopólios.....	55
CAPÍTULO 3 - APLICAÇÃO DOS MODELOS DE JOGOS NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	64
3.1 - Especificidades do Mercado.....	64
3.1.1 - Considerações Sobre Concorrência com Estrutura Mista.....	65
3.2 - A Teoria dos Jogos e o Mercado Gerador de Energia.....	67

3.3 - Aplicações dos Modelos de Oligopólio para o Setor Elétrico Brasileiro.....	70
3.3.1 - O Modelo de Stackelberg.....	72
3.3.2 - O Modelo de Stackelberg com Participação Estatal.....	79
CONCLUSÕES.....	84
REFERÊNCIAS	91
ANEXO A - Capacidade de Geração do Brasil	
ANEXO B - Lei nº 10.433, de 24 de Abril de 2002	
APÊNDICE A - O Modelo de Bertrand	

INTRODUÇÃO

O presente trabalho discute e analisa as condições de competitividade da atual indústria elétrica brasileira, dada a estrutura mista que se formou, conforme Carvalho (2001), a partir da década de 1990, com o início do Programa Nacional de Desestatização (PND), que inaugurou um período de reformas estruturais, o qual visando uma reformulação do Estado brasileiro, deveria abandonar gradualmente seu papel empreendedor e valorizar mais sua função reguladora.

Essa situação ocorreu em função de que o diagnóstico que se tinha sobre o setor elétrico brasileiro, era de escassez de recursos públicos para investimentos. O PND possuía entre seus objetivos, destacar a tentativa de retomar os investimentos sem aumentar o comprometimento financeiro do Estado, ou seja, o problema central que motivou a reforma do setor foi o de garantir condições, para a manutenção do crescimento da oferta, em uma trajetória economicamente eficiente com recursos da iniciativa privada.

Para a realização dessas reformas, o governo brasileiro se utilizou do argumento da experiência e do debate internacional sobre a desregulamentação da indústria elétrica, para viabilizar o funcionamento da indústria elétrica brasileira sob a tutela do capital privado.

No entanto, mesmo com um início precipitado, o cronograma das privatizações sofreu diversos atrasos. Carvalho (2001), argumenta que a intenção original, era de proceder à venda das quatro geradoras pertencentes a *holding* Eletrobrás: Furnas, Eletrosul, Chesf e Eletronorte. Fato que foi abortado em função das péssimas relações comerciais com as distribuidoras estaduais, que possuíam em grande parte um histórico de inadimplência com as geradoras. Como havia perspectivas de manutenção deste quadro, os possíveis investidores privados se afastaram.

Como solução, a União realizou uma série de pressões políticas sobre os governos estaduais na tentativa de forçá-los a privatizar suas distribuidoras resultando em complexas negociações e em um inevitável desgaste político, que obteve como

principais resultados, o atraso de todo processo de privatização da indústria elétrica brasileira aliado a um permanente ambiente de incertezas.

Como as reformas do setor elétrico brasileiro não seguiram o ritmo desejado e não atingiram as metas propostas, a estrutura da indústria elétrica brasileira manteve-se em uma situação intermediária não planejada.

O setor elétrico caracterizado no decorrer de sua história pela presença de monopólios verticalmente integrados, a partir de meados da década de 1990, se cristaliza em uma estrutura mista dentro da indústria elétrica brasileira impondo ao agente regulador o desafio de conciliar os interesses dos agentes privados e estatais, com a necessidade de expandir eficientemente a oferta de energia elétrica.

O presente trabalho possui como objetivo, realizar uma análise das condições de competitividade na atual Indústria Elétrica Brasileira – nos moldes da teoria dos jogos (TJ) – dada a atual existência de uma estrutura mista no setor, visando indicar alternativas factíveis para a obtenção de uma trajetória de expansão eficiente economicamente no longo prazo.

Quanto ao questionamento, procura compreender a partir da análise da evolução histórica da indústria elétrica brasileira, como os conceitos de TJ, concorrência, poder de mercado, regulação econômica e modelos de oligopólio, podem ser utilizados para analisar o efeito do confronto competitivo entre empresas que atuam sob a lógica privada e empresas estatais, na eficiência econômica de longo prazo para o setor elétrico brasileiro.

Como essência, este estudo possui um extenso estudo bibliográfico, em razão da abundância de fontes de pesquisa para os diversos estágios deste trabalho, tais como: livros, artigos científicos, teses e publicações.

A TJ, mais especificamente o modelo teórico descrito por Stackelberg aliado à teoria dos leilões, será aqui utilizada como método de investigação da competitividade no setor elétrico.

Para tal, o primeiro capítulo, terá como foco principal, conceitos gerais necessários ao entendimento deste estudo, mostrando a evolução histórica da Indústria Elétrica Brasileira assim como sua estruturação e os aspectos (razões) que levaram à reforma do setor, a definição dos papéis e da importância do órgão regulador e os princípios em que se baseia a regulação econômica.

No segundo capítulo, realizar-se-á uma revisão teórica dos principais conceitos e modelos, assim como algumas considerações relevantes ao equilíbrio de curto prazo e o modelo de Cournot, no entanto, será enfatizada a concorrência de longo prazo em mercados de oligopólio e o modelo de Stackelberg essenciais a esta pesquisa.

No terceiro capítulo, será realizada uma aplicação do modelo de Stackelberg para o setor de energia elétrica brasileiro, para tal, faz-se necessário apresentar no início deste capítulo as principais características analisadas, neste mercado e algumas considerações sobre concorrência com estrutura mista.

Por fim, serão apresentadas as conclusões deste trabalho.

CAPÍTULO 1 – EVOLUÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO E O PAPEL DO ESTADO

Este capítulo está subdividido em cinco seções, sendo que nas três primeiras focar-se-ão conceitos gerais necessários ao entendimento deste estudo, mostrando a evolução do setor elétrico brasileiro. Em seguida, ter-se-ão as seções necessárias à definição das metodologias aplicáveis a tarifação de energia elétrica; o princípio de regulação econômica e o papel planejador do Estado.

1.1 – PRIMEIROS INVESTIMENTOS E EVOLUÇÃO DO SETOR ELÉTRICO

O Brasil dispõe da maior bacia hidrográfica do mundo, com um incomparável potencial de geração de energia hidrelétrica, por este motivo, optou-se por esta matriz energética. Segundo Energia Brasil (2001), atualmente possuímos um dos maiores parques hidrelétricos instalados do mundo responsável por “quase 90% do total da energia gerada no país”.

A formação da matriz energética brasileira foi condicionada por duas vertentes: a privada e a institucional. Os primeiros investimentos realizados neste setor ocorreram por volta dos últimos vinte anos do século XIX. Algumas empresas de mineração e algumas fábricas têxteis de Minas Gerais utilizaram os recursos hídricos da região para gerar a energia necessária para a produção.

A mineração Santa Maria, em Diamantina, construiu e explorou a primeira UHE no Brasil, a Usina de Ribeirão do Inferno, inaugurada em 1883 (ROSA et al, 1988: 17).

Com base nessas informações, pode-se afirmar que o primeiro passo para a formação de uma matriz energética no Brasil, adveio do setor privado, que, utilizando os recursos naturais existentes na região onde estavam instalados geravam a energia que era consumida pela empresa.

Para que os investimentos realizados por estas empresas, cuja finalidade é gerar energia elétrica fossem pagos com maior velocidade, elas optaram por vender o excedente gerado, fato que forçou o desenvolvimento das primeiras redes de distribuição de energia elétrica do país. Assim, de acordo como Energia Brasil (2001), no período entre 1890 e 1900 foram instaladas 10 pequenas usinas, com capacidade instalada de 1.200 KW, que visavam, basicamente, atender à demanda representada pela iluminação pública, mineração, beneficiamento de produtos agrícolas, indústria têxtil e serrarias.

Mas o verdadeiro impulso para a criação de uma matriz hidrelétrica ocorreu ao final do século XIX e início do século XX, quando foram verificadas as possibilidades oferecidas pelos recursos hídricos nacionais e a viabilidade técnica existente. O potencial de desenvolvimento apresentado pelo país, principalmente nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, aliado à viabilidade de implantação de grandes projetos hidroelétricos atraiu a atenção do capital estrangeiro para a implantação de companhias de energia hidrelétrica no Brasil.

Desse modo, o setor elétrico brasileiro pode ser dividido em quatro fases distintas: sendo que a 1ª, que vai de 1890 a 1934, sendo descrita como o ‘paraíso das grandes companhias estrangeiras’. Neste período histórico o domínio da geração de energia estava basicamente nas mãos de duas empresas estrangeiras a Light e a Amforp. Apenas em algumas cidades, cujo mercado era considerado pouco lucrativo às duas monopolistas, que pequenas companhias privadas podiam sobreviver. A empresa Light, além de monopolizar a geração de energia, fazia com os serviços de fornecimento de gás e telefonia no Rio de Janeiro.

Durante todo este período, o Estado apenas conferia autorizações para que estas companhias pudessem funcionar. Em outras palavras, ele não intervinha na produção e na distribuição de energia, pois segundo Energia Brasil (2001), não existia qualquer legislação sobre a energia elétrica e sobre o aproveitamento dos recursos hídricos. Os estados e municípios gozavam de grande autonomia para estabelecer contratos e autorizações para as empresas privadas de energia, e as companhias tinham o direito de corrigir suas tarifas e a receber o equivalente em ouro (a chamada ‘cláusula-ouro’), de maneira a ficarem protegidas da inflação e da desvalorização da moeda brasileira – que naquela época era o mil réis. Era um paraíso para as grandes empresas privadas estrangeiras, pois, elas usavam a água à vontade, produziam a

quantidade de energia elétrica que queriam e no local que julgassem mais rentável. Para completar, cobravam os preços que achassem necessários e, ainda por cima, o governo convertia isso em ouro.

A 2ª fase que vai de 1934 a 1956, pode ser descrita como a primeira tentativa de regulamentação das companhias privadas. Em 1934, o Código das Águas é aprovado, pelo Decreto nº24.643, de 10 de julho, estabelece regras para a utilização dos recursos hídricos que seriam utilizados para a produção de energia elétrica¹.

Dentre as modificações introduzidas, destacam-se como mais importantes:

Os rios deixaram de ser do proprietário da terra onde correm e, conforme o caso, passaram a ser propriedade do município, do estado ou da União. Assim, uma série de regras e restrições ao uso das águas foram criadas.

As quedas d'água e o potencial hidrelétrico passam a ser patrimônio da nação, sob a forma de propriedade da União.

O aproveitamento do potencial hidrelétrico existente no país passa a depender de autorização ou concessão por parte do governo, as tarifas passam a ser fixadas segundo os custos de operação e o valor histórico dos investimentos, colocando desta forma, um fim à “cláusula-ouro” e da correção monetária automática conforme a variação cambial mencionados anteriormente.

O Estado passa a deter o poder de concessão e de fiscalização, estabelecendo, pelo menos teoricamente, as condições necessárias para controlar as atividades das empresas privadas.

A maior parte dos lucros das empresas Light e Amforp, eram enviados às suas matrizes no exterior, o que restava, não era suficiente para investir na expansão da geração e da distribuição de energia elétrica. Os investimentos só se realizavam onde havia uma certeza de altos retornos.

O crescente grau de urbanização, decorrente da industrialização, causou uma crise no sistema, que necessitava de um maior grau de investimentos para atender um mercado consumidor em plena expansão. Em 1954, o Governo Vargas, lança um Plano

¹ Conforme Energia Brasil (2001), uma primeira versão deste código havia sido enviada ao congresso em 1907, mas a força das empresas *Light* e *Amforp* era tal que o projeto ficou engavetado. Com a revolução de 30 e a subida de Vargas ao poder, o governo federal fez nova ofensiva e conseguiu aprovar, mesmo contra a vontade destas empresas, o novo código.

Nacional de Eletrificação para tentar equacionar o enfrentamento desta situação. Este plano comprometia o Estado de forma direta às intervenções para colocar um fim à situação de crise.

Com a promulgação do Código de Águas, que atribuiu à União o poder de autorizar ou conceder o aproveitamento de energia hidráulica, e estabeleceu a distinção entre a propriedade do solo e a propriedade das quedas d'água e outras fontes de energia hidráulica para efeito de aproveitamento industrial, todos os recursos hídricos foram incorporados ao patrimônio da União. Assegurava-se ao Estado Novo o direito de intervir nas atividades produtivas para suprir as deficiências da iniciativa privada e negava aumento da participação de estrangeiros no setor elétrico, bem como em outros setores econômicos.

Logo após a Segunda Grande Guerra Mundial (1939 – 1945), a população urbana brasileira apresentou um aumento (em conseqüência do avanço da indústria, do comércio e dos serviços), isto fez com que a demanda de energia elétrica começasse a ultrapassar a oferta, iniciando um período de racionamento de energia nas principais capitais brasileiras. Fato que de acordo como Energia Brasil (2001), promoveu neste período, uma aliança entre os governos federal e estaduais, para uma reorganização do sistema elétrico em bases estatais. Foram criadas a Comissão Estadual de Energia Elétrica (CEEE), no Rio Grande do Sul, em 1943, a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf), em Pernambuco, no ano de 1946, e as Centrais Elétricas de Minas Gerais (Cemig), em Minas Gerais, em 1952, marcando o início de um novo estágio no desenvolvimento do setor elétrico brasileiro.

A primeira intervenção direta realizada pelo governo federal na produção de eletricidade, ocorreu em 1945, com a criação da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf), que possuía como tarefa principal construir e operar a Usina de Paulo Afonso, inaugura em 1955, com potência instalada de 180.000 Kw. Para que se possa ter uma idéia do real significado deste projeto na época, basta constatar que a capacidade total de geração na região, na inauguração era de 110.000 Kw.

A 3ª fase, que vai de 1956 a 1993, pode ser descrita como O Modelo Estatal das Grandes Hidrelétricas. Com a falência do modelo privado de geração de energia e com a crise resultante deste modelo na década de 1950, vários governos estaduais foram levados a intervir no setor. A primeira entre as empresas estaduais foi a CEEE,

do Rio Grande do Sul, em seguida, praticamente todos os demais estados da federação criaram as suas companhias de energia elétrica, a partir da absorção das empresas estrangeiras. Em 1957, o Governo Federal criou a Central Elétrica de Furnas, para atender o risco de demanda na região Sudeste, e, em 1961, a Chevap. Com a constituição da Centrais Elétricas Brasileiras S/A (Eletrobrás), em 1961, foi delineada a estrutura do setor elétrico brasileiro, integralmente estatal, que a partir de 1979, possuía apenas alguns autoprodutores independentes. Este modelo, de acordo com Energia Brasil (2001), vigorou até meados 1993, quando se iniciou a reestruturação do setor, com a venda de empresas elétricas de abrangência estadual.

A 4ª e última fase, que vêm de 1993 até os dias atuais, pode ser descrita como a busca à iniciativa privada. Neste período, observou-se uma tendência de política externa de desverticalização e ampliação da concorrência para com as empresas estatais. Esta situação acarretou em uma tentativa de substituição do Estado por capitais privados, através das privatizações, ficando sob responsabilidade do primeiro, o papel regulador, visando desta forma, proteger os interesses sociais.

1.2 – A ATUAL ESTRUTURA DO SETOR ELÉTRICO

No início dos anos 90, o diagnóstico sobre o setor elétrico brasileiro era de escassez de recursos públicos para investimentos. Aliado a este problema, observou-se uma tendência de política externa de desverticalização e ampliação da concorrência para as empresas estatais, que dava suporte às privatizações. Desta forma, segundo Possas (1997), verifica-se no Brasil a necessidade de uma reforma institucional para o setor elétrico, a qual garanta a expansão do sistema como um todo através de concessões à iniciativa privada.

A maior parte da energia elétrica gerada no Brasil (cerca de 90%) conforme a ANEEL (2005), vem de usinas hidrelétricas, em razão do grande potencial existente no país, entretanto, a utilização deste potencial esbarra em outro grande problema, pois os grandes centros consumidores de energia raramente estão próximos dos locais de geração, portanto, tornam-se necessários grandes investimentos em linhas de transmissão.

A partir da década de 1990, segundo Carvalho (2001), teve início no país o Programa Nacional de Desestatização (PND), inaugurando um período de reformas estruturais para a reformulação do Estado brasileiro. Entre os objetivos de tal processo, destacou-se a tentativa de retomar os investimentos sem aumentar o comprometimento financeiro do Estado. De acordo com a concepção adotada, o Estado deveria valorizar mais sua função reguladora e abandonar gradualmente seu papel empreendedor.

Desta forma, conforme Munhoz e Correia (2003), a privatização da indústria elétrica brasileira correspondeu a uma barganha do Estado brasileiro na tentativa de retomar a expansão da oferta de energia elétrica e construir as bases para um novo ciclo de crescimento nacional. A expectativa do governo era de que o capital privado substituísse o Estado, investindo além da demanda e criando espaço para o crescimento econômico.

Sendo assim, pode-se dizer que as empresas estatais de energia elétrica estavam sem recursos próprios para realizarem os investimentos necessários ao setor.

Para a realização destas reformas, o governo brasileiro se utilizou o argumento da experiência e do debate internacional sobre a desregulamentação da indústria elétrica para viabilizar o funcionamento da indústria elétrica brasileira sob a tutela do capital privado. Tal reforma do setor elétrico segundo Carvalho (2001), estava em sintonia com o ambiente político nacional e foi inserida dentro de um contexto mais amplo de reforma do papel do Estado, que pretendia abandonar suas atividades produtivas.

Com a Lei 8.631 de 14 de março de 1993, inicia-se o processo de mudança no setor elétrico, que é ampliado com a promulgação da Lei das Concessões de Direitos de Exploração de Serviços Públicos (Lei 8.987, de 14 de fevereiro de 1995) e da Lei Setorial (Lei 9.047, de 19 de maio de 1995), neste instante passa a vigorar realmente o novo modelo e teve início o processo de alienação das empresas dos setores de infraestrutura, telecomunicações, transportes e energia elétrica.

A princípio, admitia-se que as vendas de tais empresas deveriam ser precedidas da construção de um modelo regulatório adequado. Entretanto, a reforma do setor elétrico foi inaugurada pela privatização da Escelsa em 1995 e da Light em 1996, distribuidoras pertencentes à Eletrobrás, antes da constituição da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) que foi criada pela lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, e possui as funções de órgão regulador e fiscalizador.

O Regimento Interno da ANEEL (aprovado pela Portaria MME nº 349, de 28 de novembro de 1997) estabelece o sistema de Controle de Gestão desta. Em 1998 como complementos institucionais para o setor elétrico, tem-se a reestruturação da ELETROBRÁS; a constituição do Operador Independente do Sistema; do Operador Nacional do Sistema e a criação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica. A Resolução ANEEL nº 333/99, dá continuidade ao processo regulatório, fixando as regras para a regularização das cooperativas.

Entretanto, mesmo com seu início precipitado, o cronograma das privatizações sofreu diversos atrasos. Segundo Carvalho (2001), a intenção original de proceder a venda das quatro geradoras também pertencentes à holding Eletrobrás: Furnas, Eletrosul, Chesf e Eletronorte, foi abortada em função das péssimas relações comerciais com as distribuidoras estaduais, que possuíam em grande parte um histórico de inadimplência com as geradoras. Como havia existência de perspectivas de manutenção deste quadro, os possíveis investidores privados se afastaram.

Como solução, a União realizou uma série de pressões políticas sobre os governos estaduais na tentativa de forçá-los a privatizar suas distribuidoras. Fato que resultou em complexas negociações e em um inevitável desgaste político, obtendo como resultados, o atraso de todo processo de privatização da indústria elétrica brasileira, aliado a um permanente ambiente de incertezas. Como as reformas do setor elétrico brasileiro não seguiram o ritmo desejado e não atingiram as metas propostas, a estrutura da indústria elétrica brasileira manteve-se em uma situação intermediária não planejada.

Alguns estudiosos do setor, argumentam que, teoricamente, se o processo de privatização ocorresse dentro do elaborado, não haveria necessidade realização de nenhum investimento por parte do governo federal, mas, devido ao quadro de atraso do processo, os investimentos privados não se realizaram com o volume esperado. Fato, que somado ao prolongamento do período de transição e ao volume de capital absorvido pelas privatizações contribuíram para a estagnação da expansão do setor.

Segundo Pires et al (2002), o clima de incerteza causado pela expectativa de uma nova aceleração do processo de transição aumentou a demanda por liquidez dos agentes, paralisando recursos que poderiam ser destinados à expansão. Outro aspecto fundamental, está no fato de que não se sabe com certeza, se a disponibilidade de

recursos dos agentes privados era suficiente para arcar com as privatizações e realizar a expansão necessária da oferta.

A partir 1987, observou-se no país um crescimento no consumo de eletricidade em relação à capacidade de geração instalada, esta elevação no nível de consumo, foi primeiramente absorvida pelo esgotamento da capacidade excedente e depois pelo crescente desgaste dos reservatórios, desta forma, a eminência da crise foi relativamente mascarada, enquanto o Governo mantinha um programa marginal de investimentos.

A respeito dos investimentos ocorridos na indústria elétrica brasileira durante a década de 1990, verificou-se que em sua maioria, foram paradoxalmente, realizados por empresas estatais, destacando-se os investimentos realizados pela Eletrobrás, e a atuação da Petrobrás como sócio minoritário em usinas a gás, que completou empreendimentos estratégicos como a UHE de Xingó no rio São Francisco. Contudo, segundo Araújo (2001), não se pode superestimar tais investimentos e a necessidade de promover as privatizações aliada à realização de acordos de crédito com o Fundo Monetário Internacional (FMI)², implicaram em cortes de investimentos absolutamente necessários.

Somente em maio de 2001, cálculos do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) indicaram a necessidade de redução imediata de 20% do consumo de energia elétrica no País como única forma de impedir o completo esvaziamento dos reservatórios e de assegurar a passagem pelo período de estiagem.

O Governo foi obrigado a intervir no setor elétrico, impondo racionamento ao consumo para evitar o colapso da oferta de eletricidade. Com isto, o Governo abandonou a esperança de conclusão rápida da transição, optando pelo congelamento das privatizações na indústria elétrica brasileira e pela reformulação institucional do setor elétrico.

Finalmente, pode-se destacar que o setor elétrico foi sempre caracterizado no decorrer de sua história pela presença de monopólios verticalmente integrados. A partir de meados da década de 1990, se cristalizou em uma estrutura mista dentro da indústria elétrica brasileira, impondo ao agente regulador o desafio de conciliar os interesses dos

² O levantamento de reservas monetárias junto ao FMI é normalmente sujeito a realização de ajustes de política fiscal e monetária, que, entre outras coisas, envolvem superávits primários.

agentes privados e estatais, com a necessidade de expandir eficientemente a oferta de energia elétrica. Observa-se que a concorrência vem sendo introduzida nos setores de geração e comercialização de energia, aspecto relevante no contexto deste trabalho. Porém, tanto a distribuição como a transmissão, continuam sob a forma de monopólio natural³ nas mãos do Estado.

A participação dos investimentos por parte da iniciativa privada nos setores de geração e comercialização de energia elétrica se deu com a Lei das Concessões de Serviços Públicos (Lei 8.987, de 14 de fevereiro de 1995), que estabeleceu os critérios para a participação da iniciativa privada no processo de licitação para novos investimentos neste setor. Assim,

a introdução, através da Lei 9.074/95, da figura do produtor independente de energia elétrica, constituído por pessoa jurídica que receba a concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco. A Lei 9.648/98 estende, a critério do regulador, o regime de produção independente para os casos de privatização de empresa detentora de concessão ou autorização de geração de energia elétrica. Quando se tratar de geração de origem hídrica, essa mudança de regime se dará de forma onerosa (Pires e Piccinini, 1998: 240).

Em acordo com Possas, Ponde e Fagundes (1997), Pires e Piccinini (1998) e Pires (1999), as recentes experiências, tanto do Brasil quanto no exterior, demonstram que, seguramente a melhor forma de produzir indústrias dinâmicas e inovadoras, que sejam capazes de atender às necessidades dos consumidores e competir em mercados globalizados, se dá por meio da competição. Porém, em alguns casos é necessário que um mecanismo de regulação econômica venha a corrigir possíveis falhas de mercado como será discutido adiante.

³ Segundo Varian (1999), o monopólio natural ocorre quando há grandes custos fixos e custos marginais pequenos. É uma situação de mercado em que o tamanho ótimo de instalação e produção de uma empresa seria suficientemente grande para atender a todo o mercado, de forma que existiria espaço para apenas uma empresa.

1.2.1 – Características da Indústria Elétrica Brasileira

Devido ao forte potencial hídrico do país, a formação da indústria elétrica no Brasil resultou em uma estrutura única, com geração majoritariamente hidrelétrica. Por outro lado, o país tem experimentado investimentos, ao longo dos anos, em diversas tecnologias de geração, principalmente para o suprimento de comunidades isoladas do Sistema Interligado Nacional de Transmissão (SIN) e para lidar com o inevitável esgotamento do potencial hídrico economicamente aproveitável.

De acordo com o Banco de Informações de Geração (BIG) (2007), mantido pela Aneel, o Brasil possui 1.652 empreendimentos em operação, gerando 99.948.544 kW de potência⁴, destes, 497 são considerados serviço público, responsáveis por gerar 62.418.488 kW ou seja mais de 60% do total gerado no país.

A previsão para os próximos anos é de uma adição de 27.891.062 kW de potência, provenientes dos 91 empreendimentos atualmente em construção e mais 516 outorgadas. O destaque evidente é o peso das grandes usinas hidrelétricas, que respondem por quase 75% da potência instalada. É interessante notar que se verifica um aumento na participação de plantas termelétricas, no entanto, a geração hidrelétrica ainda é majoritária, correspondendo à 67% da expansão.

A existência de um parque gerador predominantemente hidrelétrico e dominado por grandes usinas (UHE) implica em algumas peculiaridades. Em primeiro lugar, a presença de reservatórios associados às usinas possibilita, na prática, o armazenamento de energia. Além disto, os reservatórios facilitam a modulação da geração pelas UHEs, viabilizando ajustes rápidos e pouco custosos a picos de demanda e de consumo. Entretanto, o nível dos reservatórios é determinado pelo histórico hidrológico estando sujeito à incerteza climática. Contudo, a própria existência dos reservatórios permite a administração de tal risco, mas, este não pode ser completamente eliminado.

O aproveitamento dos rios e das bacias na geração elétrica gera outro problema técnico na gestão dos reservatórios, a construção de diversos empreendimentos em uma mesma bacia hídrica resulta em um sistema de reservatórios

⁴ Para dados mais detalhados sobre a estrutura do parque gerador brasileiro, consultar Anexo A .

em cascata, onde o despacho das plantas situadas no início da cadeia provoca externalidades nos demais reservatórios.

Finalmente, as UHEs possuem importantes economias de escala, que resultam em restrições de alocação. As possibilidades geográficas para a construção das plantas geradoras são localizadas ao longo de rios de planaltos, em sítios propícios para a construção de reservatórios. Desta forma, demandam normalmente a construção de um sistema de transmissão adequado, que muitas vezes pode resultar em custos elevados.

Tal característica colaborou para a construção de uma rede de transporte de eletricidade. Conseqüentemente, a eletricidade ofertada pelos diferentes agentes, e suas respectivas usinas, deve ser homogênea e compatível com as especificações do SIN.

Outra característica interessante das plantas hidrelétrica é a grande durabilidade do empreendimento, sobretudo quando comparada a outras alternativas tecnológicas de geração. A vida útil das UHE supera, inclusive, os prazos comumente utilizados para a amortização do capital fixo.

No caso do parque gerador brasileiro, existe uma parcela significativa de usinas hidrelétricas completamente amortizadas em operação. O custo da geração, neste caso, é certamente inferior ao que pode ser verificado em outros empreendimentos, principalmente quando consideradas as exigências de capital para a construção de usinas geradoras.

Estas características fazem com que existam, na prática, dois tipos de eletricidade disponíveis no mercado brasileiro: 1 - a energia velha, proveniente de plantas amortizadas, é mais barata e representa uma vantagem social, e 2 - a energia nova, derivada de empreendimentos não amortizados. Este fato faz necessário um tratamento especial da regulação e do planejamento, visto que a competição entre geradores que disponham de energia amortizada com os demais é desigual e pode gerar distorções nos sinais de preço. Como agravante, a oferta de energia velha varia em função das flutuações nos níveis dos reservatórios, aumentando a volatilidade do preço e, como reflexo, a incerteza.

1.3 – REGULAÇÃO ECONÔMICA

É praticamente impossível falar em um modelo institucional para o setor elétrico sem tocar no termo regulação. Segundo Pires (1999), são objetivos da regulação: garantir o serviço ao menor custo para o usuário, buscar a eficiência econômica; assegurar a menor diferença entre preços e custos, evitar o abuso por parte dos monopólios e dos oligopólios; assegurar um serviço universal e de qualidade; estimular novos investimentos e garantir a segurança e a proteção ambiental.

Embora, as atividades de transmissão e distribuição sejam usualmente consideradas monopólios naturais e, conseqüentemente, sujeitas apenas à competição intersetorial, a geração e a comercialização poderiam experimentar um nível maior de competição. A regulação estatal estaria presente para monitorar o mercado e combater ‘possíveis’ imperfeições e desequilíbrios.

A regulação da concorrência, no caso do setor elétrico, segundo Pires (1999) possui o objetivo de promover e estimular a concorrência nos segmentos de geração e comercialização, não permitindo a concentração de mercado.

Possas, Ponde e Fagundes (1997), vêem como objetivo geral da regulação, o alcance da eficiência econômica, e não simplesmente a criação de um mercado competitivo.

No caso específico do setor de energia elétrica, levando-se em conta que este setor convive em um regime de monopólio natural⁵, a regulamentação tarifária pode ser considerada como um dos aspectos mais importantes, pois é com base nas tarifas que se garante de um lado a rentabilidade do investidor e do outro a preservação dos interesses dos consumidores.

As agências reguladoras independentes possuem um papel de extrema importância para o sucesso das políticas de reestruturação dos setores de infra-estrutura, quando inseridas em um contexto de questionamento dos monopólios naturais, de privatização e de progressiva introdução da competição nestes setores. A importância dessa consideração está no fato de que,

⁵ Conforme Pindyck e Rubinfeld (2004: 348), um monopólio natural é uma empresa que pode arcar com toda a produção para o mercado com um custo inferior ao que existiria caso houvesse outras empresas. Este tipo de mercado, normalmente surge onde há grandes economias de escala.

pela tradicional teoria da organização do Estado – através da classificação dos órgãos públicos –, somente são considerados órgãos independentes os que, originários da Constituição, representam os Poderes de Estado – Legislativo, Executivo e Judiciário. Ao contrário da independência desses órgãos, que é total, só encontrando restrições no controle que um poder exerce sobre o outro. A independência que se deseja para as agências reguladoras está circunscrita à autonomia técnica e operacional concernente ao exercício de sua competência regulatória. Assim, após a definição, pelo Executivo, das políticas de fiscalização, incentivo e planejamento, aprovadas, mediante lei, pelo Legislativo, caberá ao órgão regulador a implementação prática das diretrizes adotadas na área de sua competência. A autonomia da agência nessa atuação traduz-se na delegação normativa atinente a questões técnicas e na discricionariedade, também técnica, de suas decisões (Pires, 1999: 4).

Para que estas agências possam cumprir o seu papel regulador, segundo Majone (1999), deve-se definir claramente os objetivos de sua missão regulatória, os quais, para que possa haver uma efetiva responsabilização em relação aos resultados, não podem ser demasiadamente vagos ou amplos, sendo imprescindível à delimitação de responsabilidades.

Conforme Pires (1999), os pressupostos básicos para o cumprimento da missão regulatória na promoção da eficiência econômica e do bem-estar social são: 1º - autonomia decisória, que se refere ao critério de escolha de seus gestores; 2º - garantia de estabilidade durante o mandato de seus gestores; 3º - independência financeira e gerencial da agência; 4º - a efetiva autoridade das decisões da agência na mediação e no arbitramento de eventuais conflitos entre consumidores, empresas e governo nas áreas de sua competência. O que só é possível, caso suas receitas sejam compostas por recursos orçamentários próprios, provenientes, em geral, da outorga de concessões e de taxas cobradas pela fiscalização das atividades das firmas reguladas.

Como principais características, a ANEEL, possui autonomia financeira, estabilidade no mandato de seus diretores, quadro técnico especializado e cooperação institucional para defesa da concorrência, como pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Principais Características da Aneel

<i>Características</i>	<i>Aneel</i>
Autonomia decisória, financeira e gerencial	Autarquia especial; Delegação normativa atinente a questões técnicas setoriais por meio de resoluções e portarias; Poder de arbitragem; Orçamento próprio.
Estabilidade	Mandato fixo; Critérios rígidos de exoneração de diretores.
Transparência	Mandato não coincidente; Audiências públicas; Atos de investidura no cargo submetidos ao Legislativo; Critérios rígidos de exoneração de diretores; Ouvidor; Contrato de gestão.
Especialização	Quadro técnico especializado.
Cooperação institucional para defesa da concorrência a dos consumidores	Agências estaduais; SDE. ^a

Fonte: Adaptada de Pires (1999) e Pires e Piccinini (1999).

^a Secretaria de Direito Econômico (SDE), vinculada ao Ministério da Justiça.

1.3.1 - Eficiência Econômica

Os conceitos básicos utilizados na análise economia segundo Possas (1997), são os de eficiência: produtiva, distributiva e alocativa.

A eficiência produtiva é fundamentada na utilização dos recursos existentes, que devem proporcionar o máximo rendimento a um menor custo, levando-se em conta a capacidade instalada e a tecnologia existente. Aqui, deve-se enfatizar a habilidade de evitar desperdícios, buscando produzir o máximo utilizando o mínimo de recursos disponíveis.

A eficiência distributiva está diretamente ligada à geração de concorrência com o intuito de eliminar os vários tipos de monopólios existentes no mercado. E a eficiência alocativa está diretamente ligada à habilidade de combinar recursos e resultados em proporções ótimas. Desta forma,

em praticamente todas as aplicações normativas da análise econômica, e especialmente nas áreas aplicadas de Microeconomia e Economia Industrial, a noção de eficiência alocativa, em particular a de origem *paretiana*,

tornou-se praticamente sinônimo de eficiência econômica (Possas et al, 1997: 5).

Varian (1999), mostra que a eficiência de Pareto ou econômica, revela-se como um termo de extrema importância na realização deste estudo, já que os agentes econômicos procuram maximizar satisfação sem causar danos, prejuízos a seus concorrentes. A eficiência de Pareto ocorre quando a alocação dos recursos disponíveis geram o maior ganho possível para todos os agentes.

O ponto ótimo de Pareto, só pode ocorrer em um mercado de concorrência perfeita, que esteja em equilíbrio (preço igual a custo marginal). Em outras palavras tal ponto nunca será alcançado no mundo real, sendo assim, esta condição só poderá ser buscada pelos órgãos reguladores por aproximação.

Possas (1997), mostra que existe uma alternativa conceitual interessante ao critério paretiano estático. Para ele, é algum tipo de noção de eficiência dinâmica, que leve em conta ‘trade offs’ intertemporais entre preços/margens de lucro e eficiência produtiva/capacidade inovativa. Argumenta que,

nas condições de um ambiente econômico inovativo, como já havia destacado J. Schumpeter, margens de lucratividade acima do nível competitivo podem ser não só toleráveis, mas até certo ponto mesmo desejáveis, de forma a viabilizar investimentos em P&D e em outros ativos de maior ou menor risco. O mínimo de que se necessita para introduzir tais elementos dinâmicos na análise e na política regulatória é levar em conta, no referencial analítico, um *trade off* intertemporal entre rentabilidade (e portanto, preços), vale dizer eficiência (alocativa) presente, e eficiência (seletiva) futura, expressa na expectativa de novos e melhores produtos e processos. (Possas, et al, 1997: 6).

Até aqui, explicitou-se que a meta de atuação regulatória não seria a concorrência por si só, mas a eficiência econômica, que também pode ser identificada como eficiência alocativa. Porém, ao focalizar o mercado como um ambiente seletivo, como destacado por Schumpeter (1982), um novo elemento se acresce a este estudo: a eficiência seletiva, que está relacionada à capacidade de induzir e de selecionar dentro de um ambiente competitivo, inovações tanto de produtos como de processos, que possam futuramente reduzir os custos e conseqüentemente reduzir os preços e causar uma melhoria dos produtos ou serviços.

Pires e Piccinini (1998) argumentam que dentro do processo de privatização e reestruturação em que o setor de energia elétrica passou, a definição das tarifas mostra-

se como um aspecto extremamente delicado, pois é justamente nesta questão que os modelos regulatórios denotam fragilidade, se a definição tarifária é um mecanismo muito importante para a garantia do funcionamento eficiente do mercado, quando existem barreiras à entrada.

Os grandes desafios para a escolha do regime tarifário adequado são, em primeiro lugar, garantir, simultaneamente, preços baixos e elevados níveis de produção; em segundo, resolver as tensões entre as eficiências alocativas, distributiva e produtiva; e, em terceiro, introduzir mecanismos de indução à eficiência dinâmica⁶.

Várias foram as regras tarifárias desenvolvidas, graças à prática regulatória, podendo-se destacar a regulação da taxa interna de retorno das empresas operadoras, buscando atingir a eficiência distributiva através da igualdade entre custos e receitas, com o objetivo de extrair lucros extras da firma monopolista. Porém, conforme Pires e Piccinini (1998), este mecanismo não foi suficiente para incentivar a firma a minimizar custos, gerando, desta maneira, ineficiência produtiva, em face da remuneração garantida dos investimentos e do repasse de custos desnecessários para os consumidores.

Outro mecanismo que merece destaque é o controle de preços (*price-cap*), que estimula a eficiência produtiva a partir da definição de um preço-teto para os preços-médios ou de cada produto da firma, corrigido de acordo com a evolução de um índice de preços aos consumidores e subtraindo de um percentual equivalente a um fator de produtividade, para um período prefixado em anos.

⁶ Catermol (2004), argumenta que todos os conceitos de eficiência vistos até então são predominantemente estáticos. Apesar de esquecida até mesmo nos mais recentes manuais, a preocupação com a avaliação de políticas econômicas através de um conceito dinâmico de eficiência parece ser crescente [ver Baumol e Ordover (1992), Funk (1996), Chang (1997), Olson e Roy (2001) e Audretsch, Baumol e Burke (2001)]. Mas o que se pode entender por eficiência dinâmica? Longe de haver um consenso, várias definições são utilizadas na teoria econômica. Estender o conceito de eficiência alocativa para um contexto intertemporal não seria difícil: estaríamos diante de um problema de otimização dinâmica que procurasse maximizar o bem-estar no sentido de Pareto ao longo de um determinado período de tempo. Seria possível (e desejável) abrir mão hoje para obter amanhã maior eficiência alocativa. A ineficiência dinâmica seria definida como a persistência de ineficiência alocativa (no sentido de Pareto) ao longo do tempo [Baumol e Ordover (1992)] e Funk (1996)]. Isso nada mais seria do que uma extensão do tradicional uso da dinâmica na teoria da escolha: reduzir uma escolha dinâmica a um problema estático de escolha de uma estratégia ótima sob os pressupostos de que os consumidores possuam preferências coerentes e imutáveis ao longo do tempo e/ou circunstâncias, os agentes sejam inteligentes (racionalis?) o suficiente para lidar com todas as conseqüências de seus atos e adotem efetivamente determinada estratégia ótima [ver Kreps (1990, Cap. 4)].

Dentre os mecanismos introduzidos, na busca de incentivos às firmas monopolistas, também devemos enfatizar o *yardstick competition*. Trata-se de uma forma de regulamentação também conhecida como regulação de desempenho, adotada nos casos de monopólio natural. Esse instrumento procura estimular a redução de custos entre as empresas, reduzir as assimetrias de informação existentes e estimular maior eficiência econômica.

Para Pires (1999), as tarifas nos segmentos de distribuição e transmissão, que permaneceram como monopólios legais no setor elétrico, estão sendo regulados pelos critérios *price cap* e *revenue cap*, cuja a receita inicial será reajustada pela variação inflacionária menos um fator de eficiência para estimular ganhos de produtividade. Portanto,

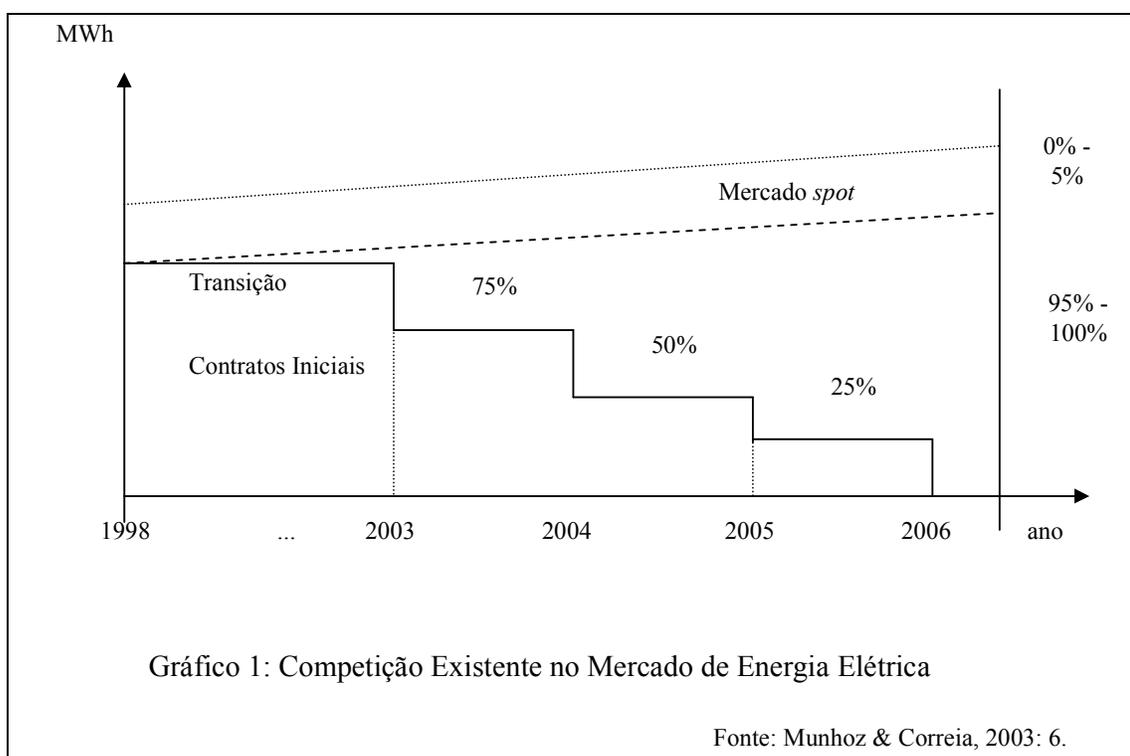
no caso da distribuição de energia para os consumidores cativos, os valores das tarifas iniciais vêm sendo definidos nos novos contratos de concessão. A necessidade de dar início ao processo de privatização frente a um contexto de inércia provocado por forte oposição à transferência dos ativos de energia elétrica, por um lado, e a premência de gerar recursos para o abatimento da dívida pública, por outro, levaram o governo federal a adotar essa trajetória. Para conseguir atrair a iniciativa privada nesse contexto de indefinição regulatória, criou-se um “círculo vicioso”: o estímulo à entrada somente ocorreria caso os contratos reduzissem ao máximo possível os riscos regulatórios do investidor, que, por sua vez, fazia com que o *check and balances* entre as diferentes partes envolvidas fosse desfavorável ao consumidor (Pires, 1999: 16).

Deste modo, com o objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas de geração elétrica, produzida por produtores independentes autônomos⁷, a ANEEL através da Lei nº 10.438 de 26 de abril de 2002 (lei originada da Medida Provisória 14), institui no art. 13 a Conta de Desenvolvimento Energético – CDE, visando o desenvolvimento energético dos estados e a competitividade da energia produzida a partir de fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas (PCH), biomassa, gás natural e carvão mineral nacional.

A contratação da energia elétrica produzida deverá, na medida do possível, ser igual em capacidade, para cada fonte participante. O valor pago pela energia acrescido dos custos administrativos incorridos serão rateados entre todas as classes de consumidores finais, proporcionais ao consumo individual verificado.

⁷ Produtores cuja sociedade não é controlada ou coligada de concessionários de geração, transmissão ou distribuição de energia elétrica.

A ANEEL, conforme Munhoz e Correia (2003), possui dois principais papéis em relação ao mercado de energia, o primeiro é impedir a concentração de mercado e o segundo, é definir os mecanismos de proteção aos consumidores. Para a efetivação deste último, a ANEEL fixou que as concessionárias ficassem obrigadas a contratar a partir de 1998, no mínimo 95% do total de sua demanda prevista bilateralmente. A partir do ano de 2003, estas obrigações contratuais passaram a ser equivalentes a 75% do total da demanda prevista pelas concessionárias, em 2004 os contratos bilaterais ficariam estipulados em 50%, em 2005 em 25%, ficando extintos a partir 2006 os contratos obrigatórios, conforme o gráfico 1.



A ANEEL com estes contratos iniciais, objetivava introduzir aos poucos a competição no mercado. Com o término de parte destes contratos a partir de 2002, os primeiros leilões de energia elétrica começaram e se formar. Desta forma, tanto a competição entre as geradoras e a fixação do preço da energia elétrica pelo mercado tiveram início e se ampliaram nos anos subsequentes.

1.4 – O Papel do Estado - Desafios ao Planejamento no Setor

No início dos anos 90, observou-se uma tendência de política externa de desverticalização e ampliação da concorrência. Esta situação acarretou em uma substituição de parte das empresas estatais por capitais privados. Cabendo ao Estado, assumir um papel regulador, visando proteger os interesses sociais.

No ano de 2001 o Governo foi obrigado a intervir no setor elétrico, impondo um racionamento consumo, tentando desta maneira, evitar um colapso na oferta de eletricidade, que, a partir de então, tomou força na percepção da característica de serviço público da eletricidade e da importância da intervenção do Governo no setor elétrico para garantir sua oferta. Com isso, o processo de reforma sofreu uma inflexão em 2002. Os programas de privatizações foram suspensos, enquanto o Governo passou a valorizar novamente um controle mais direto na oferta de energia elétrica.

Com o advento da crise de abastecimento de 2001, ficou evidente que a regulação da indústria elétrica brasileira deveria ser acompanhada pela retomada do planejamento governamental.

Como primeiro passo no enfrentamento desta situação, o governo criou em maio de 2001, a Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE) e o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico em julho deste ano.

Em novembro de 2002, o Comitê de Revitalização do Modelo do Setor Elétrico apresentou o Relatório de Progresso nº 4, com recomendações para a superação das falhas encontradas no modelo.

Dentre outras considerações, foram apresentadas medidas tidas como necessárias à revitalização do setor elétrico, de onde se podem destacar os seguintes pontos: a) estabelecimento de um mecanismo de Fixação do preço de curto prazo, retendo a disponibilidade real de oferta; b) limitação das possibilidades de comercialização de energia elétrica por parte de geradores estatais à realização de leilões públicos; c) alteração na regra de definição do valor normativo (preço limite que pode ser repassado às tarifas) de modo a reter as diferenças tecnológicas no parque gerador; d) estímulo ao crescimento do mercado de consumidores livres, buscando aumentar a concorrência na indústria elétrica brasileira; e) realinhamento tarifário e abertura das tarifas em serviços de transmissão, distribuição, comercialização e

geração; f) limites para a auto contratação e participações cruzadas, necessárias após a explosão dessas atividades durante o racionamento e, g) incentivou a diversificação da matriz energética, estimulando a geração térmica de energia elétrica através do uso do gás natural.

Por outro lado, Sauer (2002) apresentou um diagnóstico independente para a indústria elétrica brasileira. Segundo ele, as dificuldades encontradas no setor elétrico eram resultados da potencialização das falhas de mercado pelo modelo de competição adotado e pelo esvaziamento da atividade de planejamento energético ao longo da década de 1990. Conforme ele, a expectativa de que o mercado de curto prazo seria capaz de gerar os sinais econômicos para a expansão eficiente da oferta de eletricidade revelou-se infundada. Mesmo porque, a instituição do mercado foi acompanhada de uma grande volatilidade no preço, que aumentou a incerteza e comprometeu a interpretação de qualquer sinal de oferta. Volatilidade esta, que pode ser explicada em parte, pela conjuntura do setor elétrico brasileiro no momento das reformas.

Uma condição necessária para a introdução da competição no setor elétrico brasileiro segundo Araújo (2001), seria a existência conjunta de: a) margens de capacidade ociosa no sistema de geração, transmissão e distribuição e b) crescimento lento da demanda e oferta abundante de gás barato⁸. Entretanto, tais condições não se fizeram presentes no caso brasileiro, e o comportamento dos preços no mercado de curto prazo demonstrou de fato, a grande volatilidade verificada.

Com a publicação da Medida Provisória nº 144, de dezembro de 2003, novas diretrizes se estabeleceram para o setor elétrico brasileiro, voltando o planejamento estatal para uma posição central na garantia da qualidade tarifária e eficiência econômica, que segundo o Ministério de Minas e Energia (2003), promoverá a reestruturação do planejamento de médio e longo prazo, incorporando mecanismos de contestação de preço na escolha da trajetória da expansão.

O planejamento de expansão no setor elétrico brasileiro que era constituído até a década de 1900 dentro de um ambiente de monopólio estatal, determinativo e alinhado com as políticas públicas do Governo para a indústria elétrica brasileira, passa no decorrer desta década, a ocupar um papel majoritariamente indicativo, já que o ingresso de agentes privados no setor descentralizou as decisões.

⁸ Dada a importância estratégica das térmicas com ciclo combinado como alternativa tecnológica.

Observou-se que apenas os empreendimentos em linhas de transmissão, que envolviam a rede básica e eram considerados inadiáveis, continuariam por parte do Governo.

Dentro deste novo contexto, conforme Kazay (2001), o Ministério de Minas e Energia passa a ser responsável pelo planejamento e tem atuado, principalmente, como um elemento catalisador na busca pela redução das incertezas envolvidas e de maneira a aproximar a trajetória da expansão de soluções eficientes.

Em agosto de 1997 foi instituído com a Lei nº 9.478, o Conselho Nacional de Política Energética. Vinculado à Presidência da República, este órgão era presidido pelo Ministério de Minas e Energia. Dentre suas atribuições, destaca-se a de rever periodicamente as matrizes energéticas.

Em 10 de maio de 1999, através do Art. 1º da Portaria nº 150, o Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE), foi criado pelo Ministério de Minas e Energia, este comitê possuía como atribuição, coordenar a elaboração do planejamento da expansão dos sistemas elétricos brasileiros, de caráter indicativo para a geração, consubstanciado nos Planos Decenais de Expansão e nos Planos Nacionais de Energia Elétrica de Longo Prazo.

Como aconteceu um atraso na implementação do CCPE (que só ocorreu em outubro de 2000), as primeiras projeções da matriz energética brasileira foram concluídas somente em 2001, visando os anos de 2005, 2010 e 2020. Tais projeções tiveram como foco a análise de quatro aspectos considerados fundamentais: 1º - demanda final de energia por fonte; 2º - demanda intermediária de energia, tendo em vista a demanda final e os rendimentos dos centros de transformação; 3º - produção, exportação e re-injeção de energia e, 4º - importação de energia, considerando a variação de estoque nula.

De acordo com o CCPE (2003), possuindo como base as projeções para a matriz energética brasileira, o plano indicativo de expansão da oferta de energia elétrica, objetiva propiciar aos possíveis empreendedores, um quadro de decisões em bases racionais e com os riscos devidamente avaliados. Estas projeções incorporam a análise de alternativas para a expansão do sistema gerador, considerando os empreendimentos hidrelétricos e termelétricos, levando-se em conta: a) o estágio de implementação das obras; b) a disponibilidade dos troncos de transmissão; c) a

possibilidade de importação de energia, e d) o uso de fontes alternativas de energia. A partir dessas informações e das manifestações de potenciais empreendedores, é possível compor o programa de licitação de concessões de usinas hidrelétricas, os programas de realização de estudos de inventário do potencial hidrelétrico e de viabilidade.

Para o CCPE (2003), três foram os cenários de demanda considerados nas projeções da evolução do consumo de energia elétrica dentro do Sistema Interligado Nacional:

- 1º. Cenário Mercado Alto - dado quando ocorre o crescimento sustentado da economia, em outros termos, quando a capacidade de investimento da economia nacional é liberada de todos os gargalos estruturais e conjunturais;
- 2º. Cenário Mercado de Referência - dado pela perspectiva de que a economia evolua por uma trajetória intermediária a dos outros cenários, seria o cenário desejável, em razão da pequena probabilidade de o país ingressar em um ciclo de crescimento sustentado sem uma etapa transitória (seria a trajetória mais provável); e
- 3º. Cenário Mercado Baixo - definido pela continuidade da tendência histórica recente, onde o Brasil continuaria apresentando taxas de crescimento econômico semelhantes às das duas últimas décadas, marcadas por uma prolongada retração de investimentos internos e externos, consequência da incapacidade de recuperação da poupança e da ocorrência de pressões inflacionárias, assim como de adversidades no âmbito da economia internacional.

Para se construir estes cenários, duas possibilidades extremas à evolução da economia ao longo da década foram consideradas pelo CCPE (2003): o crescimento sustentado e a tendência histórica recente. Para o planejamento de expansão da oferta, dois cenários foram considerados:

- 1º. Cenário Legal - que incorpora os empreendimentos segundo informações e compromissos sociais determinados por decisões de governo e regulamentação junto à Aneel; e
- 2º. Cenário Necessário - inclui apenas as usinas existentes (em operação, motorização, construção e/ou aguardando outorga), acrescentando as

demais nas datas em que se tornam necessárias para ajustar oferta e demanda, sob o critério de equilíbrio entre os custos marginais de operação e de expansão do setor.

Dito isto, é possível determinar dois tipos de dificuldades que precisam ser superadas em relação ao planejamento para o setor elétrico brasileiro. A primeira diz respeito à escassez e a baixa qualidade dos dados disponíveis e a segunda, leva em conta o tratamento metodológico adotado que precisa ser estendido.

Segundo Bajay (2003), as principais críticas ao tratamento metodológico dos dados, estão nas projeções da matriz energética - que foram elaboradas sob uma perspectiva setorial⁹, sem simular eventuais novas políticas públicas, sobretudo políticas energéticas e trajetórias tecnológicas alternativas. Os planos decenais, cujas principais críticas dizem respeito à utilização do artifício da usina energeticamente equivalente, e a pré-definição do custo marginal de expansão do sistema. O autor, ainda argumenta que a representação simplificada de uma usina fictícia poderia ser substituída por um conjunto de usinas hidroelétricas que representem o sistema de uma mesma bacia hidrográfica, com regimes hidrológicos semelhantes e com reservatórios operando em paralelo.

Em relação às projeções efetuadas em 2001, ainda conforme o mesmo autor, a crítica principal está no fato de que se trabalhou apenas com um cenário de desenvolvimento, denominado cenário de referência, para o qual foram assumidas taxas médias de crescimento anual do PIB de 4,6% para o período 2001 - 2005; 4,8% para o período 2006 - 2010 e de 5,1% para o período 2011 - 2020, ou seja, um cenário flagrantemente otimista face ao comportamento histórico do PIB nas duas últimas décadas. Outro ponto destacado pelo autor, diz respeito às projeções de 2001, nestas não foram empregados modelos de otimização ou de simulação nos estudos da expansão da oferta de energia, sendo o equilíbrio entre a demanda e a oferta alcançado através de um processo de tentativa e erro.

Bajay (2003), em sua avaliação do planejamento do setor elétrico brasileiro, sugere o emprego de modelos integrados de equilíbrio geral e setorial, pois, estes modelos permitem a simulação de evolução macroeconômica e o detalhamento do comportamento específico do setor energético.

⁹ Setores elétrico, de petróleo e de gás.

Em se tratando da qualidade das informações disponíveis sobre o setor elétrico brasileiro, existe o reconhecido problema de falta de dados, ou estes são incompletos, e a questão da confiabilidade dos dados. Fato que prejudica o planejamento do setor. Uma alternativa a esta situação, em acordo com Bajay (2003), seria buscar as informações necessárias no próprio ambiente de mercado. Toda transação comercial é resultado do confronto entre expectativas de demanda e oferta e o monitoramento de tais atividades permite inferir a percepção média do mercado sobre o futuro.

Outro problema encontrado por este autor, está na atual estrutura orgânica do Ministério de Minas e Energia, que não dispõe de quadros suficientes para manter o esforço de análise e planejamento sob condições satisfatórias, dificultando a melhoria da qualidade dos dados. Sendo assim, propõe-se nesse sentido, uma reestruturação do Ministério de Minas e Energia e a criação de um órgão de apoio para as atividades de planejamento.

A Medida Provisória nº 144, de dezembro de 2003, estabelece que o Ministério de Minas e Energia deva promover uma reestruturação do planejamento do setor, incorporando mecanismos de contestação de preço na escolha das possíveis trajetórias. Priorizando os contratos de longo prazo, dentro de um ambiente de comercialização regulado e diferenciando os contratos que envolvam energia elétrica gerada por usinas já existentes, e daqueles que negociam energia proveniente da expansão da capacidade instalada, permitido desta forma a obtenção de informações detalhadas sobre as expectativas de diferentes aspectos do mercado.

A reestruturação institucional do setor elétrico brasileiro foi redirecionada a partir de março de 2004¹⁰. Dentre os diversos objetivos estruturais, este novo processo tem como finalidade básica assegurar os investimentos privados na expansão da oferta de energia elétrica, diante da perspectiva de crescimento do mercado e da percepção da incapacidade do Estado em atender a escala de investimento necessária para suprir esta demanda. Entretanto, o ingresso dos recursos privados deve ser regulado conforme as características setoriais, levando-se em conta a viabilidade da competição em alguns segmentos da indústria de energia elétrica e a existência de monopólios naturais em outros. Sendo assim,

o modelo comercial do mercado de energia elétrica foi redesenhado para que os compradores e vendedores estabelecessem seus

¹⁰ Formalizado pelas Leis 10.847 e 10.848 de 15 de março de 2004.

negócios em Ambiente de Contratação Regulado (ACR) e outro Ambiente de Contratação Livre (ACL). Ressalta-se ainda, que as concessionárias de distribuição devem necessariamente comprar energia no mercado regulado, por meio de realização de leilões públicos, ao passo que os demais agentes¹¹, podem negociar sua demanda livremente no ACL. Para isso, foi criada a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) que possui, entre outras, as seguintes funções: i) realizar os leilões de compra e venda de energia elétrica; ii) definir o preço de mercado (spot) para a energia elétrica de modo a refletir o custo marginal do sistema; iii) oferecer condições para a comercialização da energia não contratada no ambiente regulado, ou seja, no ACL; iv) fazer a medição comercial, a contabilização e a liquidação da energia transacionada; e v) desenvolver e aperfeiçoar as regras de mercado (Correia et al. 2006: 4).

As novas regras de comercialização e de planejamento, introduzidas pelo novo modelo institucional, têm sido amplamente debatidas pela sociedade. Correia et al (2006), explica que o risco de a trajetória atual não conseguir bons resultados, no que se refere à garantia da retomada dos investimentos para o atendimento da expansão da demanda sob condições de modicidade tarifária, tem mantido os holofotes da imprensa direcionados para a evolução de cada um dos seus estágios de implementação. Desta forma, o resultado dos dois primeiros leilões para compra de energia no Ambiente de Contratação Regulada (ACR) tem provocado interpretações diversas e contraditórias, refletindo as muitas variações entre as expectativas dos diferentes atores setoriais. Por outro lado, poucas análises sobre as regras de funcionamento dos leilões têm sido divulgadas, contribuindo para a formação da opinião, mesmo entre especialistas, de que a alternativa adotada é muito complexa e oferece limites excessivos às informações disponíveis aos agentes, prejudicando a atuação competitiva dos geradores.

Para que tal exercício seja viável, é necessária a existência de um mercado regular, que opere com contratos de longo prazo, dentro de um formato pré-estabelecido que permita a geração de informação pública, compatível com as expectativas reais dos diferentes agentes. Por tanto, a teoria dos jogos (principalmente o mecanismo de leilões), torna-se fundamental ao oferecer as ferramentas necessárias para a construção de um ambiente comercial que forneça informações consistentes, necessárias ao planejamento.

O Governo brasileiro possui atualmente como principal desafio, criar as condições para a que a Indústria Elétrica Brasileira possa iniciar um ciclo sustentado de

¹¹ Consumidores Livres, Comercializadores, Produtores Independentes, Geradores, Importadores / Exportadores e Autoprodutores.

expansão eficiente, em um universo no qual convivem empresas estatais e privadas, com crédito restrito e muitas incertezas.

A partir desta realidade histórica, faz-se necessário realizar uma análise do confronto competitivo entre empresas que atuam sob a lógica privada (maximização dos lucros) com empresas estatais (maximização dos impactos de políticas públicas) na eficiência econômica de longo prazo do mercado de eletricidade. Sendo assim, os conceitos da teoria dos jogos, concorrência potencial, poder de mercado e regulação econômica, se tornam essenciais a este estudo.

CAPÍTULO 2 – TEORIA DOS JOGOS

Este capítulo está subdividido em cinco seções, onde será realizada uma apresentação sucinta da teoria dos jogos e de seus principais conceitos, buscando aprofundar a discussão sobre a competição dentro de oligopólios, como o verificado na indústria elétrica brasileira.

Sabe-se que como principal característica, os oligopólios apresentam uma percepção de competição impregnada nos agentes do mercado. Ou seja, dada uma determinada estrutura de oligopólio, os agentes reconhecem a interdependência entre as suas diferentes possibilidades estratégicas e a de seus rivais.

Deve-se deixar claro, que também existe um conflito de interesses entre os vários participantes do mercado, uma vez que estes disputam recursos escassos, sejam os insumos ou a capacidade de compra dos consumidores.

Sendo assim, a TJ pode prestar um auxílio valioso à análise econômica. Este capítulo possui como foco de estudo a competição oligopolista, a partir da abordagem clássica dos problemas de duopólio apresentado por Cournot e Stackelberg.

2.1 – CONCORRÊNCIA

O conceito de concorrência nos mercados é inerente à lógica capitalista em que a tendência natural de todo comerciante é maximizar seu lucro ao longo do tempo, e a de todo comprador é buscar o menor preço possível. Da interação existente entre os agentes de mercado, provêm a concorrência¹².

¹² O termo concorrência, deve ser entendido aqui como uma interação estratégica entre os agentes de mercado, que buscam obter os mecanismos necessários (vantagens competitivas) para a obtenção dos lucros.

Há casos onde, as relações entre os agentes e as diversas situações que ela enseja, provêm de diferentes tipos de mercado, aos quais podemos destacar, o monopólio e o oligopólio.

A concorrência pode ser descrita de forma mais simples como a disputa entre produtores de um mesmo bem ou serviço com vistas a conquistar a maior parcela do mercado possível. Possuindo como principais variáveis na orientação do jogo mercadológico: o preço, a qualidade do produto, a disponibilidade nos pontos de venda e a imagem de que o produto possui junto aos consumidores.

De acordo com Possas (1996), a concorrência pode ser caracterizada como um processo de constante criação, mesmo que este processo não possua uma constância e, apresente assimetrias competitivas entre agentes. Este processo, ainda segundo o autor, possui dois movimentos principais, um ativo, de criação e diferenciação das vantagens e estratégias competitivas em busca de lucros extraordinários, e um outro passivo, expresso pela difusão das alternativas vencedoras entre os agentes que buscam assimilar as inovações de seus adversários.

Desta forma, as situações de ajustamento ou eliminação de lucros extraordinários ou monopolistas não podem ser ignoradas. Para Possas (1996), a concorrência só pode ser compreendida na sua essência quando focalizada na sua dimensão ativa, em busca de lucros e vantagens competitivas que não venham a ser completa e rapidamente diluídas.

Aquí, interessa compreender como ocorre a concorrência dentro da indústria elétrica brasileira. A criação recente de um mercado de energia elétrica aponta como item fundamental a concorrência. Faz-se necessário destacar também, a necessidade de buscar alternativas tecnológicas, novas fontes de geração energética e ferramentas de comercialização e de operação. Outro fator de destaque está na importância dos agentes na busca por um gerenciamento eficiente para a atual capacidade instalada, com o objetivo de evitar seu esgotamento.

Se for permitido, que o mercado venha a percorrer um processo de seleção natural (movimento passivo), em teoria, as técnicas produtivas ótimas teriam sua difusão favorecida, e ocorrerá um equilíbrio de longo prazo sem a existência de lucros extraordinários. Contudo, os agentes promoverão um esforço constante de se diferenciarem dos demais na tentativa de obterem maiores lucros, excluindo desta

forma a garantia de uma trajetória eficiente. Sendo assim, o mercado perde sua característica de instrumento de ajuste ao equilíbrio ótimo automático, e passa a ser o “*locus*” da concorrência.

Ao se estudar os agentes de mercado, levam-se em conta, que estes são racionais, e analisam o mercado¹³ de maneira racional, avaliando-o segundo sua percepção. Como não convivemos em um ambiente de concorrência perfeita, a existência de incerteza é comumente reconhecida como fator de indeterminação dos processos econômicos e, portanto, sua trajetória não pode ser suficientemente explicada ou prevista segundo as relações de causalidade determinística, ou de inferência probabilística.

Assim sendo, resta aos agentes, tomarem suas decisões tendo como base suas experiências passadas e suas expectativas quanto o futuro. Pois, segundo Burlamaqui e Fagundes (1996), pode-se afirmar que a racionalidade de seus movimentos econômicos é limitada e conspira pela adoção de mecanismos de análise e decisão estáveis, expressos na forma de rotinas empresariais. Segundo estes autores, um comportamento pode ser considerado racional quando é resultado de uma deliberação apropriada. Em resumo, argumentam que a combinação entre incerteza (do ambiente) e a complexidade (do processo decisório), permite a adoção de uma racionalidade limitada para os agentes, que desta forma, necessitam de uma articulação entre estratégias, políticas e mercados.

O ambiente competitivo em sua estrutura¹⁴ aliado ao componente temporal¹⁵, têm como resultado a incerteza de mercado.

2.1.1 – Mercados Perfeitos e Imperfeitos

Como definido anteriormente, é no mercado que os agentes econômicos se encontram e é a partir dele que os lucros são realizados pelas transações comerciais.

¹³ Entendido aqui como ambiente competitivo.

¹⁴ Responsável pela determinação do nível de informações disponíveis a cada agente.

¹⁵ A característica temporal das atividades econômicas, é responsável pelo fato dos agentes econômicos serem obrigados a trabalhar com base em suas expectativas sobre o futuro.

Para este trabalho, vamos nos ater ao mercado de energia elétrica, onde os geradores ofertam a energia produzida aos distribuidores, que em um segundo momento ofertam o produto ao consumidor final.

Também vimos que as relações de mercado possuem diversas imperfeições. A teoria econômica, com o intuito de estudar fenômenos específicos que não sofram influências das falhas de mercado, descreve um ambiente conhecido como concorrência perfeita, onde as seguintes premissas são levantadas: 1º - a informação é completa e perfeita; 2º - existe um grande número de compradores e vendedores, e eles não podem influenciar o mercado; 3º - livre mobilidade de bens, capital e mão-de-obra; 4º - os bens e serviços, e os fatores de produção são perfeitamente homogêneos; e 5º - preço-limite (definido pelo mercado), nenhum produtor consegue vender seu produto a um preço mais alto, ou influenciar no preço do produto.

Neste tipo de mercado, segundo Varian (1999) o confronto de interesses entre consumidores e vendedores é representado por uma curva de demanda e uma de oferta, que convergem automaticamente para o equilíbrio ótimo de *Pareto*, que ocorre pela possibilidade de crescimento contínuo da oferta e pela ausência de incertezas no modelo.

Segundo Keynes (1983), no mercado real (imperfeito), as firmas buscam uma combinação ótima entre exigibilidade e segurança, esta situação, aliada à necessidade de se administrar incerteza com escassez de informações possui como resultado aos agentes econômicos, trabalharem em um mercado que se encontra fora do nível de pleno emprego. O autor argumenta ainda, que para fazer frente às incertezas de mercado, os agentes econômicos possuem uma demanda por liquidez monetária, que ocorre pelos motivos precaução¹⁶, especulação¹⁷, negociação¹⁸ e renda¹⁹.

¹⁶ O motivo-precaução - visa atender às contingências inesperadas e às oportunidades imprevistas de realizar compras vantajosas, e conservar um ativo de valor fixo em termos monetários para honrar uma obrigação estipulada em moeda.

¹⁷ O motivo-especulação - varia de modo contínuo em função da taxa de juros e das expectativas individuais.

¹⁸ O motivo-negociação - a liquidez pode ser conservada para assegurar o intervalo entre o momento em que começam as despesas e o do recebimento do produto das vendas. A intensidade desta demanda depende do desenho da estrutura de circulação das mercadorias e das tecnologias de produção.

¹⁹ O motivo-renda - representa a garantia de fluxo para a transição necessária entre o recebimento e o desembolso da renda.

Em relação ao crescimento da oferta, observa-se que as plantas produtivas assim como os equipamentos utilizados no processo, possuem como características básicas a indivisibilidade e o tempo de duração associada. Sendo assim, sabe-se que a oferta de produtos não poderá sofrer uma rápida expansão, a não ser que as plantas produtivas sejam projetadas de maneira a serem facilmente desmontadas e reconstruídas sobre uma nova configuração em um curto intervalo de tempo, desta forma, as adaptações da capacidade ocorreriam de maneira uniforme.

Uma estratégia utilizada pelos produtores para ampliar rapidamente a oferta de produtos de forma a evitar que um concorrente invada seu mercado de acordo com Possas (1996), é manter uma reserva de capacidade ociosa planejada, que permitirá ajustes rápidos às flutuações da demanda. Entretanto, a existência de capacidade ociosa possui como desvantagem, custos adicionais para o produtor, que aliados à demanda por liquidez, causam um aumento das exigências de capital para a participação de novos agentes no mercado, criando desta forma uma barreira à entrada no mercado, que conseqüentemente favorece uma concentração da indústria, permitindo desta forma o surgimento de grandes agentes, com maior poder de mercado, que poderá ser utilizados como uma ferramenta estratégica para a competitividade no mercado.

Uma vantagem da concentração da indústria, está no fato de que com menos agentes atuando no mercado, ocorre uma melhor concentração das informações e uma utilização de escalas maiores de produção. Por fim, o preço dos produtos reflete esta situação e pode funcionar como um mecanismo de poder de mercado, que transfere poder de compra dos consumidores aos produtores.

2.1.2 – Oligopólios

Fica claro, que a existência de falhas de mercado favorece uma dinâmica concentradora, dentro do modelo de produção capitalista. Isto ocorre em razão de as empresas maiores possuírem vantagens de escala²⁰. Desta forma, assim como existem

²⁰ As vantagens de escala são resultados da dinâmica imposta pela racionalidade dos agentes e podem, normalmente, ser expressas em economias de escala resultantes de características técnicas do processo de produção, de aspectos na obtenção e manipulação da informação, de condições privilegiadas na negociação com fornecedores e consumidores e, finalmente, na obtenção de crédito.

diferenças de importância entre os componentes responsáveis pelas vantagens de escala, ocorrem diferentes tipos de estruturas de oligopólio, com particularidades e dinâmicas competitivas próprias. Portanto, pode-se dizer que a estrutura de determinado mercado, pode ser descrita segundo as características dos bens ali produzidos e de sua evolução tecnológica.

De acordo com Possas (1985), os oligopólios podem ser descritos a partir da percepção competitiva dos agentes. O autor sugere uma metodologia de descrição dos oligopólios que extrapola a descrição estritamente morfológica. Para tal, se apóia nos índices de concentração do mercado, incorpora considerações sobre os padrões de concorrência, os elementos tecnológicos do produto e sobre a expansão do mercado. Esta metodologia descreve os oligopólios a partir da percepção competitiva dos agentes. Mesmo se tratando de uma abordagem geral, poderá ser utilizada aqui, como um referencial analítico, em razão de captar os fatores essenciais e permitir uma certa maleabilidade dentro de um plano genérico.

Quatro são as estruturas de oligopólio descritas pelo autor. A primeira, caracterizada pela existência de economias de escala importantes à tecnologia de produção de produtos homogêneos, foi denominada oligopólio concentrado. Este, argumenta que a existência de descontinuidades técnicas, impede o crescimento marginal da oferta frente à expansão da demanda, causando uma concentração da concorrência em novos investimentos (tecnologias alternativas de produção ou no aumento da capacidade instalada). Esta estrutura de competição resulta em gastos intensivos de capital e na criação de ferramentas apropriadas de planejamento e administração do risco, em função desta, ser principalmente baseada nas expectativas de mercado.

A segunda estrutura descrita, possui como característica principal, o papel central da diferenciação do produto dentro do processo de concorrência, e foi denominada oligopólio diferenciado. Nesta estrutura, as economias técnicas de escala, perdem importância, e o volume de capital necessário aos investimentos em diferenciação e comercialização do produto, passa a ser a principal barreira à entrada e o elemento concentrador do mercado. Portanto, este é um mercado que está sobre constantes alterações.

Como terceira estrutura, o autor descreve um mercado que combina as características dos oligopólios concentrado e diferenciado, e foi denominado oligopólio misto. Esta estrutura de mercado ocorre quando é possível combinar as economias técnicas de escala, com a diferenciação de produtos, resultando em uma estrutura onde não existem substitutos perfeitos para os diferentes produtos e as barreiras à entrada de novos competidores são muito fortes. Portanto, os agentes que se encontram inseridos neste mercado, podem operar em uma situação de quase-monopólio e possuem um grande poder de mercado.

Por fim, é descrita uma estrutura onde convivem no mesmo mercado empresas de grande porte e competidores marginais (sem qualquer poder de mercado). Para o autor, este oligopólio competitivo se torna possível quando há uma diferenciação dos produtos (ou serviços de comercialização) combinada a uma grande variedade técnica na produção. Este, cita como exemplo, o caso do mercado financeiro onde os grandes bancos convivem com pequenas empresas especializadas que oferecem determinado serviço com grau de refinamento maior.

Neste estudo, o exercício de tentar adaptar a realidade do mercado brasileiro de energia elétrica à proposta levantada por Possas (1985), torna-se muito interessante, pois as atividades inseridas neste mercado se dividem em geração, transmissão e distribuição. O primeiro passo na realização deste exercício, está no estudo das peculiaridades inerentes ao mercado brasileiro.

Mesmo com as reformas liberalizantes realizadas pelo governo, que deram início a uma desverticalização da indústria e criou um mercado energético no país, não tornaram possível um aumento acentuado de competitividade. Sabe-se que devido à característica histórica do predomínio de grandes parques geradores hidrelétricos (com grandes reservatórios e imenso potencial hídrico), as plantas termelétricas se tornaram pouco competitivas, possibilitando o prevalecimento de economias técnicas de escala, em outras palavras o mercado pode ser enquadrado como um oligopólio concentrado. Para que esta situação venha a se alterar, viabilizando uma estrutura de oligopólio competitivo, serão necessárias várias reformas institucionais para o mercado brasileiro de energia elétrica.

Nestes termos, segundo o Ministério de Minas e Energia (2003), o atual modelo, prevê a divisão do mercado entre a energia velha (amortizada) e nova, tornando o ingresso de geradores marginais mais factíveis.

2.2 – FUNDAMENTOS DA TEORIA DOS JOGOS

Uma característica básica das situações onde a TJ pode ser aplicada ocorre em ocasiões em que o resultado final depende essencialmente da combinação das estratégias adotadas pelos adversários (jogadores). Esta teoria estuda o comportamento dos agentes, considerando-os racionais em suas tomadas de decisões. Em resumo, realiza uma análise de possibilidade de equilíbrio para situação onde ocorrem conflitos de interesses. Por este motivo, esta teoria pode ser utilizada em vários tipos de estudos e análises econômicas, mostrando-se como uma ferramenta apoiada no rigor lógico da matemática aplicada, porém, flexível.

No século XIX, Cournot e Bertrand, estudaram as condições de equilíbrio, dada a competição entre um pequeno número de adversários²¹. Estes estudos podem ser identificados como uma primeira formalização de problemas, hoje identificados como sendo parte da TJ. Contudo, os primeiros textos sobre a TJ foram criados pelo matemático francês Émile Borel no início do século XX, que lançou as raízes desse estudo.

Entretanto, foram os matemáticos americano John Von Neumann e o austríaco Oskar Morgenstern, aqueles que conceberam por volta da década de 20 “*The Theory of Games and Economic Behavior*”, uma teoria matemática apurada mesclando economia e organização social aos jogos de estratégia, que admitia que cada jogador desejasse maximizar seu lucro mínimo esperado ou de modo equivalente, minimizar sua perda máxima esperada. Este critério, base da TJ de Estratégia, é baseado em uma visão conservadora do problema, denominado critério do *minimax* ou *maximin*. Foi aplicado

²¹ Os modelos propostos pelos autores serão discutidos com mais detalhes adiante.

em áreas tão diversas, como logística, guerra e defesa, corridas presidenciais, negociações salariais, política e relações internacionais.

Mas, foi após a segunda guerra mundial que a TJ apresentou um crescimento explosivo, com a publicação de trabalhos de fundamental importância para a formalização de seus principais conceitos. Vários foram os trabalhos publicados entre os anos 50 e 60, dentre eles merecem destaque o Equilíbrio de Nash (1951) e o Valor de Shapley (1953).

A partir de então, Kuhn (1997) argumenta que o impacto da TJ no pensamento econômico se tornou evidente na década de 70, especialmente no contexto da organização industrial, de onde a linguagem e as ferramentas da teoria dos jogos migraram do feudo microeconômico, sendo incorporadas pelas demais áreas da ciência econômica.

Dentre os principais conceitos da TJ, desenvolvidos ao longo do século XX, pode-se destacar: o Equilíbrio de Nash; o tratamento da Informação incompleta; a definição de jogos dinâmicos; a análise da repetição; a possibilidade de cooperação e o valor de Shapley.

Resumidamente, para que um jogo possa ocorrer, os seguintes elementos se fazem necessários:

- a) jogadores;
- b) estratégias, traçadas de acordo com as informações disponíveis;
- c) *payoff's*, ou resultados do jogo, e
- d) o equilíbrio atingido.

2.2.1 – Jogos Como Instrumento de Análise de Oligopólios

O principal objetivo da TJ é o desenvolvimento de critérios racionais para seleção de estratégias, as duas hipóteses chave da teoria são: 1º - Ambos os jogadores são racionais, e 2º - Cada jogador só está interessado em maximizar o seu *payoff* (compaixão nenhuma pelo adversário).

A ‘Matriz de Ganhos de um Jogo’ serve apenas para representar os ganhos (*payoff's*) de cada jogador para cada combinação de estratégias escolhida. Caso haja uma estratégia dominante para cada jogador em um jogo, será fácil prever o resultado de equilíbrio deste jogo. Pode-se afirmar isto, em razão da estratégia dominante ser a melhor, não importando o que faça o outro jogador.

A TJ pode ser dividida entre jogos cooperativos²² e não-cooperativos²³. Para o caso específico do mercado de energia elétrica, enquadrado aqui como um oligopólio concentrado, que possui como características básicas, produtos homogêneos e grandes economias de escala, cuja competitividade entre os agentes dificulta a cooperação. Por este motivo, será dada ênfase aos jogos não-cooperativos, que basicamente são dois: o estático²⁴ e o dinâmico²⁵. Um jogo ainda pode ser de informação completa ou incompleta. Desta forma,

nos jogos de informação completa a função *payoff* de cada jogador é de conhecimento comum entre todos os jogadores. Já nos jogos de informação incompleta pelo menos um jogador possui uma incerteza em relação ao *payoff* dos outros jogadores. O jogo também pode ser de informação perfeita ou imperfeita. No jogo de informação perfeita todos os movimentos (decisões) são conhecidos por todos os jogadores. No de informação imperfeita pelo menos algum jogador desconhece o movimento dos outros jogadores (Munhoz e Correia. 2003: 4).

Para que se possa trabalhar com jogos não-cooperativos, deve-se conhecer o conceito de Equilíbrio de *Nash*, muito utilizado para a solução destes jogos.

Como não se encontram equilíbrios de estratégias dominantes com muita frequência, o conceito de equilíbrio criado em 1951 pelo matemático americano John Nash, tornou-se fundamental para a teoria dos jogos.

Conforme Varian (1999), “o equilíbrio de *Nash* se constitui de um par de estratégias: se a escolha do jogador ‘A’ for ótima, dada à escolha do jogador ‘B’, e a escolha de ‘B’ for ótima dada à escolha de ‘A’²⁶”. Desta forma, pode-se interpretar o equilíbrio de *Nash*, como um par de expectativas sobre as escolhas do outro jogador, de

²² O confronto entre os agentes é eliminado, jogam-se uns com os outros, ao invés de uns contra outros.

²³ Desenvolvido por *Jonh Nash* (1951), o teorema do equilíbrio em jogos não-cooperativos ficou conhecido como *Equilíbrio de Nash*.

²⁴ Os jogadores agem ao mesmo tempo, ignorando as ações dos outros.

²⁵ Os jogadores movem-se em seqüência, estando cada um deles consciente das ações anteriores dos outros.

²⁶ Devemos nos lembrar que nenhuma pessoa sabe qual a opção do outro jogador quando for traçar sua própria estratégia.

modo que, quando a escolha de um jogador for revelada, nenhum deles quererá mudar seu próprio comportamento.

Em um equilíbrio de *Nash*: cada jogador faz a escolha ótima, dada à escolha do outro jogador. Esta noção de equilíbrio possui uma boa lógica, mas infelizmente também possui alguns problemas: 1º) um jogo pode ter mais de um equilíbrio de Nash; 2º) o resultado pode não ser sempre eficiente do ponto de vista de *Pareto*²⁷, porém, vai garantir o mínimo que o jogador pode ganhar no jogo; 3º) existem jogos que não possuem, em absoluto, um equilíbrio de Nash para estratégias puras²⁸.

Pense-se em um jogo, permitindo que os agentes randomizem suas estratégias – atribuam uma probabilidade para cada escolha e joguem suas escolhas de acordo com essas probabilidades. Este tipo de jogo, possui um tipo de estratégia conhecida como ‘estratégia mista’.

Para Harsanyi (1967), a capacidade de decisão racional dos diferentes agentes em um jogo depende da disponibilidade de informação. Em jogos com informação incompleta existe incerteza, em maior ou menor grau, sobre os diferentes aspectos do jogo, tais como as estratégias disponíveis para os diferentes jogadores e seus respectivos *payoff*'s. Contudo, cada jogador possui, mesmo que subjetivamente, uma distribuição de probabilidades para cada alternativa possível dos aspectos afetados pela incerteza. Nesse caso, é possível adotar a regra de *Bayes*²⁹ para estabelecer esperanças matemáticas que possam conduzir à um ponto de equilíbrio.

²⁷ O ótimo de *Pareto*, conforme Varian (1999), ocorre quando não há outra escolha capaz de melhorar a situação de ambos os jogadores.

²⁸ Varian (1999) argumenta que em estratégia pura, cada jogador faz uma escolha e a mantém.

²⁹ A ‘Regra de Bayes’, pode ser expressa pela seguinte equação:
$$P\left(\frac{x}{y}\right) = \frac{P\left(\frac{y}{x}\right)p(x)}{\sum_{x \in X} P\left(\frac{y}{x}\right)p(x)}$$
 ou, por

outras palavras: $posteriori = \frac{likelihood \times priori}{evidência}$. “Note que o denominador, que é $P(y)$, é

obtido pela soma do numerador para todos os valores de x . Escrevendo o denominador desta forma, dá-se ênfase ao fato de que todos os termos do lado direito da equação serem condicionados por x . Se considerarmos x uma variável importante, então podemos dizer que a forma da distribuição $P(x/y)$ depende apenas do numerador $P(y/x)p(x)$; o denominador é o fator de normalização, por vezes designado por evidência, para garantir que a soma de $P(x/y)$ seja igual a um.

A interpretação mais freqüente da regra de *Bayes* é a de inverter ligações estatísticas, tornando $P(y/x)$ em $P(x/y)$. Considere que x é uma ‘causa’ e y um ‘efeito’ da causa x . Assumindo que a causa x

Para um jogo dinâmico, as estratégias são adotadas de forma seqüencial, ou seja, cada novo movimento é influenciado por ações adotadas no passado. Desta forma, a posição temporal dos diferentes jogadores na seqüência do jogo possui desdobramentos na distribuição dos *payoff's* ao final do jogo. Característica esta, que será ilustrada adiante pelo modelo de Stackelberg para duopólios.

Segundo Romp (1997), diversas são as situações passíveis de serem examinadas através da ótica da TJ, incluindo as que envolvem interações repetitivas. A princípio a existência de repetições indica a possibilidade de aprendizado e de troca de informações, que possam conduzir à coordenação entre os jogadores. De fato, tanto em jogos com repetições infinitas quanto com repetições finitas, existe a possibilidade de manutenção estável de colusão. Porém, fica evidente que a efetividade desse tipo de equilíbrio depende da credibilidade das ameaças de punição aos agentes que burlarem o acordo.

De outro modo, Osborne e Rubinstein (1994), demonstram que em jogos cooperativos existe a possibilidade de criação de economias através da colaboração entre os agentes, como, por exemplo, na mitigação de riscos comuns. Desta forma, os jogadores são associados a um conjunto de *payoff's*, que deve ser repartido entre os agentes, não importando como tal divisão seja feita. O conflito reside no fato de nenhum participante poder aumentar seu benefício individual sem reduzir o benefício de um ou mais jogadores. Portanto, a solução de equilíbrio é dada pelo ponto onde nenhum jogador ou conjunto de jogadores é incentivado a abandonar o arranjo e não é capaz de obter uma solução melhor. O resultado deste jogo depende do poder de negociação de cada jogador, sendo que esta negociação ocorre através de considerações sobre o impacto da exclusão ou manutenção de cada participante no consórcio de colaboradores. Neste tipo de jogo, os *payoff's* podem ser transferíveis, portanto, é com

está presente, é fácil de determinar a probabilidade do efeito y ser observado; a função de probabilidade condicional $P(y/x)$ – função de verosimilhança (*likelihood* em inglês) – representa esta probabilidade explicitamente. Ao contrário, se observarmos o efeito y , pode não ser tão fácil de determinar a causa x , pois haverá diferentes causas, podendo cada uma delas produzir o mesmo efeito observado. No entanto, a regra de Bayes torna fácil a determinação de $P(x/y)$, considerando que são conhecidas $P(y/x)$ e $P(x)$, designada por *probabilidade a priori* e que exprime a probabilidade de x antes de observarmos qualquer valor de y . Ou seja, a regra de Bayes mostra como a distribuição de probabilidade de x se altera desde *distribuição a priori* $P(x)$, antes se observar y , até *distribuição a posteriori* $P(x/y)$, depois de se observar o valor de y .” (Milho. 2003: 4).

Em resumo, a regra de Bayes, mostra como alterar as probabilidades *a priori* tendo em conta novas evidências de forma a obter probabilidades *a posteriori*.

base no valor de *Shapley*³⁰ que a contribuição marginal de cada jogador é determinada, de tal forma que o impacto da saída, ou da permanência, de cada um no *payoff* dos demais participantes seja igual ao valor de *Shapley*.

O importante aqui, é demonstrar que a TJ pode ser utilizada como instrumental de análise para o mercado de energia elétrica brasileiro, já caracterizado no início do capítulo como sendo um mercado de oligopólio concentrado, auxiliando na tarefa reguladora da ANEEL e tentando ampliar a competitividade deste mercado. A literatura recente, contém várias abordagens do mercado e da concorrência através da TJ, como veremos a seguir.

2.3 – TEORIAS E MODELOS DE LEILÕES

Conforme Wolfstetter (1999), leilões são mecanismos de comercialização cuja principal característica é estabelecer uma dinâmica de transação capaz de conduzir com rapidez à formação do preço de um bem de valor desconhecido. Portanto, são capazes de estabelecer desenhos de mercados que estimulem, através de estratégias ótimas, a revelação de custos de oportunidades e de expectativas sobre o comportamento futuro da demanda e da oferta. Outro fator importante é que a existência de regras claras nos leilões previne o comportamento desonesto entre os agentes.

Por sua vez, Klemperer (2000), em seu teorema das receitas equivalentes, argumenta que os leilões produzem sempre a mesma receita esperada, dados os

³⁰ Conforme Moreira, Luna e Guedes (2002: 77), o “valor de Shapley”, introduzido por L. S. Shapley já foi utilizado em várias aplicações práticas como na distribuição de lucros do serviço nacional de reconhecimento de chamadas (BINA), na alocação da taxa de pouso de aeronaves, na distribuição de custos de bens e serviços públicos e em alocação de custos de reservas de água e suas desvalorizações [C97, LRRS95, S94]. Pela definição de Shapley, o valor da parcela x_i do custo representa estatisticamente a contribuição marginal esperada do jogador i , assumindo que as coalizões se formam

aleatoriamente. Formalmente é dado por:
$$x_i = \sum_{S \subset N} \left\{ \left[(s-1)! \frac{(n-s)!}{n!} \right] * [c(S) - c(S-i)] \right\}$$
. Sendo S

qualquer subconjunto não vazio de N , n a cardinalidade do conjunto N e s a do conjunto S . Verificamos que para cada jogador, precisamos resolver uma soma formada por $(2n-1)$ termos, o que não seria eficiente para valores grandes de n . Além disso, precisamos definir a função característica em todo seu domínio para a obtenção do valor de Shapley, o que também inviabiliza a aplicação deste conceito em instâncias com muitos jogadores. Para vinte jogadores, seria uma soma com um milhão de termos para se ter uma idéia. Para saber mais, ver: SHAPLEY (1953) ou AUMANN e SHAPLEY (1974).

seguintes pressupostos: 1º - os agentes não podem exercer poder de mercado; 2º - a distribuição das informações entre os agentes é simétrica; 3º - os compradores são indiferentes ao risco, e 4º - o valor privado do bem a ser negociado é o mesmo para todos os compradores.

Contudo, Silva (2003), destaca que é possível realizar diferentes configurações de leilão, buscando reduzir o impacto da falta de algum pressuposto, ou se apropriar à imperfeição do mercado para atingir um objetivo desejado. Desta forma, os leilões podem adotar diferentes formatos de acordo com seu objetivo e com as expectativas do leiloeiro. Este autor, ainda sugere uma classificação apoiada em três características dos leilões: natureza, forma dos lances e preço de fechamento.

Os leilões podem variar segundo sua natureza, em: i) leilões de oferta – onde os participantes realizam lances de oferta para vender um bem ao leiloeiro; ii) leilões de demanda - onde compradores fazem lances para adquirir um bem, que o leiloeiro pretende vender, e iii) leilões duplos - que combinam as duas opções, sendo que o leiloeiro é um intermediário entre compradores e vendedores.

Segundo Klemperer (2004), quatro são os formatos clássicos de leilão existentes e que estes serviriam de base para os desenhos efetivamente utilizados nos diferentes mercados:

- a. Leilão fechado de primeiro preço – prevê que cada participante submeta um único lance em envelope fechado, de maneira que as diferentes propostas não sejam conhecidas até o final do processo, quando o objeto leiloado é negociado pelo valor do melhor lance;
- b. Leilão fechado de segundo preço (ou leilão de *Vickrey*) – utiliza a mesma sistemática do anterior, contudo, o preço final do bem negociado é igual ao valor da segunda melhor oferta – correspondente ao custo marginal;
- c. Leilão ascendente (também conhecido por leilão aberto, oral, ou inglês) – o preço é público e aumenta sucessivamente até que apenas um interessado continue ativo e o produto seja vendido pelo último lance, e
- d. Leilão descendente (também chamado de holandês) – funciona de maneira inversa ao anterior – o processo é iniciado com um preço alto, que é reduzido sistematicamente até que o primeiro participante

manifesta sua intenção de realizar a transação – o produto é vendido pelo preço corrente.

Klemperer (2004) explica ainda que é interessante notar o paralelismo existente entre os leilões fechados e abertos. No desenho ascendente a transação é concluída quando o participante marginal se retira do leilão, enquanto no leilão descendente o preço de fechamento é igual ao valor do produto atribuído pelo vencedor. Assim, os leilões ascendentes e descendentes são, algumas vezes, apresentados como leilão aberto de segundo preço e leilão aberto de primeiro preço, respectivamente.

Entretanto, diferentes mecanismos de leilão têm sido utilizados no setor elétrico brasileiro segundo a ANEEL (2005), tanto para a realização de licitações de novos empreendimentos, quanto para a comercialização regular de energia elétrica, a saber:

- a. Leilões de empreendimentos de geração - utilizados em licitações para a construção de novas usinas - realizados de forma aberta e ascendente, e com liquidação uniforme de primeiro preço. Representavam o valor a ser pago pelo direito à concessão do serviço público de geração;
- b. Leilões de empreendimentos de transmissão - realizados em duas etapas, sendo a primeira, organizada de forma fechada; ocorrendo lances semelhantes, inicia-se uma segunda etapa, desta vez aberta, com evolução descendente dos preços, que representam a receita requerida pelos serviços de transmissão;
- c. Leilões de venda da energia elétrica liberada dos contratos iniciais - concebidos para serem realizados durante quatro anos, viabilizando a transição dos contratos anteriores à privatização para o novo modelo. Trata-se de um leilão de demanda, aberto, ascendente, uniforme de primeiro preço,
- d. Leilões de compra de energia elétrica – destinados à comercialização regular de contratos de energia elétrica. São organizados na forma de um leilão de oferta aberto, descendente, uniforme de primeiro preço.

Somando-se aos leilões regulares, ocorreram leilões excepcionais para o ajuste de quotas de consumo durante o racionamento de 2001. Estes leilões foram realizados

diariamente com formato duplo - lances fechados e liquidação uniforme. Em 2003, foi realizado um leilão de demanda, com lances abertos, descendentes e com liquidação uniforme de segundo preço. Este leilão serviu para comercializar o excedente de energia elétrica dos contratos iniciais.

Nesses termos, Wolfstetter (1999) defende que, leilões abertos permitem o aprendizado durante a negociação, sendo assim, a exigência de que os agentes detenham informações prévias, tais como o custo associado a estas, é menor do que a verificada em leilões fechados. Em contrapartida, Ethier et al (1999), argumentam que, o fato dos leilões fechados serem decididos sem a troca de informações entre os agentes durante as transações faz com que os mesmos sejam incentivados a submeterem lances equivalentes aos seus respectivos custos de oportunidade.

A respeito do preço de fechamento, Kahn et al (2001), afirmam que, nos leilões de preço uniforme, uma vez que a remuneração é diretamente relacionada com o lance privado dos participantes, estes fazem com que os lances se efetuem próximos ao custo de oportunidade, como forma de garantir o sucesso da negociação.

No entanto, Sheblé (1999) diz que leilões com preço de fechamento uniforme, determinado pelo primeiro preço, podem gerar preços finais superiores ao valor ótimo. O autor aponta como alternativa, a utilização do segundo preço para fixação do preço de fechamento, com a remuneração final dada pelo último lance perdedor. Porém, Wolfstetter (1999) e Krishna (2002) alertam para o risco dos agentes manipularem o resultado final através de lances fantasmas.

Em leilões com preço de fechamento discriminatório, a utilização de poder de mercado é desencorajada, uma vez que a remuneração está diretamente relacionada com o lance individual de cada agente, argumenta Masili (2004). Porém, este tipo de leilão exige o detalhamento das regras de alocação dos lances e de distribuição do excedente. Sendo assim, Silva (2003) realiza um estudo interessante sobre a utilização de leilões com preço discriminatório, tanto para a maximização da quantidade negociada, quanto do lucro gerado.

2.4 – MODELOS DE ANÁLISE DE OLIGOPÓLIOS

Romp, 1997, apresenta os modelos descritos por Cournot em 1838, Bertrand em 1883 e Stackelberg em 1934.

Cournot, propôs um modelo de estudo de oligopólios, supondo um mercado composto por duas firmas (F_1 e F_2) idênticas, ambas ofertando no mercado um mesmo produto homogêneo. A competição ocorreria através da definição simultânea das quantidades estratégicas ($q_1; q_2$) para a oferta das firmas.

Romp (1997), argumenta que em Cournot, o benefício é baseado nas funções de custo ($cq_1; cq_2$) e na função de demanda, ($p(q)$) onde q é o somatório das quantidades ofertadas em cada firma.

Assim, o preço de mercado é uma variável endógena, sendo definido como o Equilíbrio de Nash que maximiza o benefício de cada firma frente à demanda e a atuação estratégica de seu adversário.

A curva inversa de demanda, representa a demanda total

$$p = \alpha - \beta q \quad (2.1)$$

ou

$$p = \alpha - \beta q_1 - \beta q_2 \quad (2.2)$$

sendo α e β constantes positivas e a oferta agregada é dada por: ($q = q_1 + q_2$). O custo marginal de produção c é constante e o custo fixo é desconsiderado.

O lucro ou benefício (Π_1) da firma (F_1) é expresso por:

$$\Pi_1 = pq_1 - cq_1 \quad (2.3)$$

Se substituirmos a equação (2.2) em (2.3), teremos:

$$\Pi_1 = (\alpha - \beta q_1 - \beta q_2)q_1 - cq_1 \quad (2.4)$$

Da mesma maneira, o lucro ou benefício (Π_2) da (F_2) é dado por:

$$\Pi_2 = (\alpha - \beta q_1 - \beta q_2)q_2 - cq_2 \quad (2.5)$$

Sendo a condição necessária de primeira ordem que maximiza os benefícios de (F_1) e (F_2) , são respectivamente:

$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial q_1} = \alpha - 2\beta q_1 - \beta q_2 - c = 0 \quad (2.6)$$

$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial q_2} = \alpha - 2\beta q_2 - \beta q_1 - c = 0 \quad (2.7)$$

A solução conjunta das Equações (2.6) e (2.7) fornecem os valores ótimos de equilíbrio para a quantidade ofertada de cada firma $(q_1 = q_2)$, onde,

$$\alpha - 2\beta q_1 - \beta q_2 - c = 0 \quad (2.8)$$

$$2\beta q_1 - \beta q_2 = \alpha - c \quad (2.9)$$

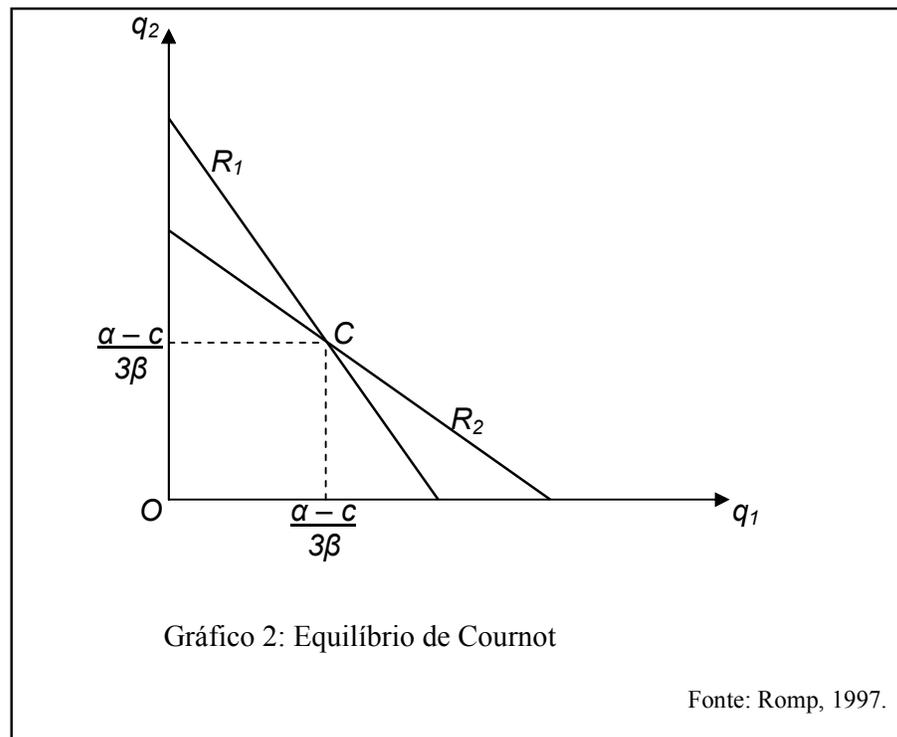
$$3\beta q_1 = \alpha - c \quad (2.10)$$

$$q_1^* = \frac{\alpha - c}{3\beta} \quad (2.11)$$

e

$$q_2^* = \frac{\alpha - c}{3\beta} \quad (2.12)$$

Graficamente, tem-se o equilíbrio de Cournot (C) para o duopólio, onde (R_1) é a curva de reação da firma (F_1) e (R_2) a curva de reação da firma (F_2) , ou seja, cada empresa maximiza seus lucros de acordo com as expectativas que faz sobre a decisão de produção da outra.



Conforme Romp (1997), Bertrand, reviu o problema apresentado por Cournot. Sua análise pode ser aplicada ao mesmo mercado perfeito, com duas firmas idênticas (F_1) e (F_2). Contudo, o mecanismo lógico da competição é alterado. As firmas atuam no mercado fixando o preço do produto, sendo a quantidade transformada na variável endógena que será determinada pelo sistema. Esta alteração lógica faz sentido se as firmas perceberem que seus produtos não são substitutos perfeitos, fato que inviabiliza a utilização deste modelo para análise do setor elétrico brasileiro.

O autor, ainda argumenta que, o mesmo método aplicado a um mercado de bens homogêneos conduz a uma solução equivalente à competição perfeita. A possibilidade de um duopólio atuar sem colusão e com preços iguais aos custos marginais caracteriza o paradoxo de Bertrand³¹.

De acordo com Romp (1997), Stackelberg em seu modelo de oligopólio trabalha com a premissa de que uma firma pode tomar para si uma posição de liderança dentro do mercado, realizando sua escolha antes de seus concorrentes e obtendo como resultado, algo semelhante ao descrito no modelo de Cournot. Entretanto, a restrição de

³¹ Para maiores detalhes sobre o modelo de Bertrand, consulte o apêndice B ao final deste trabalho.

movimentações simultâneas é abandonada por Stackelberg, em favor de um modelo dinâmico de jogo.

A demanda total, assim como no modelo de Cournot, é representada pela curva inversa de demanda:

$$p = \alpha - \beta(q_1 + q_2) \quad (2.28)$$

sendo α e β constantes positivas e a oferta agregada é dada por: $(q = q_1 + q_2)$. O custo marginal de produção c é constante e o custo fixo é desconsiderado.

O lucro ou benefício (Π_2) da firma (F_2) é expresso por:

$$\Pi_2 = pq_2 - cq_2 \quad (2.29)$$

Stackelberg, também assume que cada firma é um agente racional que busca maximizar seu lucro. Desta forma, a competição ocorre através de uma seqüência de decisões deflagradas pela iniciativa da firma líder (F_1) . O benefício da firma seguidora (F_2) , é dado por:

$$\Pi_2 = (\alpha - \beta q_1 + \beta q_2)q_2 - cq_2 \quad (2.30)$$

Diferenciando a Equação (2.30) em relação à (q_2) e igualando a zero (0), tem-se a condição de primeira ordem que maximiza o benefício da firma seguidora. Logo, a geração ótima desta firma, (q_2^*) , é dada por (q_2^*)

$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial q_2} = \alpha - \beta q_1 - 2\beta q_2 - c = 0 \quad (2.31)$$

$$\alpha - \beta q_1 - 2\beta q_2 - c = 0 \quad (2.32)$$

$$2\beta q_2 = \alpha - \beta q_1 - c \quad (2.33)$$

$$q_2^* = \frac{\alpha - \beta q_1 - c}{2\beta} \quad (2.34)$$

A Equação (2.34) é a função de reação da firma seguidora no modelo de Stackelberg. Ela revela a resposta ótima da firma seguidora para qualquer nível de oferta escolhido pela firma líder.

A firma líder maximiza seu benefício sujeito à restrição que representa a curva de reação do seguidor. Este benefício é dado por:

$$\Pi_1 = pq_1 - cq_1 \quad (2.35)$$

Substituindo-se a equação (2.28) em (2.35), resulta:

$$\Pi_1 = (\alpha - \beta q_1 - \beta q_2)q_1 - cq_1 \quad (2.36)$$

Substituindo a equação (2.34) em (2.36) e rearranjando, tem-se:

$$\Pi_1 = \alpha q_1 - \beta q_1^2 - \beta q_1 \frac{(\alpha - \beta q_1 - c)}{2\beta} - cq_1 \quad (2.37)$$

$$\Pi_1 = \alpha q_1 - \beta q_1^2 - \frac{\alpha\beta q_1 + \beta^2 q_1^2 - c\beta q_1}{2\beta} - cq_1 \quad (2.38)$$

Multiplicando a equação (2.38) por 2 e rearranjando, tem-se:

$$2\Pi_1 = 2\alpha q_1 - 2\beta q_1^2 - \alpha q_1 + \beta q_1^2 - cq_1 - 2cq_1 \quad (2.39)$$

$$2\Pi_1 = \alpha q_1 - \beta q_1^2 - cq_1 \quad (2.40)$$

$$2\Pi_1 = (\alpha - c)q_1 - \beta q_1^2 \quad (2.41)$$

$$\Pi_1 = \frac{\alpha - c}{2}q_1 - \frac{\beta}{2}q_1^2 \quad (2.42)$$

A condição de primeira ordem que maximiza o benefício da firma líder é dada, então, como:

$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial q_1} = \frac{\alpha - c}{2} - \beta q_1 = 0 \quad (2.43)$$

Ou seja, sua geração ótima é dada por:

$$\frac{\alpha - c}{2} - \beta q_1 = 0 \quad (2.44)$$

$$\beta q_1 = \frac{\alpha - c}{2} \quad (2.45)$$

$$q_1^* = \frac{\alpha - c}{2\beta} \quad (2.46)$$

Substituindo (q_1^*) na equação (2.34), pode-se redefinir a curva de reação da firma seguidora

$$q_2^* = \frac{\alpha - \beta(\alpha - c) - c}{2\beta} \quad (2.47)$$

$$q_2^* = \frac{\alpha - \frac{(\alpha - c)}{2} - c}{2\beta} \quad (2.48)$$

Multiplicando a equação (2.48) por 2 e rearranjando, tem-se:

$$2q_2^* = \frac{2\alpha - \alpha + c - 2c}{2\beta} \quad (2.49)$$

$$q_2^* = \frac{\alpha - c}{4\beta} \quad (2.50)$$

Sendo assim, o equilíbrio de Stackelberg é definido pela seguinte curva inversa de demanda:

$$p^* = \alpha - \beta(q_1^* + q_2^*) \quad (2.51)$$

Substituindo as equação (2.46) e (2.50) em (2.51), resulta:

$$p^* = \alpha - \beta\left(\frac{\alpha - c}{2\beta} + \frac{\alpha - c}{4\beta}\right) \quad (2.52)$$

$$p^* = \alpha - \beta\left(\frac{2\alpha - 2c + \alpha - c}{4\beta}\right) \quad (2.53)$$

$$p^* = \alpha - \beta\left(\frac{3\alpha - 3c}{4\beta}\right) \quad (2.54)$$

E, rearranjando, tem-se:

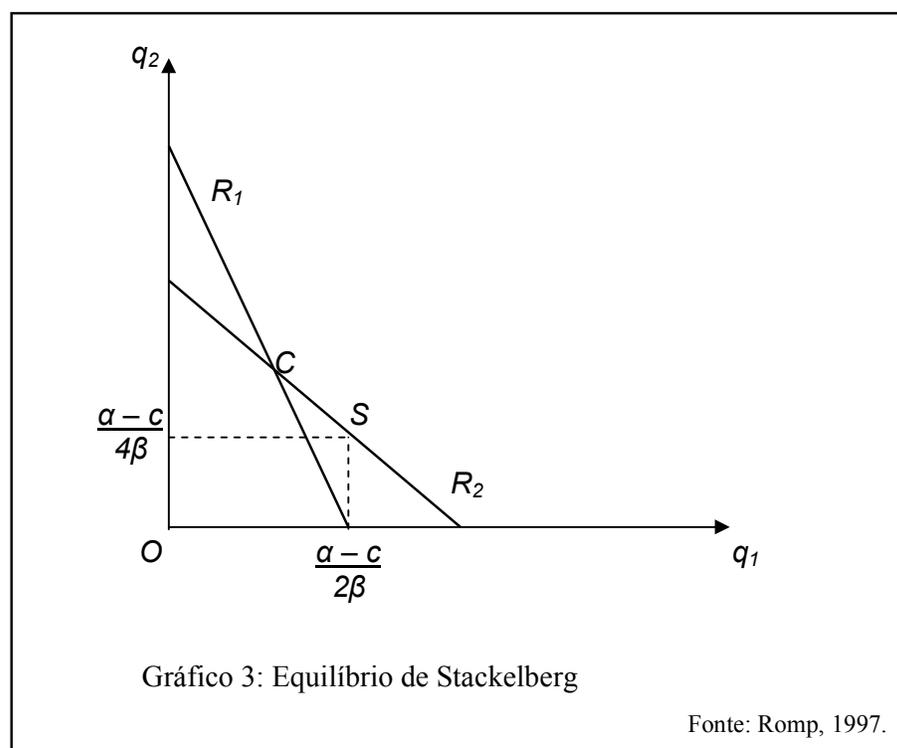
$$p^* = \alpha - \frac{3\alpha\beta + 3c\beta}{4\beta} \quad (2.55)$$

$$p^* = \alpha - \frac{3\alpha + 3c}{4} \quad (2.56)$$

$$p^* = \frac{4\alpha - 3\alpha + 3c}{4} \quad (2.57)$$

$$p^* = \frac{\alpha + 3c}{4} \quad (2.58)$$

O gráfico 3 ilustra o equilíbrio de Stackelberg (S) para o duopólio, onde (R_1) é a curva de reação do líder e (R_2) a curva de reação do seguidor. Como se pode perceber, o modelo de Stackelberg conduz normalmente a um resultado diferente daquele que seria encontrado aplicando o raciocínio de Cournot. Demonstrando, portanto que, as soluções possíveis em um ambiente de oligopólio dependem da racionalidade e das estratégias adotadas pelos agentes. Também se pode ressaltar que o preço de equilíbrio em Stackelberg (S) é menor do que em Cournot (C), enquanto o benefício do líder cresce em detrimento do benefício da firma seguidora.



De forma geral, Cournot, propôs um modelo onde o preço de mercado é uma variável endógena, sendo definido como o Equilíbrio de Nash que maximiza o benefício de cada firma frente à demanda e a atuação estratégica de seu adversário.

A utilização do modelo descrito por Bertrand, se torna inviável a este estudo em razão de alterar o mecanismo lógico da competição, colocando as firmas que atuam no mercado fixando o preço do produto e fazendo da quantidade a variável endógena, determinada pelo sistema. Esta alteração lógica só faz sentido se as firmas

perceberem que seus produtos não são substitutos perfeitos, fato que não ocorre no mercado em questão.

O modelo descrito por Stackelberg, se diferencia dos demais, por aceitar a premissa de que uma firma pode tomar para si uma posição de liderança dentro do mercado, fazendo sua escolha antes de seus concorrentes, abandonando desta forma a restrição de movimentações simultâneas, adotada por Cournot, em favor de um modelo dinâmico de jogo. Como cada firma é um agente racional que busca maximizar seu lucro, a competição ocorre através de uma seqüência de decisões deflagradas pela iniciativa de firma líder. O resultado obtido apesar de semelhante ao descrito no modelo de Cournot, se diferencia deste, ao demonstrar que as soluções possíveis em um ambiente de oligopólio dependem da racionalidade e das estratégias adotadas pelos agentes. Pode-se ressaltar ainda, que o preço de equilíbrio em Stackelberg é menor do que em Cournot, enquanto o benefício do líder cresce em detrimento do benefício da firma seguidora.

Descritas as peculiaridades de cada modelo, percebe-se que a escolha do modelo de competição mais apropriado vai depender tanto do enfoque que se busca imprimir à análise, como das características inerentes ao mercado estudado. Desta forma, para o caso da indústria elétrica brasileira, enfocando o comportamento dos agentes em função da eficiência econômica³², pode-se adotar dois exames distintos, mesmo que relacionados, em relação ao comportamento dos agentes.

A primeira abordagem seria uma análise da eficiência econômica no curto prazo. Esta apreciação depende da suposição de que a capacidade de oferta e demanda da firma, são dados exógenos, definidos historicamente. Esta metodologia retrata o mercado de maneira a permitir a verificação da realização ou não, de cada um dos diferentes elementos que constituem a eficiência econômica. Este processo permite que diferentes cenários de oferta e demanda sejam estudados, tornando possível a realização de vários diagnósticos de suscetibilidade para os vários parâmetros do mercado³³.

Uma outra abordagem, foca o processo de expansão da oferta e da demanda e seus condicionantes. Ou seja, preocupa-se com a trajetória do mercado e com a

³² Dado os elementos descritos por Campante e Fernandes (1998).

³³ Este método é conhecido, na literatura econômica, como estática comparativa.

dinâmica da realização de novos investimentos e da adoção de novas tecnologias. Trata-se de uma análise da eficiência a longo prazo, preocupação fundamental e ênfase deste estudo.

CAPÍTULO 3 – APLICAÇÃO DOS MODELOS DE JOGOS NO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Neste capítulo, serão discutidas especificidades do mercado brasileiro gerador de energia elétrica, levando-se em conta a atual estrutura mista que se formou e suas peculiaridades.

Realizar-se-á também, uma discussão em torno dos modelos de oligopólio. Primeiramente serão pontuadas algumas considerações rápidas a respeito do modelo de Cournot e o equilíbrio de curto prazo, para finalmente, tratar do processo de expansão da oferta e da demanda de energia elétrica e seus condicionantes. A preocupação aqui é entender a dinâmica do equilíbrio de longo prazo, que será abordada, através do modelo descrito por Stackelberg em 1934.

Por fim, serão pontuadas algumas considerações sobre o modelo de Stackelberg com participação estatal.

3.1 – ESPECIFICIDADES DO MERCADO

No primeiro capítulo, vimos que a eficiência da indústria elétrica brasileira depende da combinação de alternativas ótimas, em todas as atividades da cadeia produtiva. Como a transmissão e a distribuição, são monopólios naturais, as esperanças de obtenção de eficiência econômica residem principalmente em uma boa regulação estatal.

No caso do setor de energia elétrica brasileiro, a geração deve ser vista como o principal campo potencial para a existência de concorrência. Neste sentido, faz-se necessário, analisar diferentes possibilidades de configuração para a concorrência neste segmento.

Observou-se, que a geração no Brasil é dominada por um grupo pequeno de grandes empresas que operam grandes reservatórios hidrelétricos com consideráveis

economias de escala. Esta estrutura configura claramente um ambiente de oligopólio concentrado, como destacado por Possas (1985). Desta maneira, os agentes reconhecem que a competição em seu mercado é marcada pela interdependência entre as estratégias e os resultados das firmas participantes do mercado. Fato que conforme Romp (1997), viabiliza a utilização do instrumental da TJ, com certa frequência, para a análise destes mercados.

Fundenberg e Tirole (1996), argumentam que a utilização da TJ pode auxiliar na compreensão da dinâmica do mercado e do comportamento dos agentes. Conforme apresentado, a literatura apresenta três modelos clássicos de oligopólio: Cournot, Bertrand e Stackelberg, que diferem entre si, pela lógica como os agentes operam na concorrência, resultando em equilíbrios distintos, entre a oferta e a demanda deste mercado.

3.1.1 – Considerações Sobre Concorrência com Estrutura Mista

Como visto anteriormente, fica claro que a expansão da oferta de energia elétrica é uma condição necessária para o crescimento e o desenvolvimento econômico brasileiro, sendo assim, pode-se afirmar que a indústria elétrica brasileira possui uma posição fundamental ao funcionamento da economia nacional e no bem-estar da população. Esta importância estratégica foi responsável pelo início das reformas estruturais que ocorreram na década de 1990, possuindo como principal desafio, o estabelecimento de condições que assegurassem a ampliação da oferta de eletricidade dentro de uma trajetória economicamente eficiente.

No entanto, devido às vicissitudes puras do desenho da atual indústria elétrica nacional, expressas pelo monopólio estatal de distribuição e transmissão, ou pelo mercado gerador que se encontra em uma posição mista com empresas públicas e privadas formando um mercado concentrado de oligopólio, possuem fragilidades significativas. A experiência brasileira demonstra que a administração estatal, centrada no planejamento de longo prazo, possui um viés ao sobre investimento, e demonstra uma política setorial repetidamente originada por políticas macroeconômicas de controle inflacionário e atração de divisas internacionais.

Percebe-se que uma estrutura competitiva de livre mercado se torna imperfeita e reprimida, em razão de uma prática abusiva de poder de mercado por parte das empresas privadas. Desta forma, se a regulação estatal se mostrar incapaz de acompanhar as manobras evasivas da iniciativa privada, deveríamos ver a adoção de uma estrutura mista, ignorada a priori pela ideologia corrente, como uma alternativa a ser adotada.

Dada a atual estrutura mista da indústria elétrica brasileira, pretende-se com este estudo, realizar um debate sobre a possibilidade efetiva de se promover a eficiência econômica neste mercado.

Como mencionado, o modelo de mercado de geração apresentado não contém diferenças intertemporais entre a decisão de investimento, a realização da demanda e a incerteza resultante. Sendo assim, ele tem como objetivo coligar elementos da racionalidade dos agentes na concorrência e suas influências na eficiência econômica do mercado.

Percebeu-se anteriormente, que as sinalizações de mercado, expressas através de promessas e ameaças, influenciam o comportamento competitivo dos agentes, portanto, estas podem ser incorporadas pelo Estado, com o intuito de contestar o poder de mercado dos oligopólios e facilitar o esforço regulatório. Tendo em vista a permanência de firmas estatais operando sob a lógica pública, pode conduzir o comportamento estratégico dos agentes para uma trajetória economicamente eficiente. Porém, o risco da atuação do Estado inibir investimentos privados através do efeito deslocamento, não deve ser descartado. Por este motivo, é curioso analisar a possibilidade de ajustes na participação efetiva das estatais na geração elétrica.

A configuração de um mercado de contratos de longo prazo seria uma possível alternativa para este mercado. Ou seja, a realização de acordos comerciais com os consumidores, seria suficiente para estabelecer o nível de oferta de energia e o preço de mercado, uma vez fixada a oferta agregada, as estatais poderiam negociar os contratos com os agentes privados, modulando a participação pública no mercado. Com isto, o Estado pode garantir a flexibilidade necessária para atuar dentro do mercado como um agente contestador. No entanto, a utilização deste mecanismo, depende da consolidação de um mercado de longo prazo.

Em razão da grande volatilidade do preço ‘*spot*’ da energia elétrica, a utilização de prazos mais longos nos contratos de eletricidade tem sido dificultada. Isto ocorre, em função de a percepção de risco dos agentes ser elevada, predominando a incerteza sobre o comportamento futuro dos preços. Neste sentido, a implementação do comprador único no mercado de energia elétrica, pode conferir maior poder ao lado da demanda e viabilizar a expansão dos prazos de contratos.

Consolidado o mercado a termo, o setor elétrico precisará de mecanismos para permitir a livre negociação de contratos entre os agentes privados e estatais. É importante lembrar que a atuação do Estado na produção de eletricidade visa contestar a prática de poder de mercado, mas deve evitar inibir a iniciativa privada no setor.

A utilização de leilões periódicos de contratos pode garantir a flexibilidade necessária para a modulação da participação estatal no mercado e permitir a apreensão de informações extras sobre o comportamento da demanda e da oferta de eletricidade. Como a realização de transações comerciais envolve, necessariamente, a troca de informações, os leilões podem ser formatados de maneira a revelar um conjunto particular de informações que se julgue interessante.

Desta forma, um estudo futuro sobre a teoria dos leilões pode auxiliar na elaboração de um ambiente de comercialização de contratos de energia elétrica que permita ao Estado e às empresas estatais obterem informações sobre o comportamento da demanda e sobre o nível de oferta das empresas privadas.

3.2 – A TEORIA DOS JOGOS E O MERCADO GERADOR DE ENERGIA

Vários tipos de jogos podem ser criados para que o mercado de energia elétrica possa ser estudado, a proposta aqui, é analisar o setor de geração de energia elétrica, sob a ótica dos modelos oligopólio descritos por Cournot em 1838, Bertrand em 1883 e Stackelberg em 1934, para verificar qual destes modelos melhor se encaixa à realidade do parque gerador de energia elétrica brasileiro. No entanto, a literatura recente, contém várias abordagens deste mercado e da concorrência nele existente, utilizando o instrumental da teoria dos jogos.

Atualmente, apenas o mercado bilateral e o 'spot', encontram-se em funcionamento no país. Mas segundo Munhoz e Correia (2003), o Mercado atacadista de energia elétrica (MAE)³⁴, pode contemplar quatro tipos de mercados ocorrendo de forma simultânea: contratos bilaterais; 'spot'; mercado de futuros e mercado de serviços ancilares.

No caso dos contratos bilaterais que são negociados entre um único demandante e um único ofertante, pode-se sugerir uma análise através de um jogo dinâmico onde um processo de barganha se desenvolve – procedimento que pode ser desenvolvido através de um mediador ou não. Neste caso, ocorreriam ofertas e contra-ofertas entre os jogadores, fato que poderia dar início a um jogo seqüencial de barganha.

Para o mercado 'spot', segundo Azevedo, Correia e Nascentes (2002), pode-se montar um jogo dinâmico onde a estratégia de lances de uma empresa depende principalmente dos seguintes fatores: seu porte em relação ao mercado, da determinação do preço de mercado (único ou discriminatório), do modelo de empresa, de sua previsão de demanda, de seu custo operacional e de partida (principalmente no caso de termelétrica) e de sua disponibilidade.

Uma proposta de análise para o caso de um leilão de energia elétrica, levantada por Munhoz e Correia (2003), coloca que dois seriam os estágios de um jogo a serem analisados. O primeiro, diz respeito a um jogo estático, com informações incompletas, onde os jogadores são os geradores. Este jogo seria estático em função de os geradores entregarem suas ofertas em envelopes lacrados cujo conteúdo só seria revelado no início do leilão e seria de informação incompleta, em razão de um gerador não conhecer a função de custo do outro gerador. O segundo estágio seria um jogo dinâmico também de informação incompleta, onde as concessionárias de distribuição, os comercializadores e os consumidores de energia seriam os jogadores. A competição ocorre via preço através de seus lances para os diversos produtos ofertados pelos geradores na primeira parte do jogo. Este também é um jogo de informação incompleta em razão de que um jogador não conhece a avaliação que os outros jogadores dão para determinado produto.

³⁴ Para maiores detalhes sobre a criação e as funções do Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE), consultar o Anexo B.

Como se pode observar, esta proposta mesmo estando dividida em duas etapas, diz respeito a um único jogo, pois o *payoff* do gerador (jogador na primeira etapa), só será conhecido na segunda parte do jogo (ao término do leilão), quando o produto ofertado por ele for liquidado. O gerador oferece seu produto a um determinado preço na primeira etapa do jogo, porém somente na segunda etapa ele saberá se o seu preço é competitivo. Seu *payoff* pode variar de zero, caso ninguém compre o produto, até números muito altos, caso os compradores ofereçam lances acima do esperado por ele.

Ao admitir que todos os jogadores são racionais (desejam maximizar seu lucro), as estratégias adotadas por eles alcançaram uma solução, definida pela literatura existente como equilíbrio de *Nash*. Esta solução ocorrerá em razão de que a estratégia de cada jogador será a melhor resposta que ele tem para maximizar seu *payoff*, segundo as estratégias disponíveis para os outros jogadores.

O equilíbrio alcançado não será sempre eficiente do ponto de vista de *Pareto*, como já vimos, no entanto, vai garantir o mínimo que o jogador pode ganhar no jogo.

As propostas aqui descritas possuem como base o atual modelo do setor elétrico onde,

o órgão regulador estabelece as regras de mercado. Para verificar a eficiência destas regras, a ANEEL necessita da construção de modelos para análise. Neste sentido, a teoria dos jogos contribui oferecendo um instrumental, construído em torno de uma base teórica, que permite a análise, entre outros, do comportamento do mercado (Munhoz e Correia. 2003: 8).

As hipóteses de jogos levantadas por estes autores são válidas, e poderiam ser utilizadas pela ANEEL como um instrumento de monitoração do mercado de energia. Vários aspectos do comportamento dos agentes econômicos podem ser observados com base nestas propostas, com isto, um perfil dos jogadores pode ser traçado, identificando suas possíveis estratégias, se há cooperação e alianças entre eles, computar quantas transações ocorreram e os ganhos dos jogadores e verificar como anda o poder de mercado dos agentes para fixar preços. Através desta análise, a ANEEL pode garantir que a competitividade neste mercado de fato ocorra, traçando as medidas institucionais necessárias para isto.

3.3 – APLICAÇÃO DOS MODELOS DE OLIGOPÓLIO PARA O SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

Através da interação competitiva entre as firmas, reguladas pela atuação dos órgãos de regulação e planejamento, é que se define a eficiência econômica de curto prazo. Baseados nesta premissa, Araújo e Zendron (2001), tomando como foco a concorrência na geração, construíram, para o caso específico do mercado de curto prazo da indústria elétrica brasileira, um modelo de jogo baseado em Cournot, para representar a competição no Mercado Atacadista de Energia Elétrica (MAE). Como objetivo estes autores procuraram analisar o comportamento dos agentes, buscando identificar e representar seus movimentos estratégicos no mercado, levando-se em conta como variáveis chave do sistema, o preço e a quantidade ofertada.

Os autores focaram seu estudo na simulação do comportamento dos agentes, conforme as regras e a estrutura do MAE. Para atingir tal objetivo, buscaram apreender as características essenciais do mercado e as estratégias essenciais de competição de curto prazo, sendo estas descritas a partir dos subseqüentes aspectos: 1º - o processo de formação do preço do MAE, que busca representar os custos marginais de operação; 2º - a diversidade tecnológica do parque gerador; 3º - a criação de encargos de capacidade, e 4º - a existência de um Mecanismo de Realocação de Energia (MRE), que viabiliza a operação comercial e financeira de UHEs despachadas centralmente.

O MAE utiliza um conjunto de modelos de simulação e otimização para estimar *ex-ante* tanto o preço de comercialização da eletricidade no mercado ‘*spot*’ quanto às quantidades a serem produzidas pela maior parte dos geradores. Contudo, para que o MAE possa operar seu algoritmo de otimização, os consumidores³⁵ e geradores devem fornecer parâmetros técnicos e econômicos para a construção das curvas de demanda e oferta.

A análise desenvolvida por Araújo e Zendron (2001), demonstra, entre outros aspectos, que o grau de liberdade dos agentes para declarar se suas plantas estão ou não aptas a gerar energia³⁶, permite-lhes lucrar duplamente. Ao se declararem indisponíveis, as centrais de baixo custo em situações de demanda elevada, provocam um aumento do

³⁵ Concessionárias de distribuição e consumidores livres.

³⁶ As centrais podem estar passando por um período de manutenção e ajustamento, pro exemplo.

preço de curto prazo. Caso a folga de capacidade seja reduzida, estas empresas, conseguem elevar significativamente o encargo de capacidade. Outro fator contemplado pelo modelo, está na existência do Mecanismo de Realocação de Energia (MRE)³⁷.

No entanto, o estudo de Araújo e Zendron (2001) não se preocupou com a inclusão das restrições de transmissão³⁸ e das restrições intertemporais³⁹ das unidades hidrelétricas. Ambas restrições possuem impacto na operação do mercado e na estratégia dos agentes.

Resumidamente, o modelo Araújo e Zendron (2001) representa o MAE a partir de agentes diferenciados, espalhados entre as firmas que atuam sob estratégias oligopolistas e uma parcela minoritária de pequenos agentes com comportamento competitivo. A abordagem realizada por estes autores, oferece grande liberdade para a simulação de diversas alternativas de perfis de competição, aumentando as possibilidades de pesquisa do modelo, e, também, mostra que os agentes estratégicos possuem um portfólio de unidades geradoras que podem ser declarados disponíveis de acordo com a estratégia de maximização dos lucros, sendo este composto pela receita da venda de energia e pelo encargo de capacidade. O tratamento conjunto destes dois componentes do lucro representa uma grande contribuição do modelo.

³⁷ O MRE foi criado com o objetivo de garantir a viabilidade financeira das centrais hidrelétricas. Regras básicas pré-estabelecidas por este mecanismo, determinam a redistribuição da comercialização de energia, de tal forma que cada uma das centrais participantes tenha garantida pelas demais uma quantidade de eletricidade para comercializar, mesmo nos períodos de baixa hidraulicidade na sua região. Esta realocação de energia é rateada entre as UHEs, baseada em uma tarifa estabelecida pela Aneel, que deve cobrir a remuneração pelo uso dos recursos hídricos, os custos variáveis das usinas, encargos e tributos sobre a produção.

³⁸ As restrições de transmissão podem criar submercados isentos de competição entre agentes, ou seja, um agente pode ser beneficiar da proximidade do mercado e de restrições de transmissão de forma a ser tornar um monopolista local. Como suas plantas são obrigadas a gerar energia, para atender a demanda regional, o agente pode exercer poder de mercado e obter lucros extraordinários. Com esta perspectiva em mente, os agentes também podem manipular sua declaração de capacidade afim de provocar estas restrições de transmissão.

³⁹ Para o caso das restrições intertemporais das hidráulicas, a operação dos reservatórios e a decisão de gerar energia neste ou naquele momento podem ser usadas para influenciar o preço no mercado atacadista, em favor do agente. A inclusão desta estratégia intertemporal dos agentes que possuem centrais hidráulicas dificulta a modelagem, porque multiplica a dimensão do problema pelo número de períodos a se considerar.

3.3.1 – O Modelo de Stackelberg

A análise da eficiência econômica do mercado gerador de energia de longo prazo, será realizada com a utilização do modelo de Stackelberg descrito por Romp (1997), que incorpora a utilização de promessas ou ameaças pelos agentes, já que a curva de reação da firma (F_1) é construída com base na possibilidade de resposta da firma (F_2). Como nem todas as ameaças ou promessas de que os agentes dispõem são plausíveis, uma vez que não oferecem vantagens para sua adoção, as estratégias possíveis ficam restritas ao comportamento racional de maximização dos lucros, que pode ser representada por uma função de reação. Sendo assim, um conjunto finito de equilíbrios de Nash, existirá para as diferentes combinações de estratégias possíveis de competição, sendo que a estratégia de cada jogador deve ser uma resposta ótima para as estratégias dos outros jogadores.

Como exposto anteriormente, a expansão da oferta de energia elétrica ocorre através da construção de unidades geradoras que são associadas a faixas de geração ótimas. Qualquer produção fora desta faixa, que seja diferente de zero, resulta em ineficiência técnica, isto significa que o início da construção de uma usina representa um sinal claro e factível de produção futura, influenciando, portanto, as decisões de investimentos posteriores a esta.

Para o caso específico do mercado brasileiro, a liberação de novos empreendimentos de geração dependem, da concessão do Estado, cujo processo de liberação, normalmente, ocorre através de licitações públicas na forma de leilões, que podem englobar uma ou várias usinas em um mesmo processo. De qualquer forma, espera-se para uma trajetória eficiente, que as usinas mais econômicas sejam liberadas antes das demais, significando que, dado um conjunto de usinas licitadas, os primeiros empreendimentos representam a expectativa de maiores retornos e devem ser disputados com maior interesse pelos agentes. Sendo assim, as firmas mais eficientes e com melhores condições de financiamento devem assumir o papel de líder e assegurar os empreendimentos mais rentáveis até o ponto de *Nash*.

A formatação de um jogo que descreva a disputa em torno da licitação das diferentes plantas geradoras vai depender do tipo de leilão adotado. Contudo, se este for um tipo de leilão eficiente do ponto de vista de *Pareto*, ou próximo disso, a firma que

possui posição de mercado suficiente para exercer a liderança, deve ser a vencedora da licitação⁴⁰.

Ao término da licitação dos blocos de energia que correspondem ao Equilíbrio de Stackelberg, o líder abandona a disputa e permite o investimento dos demais agentes. Desta forma, a utilização do modelo de oligopólio descrito por Stackelberg, sem nenhuma alteração, representaria uma simplificação da realidade, fato que não impede seu emprego, em um mercado idealizado para a análise de alguns aspectos da competitividade no mercado de geração elétrica, na tentativa de identificar o comportamento racional dos agentes, frente à uma alteração da demanda.

Colocado isto, duas situações podem ser apresentadas: 1^a - os agentes podem modular livremente sua oferta de energia sem a necessidade de investimentos produtivos, e 2^a - a expansão da oferta é condicionada à realização de tais investimentos.

Partido de uma situação de equilíbrio para um duopólio de Stackelberg definido como:

$$q_1^* = \frac{\alpha - c}{2\beta} \quad (3.1)$$

$$q_2^* = \frac{\alpha - c}{4\beta} \quad (3.2)$$

E, supondo, que ocorra um crescimento da demanda tal que a função inversa passe a ser representada por:

$$\bar{p} = \bar{\alpha} - \beta(\bar{q}_1 - \bar{q}_2) \quad (3.3)$$

com

$$\bar{p} = p + \Delta p \quad (3.4)$$

$$\bar{q}_1 = q_1 + \Delta q_1 \quad (3.5)$$

$$\bar{q}_2 = q_2 + \Delta q_2 \quad (3.6)$$

$$\bar{\alpha} = \alpha + \Delta \alpha \quad (3.7)$$

⁴⁰ Procedimento pelo qual a administração pública seleciona a proposta mais vantajosa, quando compra bens e serviços ou faz outras transações.

Assim como no capítulo anterior, a solução de Stackelberg para as novas condições de mercado é dada por:

$$\bar{\Pi}_2 = p\bar{q}_2 - c\bar{q}_2 \quad (3.8)$$

$$\bar{\Pi}_2 = (\alpha - \beta\bar{q}_1 - \beta\bar{q}_2)\bar{q}_2 - c\bar{q}_2 \quad (3.9)$$

$$\frac{\partial \bar{\Pi}_2}{\partial \bar{q}_2} = \alpha - \beta\bar{q}_1 - 2\beta\bar{q}_2 - c = 0 \quad (3.10)$$

$$\bar{q}_2^* = \frac{\alpha - \beta\bar{q}_1 - c}{2\beta} \quad (3.11)$$

$$q_2^* + \Delta q_2^* = \frac{\alpha - \beta q_1 - c}{2\beta} + \frac{\Delta\alpha - \beta\Delta q_1}{2\beta} \quad (3.12)$$

$$\Delta q_2^* = \frac{\Delta\alpha - \beta\Delta q_1}{2\beta} \quad (3.13)$$

Se realizarmos o mesmo caminho, verificamos que:

$$\Delta q_1^* = \frac{\Delta\alpha}{4\beta} \quad (3.14)$$

Se substituirmos a equação (3.14) na (3.13), como resultado temos:

$$\Delta q_2^* = \frac{\Delta\alpha}{4\beta} \quad (3.15)$$

Então,

$$\Delta q^* = \Delta q_1^* + \Delta q_2^* = \frac{3\Delta\alpha}{4\beta} \quad (3.16)$$

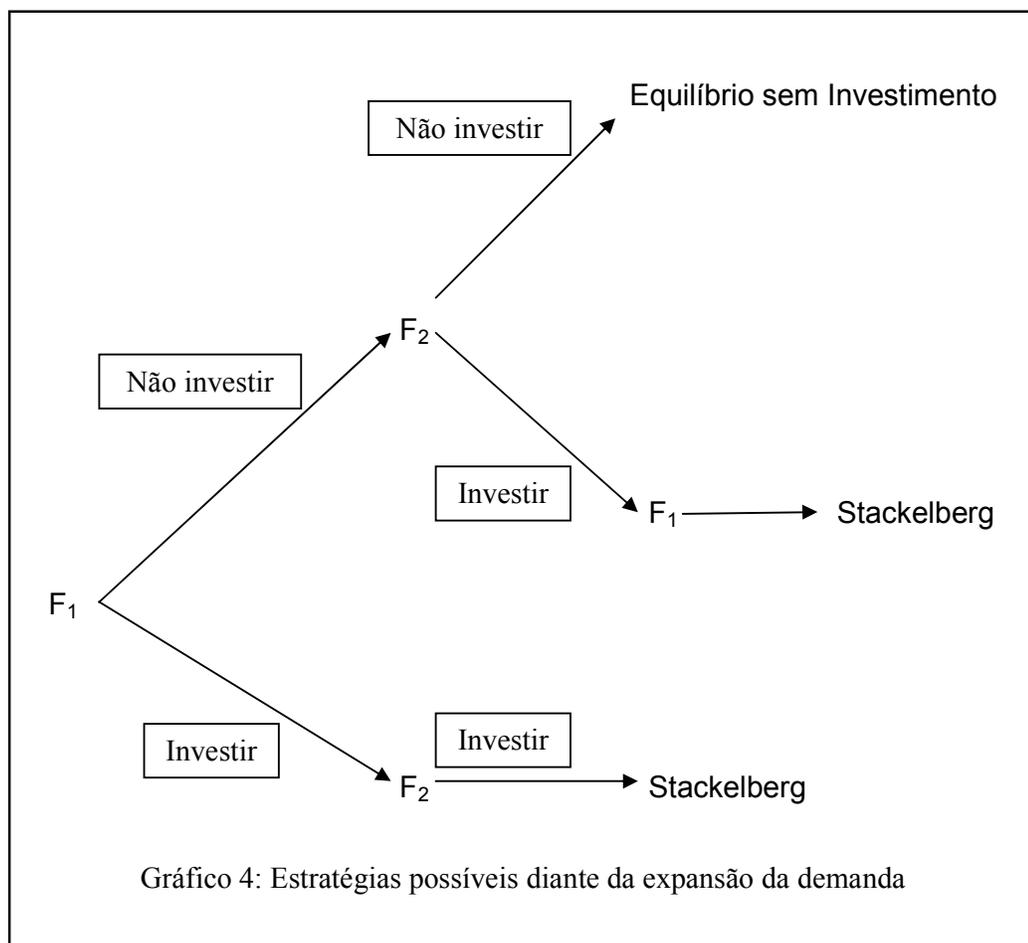
$$\Delta p^* = \Delta\alpha - \beta\Delta q^* = \frac{\Delta\alpha}{4} \quad (3.17)$$

No modelo de Stackelberg esta é a estratégia ótima para as firmas, uma vez que este resultado oferece a maximização do lucro. Socialmente, tal estratégia representa a utilização de poder de mercado para restringir a oferta e forçar a obtenção de lucros extraordinários, caracterizando um mercado imperfeito.

Pensemos agora uma segunda situação, onde a expansão da oferta deve ser precedida de investimentos produtivos. Vamos supor que os custos e o risco na

implementação do investimento não existam, e que o tempo necessário para tanto seja insignificante. Como única restrição, as firmas devem decidir pela realização de investimentos antes de aumentar sua oferta, sendo que esta decisão pode ser tomada a qualquer tempo, porém, uma vez realizada, não pode ser cancelada.

Essa restrição torna possível uma sinalização de mercado à realização de colusão, caso as firmas não queiram se arriscar a uma investida surpresa de seu adversário. Desta maneira, duas são as estratégias possíveis: 1ª - esperar, sinalizando com um acordo para elevar os preços do mercado, e 2ª - tomar a iniciativa de expandir sua produção, desencadeando um novo equilíbrio de Stackelberg.



Com isto, se a firma líder (F_1) escolher não realizar novos investimentos, a iniciativa é transferida para a firma seguidora (F_2), que pode investir ou não. O equilíbrio de *Nash* ocorre quando os agentes não possuem incentivos para alterar suas

posições no mercado. Havendo desta forma, pelo menos três possibilidades de escolha, como mostra o gráfico 4, que traz o desenho do jogo que representa tal situação.

As escolhas seriam:

- 1º. Novos investimentos não vão ocorrer por parte das firmas;
- 2º. A firma (F_2) vai assumir o papel de líder e realizar novos investimentos no mercado, e
- 3º. A firma (F_1) mantém sua liderança e continua a investir.

Desta forma, os benefícios obtidos pelas Firmas (F_1) e (F_2) , para cada uma destas três possibilidades, são dados por:

$$\bar{\Pi}_{11} = (p + \Delta\alpha)q_1 \quad (3.18)$$

$$\bar{\Pi}_{12} = \left(p + \frac{\Delta\alpha}{4} \right) \left(q_1 + \frac{\Delta\alpha}{4\beta} \right) \quad (3.19)$$

$$\bar{\Pi}_{13} = \left(p + \frac{\Delta\alpha}{4} \right) \left(q_1 + \frac{\Delta\alpha}{2\beta} \right) \quad (3.20)$$

$$\bar{\Pi}_{21} = (p + \Delta\alpha)q_2 \quad (3.21)$$

$$\bar{\Pi}_{22} = \left(p + \frac{\Delta\alpha}{4} \right) \left(q_2 + \frac{\Delta\alpha}{2\beta} \right) \quad (3.22)$$

$$\bar{\Pi}_{23} = \left(p + \frac{\Delta\alpha}{4} \right) \left(q_2 + \frac{\Delta\alpha}{4\beta} \right) \quad (3.23)$$

Como é possível verificar que o valor de $(\bar{\Pi}_{12})$ será sempre inferior ao de $(\bar{\Pi}_{13})$, da mesma maneira que $(\bar{\Pi}_{22})$ será sempre superior a $(\bar{\Pi}_{23})$, então, $(\bar{\Pi}_{12})$ e $(\bar{\Pi}_{23})$ são opções dominadas e o equilíbrio de *Nash* vai depender da relação entre os valores de $(\bar{\Pi}_{11})$ e $(\bar{\Pi}_{13})$ e entre os valores de $(\bar{\Pi}_{21})$ e $(\bar{\Pi}_{22})$. Quando $(\bar{\Pi}_{13})$ for maior que $(\bar{\Pi}_{11})$, (F_1) realizará novos investimentos. Paralelamente, quando o valor de $(\bar{\Pi}_{22})$ for maior que $(\bar{\Pi}_{21})$ a melhor alternativa da (F_1) é investir, não permitindo que a (F_2) assuma a liderança.

Os valores de $(\bar{\Pi}_{1i} \text{ e } \bar{\Pi}_{2i})$, sendo $(i = 1;2;3)$, variam em função da expansão da quantidade demandada. A condição para que $(\bar{\Pi}_{11})$ seja maior que $(\bar{\Pi}_{13})$ é dada por:

$$p^* q_1^* + \Delta\alpha q_1^* > p^* q_1^* + p^* \frac{\Delta\alpha}{2\beta} + q_1^* \frac{\Delta\alpha}{4} + \frac{\Delta\alpha^2}{8\beta} \quad (3.24)$$

Se reagruparmos os termos da desigualdade (3.24), temos:

$$\frac{\Delta\alpha}{4} > \frac{3}{2}\beta q_1^* - p \quad (3.25)$$

como

$$q_1^* = \frac{2}{3}q^* \quad (3.26)$$

e

$$p^* = \frac{\beta q^*}{3} + c \quad (3.27)$$

Podemos reescrever a desigualdade (3.25) em função de (q^*) :

$$\Delta\alpha > \frac{8}{3}\beta q^* - 4c \quad (3.28)$$

Então, se $(\Delta\alpha)$ for maior que $(\frac{8}{3}\beta q^* - 4c)$, o valor de $(\bar{\Pi}_{13})$ supera o de $(\bar{\Pi}_{11})$, incentivando (F_1) à realizar novos investimentos. Por outro lado,

$$\Pi_{21} > \Pi_{22} \quad (3.29)$$

sugere, após a substituição das equações (3.21) e (3.22) em (3.29), em:

$$p^* q_2^* + \Delta\alpha q_2^* > p^* q_2^* + p^* \frac{\Delta\alpha}{2\beta} + q_2^* \frac{\Delta\alpha}{4} + \frac{\Delta\alpha^2}{8\beta} \quad (3.30)$$

Reorganizando os da equação 6.30 obtemos:

$$\frac{\Delta\alpha}{4} < \frac{3}{2}\beta q_2^* - p^* \quad (3.31)$$

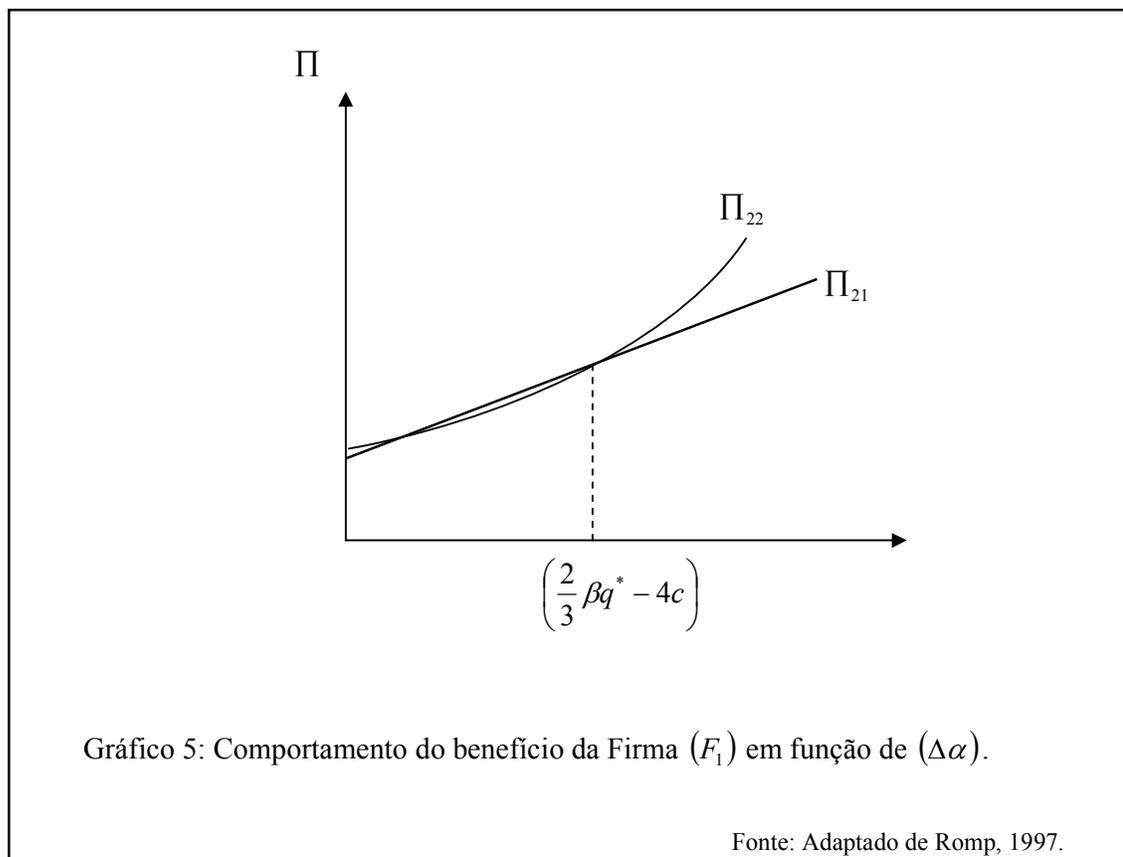
Como

$$q_2^* = \frac{1}{3}q^* \quad (3.32)$$

e (p^*) pode ser calculado através da Equação (3.27), podemos reescrever a desigualdade (3.31) em função de (q^*) . Isto é,

$$\Delta\alpha < \frac{2}{3}\beta q^* - 4c \quad (3.33)$$

Desta forma, enquanto o incremento $(\Delta\alpha)$ não atingir um valor superior a $\left(\frac{2}{3}\beta q^* - 4c\right)$, o mercado permanecerá em equilíbrio sem que ocorram novos investimentos. Quando $(\Delta\alpha)$ ultrapassar este valor, (F_1) exerce a liderança provocando um novo equilíbrio de Stackelberg. O gráfico 9 mostra o comportamento típico das curvas de $(\bar{\Pi}_{21})$ e $(\bar{\Pi}_{22})$, considerando $(\beta e c)$ como constantes dadas.



O modelo de Stackelberg mostra que o comportamento dos agentes traduz uma trajetória ineficiente economicamente do ponto de vista de *Pareto*, uma vez que a

maximização do lucro é obtida através da utilização do poder de mercado para restringir a oferta e aumentar o preço. O lucro excedente gerado por tal operação é todo incorporado pelos geradores em detrimento dos consumidores.

3.3.2 – O Modelo de Stackelberg com Participação Estatal

A configuração mista existente no mercado de geração de energia elétrica brasileiro permite que o governo intervenha neste setor, não só através das políticas energéticas e de regulação. Ele também pode operar diretamente na geração através das empresas estatais. No entanto, a literatura alerta para o risco da captura das empresas estatais por interesses menores de grupos políticos, e a substituição dos investimentos privados por públicos.

A lógica do poder no Estado, descrita na regulação⁴¹, tem reflexos na direção das empresas estatais. Tornando possível que grupos dominantes, com interesses organizados, influenciem a composição orgânica das empresas e o seu comportamento competitivo, mesmo sob tais condições, a existência de administrações competentes e eficientes em empresas de capital público é possível.

Pode-se observar, porém, que em um ambiente de mercado, tanto as empresas privadas quanto as públicas, estão igualmente sujeitas à ingerência de influências passionais na nomeação de gerentes e a má administração. Contudo, no longo prazo, o processo de seleção natural do mercado elimina tais empresas, não sendo exagerado supor que a permanência de empresas estatais no mercado competitivo esteja sujeita a uma administração competente.

A análise da atual conjuntura do mercado elétrico brasileiro mostra que as empresas de capital estatal, descritas no capítulo 1 com setor público, têm demonstrado competitividade e agressividade na obtenção de novos mercados, sendo estas, responsáveis por mais de 60% da oferta de energia elétrica no Brasil. No entanto, isto não significa que as empresas públicas operem no mercado com a mesma lógica das empresas privadas. Deve-se lembrar, que as mesmas, estão sujeitas aos interesses do

⁴¹ Ver capítulo 1.

Governo, que possui como objetivo maximizar impactos de políticas públicas para o fornecimento de energia elétrica. Em resumo, o Governo busca maximizar a oferta de eletricidade minimizando o investimento público.

A existência de uma diferença lógica de raciocínio entre empresas públicas e privadas faz com que as estatais possam ser induzidas a trabalhar com taxas de lucro menores que as praticadas pela iniciativa privada. Pires et al. (2002) alegam que este comportamento acabaria por configurar uma barreira à entrada de novos investimentos.

Sendo assim, uma solução intermediária seria um modelo com privatizações na margem, onde os agentes privados operam majoritariamente em parceria com empresas públicas.

Essa alternativa é lógica, por possibilitar a agregação dos recursos privados para a expansão do sistema, evitando assim, que estes recursos sejam direcionados para privatizações que não contribuem com a expansão da oferta. Trata-se de uma solução semelhante à que tem sido adotada para projetos de linhas de transmissão no Brasil.

Uma segunda alternativa seria o estabelecimento de regras de comercialização que garantam ao mercado elétrico brasileiro funcionam de acordo com o modelo de Stackelberg, onde as empresas estatais cedem a liderança para o conjunto das firmas privadas.

Pensemos em um mercado com estrutura duopólica, dividido entre a firma (F_1), que representa o conjunto de geradores privados, formados pelos produtores independentes de energia (PIE) e pelos autoprodutores de energia (APE), desempenhando o papel de líder, e a firma (F_2), que representa as empresas estatais.

O desenho da função objetivo da firma (F_2) é histórico e depende, como visto anteriormente, das políticas econômicas do Governo, que pode adotar uma postura fiscal expansionista ou não.

Sabe-se que a manutenção de longos períodos de déficit público pode se tornar insustentável. Carvalho (2001) demonstra que para o caso brasileiro, a União tem pagado uma taxa de juros bem superior ao retorno de seus investimentos estatais, fato que prejudica a capacidade de financiamento de novos investimentos e drena os recursos que poderiam ser gastos em outras áreas que não o serviço da dívida.

Portanto, podemos considerar que dado um cenário de crédito restrito, o Governo deve esperar que as receitas de seus empreendimentos sejam capazes, pelo menos, de remunerar o financiamento e parte do serviço da dívida já contraída. Logo, imagine-se que a firma (F_2) esteja sujeita a mesma função objetivo de (F_1) , ou seja, maximizar o lucro dado por:

$$\Pi_2 = pq_2 - cq_2 \quad (3.34)$$

Porém, se supormos que o Governo regule a atuação de (F_2) , estabelecendo que o direito de iniciativa (liderança) no mercado pertence à (F_1) , e impor a seguinte restrição de produção:

$$q_2 = \frac{\alpha - \beta q_1 - p}{\beta} \quad (3.35)$$

Como objetivo, estas medidas visam conciliar os interesses das firmas estatais com os do Governo, enquadrando-as dentro da política energética de maximizar a oferta com o mínimo de investimento público. Sendo assim, o preço de fechamento do mercado pode ser fixado independentemente da oferta de (F_1) , permanecendo igual ao preço de equilíbrio (p^*) , e (F_1) passa a enxergar o mercado como uma firma tomadora de preço (*price-taker*)⁴².

Pensemos agora, que a demanda por energia aumentou, de tal forma que possa ser representada pela seguinte função inversa:

$$p^* = \alpha + \Delta\alpha - \beta(q_1 + \Delta q_1 + q_2 + \Delta q_2) \quad (3.36)$$

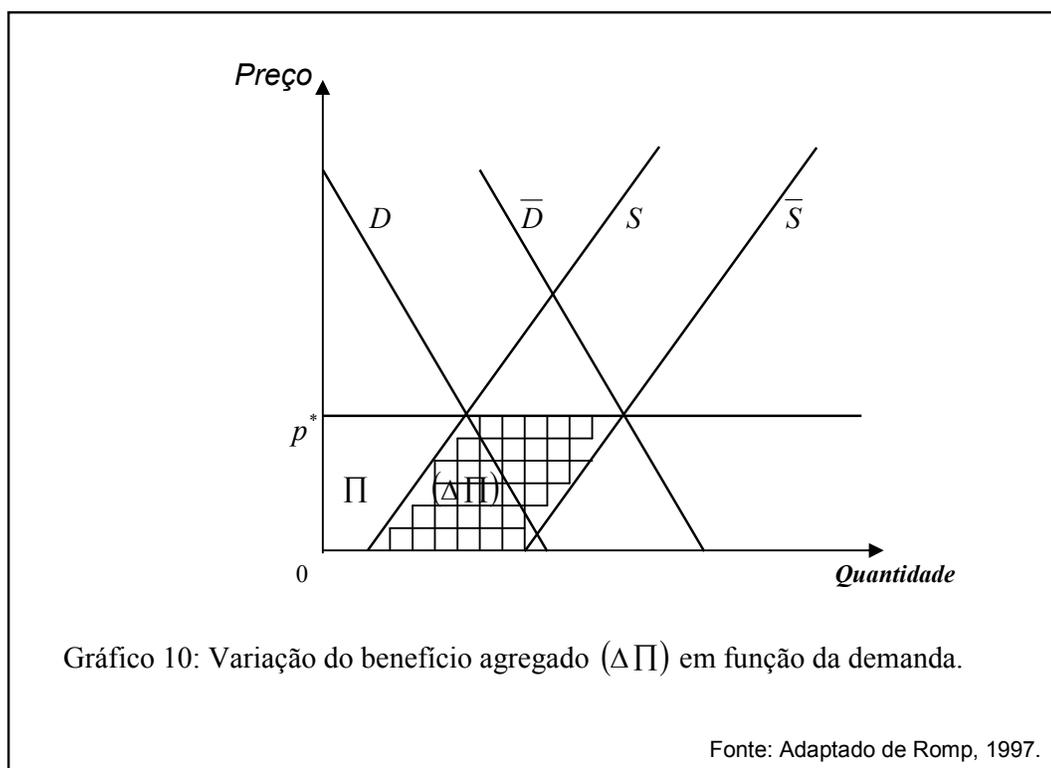
Percebemos que para a situação proposta, o preço deixa de ser variável, assumindo um valor constante de equilíbrio igual ao custo marginal das firmas. No entanto, a receita das firmas deve sofrer uma alteração correspondente à:

$$\Delta \Pi_1 = p^* \Delta q_1 - c \Delta q_1 \quad (3.37)$$

$$\Delta \Pi_2 = p^* \Delta q_2 - c \Delta q_2 \quad (3.38)$$

⁴² Varian (1992), argumenta que uma firma *price-taker* varia sua oferta em função do preço; sempre que este estiver acima do custo marginal da firma a produção é elevada até que ocorra a igualdade entre os dois.

O gráfico 6 oferece uma visualização da variação no benefício agregado das firmas (Π), que pode ser identificado com a área entre o preço de fechamento (p^*) e a curva de oferta agregada (S). Quando ocorre o deslocamento da demanda (D) para (\bar{D}), o preço permanece constante e a variação no benefício ($\Delta\Pi$) é dada pela área em destaque entre (p^*) e as curvas de oferta (S) e de oferta expandida (\bar{S}).



Desta forma, face ao crescimento da demanda a firma líder pode definir a expansão de sua oferta privada (Δq_1) tal que $\left(0 \leq \Delta q_1 \leq \frac{\Delta\alpha}{\beta}\right)$. Não sendo mais possível exercer poder de mercado para manter o preço em patamares elevados, a firma líder possui como melhor alternativa, suprir toda a nova demanda. Sendo assim, as firmas estatais não realizam investimentos, tendo sido alcançado o objetivo de se maximizar a oferta (q^*), minimizando-se o investimento estatal.

Porém, a demonstração acima partiu de um ponto de equilíbrio (p^*) dado, e, sabe-se que não existem, garantias de que (p^*) corresponda realmente ao custo marginal, (c), das firmas. Desta maneira, embora a utilização das estatais contestando o poder de mercado possa obter sucesso na interrupção da prática de poder de mercado, ele pode perpetuar indefinidamente um desequilíbrio inicial.

Como tentativa de solucionar este problema, é possível combinar o modelo acima com modelos de regulação por incentivo, com o intuito de obter uma gradual redução no valor de (p^*), e, como as empresas estatais operam dentro do mercado, é relativamente fácil verificar se o preço de equilíbrio continua oferecendo a possibilidade de lucro extraordinário.

Caso haja uma impossibilidade de se imprimir uma dinâmica ascendente ao preço, a competição entre os agentes privados deve se tornar mais agressiva, aumentando o incentivo para a apropriação de todas as possibilidades de lucro, neste caso, a maior competição entre as empresas tende a conduzir o preço de equilíbrio para o custo marginal, como consequência, pode-se supor que a permanência de empresas estatais e privadas em um mesmo ambiente competitivo não resulte, necessariamente, na formação de uma barreira a novos investimentos. Pelo contrário, ela pode resultar em equilíbrios não originados da prática de poder de mercado. Com isto, percebe-se que a eficiência econômica pode ser obtida através de uma alteração na lógica competitiva dos agentes, não dependendo de nenhuma modificação estrutural.

Desta maneira, o Estado não precisa possuir, de fato, a capacidade de garantir o suprimento total da demanda não atendida pela iniciativa privada para interferir no equilíbrio do mercado. Basta que os agentes considerem que tal ameaça seja real.

CONCLUSÕES

Durante a década de 1990 teve início no Brasil, o Programa Nacional de Desestatização, que inaugurou um período de reformas estruturais no Estado. Entre seus objetivos, tal processo destacou a tentativa de retomar os investimentos na indústria elétrica brasileira, sem aumentar o comprometimento financeiro do Estado.

A concepção adotada pregava que o Estado deveria alienar sua capacidade produtiva e valorizar mais sua função reguladora. Por este motivo, a privatização de parte da indústria elétrica brasileira correspondeu a uma barganha do Estado brasileiro na tentativa de construir as bases para um novo ciclo de crescimento nacional. Porém, esperava-se que o capital privado substituísse o Estado investindo além da demanda e criando espaço para o crescimento econômico.

Como as reformas não seguiram o ritmo desejado, nem atingiram as metas propostas, os investimentos não ocorreram de acordo com o esperado pelos reformuladores do sistema, obtendo com resultado uma cristalização não planejada de uma estrutura intermediária, com agentes privados e estatais imersos em um ambiente teoricamente competitivo.

Deve-se lembrar também, que a formação da indústria elétrica brasileira se apoiou fortemente no potencial hídrico do país, resultando em uma estrutura única, com geração majoritariamente hidrelétrica. Fato que implica em consideráveis economias de escala. Contudo, nos últimos anos, o país tem experimentado um aumento nos investimentos em geração termelétrica como visto no primeiro capítulo. Como resultado, os agentes que atuam na geração de energia elétrica possuem um portfólio de usinas com diferentes tecnologias e custos de produção.

Estes agentes atuam competitivamente no mercado de energia elétrica, segundo dois objetivos: maximizar a receita de curto e de longo prazo. Para o primeiro caso, os agentes de mercado podem modular estrategicamente a disponibilidade de suas plantas geradoras ao longo do tempo, buscando manipular o valor do preço e do encargo de capacidade. A receita de longo prazo, por sua vez, é maximizada através de

estratégias oligopolistas de expansão da capacidade instalada abaixo das exigências de demanda.

Sob tais condições estruturais, o mercado privado brasileiro de energia elétrica dificilmente poderia funcionar como o único veículo para a eficiência econômica. Logo, sob a justificativa de falhas de mercado, tais como economias de escala e de escopo, é possível imaginar o emprego da regulação econômica como um reforço à competição. Sendo assim, para o sucesso da regulação existem dois aspectos críticos: a independência das ações reguladoras e a qualidade da informação.

Ambos aspectos podem ser amenizados com o auxílio de uma estrutura adequada de planejamento, que organize melhor a informação e estabeleça com clareza metas e políticas setoriais. No entanto, a principal contribuição do planejamento é oferecer elementos e argumentos para que tanto os órgãos reguladores, quanto o Governo e a sociedade, possam acompanhar a evolução da oferta de energia elétrica e, até mesmo, detectar práticas de poder de mercado.

O problema da qualidade da informação é mais bem equacionado através da teoria dos leilões. Como os leilões são mecanismos de comercialização que possuem como principal característica o estabelecimento de uma dinâmica de transação capaz de conduzir com rapidez a formação do preço de um bem de valor desconhecido, estes, são capazes de promover, através de estratégias ótimas, a revelação de custos de oportunidades e de expectativas sobre o comportamento futuro da demanda e da oferta.

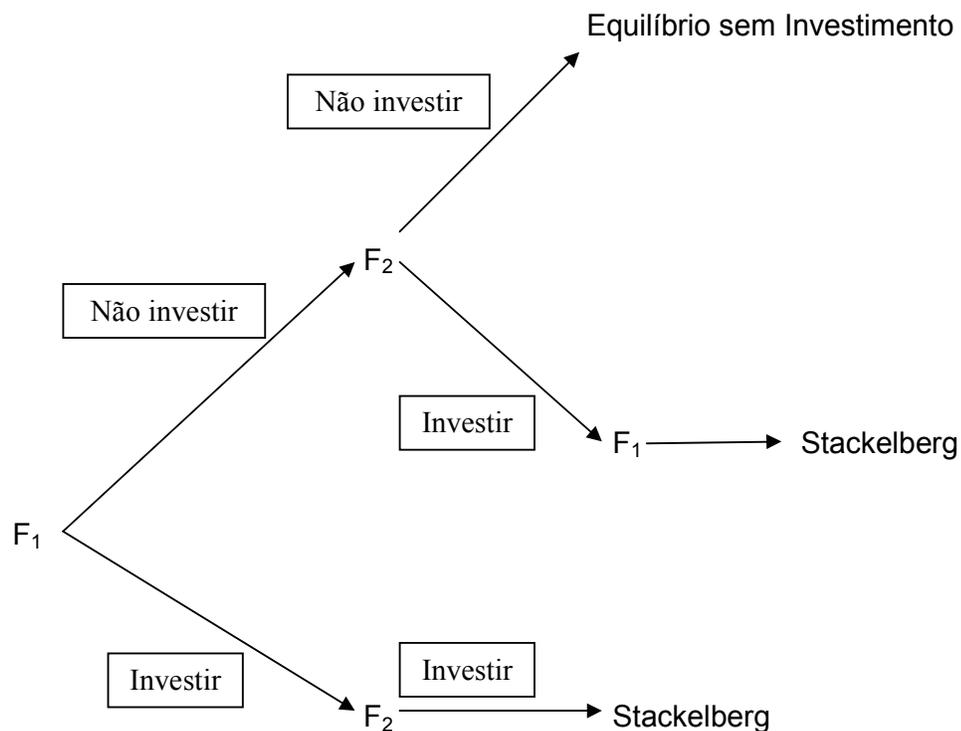
Este estudo realizou uma análise da estrutura de competição existente entre as 1.652 empresas geradoras de energia elétrica estabelecidas atualmente no mercado, divididas entre empresas públicas (497 – responsáveis por pouco mais de 60% da oferta de mercado) e privadas (1.115 – divididas entre produção independente de energia e autoprodução de Energia, responsáveis por pouco mais de 37% da oferta de mercado), indicando algumas alternativas possíveis para o alcance de uma trajetória e expansão economicamente eficiente do ponto de vista de *Pareto*, no longo prazo.

Para tal, o mercado nacional de energia é apresentado como um ambiente competitivo de Stackelberg, e a intervenção estatal é acrescentada ao modelo como parte das regras do jogo, que basicamente são:

1. A expansão da oferta deve ser precedida de investimentos produtivos, supondo que os custos e o risco na implementação do investimento não existam e o tempo necessário para tanto seja insignificante.
2. Como única restrição, as firmas devem decidir pela realização de investimentos antes de aumentar sua oferta, sendo que esta decisão pode ser tomada a qualquer tempo, porém, uma vez realizada, não pode ser cancelada. Esta restrição torna possível um sinal de mercado para a realização de colusão, se as firmas não quiserem se arriscar a uma investida surpresa de seu adversário.

Duas seriam as estratégias possíveis: Esperar, sinalizando com um acordo para elevar os preços do mercado e tomar a iniciativa de expandir sua produção, desencadeando um novo equilíbrio de Stackelberg.

Se a firma líder escolher não realizar novos investimentos, a iniciativa é transferida para a firma seguidora, que pode investir ou não. O equilíbrio de *Nash* ocorre quando os agentes não possuem incentivos para alterar suas posições no mercado. Havendo desta forma, pelo menos três possibilidades de escolhas estruturadas segundo o diagrama a seguir:



As escolhas seriam:

1^a - Novos investimentos não vão ocorrer.

2^a - A firma F_2 vai assumir o papel de líder.

3^a - A firma F_1 mantém sua liderança.

O modelo de Stackelberg mostra que o comportamento dos agentes traduz uma trajetória ineficiente economicamente, uma vez que a maximização do lucro é obtida através da utilização do poder de mercado para restringir a oferta e inflar o preço. O excedente gerado por tal operação é todo incorporado pelos geradores em detrimento dos consumidores. Desta forma, a configuração mista existente no mercado de geração de energia elétrica brasileiro permite que o governo não intervenha neste setor, apenas através das políticas energéticas e da regulação, este também pode operar diretamente na geração através das empresas estatais.

Duas seriam as alternativas lógicas para o atual mercado de energia elétrica brasileiro: Uma solução intermediária seria um modelo com privatizações na margem, onde os agentes privados operam majoritariamente em parceria com empresas públicas e uma segunda alternativa, seria estabelecimento de regras de comercialização que garantam que o mercado elétrico brasileiro funcione de acordo com o modelo de *Stackelberg*, onde as empresas estatais cedem a liderança para o conjunto das firmas privadas.

A combinação entre uma regulação ativa, atenta para os sinais do planejamento público, e uma estrutura de mercado com transações comerciais organizadas em torno de leilões pode reduzir a assimetria de informação e aumentar a eficiência da indústria elétrica brasileira.

Infelizmente, mesmo tal arranjo institucional não se traduz em uma condição suficiente para assegurar uma trajetória economicamente eficiente. Em última instância, as decisões de investimentos dependem dos agentes produtivos e, portanto, estão subordinadas às estratégias competitivas destes.

A abordagem do comportamento das firmas como demonstrado anteriormente, mostra que em oligopólios existe racionalidade na estratégia de restringir a oferta, diante da expansão da demanda, de forma a influenciar a dinâmica do preço e assegurar

lucros extraordinários. É justamente neste ponto que se torna interessante analisar o impacto da permanência das empresas estatais no setor.

A interpretação tradicional do reflexo de uma estrutura mista nas decisões de investimentos privados sugere a ocorrência de um efeito deslocamento, onde os agentes estatais ocupam espaços do mercado inibindo a atividade das demais firmas. Isto ocorre porque as estatais podem trabalhar sob condições de riscos maiores e de rentabilidade menor do que a iniciativa privada, tanto é assim, que o salto industrial da economia brasileira só foi possível através dos gastos públicos, principalmente nos setores de infra-estrutura, que se tornaram cronicamente dependentes do Estado.

O atual dilema da indústria elétrica brasileira pode ser resumido pela necessidade de superação desta dependência de investimentos públicos através da iniciativa privada, sob condições de escassez de capital. Em outras palavras, faz-se necessário, direcionar os recursos disponíveis no setor elétrico para a expansão ótima da oferta minimizando os gastos do Estado.

As primeiras respostas desse problema foram dadas por soluções que previam a conclusão das privatizações da capacidade instalada ou a realização de parcerias público-privado. Entretanto, é possível analisar outra alternativa (foco desse estudo), dada pela preservação da estrutura mista da indústria elétrica brasileira e utilização das estatais como mecanismos de contestação interna às práticas oligopolistas. Tal alternativa pode ser obtida através da arquitetura de um mercado que funcione sob a lógica de *Stackelberg* e onde a liderança seja cedida pelo Estado, ao conjunto de firmas privadas.

Nesse sentido, a melhor alternativa é aproveitar as atuais instituições e a experiência de licitações já adquirida. No Brasil, a liberação de novos empreendimentos de geração depende da concessão do Estado, cujo processo de liberação, normalmente, ocorre através de leilões, que podem englobar uma ou várias usinas em um mesmo evento. Isso significa que, o modelo de *Stackelberg*, pode ser introduzido e garantido dentro do processo de expansão da oferta, através da configuração de leilões específicos.

Para tanto, os leilões de concessões poderiam ser divididos em duas etapas, a primeira delas restrita apenas aos agentes privados e a segunda, destinada a suprir a demanda residual, às empresas estatais. Dessa forma, as firmas privadas não seriam

expostas a uma competição predatória e, ao mesmo tempo, incorporariam em suas estratégias a ameaça das estatais de não permitir a prática de poder de mercado. Entretanto, a segmentação dos mercados só faz sentido se houver competição real entre os agentes privados. Caso a regulação não seja capaz de assegurar tal condição, pode ser necessário aumentar a agressividade das estatais.

O sucesso na utilização de tal arquitetura depende de, pelo menos, dois pontos cruciais: 1º - existe uma separação real entre a esfera de competição pública e privada e, 2º - o preço de reserva da primeira etapa do leilão deve corresponder a uma opção factível e eficiente.

A importância do primeiro aspecto se deve ao fato de que a competição no primeiro estágio do leilão deve ser exaustiva. Caso os agentes privados considerem possível participar de ambas etapas, podem transformar o primeiro estágio em um local sem competição real e marcado por acordos e conluios, deixando o segundo estágio para competições marginais, onde as empresas estatais seriam as grandes rivais. Por outro lado, como se espera que as melhores opções de empreendimentos devam ser licitadas primeiramente, fica a impressão de que as empresas privadas estariam recebendo, na verdade, uma reserva de mercado, enquanto as estatais arcaíam com os projetos que fossem rejeitados. Desta forma, o preço de reserva das licitações deve representar um seguro contra tal possibilidade, sendo fixado, inclusive, com informações de custos dos agentes estatais. Em todo caso, o planejador estatal, deve estar atento para que o preço também seja factível, de forma a não provocar, forçadamente, licitações vazias.

Em linhas gerais, a construção de um modelo de jogos baseado em *Stackelberg*, com a participação de agentes estatais e privados, se trata de um exercício geral, que busca principalmente, levantar informações sobre a competição na indústria elétrica brasileira e a eficiência econômica de longo prazo.

Todavia, é possível aproximar tais informações para o mundo real e pensar o problema atual do novo modelo institucional do setor elétrico brasileiro. Evidentemente, este não é o objetivo central deste trabalho, mesmo porque, as constantes modificações institucionais inibem tentativas com tal intuito.

Mesmo assim, é interessante notar que a atual proposta é compatível com o modelo proposto ao longo do trabalho e, de fato, a realização de concessões de novos

empreendimentos através de leilões, que incorporem as diversas possibilidades de expansão, e a escolha de uma dinâmica com preços descendentes pode ser adaptada para incorporar a lógica de Stackelberg.

Finalmente, outro aspecto sensível é a modulação da participação estatal no fornecimento de energia elétrica. Como visto, rodadas de privatizações significam a absorção de grandes volumes de recursos. Mais do que isso, a simples possibilidade de ocorrer tal evento gera expectativas capazes de aumentar a demanda por liquidez dos agentes e esterilizar parte importante dos recursos disponíveis. No entanto, é interessante manter mecanismos que aumentem ou reduzam a participação estatal ao longo do tempo, buscando, desta forma, realizar ajustes econômicos e política energética.

A consolidação de um mercado de contratos de energia elétrica, que pudessem ser negociados como commodities, permitiria a modulação da participação estatal no mercado. Este mercado de contratos pode representar tanto como um instrumento de *'hedge'* financeiro para as empresas, quanto como um veículo pelo qual as empresas estatais poderiam influenciar as expectativas e o preço futuro, reduzindo sua volatilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. L. **A questão do investimento no setor elétrico brasileiro: Reforma e crise.** Nova Economia: 2001.

ARAÚJO, J. L.; P. Zendron. **Modelagem do jogo do mercado atacadista de eletricidade no Brasil.** Economia:2001.

AUMANN, Robert; SHAPLEY, Loyd. **The Theory of Non-atomic Games.** Princeton: University Press, 1974.

AVERCH, H.; L. Johnson. **Behavior of the firm under regulatory constraint.** American Economic Review 52: 1962.

AZEVEDO, Erick M.; CORREIA, Paulo B.; NASCENTES, João C. M. **Jogos Dinâmicos Aplicados à Comercialização de Energia Elétrica.** Departamento de Energia. São Paulo: UNICAMP, 2002.

BAJAY, S. V. **Desafios Metodológicos e Organizacionais no Planejamento da Expansão do Setor Elétrico Brasileiro e na Elaboração das Projeções da Matriz Energética Brasileira.** Em *Book of Abstracts and Proceedings of the 5th Latin-American Congress: Electricity Generation and Transmissions*, São Pedro – Brasil: 2003.

BAUMOL, W. **Contestable markets: An uprising in the theory of industry structure.** American Economic Review: 1982.

ANEEL. **Legislação Básica do Setor Elétrico Brasileiro.** Brasília: 2001. Disponível em: <<http://aneel.gov.br/legislação.htm>>. Acesso em: 15 mai. 2005.

ANEEL. **O Setor Elétrico Brasileiro.** Brasília: 2001. Disponível em: <<http://aneel.gov.br/legislação.htm>>. Acesso em: 22 mai. 2005.

ANEEL. **Resolução nº 248, de 6 de maio de 2002.** Atualiza os Procedimentos para o Cálculo dos Limites de Repasse dos Preços de Compra e Venda de Energia Elétrica.

BIG. **Capacidade de Geração do Brasil.** Aneel, 2007. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

BRASIL, **Lei nº 8.987, de 14 de fevereiro de 1995.** Promulgação da Lei das Concessões de Serviços Públicos.

BRASIL, **Lei nº 9.047, de 19 de maio de 1995.** Lei Setorial.

BRASIL, **Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996**. Criação da ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica.

BRASIL, **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Visa o Desenvolvimento Energético dos Estados.

BURLAMAQUI; FAGUNDES. **Notas Sobre Diversidade e Regularidade no Comportamento dos Agentes Econômicos: Uma Perspectiva Neo-Schumpeteriana**. Em Estratégias Empresariais Na Indústria Brasileira: Discutindo Mudanças. Rio de Janeiro: Forence Universitária, 1996.

CARVALHO, M. **Privatização, dívida e déficit públicos no Brasil**. Texto para Discussão 847, IPEA, Rio de Janeiro: 2001.

CCPE. **Planos Decenais de Expansão e Planos Nacionais de Energia Elétrica de Longo Prazo**. Disponível em: <<http://www.ccpe.gov.br>>. Acesso em: 30 de setembro de 2003.

Energia Brasil. **Energia elétrica no Brasil**. <www.energiabrasil.gov.br>. Acesso em 22 de set. 2001.

Energia Brasil. **Energia elétrica no Brasil**. <www.energiabrasil.gov.br>. Acesso em 22 de set. 2004.

Energia Brasil. **Energia elétrica no Brasil**. Disponível em <www.energiabrasil.gov.br>. Acesso em 26 mar. 2005.

ETHIER, R. et al. **A uniform price auction with locational price adjustments for competitive electricity markets**. Electrical Power and Energy Systems 21: 1999.

FUNDENBERG, D.; TIROLE, J. **Game Theory**. MIT Press: 1996.

HARSANYI, J. C. **Games with incomplete information played by Bayesian players**. Em H. W. Kuhn (Ed.), Classics in Game Theory, pp. 216-246. New Jersey: Princeton University Press, 1967.

KAHN, A. E. et al. **Pricing in the california power exchange electricity market: Should california switch from uniform pricing to pay-as-bid pricing?** Relatório técnico, Blue Ribbon Panel Report, California Power Exchange., Maryland University, 2001.

KAZAY, H. F. **O Planejamento Da Expansão Da Geração do Setor Elétrico Brasileiro Utilizando os Algoritmos Genéticos**. Tese de doutorado, COPPE/UFRJ, 2001.

KEYNES, J. **A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda**. São Paulo: Abril Cultural 1983.

KLEMPERER, P. **Why Every Economist Should Learn Some Auction Theory**. Relatório técnico. England: Oxford University, 2000.

KRISHNA, V. **Auction Theory**. London: Academic Press, 2002.

KUHN, H. W. **Classics in Game Theory**. New Jersey. Princeton University Press: 1997.

MAJONE, G. **Do Estado Positivo ao Estado Regulador: causas e conseqüências de mudanças no modelo de governança**. Revista do Serviço Público, ano 50, n. 1 jan-mar. 1999.

MASILI, G. S. **Metodologia e Software para Processos de Comercialização de Energia Elétrica**. Dissertação de mestrado. Planejamento Energético. Faculdade de Eng. Mecânica – Unicamp, 2004.

MILHO, Isabel. **Teoria de Probabilidades**. Texto para discussão. Departamento de Engenharia de Eletrônica e de Telecomunicações e de Computadores. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2003.

M.M.E. **Modelo institucional do setor elétrico**. Relatório técnico. Ministério de Minas e Energia, Brasília, Dezembro de 2003.

MOREIRA, Renata Couto.; LUNA, Henrique Pacca L.; GUEDES, Paulo G. S. **Um Estudo Comparativo Entre a Teoria dos Jogos Cooperativos e uma Heurística Aplicados a um Problema Real de Alocação de Custos**. Pesquisa Operacional, v.22, n.1, p.73-85, janeiro a junho de 2002.

MUNHOZ, Fernando C.; CORREIA, Paulo B. **Expansão na Geração Elétrica no Brasil: Conseqüências da Introdução da Lógica Privada no Setor**. 51º Congresso Internacional de Americanistas. Chile: 2003.

MUNHOZ, Fernando C.; CORREIA, Paulo B. **Introdução à Teoria dos Jogos Aplicada à Competição do Setor Elétrico**. Planejamento de Sistemas Energéticos. São Paulo: UNICAMP, 2003.

NASSIF, Luís. **A crise no modelo elétrico**. São Paulo: Folha de São Paulo, 30-08-2001.

NASH, J. **Non-Cooperative Games**. Annals of Mathematics 54, 286-295. 1951.

VON NEUMANN; MORGENSTERN. **Theory of Games and Economic Behavior**. Em H. W. Kuhn (Ed.), Classics in Game Theory. New Jersey: Princeton University Press, 1944.

OSBORNE, M. J.; RUBINSTEIN, A. **A Course in Game Theory**. MIT Press, 1994.

PIRES, José Cláudio Linhares. Et al. **As Perspectivas do Setor Elétrico Após o Racionamento**. Revista do BNDES 9(18), 163-204. 2002.

PIRES, José Cláudio Linhares. Capacitação **Eficiência e Abordagens Regulatórias Contemporâneas no Setor Elétrico Brasileiro: As Experiências da ANEEL e da ANP**. Ensaio BNDES. Rio de Janeiro, 1999.

PIRES, José Cláudio Linhares; PICCININI, Maurício Serrão. **A Regulação dos Setores de Infra-Estrutura no Brasil**. Textos para discussão, BNDES, 1998. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/>> Acesso em: 11 abr. 2005.

POSSAS, Mário L. **Estruturas de Mercado Em Oligopólio**. São Paulo: Hucitec, 1985.

POSSAS, Mário L. **Competitividade: Fatores Sistêmicos e Política Industrial**. Em Estratégias Empresariais na Indústria Brasileira: Discutindo Mudanças, pp. 71-117. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1996.

POSSAS, Mário L.; PONDE, J. Luiz; FAGUNDES, Jorge. **Regulação da Concorrência nos Setores de Infra-Estrutura no Brasil: elementos para um quadro conceitual**. In Infra-estrutura: perspectivas de reorganização. Rio de Janeiro: Ipea, 1997.

ROMP, G. **Game Theory - Introduction and Applications**. Oxford: University Press, 1997.

ROSA, Luiz Pinguelli; SIGAUD, Lygia; MIELNIK, Otávio. **Impactos de Grandes Projetos Hidrelétricos e Nucleares. Aspectos econômicos e tecnológicos, Sociais e ambientais**. São Paulo: Marco Zero, 1988.

SAUER, I. **Um Novo Modelo para o Setor Elétrico Brasileiro**. Relatório Técnico, Universidade de São Paulo – IEE, 2002.

SCHUMPETER, Joseph Alois. **Teoria do Desenvolvimento Econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juros e o ciclo econômico**. São Paulo: Abril Cultural, 1982 (Os Economistas).

SHAPLEY, L. S. **A Value for N-person Games**. Contributions to the Theory of Games. Em H. W. Kuhn (Ed.), Classics in Game Theory, pp. 69-79. New Jersey: Princeton. University Press, 1953.

SHEBLÉ, G. **Computational Auction Mechanisms for Restructured Power Industry Operation**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 1999.

SILVA, A. J. **Leilões de Certificados de Energia elétrica: Máximo Excedente Versus Máxima Quantidade Negociada**. Dissertação de mestrado, Unicamp: Campinas, 2003.

SOUSA, Zilmar José de. **Um Mercado Futuro de Eletricidade e o Setor Sucroalcooleiro: Oportunidades de Negócio.** (www.eletronbras.gov.br): 26-10-2004.

STEINDL, J. **Maturidade e Estagnação no Capitalismo Americano.** São Paulo: Abril Cultural, 1983.

STIGLER, G. J. **The Citizen and the State: Essays on Regulation.** Chicago: The University of Chicago Press, 1975.

VARIAN, Hal R. **Microeconomia: Princípios Básicos.** A Eficiência de Pareto. Rio de Janeiro: Editora Campos, 1999.

VARIAN, Hal R. **Microeconomic Analysis.** Third edition. New York: WW Norton & Company, 1992.

VINHAES, E.; SANTANA, E. **Mercados Contestáveis e Competição no Novo Modelo do Setor Elétrico Brasileiro.** *Análise Econômica* 18 (33), 53-68, 2000.

WOLFSTETTER, E. **Topics in Microeconomics. Industrial Organization, Auctions, and Incentives.** Cambridge University Press, 1999.

ANEXO A

Capacidade de Geração do Brasil

Tabela 1 - Empreendimentos em Operação no Brasil

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
CGH	209	111.250	110.803	0,11
EOL	15	239.250	236.850	0,24
PCH	285	1.759.944	1.727.813	1,73
SOL	1	20	20	0
UHE	158	74.438.695	74.920.411	74,96
UTE	982	23.529.382	20.945.647	20,96
UTN	2	2.007.000	2.007.000	2,01
TOTAL	1.652	102.085.541	99.948.544	100

Fonte: BIG – Banco de Informações de Geração (2007).

Os valores de porcentagem são referentes a Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual a considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual a considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Tabela 2 - Empreendimentos em Construção no Brasil

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	1	848	0,2
EOL	1	10.200	0,19
PCH	61	1.121.800	20,82
UHE	13	3.626.800	67,32
UTE	15	628.148	11,66
TOTAL	91	5.387.796	100

Fonte: BIG – Banco de Informações de Geração (2007).

Tabela 3 - Empreendimentos Outorgados no Brasil entre 1998 e 2005I

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
CGH	69	47.695	0,21
EOL	108	4.681.743	20,80
PCH	183	2.700.861	12
UHE	25	4.144.900	18,42
UTE	131	10.928.067	48,56
TOTAL	516	22.503.266	100

Fonte: BIG – Banco de Informações de Geração (2007).

Legenda	
CGH	Central Geradora Hidrelétrica
CGU	Central Geradora Undi-Elétrica
EOL	Central Geradora Eolielétrica
PCH	Pequena Central Hidrelétrica
SOL	Central Geradora Solar Fotovoltaica
UHE	Usina Hidrelétrica de Energia
UTE	Usina Termelétrica de Energia
UTN	Usina Termonuclear

ANEXO B

Lei nº 10.433, de 24 de Abril de 2002.

Dispõe sobre a autorização para a criação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica - MAE, pessoa jurídica de direito privado, e dá outras providências.

Faço saber que o Presidente da República adotou a Medida Provisória nº 29, de 2001, que o Congresso Nacional aprovou, e eu, Ramez Tebet, Presidente da Mesa do Congresso Nacional, para os efeitos do disposto no art. 62 da Constituição Federal, com a redação dada pela Emenda Constitucional nº 32, de 2001, promulgo a seguinte Lei:

Art. 1º Fica autorizada a criação do Mercado Atacadista de Energia Elétrica - MAE, pessoa jurídica de direito privado, sem fins lucrativos, submetido a autorização, regulamentação e fiscalização pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, a ser integrado por titulares de concessão, permissão ou autorização e outros agentes, na forma da regulamentação, vinculados aos serviços e às instalações de energia elétrica, com a finalidade de viabilizar as transações de compra e venda de energia elétrica nos sistemas interligados.

obs.dji.grau.2: Art. 5º, e § 1º, MP-000.144-000-2003; Art. 13, e § 1º, Disposições Finais e Transitórias - D-005.177-2004 - Organização, Atribuições e Funcionamento da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE - Regulamento; Art. 20, Faturamento e Receita Bruta - Contribuições Incidentes sobre o Faturamento - Base de Cálculo - Pessoas Jurídicas de Direito Privado - Contribuição para o PIS/Pasep e Cofins Devidas pelas Pessoas Jurídicas - D-004.524-2002 - Regulamento; Art. 40, Exclusões e Deduções Específicas - Exclusões e Deduções - Contribuições Incidentes sobre o Faturamento - Base de Cálculo - Pessoas Jurídicas de Direito Privado - Contribuição para o PIS/Pasep e Cofins Devidas pelas Pessoas Jurídicas - D-004.524-2002 - Regulamento; Art. 47 e §§ 2º e 5º, Outras Disposições Relativas à Legislação Tributária e Aduaneira - Não-Cumulatividade na Cobrança da Contribuição para os Programas de

Integração Social - PIS e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - Pasep, Sobre o Pagamento e o Parcelamento de Débitos Tributários Federais, a Compensação de Créditos Fiscais, a Declaração de Inaptidão de Inscrição de Pessoas Jurídicas e a Legislação Aduaneira - L-010.637-2002

§ 1º A regulamentação prevista neste artigo deverá abranger, inclusive:

- I. a instituição da Convenção de Mercado;
- II. o estabelecimento das Regras e Procedimentos de Mercado;
- III. a definição das regras de funcionamento do MAE, inclusive a forma de participação dos agentes nesse Mercado; e
- IV. os mecanismos de proteção aos consumidores.

§ 2º A compra e venda de energia elétrica que não for objeto de contrato bilateral será realizada a preços determinados, conforme a Convenção e as Regras de Mercado.

Art. 2º São órgãos do MAE a Assembléia-Geral, o Conselho de Administração e a Superintendência.

§ 1º As atribuições dos órgãos previstos no caput serão estabelecidas em estatuto próprio, elaborado pelos titulares de concessão, permissão ou autorização e outros agentes mencionados no art. 1º.

§ 2º A ANEEL regulamentará a forma de custeio administrativo e operacional do MAE, que poderá incluir contribuições de seus membros, emolumentos cobrados sobre as transações realizadas e encargos.

§ 3º A forma de solução das eventuais divergências entre os agentes integrantes do MAE, será estabelecida na Convenção de Mercado e no estatuto, que contemplarão e regulamentarão mecanismo e convenção de arbitragem, a eles se aplicando os arts. 267, inciso VII; 301, inciso IX; 520, inciso VI; e 584, inciso III, do Código de Processo Civil.

obs.dji.grau.2: Art. 40, I, Exclusões e Deduções Específicas - Exclusões e Deduções - Contribuições Incidentes sobre o Faturamento - Base de Cálculo - Pessoas Jurídicas de Direito Privado - Contribuição para o PIS/Pasep e Cofins Devidas pelas Pessoas Jurídicas - D-004.524-2002 - Regulamento; Art. 47, § 3º, Outras Disposições Relativas

à Legislação Tributária e Aduaneira - Não-Cumulatividade na Cobrança da Contribuição para os Programas de Integração Social - PIS e de Formação do Patrimônio do Servidor Público - Pasep, Sobre o Pagamento e o Parcelamento de Débitos Tributários Federais, a Compensação de Créditos Fiscais, a Declaração de Inaptdão de Inscrição de Pessoas Jurídicas e a Legislação Aduaneira - L-010.637-2002

§ 4º Ficam as empresas públicas e sociedades de economia mista, suas subsidiárias ou controladas, titulares de concessão, permissão e autorização, autorizadas a aderirem ao MAE, inclusive ao mecanismo e à convenção de arbitragem previstos no § 3º.

§ 5º Consideram-se disponíveis os direitos relativos a créditos e débitos decorrentes das operações realizadas no MAE.

Art. 3º A ANEEL, visando a assegurar a continuidade das operações de contabilização e liquidação do mercado de energia elétrica, regulamentará e conduzirá o processo de transição necessário à constituição e à efetiva operação do MAE, na forma do art. 1º.

Parágrafo único. Os bens, recursos e instalações pertencentes à Administradora do Mercado Atacadista de Energia Elétrica - ASMAE continuam afetados às operações do MAE até que os agentes promovam sua incorporação ao patrimônio do MAE, obedecidos os procedimentos e as diretrizes estabelecidos em regulamentação específica da ANEEL.

Art. 4º A constituição do MAE, na forma do art. 1º, deve estar concluída até 1º de março de 2002.

Art. 5º O caput do art. 14 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, passa a vigorar com a seguinte redação, renumerando-se o atual § 1º para parágrafo único:

"Art. 14. Cabe ao poder concedente estabelecer a regulamentação do MAE, definir as regras da organização inicial do Operador Nacional do Sistema Elétrico e implementar os procedimentos necessários para o seu funcionamento." (NR)

obs.dji.grau.2: Art. 20, Faturamento e Receita Bruta - Contribuições Incidentes sobre o Faturamento - Base de Cálculo - Pessoas Jurídicas de Direito Privado - Contribuição para o PIS/Pasep e Cofins Devidas pelas Pessoas Jurídicas - D-004.524-2002 - Regulamento

Art. 6º Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Art. 7º Ficam revogados o art. 12 da Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, respeitadas as transações concluídas, contabilizadas ou não, e os contratos de compra e venda de energia elétrica celebrados até a data da publicação desta Lei, e o § 2º do art. 14 daquela Lei.

Congresso Nacional, em 24 de abril de 2002; 181º da Independência e 114º da República.

Senador RAMEZ TEBET

Presidente da Mesa do Congresso Nacional

D.O.U. de 25.4.2002

APÊNDICE A

O MODELO DE BERTRAND

O modelo de Bertrand, descrito por Romp (1997), revê o problema apresentado por Cournot e, sua análise pode ser aplicada ao mesmo mercado perfeito, com duas firmas idênticas (F_1) e (F_2), entre tanto, o mecanismo lógico da competição é alterado. As firmas atuam no mercado fixando o preço do produto, sendo a quantidade transformada na variável endógena que será determinada pelo sistema. Esta alteração lógica faz sentido se as firmas perceberem que seus produtos não são substitutos perfeitos.

Romp (1997), argumenta que o mesmo método aplicado a um mercado de bens homogêneos conduz a uma solução equivalente à competição perfeita. A possibilidade de um duopólio atuar sem colusão e com preços iguais aos custos marginais caracteriza o paradoxo de Bertrand.

Mas, supondo que exista um parâmetro ($\gamma > 0$), definindo o grau de substituição entre os dois produtos, é possível determinar que a oferta de cada firma será dada pelas equações:

$$q_1 = \alpha - p_1 + \gamma p_2 \quad (2.12)$$

$$q_2 = \alpha - p_2 + \gamma p_1 \quad (2.13)$$

Os benefícios continuam sendo expressos por:

$$\Pi_1 = p_1 q_1 - c q_1 \quad (2.14)$$

$$\Pi_2 = p_2 q_2 - c q_2 \quad (2.15)$$

Substituindo as equações (2.12) e (2.13) em (2.14) e (2.15), respectivamente, encontra-se a condição necessária de primeira ordem que maximiza o benefício de cada firma:

$$\Pi_1 = p_1(\alpha - p_1 + \gamma p_2) - c(\alpha - p_1 + \gamma p_2) \quad (2.16)$$

$$\Pi_1 = p_1\alpha - p_1^2 + p_1\gamma p_2 - c\alpha + cp_1 - c\gamma p_2 \quad (2.17)$$

$$\frac{\partial \Pi_1}{\partial p_1} = \alpha - 2p_1 + \gamma p_2 + c = 0 \quad (2.18)$$

e

$$\Pi_2 = p_2(\alpha - p_2 + \gamma p_1) - c(\alpha - p_2 + \gamma p_1) \quad (2.19)$$

$$\Pi_2 = p_2\alpha - p_2^2 + p_2\gamma p_1 - c\alpha + cp_2 - c\gamma p_1 \quad (2.20)$$

$$\frac{\partial \Pi_2}{\partial p_2} = \alpha - 2p_2 + \gamma p_1 + c = 0 \quad (2.21)$$

Fazendo-se (p_1) igual a (p_2) , a solução ótima de equilíbrio é dada como:

$$\alpha - 2p_1 + \gamma p_2 + c = 0 \quad (2.22)$$

$$2p_1 + \gamma p_2 = \alpha + c \quad (2.23)$$

$$p_1(2 - \gamma) = \alpha + c \quad (2.24)$$

ou

$$p_2(2 - \gamma) = \alpha + c \quad (2.25)$$

$$p_1^* = \frac{\alpha + c}{2 - \gamma} \quad (2.26)$$

$$p_2^* = \frac{\alpha + c}{2 - \gamma} \quad (2.27)$$

Graficamente, tem-se: a solução ótima de equilíbrio em Bertrand (B) para o duopólio, onde (R_1) é a curva de reação da firma (F_1) e (R_2) a curva de reação da firma (F_2).

