

Construção do Portfólio de Produtos e Clientes em Ambientes Competitivos¹

JOÃO CARLOS O. AIRES²
MARCO ANTONIO ARAÚJO³
LEONTINA PINTO⁴

RESUMO

Este trabalho apresenta um modelo para a comercialização da energia elétrica em um ambiente competitivo. O trabalho enfoca a utilização simultânea de técnicas não tradicionais na área de planejamento de sistemas elétricos como otimização, *fuzzy sets* e teoria de jogos, com o objetivo de assessorar eficientemente o agente decisor.

PALAVRAS-CHAVE

Comercialização de Energia, Mercado Competitivo, Teoria dos Jogos

1. INTRODUÇÃO

A nova realidade do setor elétrico muda radicalmente as relações entre os produtores e os consumidores de energia elétrica. Antes consideradas prestadoras de serviços, as empresas do setor agora produzem, transportam e distribuem um *produto* – como uma *commodity*. Por seu lado, os consumidores deixam de ser usuários do antigo serviço para transformarem-se em clientes (grandes ou pequenos) das companhias.

Nesse ambiente, não basta possuir os melhores recursos: é necessário utilizá-los bem para lograr os melhores resultados para a empresa. A informação precisa e correta passa a ser uma aliada inestimável. Desnecessário seria falar da necessidade de técnicas matemáticas modernas no tratamento desta informação para dar à empresa a potencialidade de anteci-

¹ Artigo apresentado no VII Seminário de Planejamento Econômico-Financeiro do Setor Elétrico

² Professor da Faculdade de Administração e Ciências Contábeis da FTESM (jcarlos@trendnet.com.br).

³ Engenheiro da LIGHT (marco.araujo@lightrio.com.br)

⁴ Consultora Internacional (ENGENHO - leontina@uol.com.br)

par-se à concorrência e conquistar uma posição de liderança no mercado

A oferta do produto energia elétrica segue, como em outros setores, as regras de mercado. É preciso examinar a estrutura de custos da empresa e suas filosofias de comercialização, o perfil e os requerimentos do cliente e a atuação da competição de modo a colocar no mercado o melhor produto (ou o melhor portfólio de produtos) aos melhores preços e condições mais atraentes ao consumidor. Entretanto, diferentemente de muitos outros setores, as incertezas envolvidas na comercialização da energia elétrica são tremendas. Por exemplo, o crescimento da demanda em uma economia instável como a brasileira é uma das maiores fontes de incertezas (e possivelmente de problemas). O comportamento do consumidor e suas escolhas e preferências em um mercado desregulado são ainda desconhecidos. A desregulamentação do setor, ainda recente, traz um componente de incertezas à captação de investimentos e consequentemente à expansão. Finalmente, o mercado livre é ainda jovem, e os mecanismos de competição ainda não estão suficientemente maduros para que as estratégias de cada empresa possam ser consideradas previsíveis ou minimamente conhecidas.

Neste contexto, fica evidente a importância da utilização de modelos e ferramentas computacionais de análise e síntese *sob incertezas*, capazes de responder eficientemente às necessidades do mercado, representando corretamente o sistema físico, o comportamento dos agentes econômicos e os modelos legais e regulatórios para a livre competição.

Deve-se notar que não existem ainda, nem a nível internacional, instrumentos capazes de responder a este desafio, principalmente em

mercados ainda jovens, sem históricos confiáveis ou previsões consistentes no que se refere tanto à evolução do sistema quanto ao comportamento dos agentes.

Este trabalho tem como objetivo analisar o problema da comercialização da energia elétrica e propor um modelo para a sua solução voltado para a realidade brasileira. O modelo proposto pode ser utilizado para a construção de um portfólio de produtos e clientes, colocando o produto “energia elétrica” no mercado, nas condições mais vantajosas para os clientes e mais lucrativas para a Empresa. O modelo identifica as necessidades dos clientes (por exemplo, quanto à quantidade e qualidade da energia fornecida), as “vocações” da empresa (os melhores nichos de atuação no mercado), as possíveis alianças mais vantajosas e as melhores estratégias de competição. Podem ser incluídas distintas modalidades de comercialização, como contratos a médio e longo prazo, bolsas, futuros, opções etc.

As ferramentas propostas podem incorporar ainda técnicas mais modernas de tratamento de incertezas como a teoria dos conjuntos incertos (fuzzy sets) além do tratamento da competitividade através da teoria dos jogos. As restrições elétricas e a confiabilidade do fornecimento são representadas através de um modelo de otimização que maximiza o desempenho do sistema e minimiza os custos associados, calculando os correspondentes custos marginais de operação e expansão. Um modelo econômico global, que combina a análise de riscos e os jogos empresariais, avalia os riscos econômico-financeiros e define as estratégias de mercado mais atraentes e eficientes para a empresa. Em resumo, o modelo pode atuar como um instrumento que integra a análise e síntese de

decisões para a produção, investimentos e comercialização do produto “energia elétrica”.

2. A PLATAFORMA DE COMERCIALIZAÇÃO

A plataforma completa para a comercialização de energia elétrica, apresentada na Figura 1, é composta pelos três módulos básicos descritos a seguir e baseia-se na referência [1].

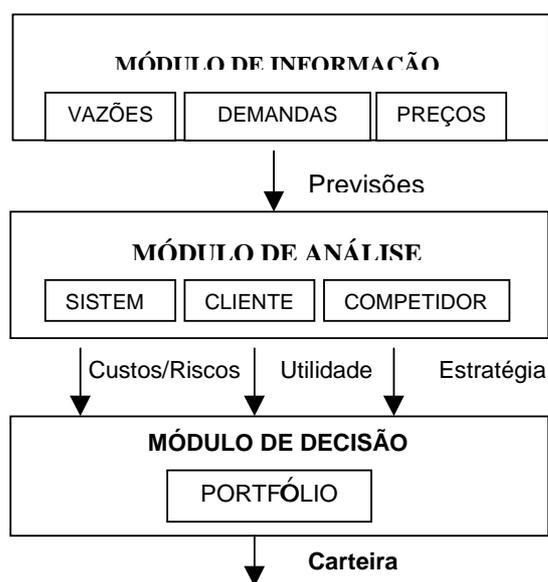


FIGURA 1 - Plataforma de Comercialização

3. O PROBLEMA DO PORTFÓLIO ÓTIMO

3.1 Definição do Problema Clássico

O problema do portfólio pode ser visto como a divisão ótima de um total de recursos disponíveis em diferentes segmentos, de forma a obter a máxima utilidade total. Alguns dos exemplos clássicos incluem as carteiras de investimentos, que buscam o “balanço ótimo”

entre diversas aplicações (por exemplo, ações, fundos, etc.), ou as carteiras de clientes/produtos, que buscam definir os melhores “nichos” de mercado, encontrando os produtos e preços mais adequados para o melhor desempenho da empresa.

As aplicações mais conhecidas da teoria do Portfólio a problemas reais baseiam-se geralmente em variantes da teoria da Mínima Variância de Markowitz [3]. O objetivo destes modelos é otimizar o portfólio (ou a segmentação) de forma a minimizar os riscos totais da aplicação (medida pela variância da utilidade conseguida).

Uma forma alternativa de modelar o problema do portfólio ótimo é através da conhecida Teoria dos Jogos [4], amplamente utilizada para resolver problemas estratégicos - desde ações de guerra a investimentos financeiros. A utilização da teoria dos jogos na escolha de estratégias para investimentos, produção e comercialização de produtos tem crescido dia-a-dia. A referência [5] introduz os conceitos básicos destas aplicações e a referência [6] detalha matematicamente os modelos resultantes.

Os modelos baseados na Teoria dos Jogos apresentam a vantagem de trabalhar com *possíveis cenários* - as distintas estratégias que podem ser seguidas pela empresa e por seus concorrentes, além de explicitar claramente as ações da concorrência, simplificando a análise dos resultados e a tomada de decisões.

Pelas razões apresentadas, optamos pela utilização da teoria dos jogos para a obtenção do portfólio ótimo. A próxima seção resume os princípios básicos da teoria e sua aplicação ao problema da comercialização de energia elétrica.

4. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA TEORIA DOS JOGOS

4.1 Teoria dos Jogos

A teoria dos jogos é um método para analisar situações de conflito e de cooperação que dependem do comportamento estratégico, onde as ações dos agentes são parcialmente dependentes do que os outros agentes poderão fazer. O objetivo da Teoria dos Jogos é determinar a melhor estratégia para um jogador, supondo que o componente é racional e fará um lance inteligente.

A análise matemática dos jogos tem o seu início em 1921, com uma rápida nota apresentada por Emile Borel. Contudo os fundamentos da TJ foram apresentados por John Von Neumann que, em 1928, demonstrou o *teorema minimax básico*.

Conceitos básicos

Para melhor situar os conceitos supõe-se dois jogadores: as concessionárias estatais (CE) e os novos agentes (NA) [7]:

Jogo: é uma situação entre N pessoas ou grupos, chamados jogadores, que é conduzido por um conjunto prévio de regras. As regras definem atividades elementares, ou lances diferentes, mas cada um conhece os lances realizados pelos outros.

Jogo de soma zero: uma das partes perde, exatamente o que o outro ganha. A parcela do mercado cativo que as CE perdem é exatamente o que os NA ganham.

Estratégia: uma estratégia simples é um plano pré-determinado que um jogador adota para uma seqüência de lances e contra-lances no decorrer de um jogo completo. As estratégias dos dois jogadores são as variáveis de decisão; para as CE: {cooperar ou não cooperar}; para os NA: {cooperar ou não cooperar}.

Estratégia dominante: é aquela que seja ideal para um jogador independentemente do que possa fazer seu oponente.

Matriz de pagamentos: é a caracterização completa do jogo, onde cada jogador seleciona suas estratégias:

	CE1	CE2
NA1	g_{11}	g_{12}
NA2	g_{21}	g_{22}

Onde:

NA_i - i-ésima estratégia dos novos agentes

CE_j - j-ésima estratégia das concessionárias

g_{ij} - payoff ou ganhos dos NA sobre as CE, quando os NA utilizam sua i-ésima estratégia e as CE utilizam sua j-ésima estratégia.

Com a nova regulamentação do Setor Elétrico Brasileiro, as negociações entre as concessionárias e entre as concessionárias e outros agentes relacionados com o Setor (Produtores Independentes, Cogeneradores, Consumidores Livres etc.), constituem um jogo cooperativo, onde as empresas podem negociar contratos entre si, permitindo planejar estratégias comuns. Com as mudanças em curso, poderão ocorrer jogos não-cooperativos, sendo necessário a intervenção do Agente Regulador para evitar situações de conflitos.

4.2 Matriz de Pagamentos

Suponhamos que um administrador A, desejoso de aumentar suas vendas, tenha três alternativas: a_1 , lançar um novo produto; a_2 , intensificar a propaganda; a_3 , esperar pelo aumento da demanda. Agora ele tem que levar em consideração a possível resposta de seu concorrente C, que, digamos, possui quatro alternativas: c_1 , encetar uma promoção de vendas; c_2 ,

ampliar o território de vendas; c_3 , baixar os preços; c_4 , construir nova fábrica com equipamento moderno.

Como, num jogo de soma nula, as perdas de um competidor são exatamente iguais aos ganhos do outro, podemos representar o resultado de cada par de decisões por um único algarismo; o conjunto dos resultados será uma matriz de pagamentos, expressa, por exemplo, em \$ de unidades monetárias (um) a favor do administrador A, conforme o quadro abaixo:

Alternativa	c_1	c_2	c_3	c_4
a_a	0,6	-0,3	1,5	-1,1
a_2	0,7	0,1	0,9	0,5
a_3	-1,3	0,0	-0,5	0,8

Categoria importante de jogos é aquela dos que possuem ponto de equilíbrio. Demonstra-se que nesse tipo de jogo, o único critério razoável para cada oponente é o de tentar minimizar suas perdas. Haverá ponto de equilíbrio quando um mínimo numa linha for o máximo de uma coluna.

De fato, se A escolher a_1 , a resposta mais inteligente de C será c_4 , que levará A a perder -1,1; se A escolher a_2 , a melhor resposta de C será c_2 , que limitará o ganho de A a 0,1; se A escolher a_3 , C responderá com c_1 , que causará a A um prejuízo de 1,3. Logo, A deve escolher a_2 , pois garante assim um ganho de 0,1.

Se C escolher c_1 , A retrucará com a_2 e ganhará 0,7; se C escolher c_2 , A rebaterá com a_2 e ganhará 0,1; se C escolher c_3 , A revidará a_1 , e ganhará 1,5; se C escolher c_4 , A poderá escolher a_3 , e ganhará 0,8. Logo, B deve escolher c_2 , que limita os ganhos de A a 0,1.

4.3 Pontos de Equilíbrio do Jogo

Estabelecida a matriz dos pagamentos, deve-se primeiro procurar, para solucionar o jogo, se existe, como no exemplo anterior, um par de alternativas, uma para cada adversário, que garanta a um jogador uma perda mínima e ao outro um ganho mínimo. Quando o jogo comporta esse par de alternativas, diz-se que ele possui um *ponto de equilíbrio*. O ponto de equilíbrio no exemplo precedente corresponde ao cruzamento na linha a_2 com a coluna c_2 .

4.4 Natureza dos Pagamentos

Os pagamentos que figuram na matriz dos jogos, no exemplo dado, representam valores que serão recebidos ou desembolsados com certeza, para cada par de ações seguidos pelos dois jogadores. Os pagamentos também podem ser representados por percentagens do mercado conquistado, retorno percentual sobre vendas ou outras utilidades.

Observa-se que, para haver jogo de um lance, as decisões de ambos os jogadores devem ser tomadas simultaneamente, ou em sucessão imediata, de maneira que o segundo jogador não conheça (ou conheça de maneira muito vaga) a escolha feita pelo primeiro jogador. Ambos conhecem, por hipótese, a matriz de pagamentos.

4.5 Estratégia Mista

Em muitos jogos simples, não existe um ponto de equilíbrio; neste caso, pode ser provado que se atinge o equilíbrio usando uma *estratégia mista*, constituída pela ponderação aleatória de duas alternativas puras. Esta afirmativa constitui o Teorema de Von-Neumann.

Os campos militar e esportivo oferecem numerosas situações que se reduzem a um conflito de dois adversários, de soma zero, com um lance e duas alternativas.

5. EXEMPLOS DE COMPETIÇÃO

5.1 Formulação do Jogo

O problema aqui descrito pode ser visto como um jogo, onde uma Indústria com uma demanda de 100MW pode ser atendida pela concessionária local e por um Produtor Independente. No caso, os dois fornecedores de energia elétrica são competidores (jogadores) e podem vender a energia de acordo com as faixas abaixo:

Concessionária (C):

min = 45\$/MW e máx= 50\$/MW

Produtor Independente (G) - custo da geração + custo de transporte:

min = 48\$/MW e máx= 52\$/MW

As empresas podem optar por duas estratégias PB (Preço Baixo) ou PA (Preço Alto). O resultado da opção por cada uma das estratégias gera quatro possíveis cenários para a concorrência, cujos resultados são sintetizados na Tabela 1.

Estratégia (Jogador=Preço)	Ganho E	Ganho C	Comentários
C=PB, G=PB	45x50	48x50	Dividido
C=PB, G=PA	45x100	0	C ganha
C=PA, G=PB	0	48x100	G ganha
C=PA, G=PA	50x50	52x50	Dividido

Tabela 1 – Formulação do Jogo

Este mesmo jogo pode ser representado através da forma clássica, ou *forma normal do jogo*, pela matriz a seguir, onde a concessionária C é o jogador linha, a companhia G é o jogador coluna, e o ganho de cada jogador para cada um dos cenários oriundos das combinações das possíveis estratégias mostrado em cada célula correspondente sob a forma (C,G)

		G ↓	
		PB	PA
C →	PB	(2250,2400)	(4500,0)
	PA	(0,4800)	(2500,2600)

5.2 A Solução do Jogo

Toda a filosofia dos modelos para a solução de jogos baseia-se na busca de *pontos de equilíbrio* - definidos como situações, ou cenários, onde nenhum jogador mudaria sua posição desde que seus competidores também não o façam. Em outras palavras, se um ponto de equilíbrio é alcançado, e $n-1$ jogadores se mantiverem nele, o jogador n também não mudará sua estratégia sob pena de prejuízos.

É importante notar que o ponto de equilíbrio não significa, necessariamente, o ponto de maior ganho dos participantes - nem mesmo da soma, ou da média, ou de algum participante. Esta afirmação pode ser comprovada através do exemplo estudado. Um dos pontos de equilíbrio do jogo é o cenário onde os dois jogadores escolhem a estratégia de preços baixos, que lhes proporciona um ganho igual a (2250, 2400); pode-se observar que, se um dos jogadores mudar sua estratégia e aumentar os preços, perde o mercado e a receita. Por exemplo, se a concessionária aumentar o preço, ela perderá o mercado e o Gás terá uma receita de 4800. Por outro lado, se o Gás aumentar o preço, a receita da Concessionária será de 4500.

A inspeção do jogo mostra que existe outro cenário onde ambos os competidores optam pela estratégia de preços altos. Novamente o mercado é dividido, onde o ganho dos com-

petidores é de 2500 para a Concessionária e de 2600 para o Gás. Esse ponto entretanto não é um ponto de equilíbrio já que se o Gás utilizar a estratégia de preço alto, a concessionária poderá participar com preço baixo com um ganho de 4500.

Esse jogo é chamado de **Jogo Dominado** pela Estratégia de preço baixo, onde a retirada da 2ª linha da matriz não altera o resultado do Jogo já que a concessionária nunca participará com preços altos sabendo que sempre ganhará o jogo com preço baixo. Já o Gás, sabendo que a Concessionária apresentará preços baixos, também participará com preços baixos.

A opção por uma das estratégias não parece ser uma tarefa simples, e é importante notar que não há garantia de que, uma vez tomada a opção pelo ponto de equilíbrio, o competidor jogue no mesmo ponto (a menos dos jogos cooperativos). Por exemplo, se os dois jogadores escolhem estratégias associadas a equilíbrios diferentes, o que “apostou” no preço alto pode amargar uma derrota. Este problema é particularmente difícil em mercados como o nosso, onde a falta de experiência leva ao desconhecimento das preferências dos outros competidores e a possíveis erros de avaliação.

5.3 Consideração de uma tarifa elevada

Para ilustrar a possibilidade de um novo ponto de equilíbrio, considerou-se uma terceira estratégia onde os dois competidores participariam com uma tarifa extremamente elevada, como mostrada na Tabela 2.

Estratégia (Jogador=Preço)	Ganho C	Ganho G	Comentários
C=PB,G=PB	45x50	48x50	Dividido
C=PB,G=PM	45x100	0	C ganha
C=PB,G=PA	45x100	0	C ganha
C=PM,G=PB	0	48x100	G ganha
C=PM,G=PM	45x50	48x50	Dividido
C=PM,G=PA	45x100	0	C ganha
C=PA,G=PB	0	48x100	G ganha
C=PA,G=PM	0	48x100	G ganha
C=PA,G=PA	120x50	120x50	Dividido

Tabela 2 – Jogo com tarifa elevada

Forma normal do jogo

		G ↓		
		PB	PM	PA
C	PB	(2250,2400)	(4500,0)	(4500,0)
	→ PM	(0,4800)	(2500,2600)	(4500,0)
	PA	(0,4800)	(0,4800)	(6000,6000)

O resultado é que existem dois pontos de equilíbrio:

1- os dois competidores com preços baixos (2250, 2400) - este é o equilíbrio de mercado, como reza a teoria da competição.

2- os dois competidores com preços altíssimos (6000, 6000) - este é o equilíbrio de coalizão, típico de mercados dominados por poucos agentes que combinam entre si as estratégias para tirar o máximo lucro (em detrimento, claro, do cliente e da sociedade).

Qual dos pontos se adota? Ninguém sabe direito. A tendência é que em uma competição acirrada, o mercado tende para o primeiro (preço baixo). Se, de alguma forma, os competido-

res chegarem a um acordo, o mercado vai para o preço alto. Isto é o que normalmente acontece no Brasil, por exemplo, em mercados com poucos agentes (carros, eletrodomésticos etc.). O papel da agência reguladora está exatamente aí: não deixar que se formem as coalizões predatórias.

Esses equilíbrios são chamados estratégias puras, porque os competidores escolhem jogar com uma ou outra (baixo ou alto). Existe ainda a estratégia mista (os jogadores jogam parte do tempo em preço alto e parte em preço baixo, por exemplo). Neste caso, a estratégia mista de equilíbrio (resultado do programa Gambit) é:

Jogador 1: 95.8% do tempo em preço baixo e 4.2% do tempo em preço alto

Jogador 2: 96.1% do tempo em preço baixo e 3.9% em preço alto.

Isto configura um portfólio. Por exemplo, a concessionária oferecerá seu produto a preço baixo a 95.8% dos clientes e a preço alto a 4.2% dos clientes (provavelmente os de menor interesse - ou porque são espalhados, ou porque não pagam bem etc.). Idem para o jogador 2.

5.4 Estratégias Mistadas

A escolha entre as opções de preços alto e baixo, estudadas anteriormente, é conhecida como uma *estratégia pura* - isto é, os jogadores optam por apenas uma dentre as possibilidades. Uma alternativa, que poderia aliar a segurança do preço baixo à lucratividade do preço alto, seria a *estratégia mista* - onde os competidores tomam alternadamente uma das duas opções.

O jogo de estratégias mistas é representado pela matriz abaixo, onde a empresa *C* oferece a preço baixo $p\%$ do tempo e *G* oferece a preço baixo $q\%$ do tempo. Evidentemente, nes-

te jogo admite-se que existirá não uma mas várias concorrências, ou várias possibilidades de negócios, e espera-se que as empresas sigam uma estratégia mista de modo a combinar possíveis opções, numa tentativa de compensar riscos e lucros.

		G	
		PB (q)	PA ($1-q$)
C →	PB (p)		
	PA ($1-p$)		

O equilíbrio num jogo de estratégia mista segue o mesmo princípio: corresponde a um ponto onde, se nenhum competidor mudar de estratégia, não há incentivo para que o jogador mude a sua. No caso particular de dois jogadores e duas estratégias, o equilíbrio pode ser calculado de forma imediata [1].

5.5 O Impacto das Incertezas

Sabe-se que as incertezas produzem um grande impacto nos resultados de uma empresa, e a sua correta modelagem é fundamental para a qualidade do resultado obtido por qualquer ferramenta.

Pode-se imaginar, por exemplo, que a empresa *C* tem um parque gerador misto (hidráulico e térmico) e que o ganho associado à estratégia de preço baixo depende do regime hidrológico do sistema. Na estratégia de preço alto, considera-se que o preço corresponde ao preço de oportunidade, e mantém-se constante, já que não depende das afluições às usinas de *C*. O jogo correspondente a este problema é da forma $([a,b],c)$, onde $[a,b]$ denota o intervalo de possibilidades de ganhos associados a cada estratégia.

		$C \downarrow$
		PB (q) PA ($1-q$)
C	PB (p)	([a,b],c)
\rightarrow	PA ($1-p$)	

6. MODELO DE COMERCIALIZAÇÃO

O Modelo final para a comercialização da energia elétrica pode ser resumido nos seguintes passos [1]:

1. Definição dos Índice de Qualidade do Negócio

A empresa define, segundo suas filosofias e objetivos, um *índice de qualidade* pelo qual será medido o sucesso do negócio. Este índice pode tomar uma ou uma ponderação das variáveis de interesse, como lucro esperado, risco admitido, máximo prejuízo admitido etc.

2. Definição das Possíveis Estratégias

Com base na experiência, conhecimento e/ou expectativas, definem-se as possíveis estratégias de comercialização das empresas e seus competidores.

3. Construção do Jogo

Conhecidas as possíveis estratégias, calculam-se as distribuições de possibilidades (e não de probabilidades) dos custos e lucros associados a cada estratégia. Estas distribuições são obtidas através de modelos baseados na teoria de *fuzzy sets* descrita em [2], e podem ser utilizadas para obter, com qualquer precisão desejada, todos os índices de qualidade de negócio requeridos.

4. Solução do Jogo

Os índices de negócio assim obtidos são então utilizados para construir a matriz de jogos, que será resolvida através dos algoritmos apropriados [8,9].

7. CONCLUSÕES

Este trabalho apresenta um modelo para a comercialização da energia elétrica sujeito às incertezas do setor, e que combina as teorias matemáticas e econômicas de última geração para obter uma representação realista do sistema e oferecer ao agente de decisão um auxílio preciso e confiável.

Muitas das ferramentas mencionadas ao longo do trabalho podem também ser utilizadas em estudos de planejamento do sistema elétrico. Alguns pontos marcantes da evolução desses estudos foram:

- décadas de 70 e 80 - necessidade de substituição de conceitos determinísticos por probabilísticos e utilização de técnicas de otimização;
- início da década de 90 pela necessidade de incorporação de incertezas através da utilização do critério minimax e dos fuzzy sets

As recentes mudanças do modelo institucional não descartam as metodologias anteriores mas impõem a necessidade de nova evolução para permitir uma melhor análise do comportamento do mercado em ambiente de competição.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIRES, J. C. O., ARAUJO, M. A., PINTO, L.; "Construção do Portfólio de Produtos e Clientes em Ambiente Competitivo", VI SEPEF - *Seminário de Planejamento Econômico-Financeiro do Setor Elétrico*, Rio de Janeiro, 25-27 de outubro de 1999.
- PINTO, L.; RIBEIRO, A., "A Comercialização da Energia Elétrica: Construção do Portfólio de Produtos e Clientes", XV SNPTEE - *Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica*, Foz de Iguaçu, outubro de 1999
- PINTO, L.; FREITAS, M; RIBEIRO, A.; FERNANDEZ, O; "Modelos de Análise de Riscos: Uma Nova Classe de Ferramentas", XV SNPTEE - *Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica*, Foz de Iguaçu, outubro de 1999
- ELTON, E.; GRUBER, M., "Modern Portfolio Theory and Investment Analysis", *John Wiley & Sons*, 1998
- Von NEUMANN, J; MORGENSTERN, O.; "Theory of Games and Economic Behaviour", *John Wiley & Sons*, 1944.
- DIXIT, A.; NALEBUFF, B; "Thinking Strategically", *W. Norton and Company, Inc.*, 1993.
- OSBORNE, M, "An Introduction to Game Theory", *MIT Press*, 1999 - em edição
- MOROZOWSKI FILHO, M; SCHUCH, G.B. "Novo Enfoque para Planejamento de Sistemas Elétricos em Ambiente Competitivo", V SEPOPE, Recife, Maio de 1996.
- MCKELVEY, R.; PALFREY, T., "Quantal Response Equilibria for Normal Form Games", *Games and Economic Behavior*, 10, pages 6-38, 1995.
- MCKELVEY, R.; MCLENNAN, A; "Computation of equilibria in finite games", *Handbook of Computational Economics*, Pages 87-142, 1996. ◆