



**GRUPO VI
GRUPO DE ESTUDO EM MERCADOS DE ENERGIA ELÉTRICA - GME**

SISTEMA DE APOIO A DECISÃO PARA EMPRESA DISTRIBUIDORA DE ENERGIA ELÉTRICA

**Erick M. Azevedo*
GEE – UNIFEI**

RESUMO

Esse trabalho apresenta um sistema de apoio a decisão para comercialização de energia elétrica elaborado para uma distribuidora de energia elétrica. Esse sistema foi utilizado nos leilões anteriores ao Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico que entrou em vigor no ano de 2004. Desta forma esse trabalho apresenta o sistema e enfatiza as modificações que estão em desenvolvimento para elaboração de uma plataforma mais abrangente nos moldes do modelo vigente. O foco desse artigo está nos conceitos e técnicas utilizados, mais detalhes sobre o desenvolvimento matemático pode ser encontrado em outros trabalhos do autor (1), (2).

PALAVRAS-CHAVE: Leilões, Teoria dos Jogos, Mercado de Energia Elétrica, Comercialização, Decisão.

1.0 - INTRODUÇÃO

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

Foram criados dois ambientes de contratação, a saber: o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) que consiste na contratação de energia pelos distribuidores para suprir os consumidores cativos e o Ambiente de Contratação Livre (ACL) que consiste nos contratos para atendimento dos consumidores livres. As empresas distribuidoras de energia elétrica só podem atuar no ACR. Na Tabela 1 são apresentadas as possibilidades de contratação no ACR.

TABELA 1 – Tipos de contratos do ACR

Tipos básicos	Ano de realização do leilão	Prazos
Contratação de nova geração	Cinco e três anos de antecedência	15 a 35 anos
Contratação de geração existente	No ano que antecede o contrato	3 a 15 anos
Contratação de ajuste	De dois anos de antecedência até o ano de início do contrato	Até 2 anos

Nesse momento, as distribuidoras de energia terão que administrar, pelo menos, cinco tipos de contratos de comercialização de energia elétrica:

- Contratos iniciais;
 - Contratos bilaterais firmados antes do novo modelo institucional;
 - Contratos provenientes de leilões realizados antes do novo modelo institucional;
 - Contratos firmados no ACR;
 - Contratos de compra de energia proveniente dos Produtores Independentes de Energia Elétrica (PIE).
- Esses contratos devem ser administrados de forma estratégica, pois existem mecanismos legais que incentivam as distribuidoras a estarem com todo seu mercado contratado com a maior antecedência possível. Dessa forma, o problema a ser resolvido pelas distribuidoras é de administrar uma carteira de contratos de comercialização de energia, na qual a cada contrato estará associado um risco e uma rentabilidade.

Este trabalho apresenta uma plataforma computacional, o Simulador de Mercado de Energia Elétrica (SMEE), o qual foi baseado principalmente nas Teorias dos Jogos e Bayesiana, com a finalidade de auxiliar uma empresa distribuidora na elaboração de estratégias para atuação no mercado de energia elétrica. O SMEE possibilita que a empresa simule os leilões no pool obtendo uma projeção de preço baseado em suas expectativas.

2.0 - MODELO ESCOLHIDO

Conforme Azevedo et al. (3) existem três classes de modelos utilizando Teoria dos Jogos que podem ser aplicados em sistemas de apoio a decisão para comercialização de energia elétrica. Esses modelos são: com curva de reação; sem curva de reação e com probabilidades. O modelo escolhido neste trabalho foi o com probabilidades. Nesse modelo o agente i possui um conjunto I de informações a respeito do mercado. Porém, tal conjunto não lhe fornece segurança para determinar uma curva de reação para o comportamento de seus oponentes. Por outro lado, ele consegue delimitar as ações de seus oponentes em um conjunto s_j de estratégias possíveis $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. As estratégias variam entre si no que diz respeito ao risco, rentabilidade e probabilidade de ocorrência.

Uma primeira aproximação dentro deste modelo poderia ser efetuada, assumindo a curva de reação dos oponentes como sendo a estratégia mista referente ao conjunto s_j , ou seja, $s_m = p_1 \cdot s_1 + p_2 \cdot s_2 + \dots + p_n \cdot s_n$, na qual p_n é a probabilidade de ocorrência da estratégia s_n . Todavia, melhor resultado é obtido quando essas probabilidades são condicionais, fazendo com que, de acordo com os índices e informações de mercado atuais, elas sejam ajustadas. Sendo assim, novamente ter-se-ia um conjunto de estratégias sm_j , porém, desta vez, cada elemento representaria a estratégia mista para um determinado estado do mercado. Mesmo assim, essa aproximação é incerta, pois a resposta dos oponentes pode resultar numa estratégia bem diferente da estratégia mista. Essa incerteza aumenta na medida que o conjunto de estratégias aumenta e suas respectivas probabilidades se aproximam.

Desta forma tem-se várias curvas com suas probabilidades de ocorrência associadas, como está apresentado na Figura 1.

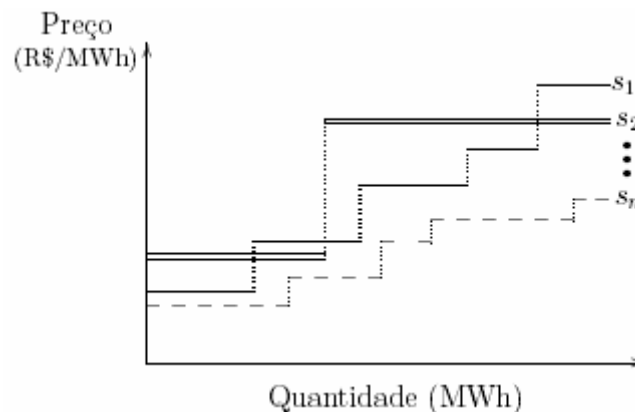


FIGURA 1 - Conjunto de curvas de lance

Esse tipo de modelo é o que mais se aproxima da realidade com a qual um tomador de decisão se depara e por isso ele é o foco principal do Simulador de Mercado Brasileiro de Energia Elétrica (SMEE) que será apresentado na seção seguinte. O fluxo dos dados funciona conforme pode ser observado na Figura 2.



FIGURA 2 – Fluxo de dados e resultados

3.0 - MODELO DESENVOLVIDO

Nesta seção é apresentado o Simulador de Mercado Brasileiro de Energia Elétrica (SMEE). O jogo nos leilões brasileiros de contratos bilaterais de energia elétrica pode ser modelado por apenas três agentes, dois atuando no primeiro estágio e um no segundo, conforme apresentado na Figura 3. Dessa forma, fica caracterizada a competição no primeiro estágio, enquanto os agentes do segundo estágio são representados por uma única curva.

Do ponto de vista matemático, acrescentar um número maior de agentes seria redundante, uma vez que na otimização as curvas seriam agregadas.

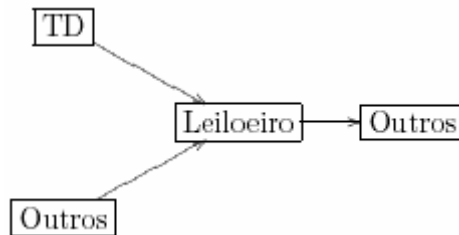


FIGURA 3 - Três agentes do Modelo desenvolvido

Em que:

TD - Tomador de decisão

Outros - Demais agentes do estágio

OBS.: Para aplicação dessa ferramenta no novo modelo institucional do setor elétrico, a Figura 3 pode ser invertida. Dessa forma ficaria o *pool* no primeiro estágio e outros dois agentes no segundo.

De acordo com o *type*¹ de quem estiver modelando o leilão, são atribuídos lances para cada agente. Os lances possuem um número máximo de cinco patamares, conforme é apresentado na Figura 4.

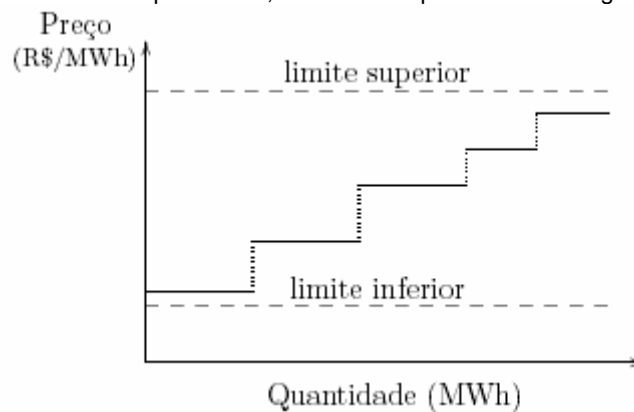


FIGURA 4 - Curva de lances com cinco patamares

Para elaborar sua curva de lances, o agente se depara com dois limites, inferior e superior. Esses limites não são necessariamente uma reta horizontal, nem lineares conforme a Figura 4.

No limite inferior encontram-se seu custo e preço de oportunidade para o produto em questão, prevalecendo o que for maior. O custo diz respeito ao valor do capital empregado, incluindo remuneração mínima, para produzir o produto. O preço de oportunidade é o valor por quanto o agente consegue comercializar este mesmo produto fora do leilão. Admita que um agente queira vender determinado produto que tenha um custo médio de R\$ 40,00 por MWh. Caso seu preço de oportunidade seja de R\$ 50,00, este será o limite mínimo para sua curva de lances. Caso seu preço de oportunidade seja de R\$ 20,00, seus lances serão limitados pelo seu custo. Nesse último caso, o agente tem a opção, caso lhe seja conveniente, de particionar o custo, isto é, verificar quanto custa o MWh para cada parte do produto.

No limite superior estão os valores praticados e a expectativa do mercado para os novos contratos. De nada adiantaria o agente efetuar um lance de venda de R\$ 90,00 por MWh, se é de conhecimento comum que não existe consumidor disposto a comprar por mais de R\$ 70,00.

Definidos os limites superior e inferior, é o momento de dar forma ao lance em patamares. Não existem regras para a confecção dos patamares do lance. Essa definição será em função da estratégia do agente e do formato do leilão. A tela de inserção de lances do SMEE é apresentada na Figura 5. Cada um dos três agentes definidos na Figura 3 possui uma tela de entrada de dados idêntica a essa.

Nesse modelo, o comportamento de cada agente é dado por multiplicadores que ajustam as curvas de lances. Eles atuam sobre o preço de cada patamar. Esse modelo oferece a possibilidade de se utilizar até três multiplicadores como se pode observar na Figura 5. Definido os multiplicadores, os lances dos agentes são submetidos ao programa de otimização, que, por sua vez, resolve o leilão duplo.

São definidos dois cenários de mercado c_m e a cada um deles é relacionado um peso w_m , como se pode observar na Figura 6. Podem ser definidos, por exemplo, os cenários: mercado *baixo* (l) e *alto* (h). O cenário l representaria

¹ Termo técnico de Teoria dos Jogos que denota todas as informações estratégicas que um agente possui e/ou pode inferir.

a tendência de sobra de energia elétrica e o h de escassez. Essa abordagem é parecida com a de Kleindorfer et al. (4). Outros trabalhos, como o de Ferrero et al. (5), preferem apoiar os cenários nos preços dos combustíveis, porém este não é o caso adequado para o Brasil, que é um país com geração predominantemente hidrelétrica.

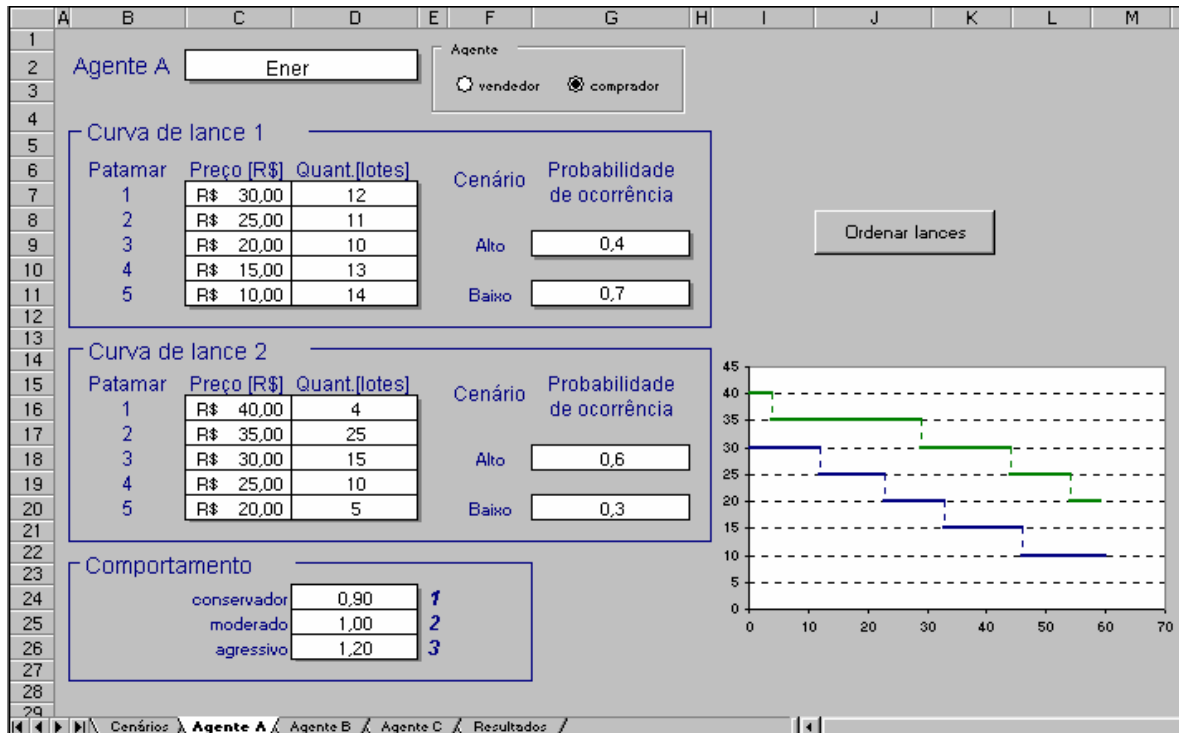


FIGURA 5 – Tela de inserção de lances

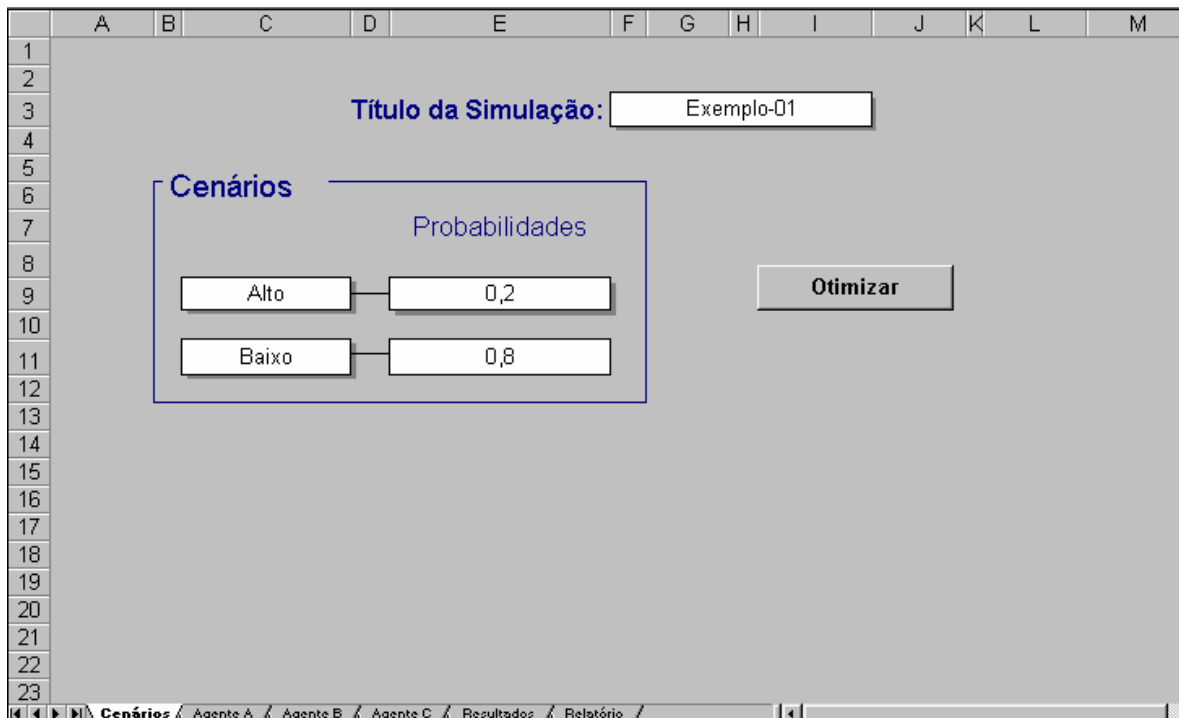


FIGURA 6 – Tela inicial

Definidos os cenários e seus pesos, deve-se, então, definir, para cada *type*, a probabilidade de um agente utilizar cada curva de lances. Sendo assim, para o agente *A* com o cenário *l* e com *n* curvas de lances, ter-se-ia:

$$P_A^l = [p_A(l, t_1), p_A(l, t_2), \dots, p_A(l, t_n)] \quad (I)$$

A probabilidade P combina as probabilidades individuais, de cada agente, associadas aos cenários. Admitindo que são três agentes, (II) define os valores de P para os m cenários.

$$P_{A^i B^j C^k} = \sum_{m=1}^M w_m \cdot p_A(m, t_i) \cdot p_B(m, t_j) \cdot p_C(m, t_k) \quad (II)$$

A matriz M_{ABC} é montada com os valores de (II) e combina todos os *types* de todos agentes. Admitindo que cada agente possui dois *types* t_1 e t_2 , a forma da matriz M_{ABC} seria como está apresentado na Figura 7.

$$M_{ABC} = \begin{matrix} & B^{t_1} & B^{t_2} & B^{t_1} & B^{t_2} \\ \begin{matrix} A^{t_1} \\ A^{t_2} \end{matrix} & \begin{bmatrix} & & & \\ & C^{t_1} & & C^{t_2} \\ & & & \end{bmatrix} & & & \end{matrix}$$

Figura 7 – Matriz de probabilidades

Através da matriz M_{ABC} é possível calcular as probabilidades condicionais relacionadas a cada combinação de *types*, por exemplo, a probabilidade do agente A atribuir para os agentes B e C o *type* t_2 , dado que ele utilizará o *type* t_1 , é dada por (III).

$$p(B^{t_2}, C^{t_2} | A^{t_1}) = \frac{P_{A^{t_1} B^{t_2} C^{t_2}}}{\sum_i \sum_j P_{A^{t_1} B^{t_i} C^{t_j}}} \quad (III)$$

Ao todo são 24 probabilidades condicionais, mais precisamente, quatro para cada *type* de cada agente.

Definido os multiplicadores, os lances dos agentes são submetidos ao programa de otimização, que, por sua vez, resolve o leilão duplo.

Como um agente não possui informação completa a respeito dos custos dos demais, para mensurar o benefício não foram utilizadas funções de custo. A idéia foi fazer com que o benefício fosse obtido através do excedente de cada agente no leilão duplo. Sendo assim, o benefício U_v para o vendedor foi mensurado conforme (IV). O benefício U_c do comprador é dado por (V).

$$U_v = X \cdot q_v - \sum_0^{q_v} K_i \cdot l_v \cdot q_v \quad (IV)$$

$$U_c = \sum_0^{q_c} K_i \cdot l_c \cdot q_c - X \cdot q_c \quad (V)$$

Em que:

- X preço de fechamento do leilão;
- q_v quantidade comercializada pelo vendedor;
- q_c quantidade comercializada pelo comprador;
- l_v lance do vendedor;
- l_c lance do comprador;
- K_i multiplicador i .

A esperança matemática do benefício de um t_i é a média ponderada de cada matriz de benefícios que o compõe. Considerando os agentes A , B e C e os seus *types* com t_1 e t_2 , a esperança matemática para o agente A com t_1 será dada por (VI).

$$E_A^{t_1} = \sum_{i=1,2} \sum_{j=1,2} U_A^{t_1}(B^{t_i}, C^{t_j}) \cdot p(B^{t_i}, C^{t_j} | A^{t_1}) \quad (VI)$$

Calculada a esperança matemática de cada par agente - *type*, o próximo passo é encontrar o EN. Para encontrar o EN, o primeiro passo é verificar quais são as estratégias dominantes para cada agente nas matrizes de esperança matemática. A seguir, eliminam-se as estratégias dominadas em todas matrizes. Nesse ponto, sobram poucos elementos e fica fácil identificar o EN.

Os resultados são apresentados em três telas. A primeira apresenta as matrizes de benefício esperado para cada curva de lance de cada agente (ver Figura 8). Nessas matrizes estão destacadas em negrito as estratégias não dominadas e, caso exista, com sombreado amarelo o Equilíbrio de Nash (EN) em cada matriz. Ainda nessa tela aparece um quadro destacando o EN e, caso seja necessário, um outro quadro trazendo informações sobre a estratégia mista.

A segunda tela informa quais foram os dados utilizados para os resultados apresentados. Esses valores são isolados dos de entrada. Dessa forma, é possível alterar os dados nas planilhas de entrada, pois enquanto a otimização não for realizada os valores da planilha permanecem inalterados.

A terceira tela informa as matrizes de preço e quantidade comercializada esperada, correspondentes às matrizes de benefício esperado (ver Figura 9).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
1	Resultados																
2	Benefício esperado																
4	Obs.: Estão em negrito as estratégias não dominadas e, caso exista, o equilíbrio de Nash estará destacado em amarelo.																
7	Agente A - Curva de lances 1									Equilíbrio de Nash							
8	EA1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	Empresa:	Estratégia:		Lance 1		Lance 2	
9	c1	254,17	254,17	254,17	275,79	275,79	275,79	298,58	298,58	298,58	Agente A	Energul	A3		A3		
10	c2	249,19	249,19	249,19	272,34	272,34	272,34	295,14	295,14	295,14	Agente B	B	Mista		Mista		
11	c3	244,20	244,20	244,20	267,36	267,36	267,36	290,52	290,52	290,52	Agente C	C	C1		C1		
12	Agente A - Curva de lances 2									Estratégia Mista							
13	EA2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	Agente A	Energul	Lance 1		Lance 2		
14	c1	524,23	524,23	524,23	581,63	581,63	581,63	645,01	645,01	645,01	Agente B	B	A3		A3		
15	c2	471,65	471,65	471,65	550,45	550,45	550,45	613,83	613,83	613,83	Agente C	C	B1, B2 e B3		B1, B2 e B3		
16	c3	427,17	427,17	427,17	504,00	504,00	504,00	576,66	576,66	576,66			C1		C1		
18	Agente B - Curva de lances 1									Links							
19	EB1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	Ok: Se necessário, digite Ctrl+P para realocar a impressora		Imprimir relatório				
20	c1	83,72	83,72	83,72	91,43	91,43	91,43	97,52	97,52	97,52	Dados de entrada		Relatório em PDF				
21	c2	91,66	91,66	91,66	95,32	95,32	95,32	101,42	101,42	101,42	Quantidade esperada						
22	c3	100,14	100,14	100,14	103,80	103,80	103,80	107,47	107,47	107,47	Ok: É necessário instalar o driver de impressora PDF995.						
24	Agente B - Curva de lances 2									Quantidade esperada							
25	EB2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	Lance 1		Lance 2		Lance 3		
26	c1	3,52	3,52	3,52	5,28	5,28	5,28	9,09	9,09	9,09	B		E1		B2		
27	c2	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	9,09	9,09	9,09	B		E1		B2		
28	c3	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	6,37	9,59	9,59	9,59	Lance 2		33%		33%		
30	Agente C - Curva de lances 1									Quantidade esperada							
31	EC1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	Lance 1		Lance 2		Lance 3		
32	c1	189,52	189,52	189,52	202,24	202,24	202,24	214,96	214,96	214,96	B		E1		B2		
33	c2	186,28	186,28	186,28	199,00	199,00	199,00	211,72	211,72	211,72	B		E1		B2		
34	c3	182,11	182,11	182,11	195,75	195,75	195,75	208,47	208,47	208,47	Lance 2		33%		33%		
35	Agente C - Curva de lances 2									Quantidade esperada							
36	EC2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	Lance 1		Lance 2		Lance 3		
37	c1	21,17	21,17	21,17	41,44	41,44	41,44	57,67	57,67	57,67	B		E1		B2		
38	c2	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	38,45	38,45	38,45	B		E1		B2		
39	c3	19,05	19,05	19,05	19,05	19,05	19,05	23,28	23,28	23,28	Lance 2		33%		33%		

FIGURA 8 – Primeira tela de resultados

	A2	BA	BB	BC	BD	BE	BF	BG	BH	BI	BJ	BK	BL	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	
1	Preço de fechamento dos leilões										Esperança das quantidades comercializadas										
4	Obs.: Caso exista, o equilíbrio de Nash estará destacado em amarelo.										Obs.: Caso exista, o equilíbrio de Nash estará destacado em amarelo.										
6	Agente A - Curva de lances										Agente A - Curva de lances 1										
7	EPA1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	EQA1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	
8	c1	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	c1	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00
9	c2	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	c2	1809,00	1809,00	1809,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00
10	c3	61,76	61,76	61,76	62,39	62,39	62,39	62,39	62,39	62,39	c3	1800,00	1800,00	1800,00	1500,00	1809,00	1809,00	1809,00	1854,00	1854,00	1854,00
12	Agente A - Curva de lances 2										Agente A - Curva de lances 2										
13	EPA2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	EQA2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	
14	c1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	c2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	c3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18	Agente B - Curva de lances										Agente B - Curva de lances 1										
19	EPB1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	EQB1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	
20	c1	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	c1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
21	c2	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	c2	300,00	0,00	0,00	300,00	0,00	0,00	0,00	300,00	0,00	0,00
22	c3	61,76	61,76	61,76	62,39	62,39	62,39	62,39	62,39	62,39	c3	300,00	300,00	0,00	300,00	300,00	0,00	300,00	0,00	0,00	0,00
24	Agente B - Curva de lances 2										Agente B - Curva de lances 2										
25	EPB2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	EQB2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	
26	c1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	c2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	c3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	c3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	Agente C - Curva de lances										Agente C - Curva de lances 1										
31	EPC1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	EQC1	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	
32	c1	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	51,05	c1	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00	1854,00
33	c2	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	56,72	c2	1509,00	1809,00	1809,00	1554,00	1854,00	1854,00	1554,00	1854,00	1854,00	1854,00
34	c3	61,76	61,76	61,76	62,39	62,39	62,39	62,39	62,39	62,39	c3	1500,00	1500,00	1500,00	1509,00	1509,00	1809,00	1554,00	1854,00	1854,00	1854,00
35	Agente C - Curva de lances 2										Agente C - Curva de lances 2										
36	EPC2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	EQC2	A1_B1	A1_B2	A1_B3	A2_B1	A2_B2	A2_B3	A3_B1	A3_B2	A3_B3	

FIGURA 9 – Última tela de resultados

4.0 - CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

O problema de decisão de uma empresa distribuidora inserida no mercado de energia elétrica brasileiro é basicamente de definição das seguintes variáveis: quantidade de energia a ser comprada, em que leilão e em que momento comprar, o prazo dos contratos e como distribuir a alocação dos contratos ao longo dos anos. Essas variáveis são correlatas e possuem um conjunto de possibilidades limitado. Esse conjunto de variáveis formam um *jogo* complexo que pode se caracterizar ora cooperativo ora competitivo.

O problema da empresa comercializadora é mais amplo, pois esta tem que negociar preço de compra e de venda, além de ter que *buscar* seus clientes.

Desta forma as empresas devem estar adquirindo, organizando e, quando conveniente, sinalizando, o máximo de informações possíveis sobre todos os agentes envolvidos direta ou indiretamente nesse *jogo*.

A ferramenta apresentada é apenas a etapa inicial de uma plataforma mais abrangente que está em desenvolvimento. Trata-se de um protótipo que foi utilizado por empresas do setor durante algum tempo antes do modelo atual (6) e passou por algumas adaptações para o modelo institucional vigente.

A utilização dessa plataforma deve ter seu enfoque com uma amplitude maior, tratando também do relacionamento com grandes clientes, com outros agentes de mercado, captação de tendências, elaboração de sinais estratégicos e na formulação de qualquer outra estratégia que a empresa julgar ser importante a sua implementação.

Tal ferramenta possuirá um banco de dados contendo: todos contratos firmados devidamente identificados com todas as características pertinentes; cenários de crescimento de mercado generalizado e regionalizado, além do módulo de projeção de preços de longo prazo. Desta forma, numa interação com a área específica de comercialização e planejamento, seria possível:

- Identificar o perfil de contratação da empresa ao longo dos anos;
- Calcular o perfil ótimo de contratação com base nos dados de mercado e nas expectativas;
- Gerar variados relatórios, com base nas informações do banco de dados, conforme a necessidade do usuário.

5.0 - BIBLIOGRAFIA

(1) AZEVEDO, E. M. Modelo computacional de Teoria dos Jogos aplicado aos leilões brasileiros de energia elétrica, Tese de doutorado, Campinas, Unicamp, 2004.

(2) AZEVEDO, E. M., CORREIA, P. B. Simulador do mercado brasileiro de energia elétrica In: IV Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Itajubá. Sociedade Brasileira de Planejamento Energético - SBPE e Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI, 2004.

(3) AZEVEDO, E. M., CORREIA, P. B., MUNHOZ, F. C., CORREIA, T. B. Análise de mercados de energia elétrica utilizando teoria dos jogos In: III Congresso Brasileiro de Regulação de Serviços Públicos Concedidos, Gramado. Porto Alegre: AGERGS, 2003.

(4) KLEINDORFER, P. R., WU, D. e FERNANDO, C. S. "Strategic gaming in electric power markets" European Journal of Operational Research 130, 156 –168, 2001.

(5) FERRERO, R. W., RIVERA J. W., e SHAHIDEHPOUR, S. M. "Application of games with incomplete information for pricing electricity in deregulated power pools" IEEE Transactions, 1998.

(6) AZEVEDO, E. M. Leilões de Energia Elétrica no Brasil, In: X Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro. X CBE. v.3, p. 1580-1589, 2004.

6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

Erick Menezes de Azevedo, nascido no Rio de Janeiro capital em 1974. Graduiu-se em engenharia elétrica e obteve o título mestre em sistemas de potência na Universidade Federal de Itajubá. Obteve seu título de doutorado em Planejamento Energético na Universidade de Campinas com a tese *Modelo computacional de Teoria dos Jogos aplicado aos leilões brasileiros de energia elétrica*. Possui uma variedade de artigos nacionais e internacionais publicados sobre comercialização de energia elétrica. Suas áreas de atuação são mercados de energia, leilões de energia, geração de energia, consumidores livres e contratos de energia elétrica.

