



**XXIII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

FI/GCR/10
18 a 21 de Outubro de 2015
Foz do Iguaçu - PR

GRUPO – VI

GRUPO DE ESTUDO DE COMERCIALIZAÇÃO, ECONOMIA E REGULAÇÃO DE ENERGIA - GCR

SIMULAÇÃO DE LEILÕES MULTIPRODUTOS CONSIDERANDO OS ATRIBUTOS DAS FONTES DE EXPANSÃO

Lúcio de Medeiros^(*)
Institutos Lactec

Daniel H. M. Detzel
Institutos Lactec

Mariana C. Coelho
Institutos Lactec

Bernardo Bezerra
PSR

Martha R. M. Carvalho
PSR

José Rosenblatt
PSR

Mario Veiga Pereira
PSR

RESUMO

Este artigo apresenta uma ferramenta de simulação de leilões empregando uma metodologia de sistemática para leilões multiprodutos que permite uma comparação de fontes com distintos atributos e a realização de certames segregados. Buscando testar o impacto de diferentes regras de segregação dos atributos na expansão do sistema, simula-se três tipos de leilões: (a) único não segregado; (b) segregado com atributos implícitos; e (c) segregado com atributos explícitos. Os resultados indicam que os casos (b) e (c) levam a resultados semelhantes, ou seja, com os mesmos vencedores, embora com probabilidades de sucesso diferentes.

PALAVRAS-CHAVE

Mercados de eletricidade, Leilões de eletricidade, Leilões multiatributos, Simulação de leilões, Simulação Monte Carlo

1.0 - INTRODUÇÃO

O atual modelo de comercialização de energia elétrica no Brasil tem origem no ano de 2004, quando foram criadas a Empresa de Pesquisas Energéticas (EPE) e a Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) através das respectivas Leis nº 10.847 e nº 10.848. Previamente a esse marco regulatório, as distribuidoras de energia eram responsáveis pelo atendimento de suas respectivas áreas de concessão. Consequentemente, a viabilização de projetos que garantiam a expansão do sistema gerador (denominados projetos estruturantes) ficou prejudicada, pois dependiam de contratos de longo prazo que as distribuidoras evitavam firmar devido aos preços pouco atrativos (1). Dessa maneira, a solução adotada a partir de 2004 foi a adoção de um ambiente de comercialização tipo *pool* centralizado na CCEE, que passou a ser responsável pela definição de preços, intermediação de contratos e operação dos leilões (2). As premissas para composição de cada leilão seriam elaboradas em conjunto com a EPE, na intenção de viabilizar projetos condizentes com o planejamento da expansão do Sistema Elétrico Brasileiro (SEB).

Pelo lado dos agentes, o modelo de leilões como concebido originalmente deveria permitir a contestação do planejamento feito pelo governo; no entanto, os leilões de energia são realizados considerando apenas o custo da garantia física de cada empreendimento (R\$/MWh), independentemente de sua localização, tipo ou de outras externalidades como, por exemplo, a capacidade de atender a demanda de ponta (3). Com o tempo, regras e critérios ad hoc foram criados, tais como leilões específicos para determinados tipos de fontes de energia, buscando ajustar o modelo original, em função da percepção de que os resultados dos leilões precedentes não estariam atendendo algumas diretrizes e objetivos (possivelmente implícitos) de política energética, indicando a necessidade de um aperfeiçoamento do modelo de leilões no Brasil.

(*) Rodovia BR 116, km 98, nº 8813, Curitiba - PR, CEP 81530-180, Brasil
Tel: (+55 41) 3361-6968 – Email: lucio.medeiros@lactec.org.br

Uma nova proposta para os leilões de energia foi recentemente apresentada como uma sistemática para leilões multiprodutos que permitissem uma comparação de fontes com distintos atributos e a realização de certames segregados, objetivando resultados coerentes com os custos da expansão e operação dos sistemas de geração e transmissão (4). Destaca-se nessa metodologia o conceito de sobrepreço, que pode ser associado ao custo de investimento necessário para a ampliação da capacidade de importação de energia entre subsistemas. Trata-se de um valor limite abaixo do qual a troca de energia entre os subsistemas é uma alternativa mais econômica do que a comercialização de montantes de forma isolada.

Partindo-se desta metodologia, o presente artigo apresenta uma ferramenta de simulação dos resultados de leilões através de esquema de Monte Carlo no atributo ofertante do leilão, isto é, a receita fixa dos empreendimentos, desconhecida pelo leiloeiro, buscando testar o impacto de diferentes regras de segregação dos atributos na expansão do sistema. São expostos detalhes de implementação computacional da metodologia, incluindo a forma de alocação de garantias físicas entre os participantes dos leilões, a exclusão (ou inclusão) de participantes, o decremento do preço de referência, critérios de empate e critérios de parada dos leilões. Apresenta-se também um estudo de caso com dados reais de leilão ocorrido no ano de 2011.

2.0 - PLANO ÓTIMO DE EXPANSÃO POR MEIO DE LEILÕES DE ENERGIA

Como mostrado em (4), o plano ótimo de expansão a ser seguido pelo planejador se traduz no montante a ser investido em geração de tal forma a minimizar os custos de construção e operação de novas usinas. No entanto, esses custos de investimento não são conhecidos a priori pelo planejador, pois advêm de cada empreendimento candidato. Dessa maneira, eles devem ser estimados pelo próprio planejador.

Por outro lado, cada empreendimento candidato possui, além do custo efetivo de seu projeto, uma quantidade de atributos que devem ser levados em consideração. Dentre outros, a proximidade do empreendimento em relação ao centro de carga (menores custos de transmissão) e a capacidade de atendimento à ponta do sistema (e.g. despachabilidade) são exemplos de atributos que, sem a devida atenção, resultaria em um maior custo operativo do sistema. Dessa maneira, o plano ótimo de expansão resulta na minimização do somatório dos custos dos empreendimentos e dos atributos considerados.

Ainda em (4) são discutidas duas formas de inclusão dos atributos nos leilões: (i) certames segregados por tipo de atributo e que ocorrem em paralelo e (ii) leilões por custo de atributo, no qual trabalha-se com um abatimento sobre o custo do investimento do empreendimento. Na opção (i), pode-se citar como exemplo a separação de leilões por subsistemas, por despachabilidade, por tipos de fonte, entre outros. Contudo, há de se considerar um mecanismo específico de transferência de demandas entre os leilões nos casos em que o valor do atributo seja inferior à diferença de seus preços. Da mesma forma, é importante apontar que o leiloeiro fica responsável por definir o montante de energia a ser contratado em cada leilão.

Na opção (ii), todos os candidatos disputam para atender a um só montante de energia, visto que o leilão é único. A diferença é que os candidatos que atendem os atributos pré-estabelecidos ganham um abatimento no valor de sua oferta, idêntido ao valor do atributo determinado pelo leiloeiro, ficando, conseqüentemente, mais competitivos. Naturalmente, as duas opções mencionadas levam a um mesmo resultado final de leilão, entretanto na opção (i) tem-se a garantia de que o resultado irá respeitar os parâmetros pré-estabelecidos pelo leiloeiro.

No trabalho de (4) é mostrado como a problemática supramencionada pode ser solucionada formulando-se o leilão como um problema de otimização formal. Além do equacionamento envolvido na modelagem, oferecem-se a sistemática de solução e algoritmos, incluindo questões específicas como a transferência de demandas entre leilões da opção (i). O presente trabalho utiliza-se desses elementos na construção de um simulador de leilões, que inclui as duas opções citadas e possibilita simulações de Monte Carlo para extensa avaliação dos resultados. Os pormenores desse simulador são exibidos na próxima seção.

3.0 - SIMULADOR DE LEILÕES (SIML)

O primeiro passo para a explicação dos simulador de leilões (SIML) desenvolvido é o entendimento dos dados de entrada considerados. A Tabela 1 exibe a listagem para o leiloeiro e para os empreendimentos candidatos (ofertantes).

Tabela 1 – Dados de entrada para o SIML

Leiloeiro	Candidatos
Atributos segregadores (A)	Atributos pré-calculados (λ)
Demandas dos leilões (D)	Receita fixa (RF)
Preço de abertura dos leilões (π)	Garantia física ofertada (GF)
Decremento do preço (δ)	Média (μ) e desvio padrão (σ) das RF
Máximo sobrepreço ($\max[S]$)	

Previamente ao início do leilão, é necessário explicar alguns elementos da Tabela 1. A formação do preço (ou Índice Custo-Benefício – ICB) de cada candidato se dá pela composição de sua RF com o valor λ dos atributos considerados, sendo λ o somatório dos atributos de cada candidato, pré-calculados pelo leiloeiro. Exemplos dos atributos λ são o Custo Variável de Operação (COP) ou Custo Econômico de Curto Prazo (CEC) dos ofertantes. As estatísticas μ e σ da RF são utilizadas somente se deseja realizar uma simulação de Monte Carlo do leilão. O valor do sobrepreço S é definido como a diferença entre o valor do atributo segregador e o preço do leilão. O leiloeiro precisa definir um valor máximo para este parâmetro, de forma a possibilitar a transferência de demanda entre leilões. Caso o leilão seja da opção (ii) apresentada na seção anterior, o $\max[S]$ é abatido diretamente do(s) ICB(s) do(s) candidato(s) que atende(m) às premissas pré-estabelecidos pelo leiloeiro.

A FIGURA 1 exibe o fluxograma simplificado do SIML, incluindo uma numeração que obedece a sequência lógica do processo. De uma modo geral, diferenciam-se dois grandes *loops*: o primeiro que envolve os passos 2 a 7 e o segundo que compreende os passos 8 a 13. Para leilões segregados por atributo [opção (i)], o fluxo é percorrido integralmente, enquanto que para leilões por custo do atributo [opção (ii)] somente o primeiro *loop* é percorrido, pois não há troca de demandas entre leilões.

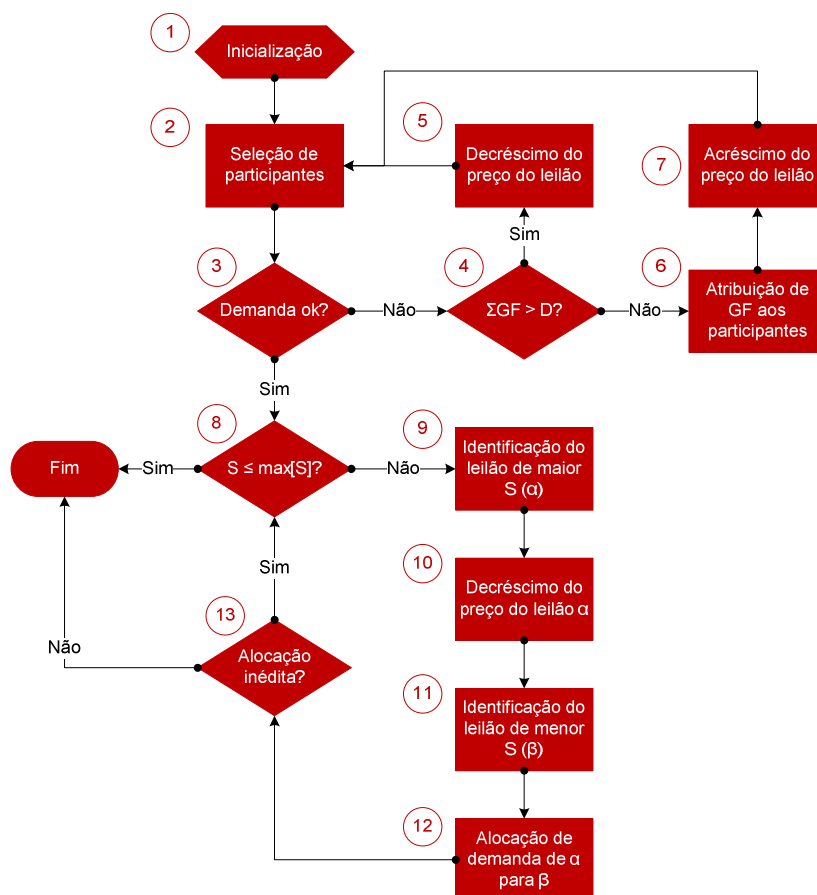


FIGURA 1 – Fluxograma geral do SIML

No passo 1 são determinados os ICBs dos candidatos participantes dos leilões, seja pela soma direta das RF e dos atributos, seja pelo sorteio das RF no caso da simulação Monte Carlo. Este sorteio é realizado com base em uma curva gaussiana, utilizando a média μ e o desvio padrão σ da RF de cada candidato. Na sequência, o passo 2 faz a seleção dos participantes de acordo com o preço de referência do leilão, eliminando aqueles cujo ICB é superior a esse valor. No passo 3, a condição de atendimento à demanda é testada e, em caso negativo é verificado (passo 4) se a soma das garantias físicas dos candidatos é ou não superior a este valor. Em caso positivo é feito o decréscimo do preço de referência (passo 5), utilizando o decremento δ definido pelo leiloeiro. Conforme as

iterações avançam, candidatos são eliminados até que a condição do passo 4 não se verifique, ativando o passo 6. Nessa etapa, o preço de referência aumenta ao patamar anterior à última eliminação (passo 7), de maneira a permitir o retorno de candidatos. Após esse ponto, a verificação do passo 3 é atendida e o leilão prossegue para o próximo *loop*.

No passo 8 o máximo sobrepreço é avaliado; se o leilão é por custo do atributo [opção (ii)], não há sobrepreço e, portanto, ele termina. Porém, se o leilão é segregado [opção (i)], há a possibilidade desta condição não ser atendida, ativando o mecanismo de troca de demandas. Este procedimento específico trabalha com a identificação do leilão α de maior sobrepreço (passo 9) e subsequente redução de seu preço (passo 10). Caso haja mais de um leilão com o mesmo sobrepreço, estipulou-se um critério de desempate com duas verificações: leilão de menor GF e de maior preço. Vale ressaltar que esse critério é hierárquico e deve ser seguido sequencialmente. O passo 11 faz o processo contrário e busca identificar o leilão β de menor sobrepreço. Da mesma forma, caso haja dois leilões com sobrepreços iguais, aplica-se um critério de desempate inverso ao utilizado no passo 9.

Ao reduzir o preço do leilão α no passo 10, fatalmente algum candidato será eliminado, de forma que sua GF é transferida para o leilão β (passo 12). Evidentemente, o preço de referência do leilão β é ajustado para permitir a entrada de candidatos que atendam a GF recém transferida. O passo 13 foi introduzido no processo de forma a garantir a estabilidade do simulador e impedir transferências contínuas de GF entre leilões paralelos, o que causaria um *loop* infinito. Pode ser entendido como um critério de parada secundário para o simulador. É importante notar que, se os leilões forem encerrados por esse critério, há a possibilidade de que o atendimento da restrição do máximo sobrepreço não ocorra, o que não interfere na demanda total do leilão.

4.0 - ESTUDOS DE CASO

Nesta seção serão apresentados resultados da aplicação da metodologia apresentada tendo como base o 12º Leilão de Energia Nova "A-3", realizado em 20 de dezembro de 2011. Este leilão teve os produtos "fonte hidro", na modalidade quantidade, e "outras fontes", na modalidade disponibilidade (4). As simulações aqui apresentadas foram feitas considerando conhecidos os resultados deste leilão e apenas com os vencedores da modalidade disponibilidade ("outras fontes"), totalizando 50 empreendimentos, em sua maioria de fonte eólica, quatro ofertantes de bagaço de cana e dois de gás natural.

Três cenários comparativos foram construídos e simulados utilizando o simulador de leilões SIML: (a) leilão único (não segregado), com resultados semelhantes ao modelo atual de leilões de energia, sem consideração dos atributos dos ofertantes; (b) leilão conjunto (com atributo segregador considerado implicitamente) e (c) leilão segregado (com atributo segregador considerado explicitamente). O cenário (b) diz respeito a um leilão por custo de atributo [opção (i)] e o cenário (c) faz uma simulação de certame segregado por tipo de atributo [opção (ii)].

A demanda do leilão nos três cenários é de 900 MW médios, sendo que a garantia física dos empreendimentos totalizam 1.476,8 MW médios. Adicionalmente, para todo o estudo de caso o preço de abertura do leilão simulado é de R\$ 106,00/MWh e o decremento de preço igual a R\$ 1/MWh.

4.1 Cenário (a): Leilão Único

Neste cenário é realizado uma simulação de leilão único, sem atributo segregador, com apenas um produto, onde todos os participantes competem entre si para atender a demanda solicitada de 900 MW médios. Também não há sobrepreços que possam diferenciar os ofertantes. Os valores de RF de cada ofertante foram definidos de forma ad hoc, conhecidos os resultados do leilão. O preço final do leilão, após oito iterações, foi de R\$ 101,99, resultando em 11 empreendimentos não contratados, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Ofertantes perdedores no Cenário (a) e suas probabilidades de sucesso

Ofertantes Perdedores	Fonte/ Combustível	GF (MW méd)	ICB (R\$/MWh)	Prob. Sucesso (%)
VALE DO TIJUCO II	Bagaço de cana	30,0	102,30	81
CHUI I	Eólica	10,2	102,55	68
CHUI II	Eólica	8,9	102,89	48
CHUI IV	Eólica	8,8	102,91	47
CATAVENTOS PARACURU 1	Eólica	14,2	102,97	42
PASSA TEMPO	Bagaço de cana	24,2	103,29	42
CHUI V	Eólica	12,5	103,78	42
SÃO CRISTOVÃO	Eólica	14,2	103,79	42
SÃO JORGE	Eólica	13,2	103,98	42
SANTO ANTONIO DE PÁDUA	Eólica	8,2	104,23	42
BAIXADA FLUMINENSE	Gás natural	430,2	104,75	42
Total		574,6		

Como explicitado anteriormente, o leiloeiro não conhece o verdadeiro valor da RF de cada ofertante. Assim, aplicando-se um esquema de sorteio Monte Carlo, onde a RF de cada candidato segue uma distribuição Normal com média μ e desvio padrão σ , definidos de forma ad hoc, pode-se avaliar a probabilidade de sucesso de cada ofertante. Neste caso, foi definida como média os respectivos valores das RF dos ofertantes e desvio padrão igual a R\$ 20/MWh para todos os ofertantes, em esquema de simulação Monte Carlo. Como resultado, a Tabela 2 apresenta as probabilidades de sucesso de cada candidato perdedor, a partir de 100 simulações Monte Carlo do mesmo leilão. O número de 100 simulações foi definida de forma ad hoc, embora testes com 200, 300 ou 1.000 simulações não apresentaram diferenças significativas nos resultados.

Deve-se salientar que o total do montante não contratado apresentado na Tabela 2, somado ao total contratado de 900 MWmédios, não corresponde exatamente ao total ofertado pelos empreendimentos que é de 1.476,8 MWmédios. Isso se deu devido ao passo 6 do fluxograma mostrado na FIGURA 1, onde o preço simulado (R\$ 100/MWh) retorna ao patamar da iteração anterior (R\$ 101/MWh) e os candidatos cujos ICB estão neste intervalo (não selecionados na iteração anterior), repartem proporcionalmente entre si a garantia física que falta para completar a demanda do leilão.

Tabela 3 – Ofertantes Ganhadores no Cenário (a) com GF parcialmente vendidas

Ofertantes Ganhadores	ICB (R\$/MWh)	GF Disponível (MWmédios)	GF Vendida (MWmédios)
IACO	101,99	12,8	12,74
MINUANO I	101,34	9,4	9,36
MARANHÃO III	101,90	470,7	468,7
PARANAPANEMA	101,49	24,7	24,6
Total		517,6	515,4

4.2 Cenário (b): Leilão Conjunto

Continuando com o estudo de caso com base no leilão “A-3” 2011, neste cenário é considerado o atributo segregador “despachabilidade”, que representa a quantificação da potência das usinas termelétricas disponíveis para o sistema. Isto é feito de forma implícita, ou seja, subtrai-se do ICB das térmicas a gás natural o valor definido para este atributo. Para efeitos de simulação deste caso, o valor do atributo “despachabilidade” das térmicas foi definido em R\$ 15/MWh.

Considerando os mesmos valores de ICB dos empreendimentos, para o cenário (b) sem a simulação Monte Carlo, o preço final do leilão foi de R\$ 101,89, após 14 iterações. Aqui, apenas as duas térmicas a gás natural venceram o leilão, sendo que o ofertante BAIXADA FLUMINENSE vendeu um valor de garantia física ligeiramente menor à ofertada no início do leilão para que o leiloeiro obtivesse exatamente a demanda contratada, conforme demonstrado na Tabela 4. O ICB considerado para a térmica MARANHÃO III foi de R\$ 101,89.

Tabela 4 – Ofertantes Ganhadores no Cenário (b) e suas probabilidades de sucesso

Ofertantes Ganhadores	GF Disponível (MWmédios)	GF Vendida (MWmédios)	Prob. Sucesso (%)
MARANHÃO III	470,7	470,7	100
BAIXADA FLUMINENSE	430,2	429,3	98
Total	900,9	900,0	

Tal como no caso anterior, uma vez que não se conhece o valor do ICB das projetos, utiliza-se de esquema de sorteio Monte Carlo para se conhecer a probabilidade de sucesso de cada ofertante. Os mesmos pressupostos foram utilizados neste cenário, ou seja, as RF de cada ofertante têm médias iguais àquelas adotadas na simulação de produto único e desvios-padrão iguais a R\$ 20/MWh. Os resultados em termos de probabilidade de sucesso, após a realização de 100 simulações Monte Carlo, são apresentados na última coluna da Tabela 4.

4.3 Cenário (c): Leilão Segregado

Uma alternativa para o leilão conjunto é o certame segregado por tipo de atributo onde o atributo segregado é considerado explicitamente. Como discutido na seção 3, neste caso tem-se leilões em paralelo, podendo ocorrer também a troca de garantias físicas de candidatos de diferentes leilões. Pode-se não atender aos objetivos de cada leilão paralelo, mas obrigatoriamente deve-se atender à demanda total do certame como um todo.

No presente cenário, o objetivo é contratar 900 MWmédios no total, sendo que 400 MWmédios de térmicas a gás natural e 500 MWmédios de outras térmicas. O atributo segregador é a “despachabilidade” das usinas térmicas, com valor adotado de R\$ 15/MWh.

As duas térmicas a gás natural se sagraram vencedoras do leilão, tal como no cenário (b), embora o ofertante MARANHÃO III tenha conseguido vender apenas 400 MW médios da sua garantia física ofertada e o ofertante BAIXADA FLUMINENSE tenha vendido apenas 30,31 MW médios. Note-se que a parcela de demanda de térmica supera os objetivos iniciais de compra deste tipo de fonte. Das demais fontes, oito ofertantes eólicos não conseguiram vender sua oferta, totalizando 104,2 MW médios e, neste caso, não se atendeu aos objetivos para este grupo de geradores, embora tenha-se atendido à demanda total do leilão, de 900 MW médios. Este caso exemplifica o funcionamento do mecanismo de transferência de demandas entre os leilões: preferiu-se comprar mais térmica a gás natural do que de outras fontes em função do balanço entre o valor do atributo despachabilidade e o ICB dos candidatos. Tabela 5 apresenta os principais resultados do leilão, após 10 iterações no simulador.

Tabela 5 – Resultados inicial e final para o Cenário (c) do leilão segregado por despachabilidade

Resultados	Térmicas a Gás Natural		Outras Fontes	
	Demanda (MW médios)	ICB (R\$/MWh)	Demanda (MW médios)	ICB (R\$/MWh)
Inicial	400	106	500	106
Final	430,31	104,75	469,7	102,79

Assumindo que as RF seguem uma gaussiana com médias e desvios-padrão conforme premissas adotadas anteriormente, a última coluna da Tabela 6 apresenta os resultados dos ofertantes com as mais baixas chances de sucesso entre os ofertantes. Os demais geradores apresentam 100% de probabilidade de sucesso.

Tabela 6 – Probabilidades de sucesso do leilão segregado

Resultados	Fonte/Combustível	Prob. Sucesso (%)
VALE DO TIJUCO II	Bagaço de cana	97
CHUI I	Eólica	97
CHUI II	Eólica	81
CHUI IV	Eólica	81
CATAVENTOS PARACURU 1	Eólica	80
PASSA TEMPO	Bagaço de cana	78
CHUI V	Eólica	57
SÃO CRISTOVÃO	Eólica	56
SÃO JORGE	Eólica	44
SANTO ANTONIO DE PÁDUA	Eólica	44
BAIXADA FLUMINENSE	Gás natural	64

5.0 - CONCLUSÃO

Nos últimos dez anos, o Brasil vem promovendo leilões de energia de diversas modalidades para a definição da expansão do seu parque gerador. Diversas regras e critérios foram introduzidos ao longo do período em função da percepção de que os resultados dos leilões precedentes não estariam atendendo as diretrizes da política energética. A contestação do planejamento feito pelo governo, previsto inicialmente, fica comprometido à medida que as usinas seriam comparadas com base apenas no custo de sua garantia física (R\$/MWh), independentemente de sua localização, tipo ou de outras externalidades como, por exemplo, a capacidade de atender a demanda de ponta.

O esquema de Monte Carlo empregado neste artigo possibilitou testar o impacto de diferentes regras de segregação dos atributos na expansão do sistema. Após analisar as diversas simulações realizadas foi possível concluir que os resultados, em termos de vencedores, considerando um leilão segregado [cenário (c)] e um leilão conjunto [cenário (b)], são equivalentes. Entretanto, como ficou demonstrado, a garantia física dos ofertantes ganhadores podem ser diferentes nestes dois leilões, bem como sua probabilidade de vencer o certame.

A ferramenta SIML apresentada não apenas pode ser útil para simular e testar leilões sob o ponto de vista do leiloeiro, mas também serve para para um candidato gerador avaliar sua probabilidade de vencer um determinado certame. Para tanto, ele não necessita informar valores exatos das RF de outros ofertantes, bastando utilizar o esquema de sorteio Monte Carlo incluído no software.

Por fim, deve-se ressaltar que os valores dos atributos impactam decisivamente nos resultados finais do leilão de energia, utilizando a metodologia empregada. Este artigo não objetivou discutir uma metodologia para a estimativa destes atributos, embora a mesma esteja sendo desenvolvida (5), abarcando, dentre outros atributos, o atendimento à ponta, despachabilidade, variabilidade de custos de geração, custos de disponibilização da infraestrutura de transmissão e perdas de energia.

6.0 - AGRADECIMENTOS

Os desenvolvimentos apresentados neste artigo são oriundos do projeto de P&D da ANEEL PD-6491-0279/2012 intitulado “Aperfeiçoamento do Processo de Contratação da Expansão do Parque Gerador”, que possui como empresa proponente a COPEL e como cooperadas AES Tietê, CEMIG, Cachoeira Dourada, CESP, Duke, EMAE, Enerpeixe, Termopernambuco, Tractebel e Foz do Chapecó Energia. Agradecemos aos técnicos de todas as empresas envolvidas e ao Eng. Guilherme Velho, da APINE.

7.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) BARROS, M., MELLO, M. F. de, SOUZA, R. C. Aquisição de energia no mercado cativo brasileiro: simulações dos efeitos da regulação sobre o risco das distribuidoras. Pesquisa Operacional, v. 29, n. 2, p. 303-322, 2009.
- (2) MAURER, L.T.A., BARROSO, L. (2011), "Electricity Auctions: an Overview of Efficient Practices", Worldbank.
- (3) BARROSO, L., ROSENBLATT, J., BEZERRA, B. FLACH, B., PEREIRA, M.V., LINO, P. (2011) “Seis Anos de Leilões de Energia Nova no Brasil: Lições Aprendidas e Sugestões de Aprimoramento”, XXI SNPTEE, Florianópolis (SC).
- (4) BEZERRA, B., BARROSO, L., ROSENBLATT, J., CARVALHO, M., CUNHA, G., PEREIRA, M. V. F., MEDEIROS, L. “Leilões multiproduto considerando os atributos das fontes de expansão: uma proposta para o Setor Elétrico Brasileiro”. XIII SEPOPE, Foz do Iguaçu, 18 a 21 de Maio de 2014.
- (5) PSR, LACTEC. Aperfeiçoamento do Processo de Contratação da Expansão do Parque Gerador. P&D da ANEEL PD-6491-0279/2012.

8.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Engenheiro eletricitista pela UFJF, possui mestrado em Teoria de Controle e Estatística e doutorado em Sistemas de Energia Elétrica, ambos pela PUC-Rio. Atualmente é Pesquisador Sênior do LACTEC e professor de Planejamento Energético no curso de Mestrado profissional em desenvolvimento de tecnologia da mesma instituição. Possui mais de 20 anos de experiência nas áreas de modelagem estatística, previsão de carga e preço de energia, mercado de eletricidade e eficiência energética.



Daniel H. M. Detzel nasceu em Curitiba, Paraná, em 1983. Graduou-se em Engenharia Civil na Universidade Federal do Paraná (2005) e é mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental pela mesma Instituição (2009), sendo contemplado com o prêmio Heinz Dieter Fill pelo reduzido tempo de titulação. Trabalha como pesquisador no LACTEC desde abril de 2010 principalmente nas áreas de hidrologia estocástica, previsão de carga e mercado de energia elétrica. Atualmente é doutorando em Engenharia de Recursos Hídricos na Universidade Federal do Paraná.



Graduou-se em Engenharia Elétrica e de Produção e é mestre em Engenharia Elétrica. Ingressou na PSR em 2004 onde atualmente é Diretor Técnico e vem atuando nas seguintes áreas: (i) estudos de planejamento energético integrado gás-eletricidade, (ii) leilões de energia (desenho, análise e estratégia de oferta), (iii) gerência de riscos, (iv) assessoria regulatória a investidores e (v) análise econômica de projetos de geração.



Graduada em engenharia elétrica com ênfase em Sistemas de Potência pela Universidade Federal Fluminense – UFF e com mestrado na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ingressou na PSR em 2008 na área de planejamento do sistema elétrico brasileiro e atualmente trabalha nas seguintes áreas: nas seguintes áreas: estudos de planejamento energético integrado gás-eletricidade e leilões de energia (desenho, análise e estratégia de oferta).



É engenheiro eletricista formado pela PUC-Rio, com mestrado em pesquisa operacional pela Universidade de Stanford e MBA Executivo no Instituto de Economia da UFRJ. Tem mais de vinte e cinco anos de experiência no setor elétrico e é responsável pelos estudos regulatórios e de mercado realizados pela PSR.



É presidente da PSR, engenheiro eletricista, com mestrado e doutorado em pesquisa operacional. Nos últimos anos, ele vem atuando em três áreas principais: (i) regulação setorial; (ii) avaliação de ativos; e (iii) desenvolvimento de ferramentas de apoio à decisão. Foi professor do Depto. de Engenharia Elétrica da PUC-Rio, professor visitante no IIT, na Espanha, e co-orientador de cerca de vinte teses de mestrado e doutorado. Ele é autor ou co-autor de quatro livros e cerca de 200 artigos em periódicos e congressos.