

Estratégias de contratação de um agente do mercado

Fabrcio Yutaka Kuwabata Takigawa⁽²⁾; Jader Ferrão Lagranha⁽³⁾; Gilberto Domingos Bernardo Junior⁽³⁾; Thiago Cantusio Muraro⁽³⁾

Resumo Expandido

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Edital Universal 12/2012, da Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação

⁽²⁾ Professor; Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – IFSC; Florianópolis, SC; takigawa@ifsc.edu.br; ⁽³⁾ Estudante; IFSC.

RESUMO: No Brasil, estima-se que os gastos com energia correspondam a 20% dos custos das operações industriais. No sentido de se tornar mais competitivo no mercado, alguns setores industriais têm investido na autoprodução e/ou na produção independente de energia elétrica na composição dos seus portfólios de contratação de energia, para atender seu processo produtivo e reduzir o custo de compra de energia elétrica.

A transação de energia é realizada por meio dos contratos firmados nos dois ambientes de contratação do mercado brasileiro, o Ambiente de Contratação Regulada – ACR e o Ambiente de Contratação Livre – ACL. No ambiente livre os contratos são livremente negociados entre agentes vendedores e compradores, enquanto no regulado o preço é determinado pelos leilões de energia realizados pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE e regulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Existe ainda a possibilidade de transacionar energia no curto prazo, onde são negociadas as diferenças entre o que foi contratado e o que foi consumido valorado ao Preço de Liquidação de Diferenças – PLD.

Devido à predominância de usinas hidrelétricas no Brasil, o PLD é fortemente influenciado pela energia armazenada nos reservatórios e a sua expectativa futura. Desta maneira, as quantidades de energia contratadas pelos agentes para o suprimento de suas demandas devem levar em conta as possíveis exposições financeiras e os riscos dos mesmos.

O presente trabalho visa auxiliar a administração e gerenciamento de contratos de suprimento para o agente autoprodutor, por meio de uma modelagem das estratégias de contratação desse agente.

Palavra Chave: Comercialização de Energia Elétrica, Geração de Energia Elétrica, Agente Autoprodutor.

INTRODUÇÃO

Em 2001, o setor elétrico brasileiro passou por uma crise no abastecimento de energia que ocasionou um plano de racionamento. Isso apontou a necessidade de um melhor monitoramento do setor de energia elétrica e mudanças em sua configuração. Com a implantação do novo modelo, duas instituições importantes foram criadas: Empresa de Pesquisa Energética, com a finalidade de estudar e realizar pesquisas referentes ao planejamento do setor energético e a CCEE, instituição criada para cuidar das questões referentes à comercialização de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (TOLMASQUIM, 2011 e NERY, 2012).

Para a comercialização de energia, foram instituídos dois ambientes de contratação para a compra e venda de energia, o ACR e o ACL, conforme pode ser observado na Figura 1.



Figura 1: Visão geral da comercialização de energia.

O agente consumidor deve apresentar 100% de cobertura contratual para o atendimento do seu mercado e consumo enquanto que o agente vendedor deve apresentar 100% de lastro para a venda de energia e potência, baseada na garantia física proporcionada pelos seus próprios empreendimentos de geração ou de terceiros, que seja comprovada por meio de contratos de compra de energia. Caso seja comprovada a insuficiência de lastro o agente fica suscetível às penalidades definidas nas regras e procedimentos de comercialização específicos (CCEE, 2012).

Vários fatores como: a necessidade de cobertura contratual para os agentes; as diversas maneiras de comercialização de energia no setor; a existência dos dois ambientes de contratação; os diferentes preços dos submercados; a possibilidade do agente tornar-se um consumidor livre ou parcialmente livre¹; os diversos agentes comercializadores e geradores, possibilitam várias alternativas de portfólios de contratos.

No caso brasileiro, um agente com ativos de geração pode celebrar contratos bilaterais de compra e venda de energia, bem como optar por

¹ Consumidores livres podem manter parte da aquisição de sua energia de forma regulada junto à concessionária de distribuição, ficando denominado consumidor parcialmente livre ou híbrido.

comprar ou vender energia no mercado de curto prazo. A compra bilateral pode ser celebrada com concessionárias de distribuição (mercado cativo), geradores e comercializadores. No tocante à venda bilateral, os contratos podem ser realizados com consumidores livres e comercializadores. Por sua vez, a compra e venda no curto prazo estão relacionadas com as diferenças existentes entre geração, contratação e consumo do agente.

Em função da predominância de hidrelétricas no Setor Elétrico Brasileiro, o preço da energia no curto prazo (PLD), é fortemente influenciado pela energia armazenada nos reservatórios e a sua expectativa futura. Outros fatores que também influenciam o PLD são as previsões de oferta e demanda de energia, preços dos combustíveis e as restrições de transmissão entre os submercados. Todos esses aspectos tornam o PLD vulnerável a grandes oscilações. A volatilidade do PLD em conjunção com instabilidades regulatórias e diferentes ambientes de contratação aumentam a exposição financeira do agente.

Esses fatores dificultam a tomada de decisões, expondo um agente a riscos muito elevados de, por exemplo, ao não produzirem o suficiente para vender ou cumprirem seus contratos de venda, serem obrigados a pagar valores muito altos pela energia. Por outro lado, o risco também existe para a compra, uma vez que os preços também refletem o nível de risco inerente do sistema. Portanto, grande parte da eficiência de um agente com ativos de geração está relacionada às estratégias de gerenciamento de contratos de energia para suprir as expectativas futuras de consumo.

Nesse sentido, o foco deste trabalho consiste em analisar as diferentes formas de compra e venda de energia elétrica de um agente consumidor e/ou vendedor, formulando uma estratégia de contratação para o mesmo.

METODOLOGIA

Comercialização de energia para o Agente

Os agentes da CCEE dividem-se em três categorias: geração, distribuição e comercialização. Na categoria de agente de geração estão os geradores de serviço público, produtores independentes e autoprodutores. Na categoria de agente de distribuição, apenas as distribuidoras. Na categoria de agente de comercialização, participam os importadores e exportadores de energia, os comercializadores e os consumidores livres/especiais.

No ACR a contratação é formalizada por meio de contratos bilaterais regulados, denominados Contratos de comercialização de Energia Elétrica no Ambiente Regulado – CCEAR, tais contratos são celebrados entre os agentes vendedores e distribuidores que participam dos leilões de compra e venda de energia elétrica.

No ACL a contratação é negociada livremente entre os agentes de geração, comercializadores, importadores e exportadores de energia elétrica, além dos consumidores livres/especiais. Neste ambiente há liberdade para se estabelecer volumes de compra e venda de energia e seus respectivos preços, sendo as transações compactuadas por meio de contratos bilaterais denominados Contratos de Compra e Venda de Energia no Ambiente de Contratação Livre – CCEAL.

Neste trabalho, o foco está nas transações do agente autoprodutor. A Figura 2 ilustra as formas de comercialização do respectivo agente nos dois ambientes de comercialização.

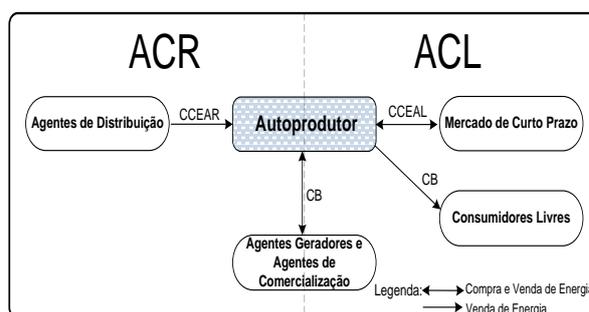


Figura 2: Comercialização do agente autoprodutor.

Na próxima seção, é explicada como foi feita a formulação matemática para a comercialização de energia do agente autoprodutor. No sentido de evitar uma decisão equivocada no último estágio do horizonte de estudo (“fim do mundo”), uma estratégia é proposta, baseada no aumento de um estágio adicional no fim do horizonte.

Formulação do Problema e Day-After

O objetivo do problema é maximizar o retorno financeiro do agente por meio de uma função objetivo que é composta pela diferença entre a venda e a compra de energia. Devem ser consideradas como restrições deste problema: as restrições para atendimento à demanda, o limite de geração das usinas de autoprodução; os limites para compra e venda de energia via contratos bilaterais; consumo no mercado cativo e compra e venda no mercado de curto prazo. Também devem ser consideradas as continuidades de compra e venda dos contratos bilaterais e no mercado cativo. Toda energia gerada deve ser usada para o consumo das fábricas do agente. Todos os montantes devem ser positivos.

O *Day After* é um estágio adicionado propositalmente ao final do horizonte de estudo, que possui o mesmo tamanho do horizonte estudado (somatório dos mesmos). De outra maneira, o *Day After* tem o objetivo principal de indicar que o último estágio estudado não é necessariamente o “fim do mundo” e desta forma, pretende-se evitar que o agente opte por decisões equivocadas nesse último estágio.

Neste trabalho, os contratos firmados (de

compra e de venda), sejam por acordos bilaterais ou pelo mercado cativo, possuem duração igual ao horizonte de estudo. Assim, os contratos efetuados a partir do segundo estágio terão resquícios no *Day After*.

Na Figura 3 está ilustrado um exemplo de quatro estágios, sendo que o último estágio é o *Day After*. Para simplificar, representa-se apenas o contrato bilateral de compra de uma fábrica, em um submercado, por meio da variável (CCB_m), com $m=1,4$. Os contratos têm duração de três estágios.

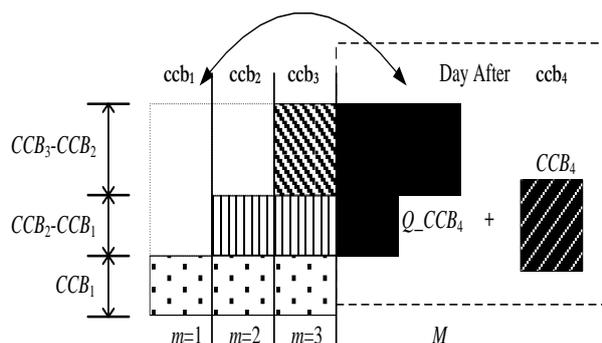


Figura 3: Exemplo de contratação bilateral de compra.

No lado esquerdo têm-se os valores dos incrementos contratuais em cada estágio ($CCB_m - CCB_{m-1}$), em que os preços em cada estágio são dados por ccb_m . Como a duração do contrato é de três estágios, somente os contratos feitos após o primeiro estágio possuirão resíduos no *Day After*.

Os retângulos com preenchimento na cor preta representam à quantidade residual dos respectivos contratos (Q_CCB_m), ou seja, é o somatório do valor contratado no estágio $m=2$ com duas vezes o valor contratado no estágio $m=3$.

Assim, a quantidade residual é de: $(CCB_2 - CCB_1) + 2(CCB_3 - CCB_2) = -CCB_1 - CCB_2 + 2CCB_3$. Os contratos bilaterais de venda e de compra no cativo seguem raciocínio idêntico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para um melhor entendimento das estratégias de compra e venda de energia, nesta seção são abordados alguns estudos de caso. Os estudos estão baseados nas opções de compra e venda de energia do agente autoprodutor.

Os estudos de caso foram desenvolvidos em um problema de pequeno porte para melhor ilustração e entendimento dos mesmos. Todas as simulações foram efetuadas utilizando o Solver do Excel (GÓMEZ, 2009).

Cenário 1 – caso base

Para este estudo de caso foi considerado um horizonte de $M=4$, no qual o quarto estágio é referente ao *Day After*. Conforme citado anteriormente, a utilização do *Day After* é a estratégia escolhida neste trabalho no sentido de evitar uma decisão equivocada no último estágio do

horizonte ($m=3$). Em todos os estágios a carga do agente deve ser atendida. Na Tabela 1 estão apresentados os dados do agente.

Tabela 1: Demanda, geração e preços dos contratos.

	Estágios	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$M=4$
Preço (R\$/MWh)	vcb_m	90,00	85,00	70,00	80,00
	vcp_m	150,00	30,00	200,00	120,00
	gaa_m	20,00	20,00	20,00	20,00
	cmc_m	85,00	80,00	80,00	135,00
	ccb_m	70,00	75,00	95,00	170,00
	ccp_m	150,00	30,00	200,00	120,00
	Demanda (MW)	200	150	300	650
	Geração (MW)	60	70	50	180

Solucionando o problema de otimização obtém-se a contratação ilustrada na Figura 4.

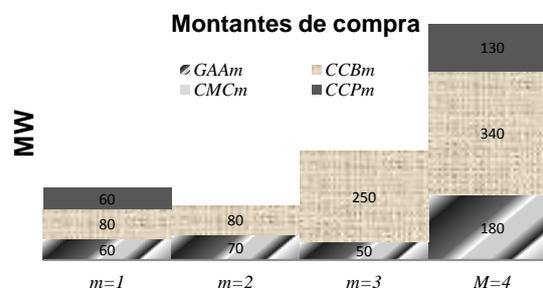


Figura 4: Montantes contratados de compra de energia – Cenário 1.

Pode-se observar na Figura 4 que o agente utiliza sua geração para atendimento de seu consumo. O mesmo contrata energia pelo mercado bilateral, efetuando contratos de 80MW no primeiro estágio e 170MW no terceiro estágio. Esse último contrato, possui resquícios no *Day After* de 340MW. O agente ainda contrata energia no primeiro estágio e no *Day After*, pelo mercado de curto prazo, para atender sua demanda. O valor da função objetivo no horizonte de interesse (nos três estágios) é de R\$-45.550,00.

Cenário 2 – sem o Day-After

O Cenário 2 considera o mesmo agente do Cenário 1, mas sem a estratégia do *Day After*. Os resultados obtidos estão ilustrados na Figura 5. Pode-se perceber que a diferença na contratação refere-se ao contrato no mercado cativo de 170MW no terceiro estágio, em vez de ser celebrado por contrato bilateral.

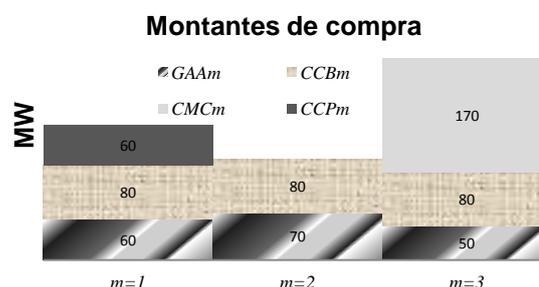


Figura 5: Montantes contratados de compra de energia – Cenário 2.

O valor da função objetivo, R\$-43.300,00, possui um custo menor do que o Cenário 1, como era de se esperar. No entanto, essa contratação no terceiro estágio, além de não enxergar continuidade futura, impossibilita outra estratégia de contratação, pois o agente irá possuir resquícios contratuais de 340MW no mercado cativo.

Cenário 3 – Alterações nos montantes a serem contratados

O Cenário 3 ilustra uma eficiência da metodologia proposta. Considere um cenário bem realista, em que o agente autoprodutor deseja permanecer o máximo possível no ambiente regulado e somente efetuar compras no mercado de curto prazo em ocasiões de falta de energia. Os resultados obtidos são ilustrados na Figura 6. O valor da função objetivo de interesse é de R\$-45.800,00.

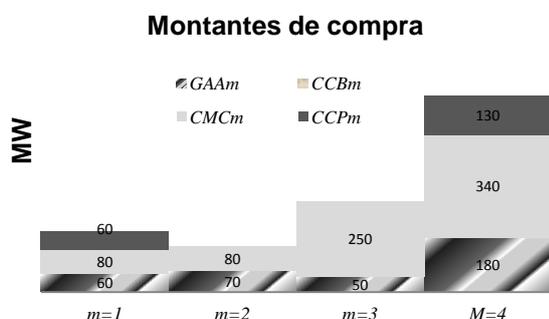


Figura 6: Montantes contratados de compra de energia – Cenário 3.

Cenário 4 – Venda do excedente de energia

O Cenário 4 considera um cenário em que a geração produzida é maior que a demanda do agente, possibilitando ao mesmo a vender energia. Os resultados obtidos estão ilustrados na Figura 7 e na Figura 8.

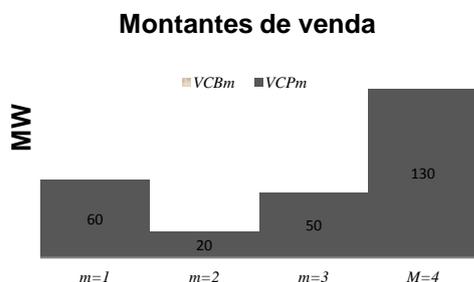


Figura 7: Montantes contratados de venda de energia – Cenário 4.

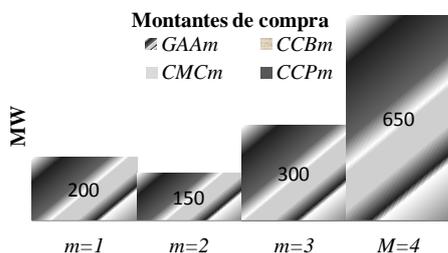


Figura 8: Montantes contratados de compra de energia – Cenário 4.

Pode-se perceber na Figura 7 que o excedente foi comercializado no mercado de curto prazo e, na Figura 8, que a demanda foi atendida com a geração própria. O valor da função objetivo de interesse é de R\$6.600,00 de lucro.

CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentada a ideia de uma formulação matemática com a finalidade de auxiliar as estratégias de comercialização de energia do agente autoprodutor. Ter uma ferramenta que possa auxiliar estrategicamente à composição no portfólio de contratos, possibilita que o agente não cometa erros, tendo uma exposição em demasia e/ou pague penalidades devido a uma insuficiência de lastro contratual.

Pode-se perceber que a estratégia de solução apresentada pode ser estendida aos demais agentes do setor, como os geradores, produtores independentes, comercializadores e consumidores e não apenas ao agente autoprodutor. A formulação apresentada permite ainda analisar diversos cenários para o agente, como a quantidade que o mesmo se permite estar exposto ao mercado de curto prazo, à proporção que o mesmo quer para cada modalidade de contrato e assim por diante. Essas modificações podem ser feitas alterando limites de algumas restrições.

Os resultados obtidos por meio das simulações apresentadas mostram que o *Day After* pode ser uma alternativa para que as contratações não sejam feitas de maneira equivocada. No entanto, é importante analisar outras maneiras que possam ser utilizadas para impedir decisões “míopes” e também que considerem a estocasticidade dos preços.

REFERÊNCIAS

- TOLMASQUIM, M. **O Novo Modelo do Setor Brasileiro**. Edição 1, Ed. Synergia, 2011.
- NERY, E. **Mercados e Regulação de Energia Elétrica**, Editora Interciência, 2012.
- CCEE, **Câmara de Comercialização de Energia Elétrica**, 2012. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>, acessado em 25 de outubro de 2012.
- GÓMEZ, L. A. **EXCEL para Engenheiros**, Editora Visual Books, 2009.