

## **Impacto das Penalidades na Otimização do Portfólio de Contratos de um Agente Gerador**

### **Alexandre Rasi Aoki**

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento  
PO Box 19067, 81531-980, Centro Politécnico da UFPR, Curitiba, Paraná  
E-mail: [aoki@lactec.org.br](mailto:aoki@lactec.org.br)

### **Ana Paula Oening**

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento  
PO Box 19067, 81531-980, Centro Politécnico da UFPR, Curitiba, Paraná  
E-mail: [ana.oening@lactec.org.br](mailto:ana.oening@lactec.org.br)

### **Débora Cintia Marcilio**

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento  
PO Box 19067, 81531-980, Centro Politécnico da UFPR, Curitiba, Paraná  
E-mail: [debora@lactec.org.br](mailto:debora@lactec.org.br)

### **Claudio Andres Villegas Vallejos**

LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento  
PO Box 19067, 81531-980, Centro Politécnico da UFPR, Curitiba, Paraná  
E-mail: [claudioav@lactec.org.br](mailto:claudioav@lactec.org.br)

### **Vitor Hugo Ferreira**

UFF – Universidade Federal Fluminense  
Rua Passo da Pátria, 156, Bloco D, Sala 403, São Domingos, Niterói, Rio de Janeiro  
E-mail: [vitor@vm.uff.br](mailto:vitor@vm.uff.br)

## **RESUMO**

A proteção aos riscos dos geradores conferida pelos Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEARs) na modalidade disponibilidade é significativa, incentivando agentes termelétricos a contratar todo o lastro de suas usinas nesta modalidade. No entanto, os contratos por disponibilidade não eximem o gerador de todos os riscos, especialmente aos que se referem às penalidades por indisponibilidade de usinas. O presente trabalho analisa o impacto das penalidades e ressarcimentos sobre a otimização do portfólio de uma usina termelétrica existente a gás natural, sujeita à falta de combustível.

Foram consideradas as penalidades por falta de combustível e por insuficiência de lastro para venda. Adicionalmente, foi considerado como penalidade o ressarcimento mensal por ocorrência de indisponibilidade e o ressarcimento anual por geração abaixo da inflexibilidade, pois para o caso de geradores estes implicam em custos financeiros. Foram também estudados e modelados os mecanismos criados em decorrência dos CCEARs por disponibilidade, como condomínios virtuais e agentes vinculados. Esta formulação foi inserida em um modelo de análise risco-retorno, considerando o valor esperado como métrica de retorno e o Conditional Value-at-Risk (CVaR) como métrica de risco. Considerou-se que a usina termelétrica pode negociar através de CCEARs por disponibilidade, contratos bilaterais no ambiente livre ou no mercado spot. Assumiu-se também que a usina não possui capacidade de operar como bi-combustível, devendo pagar penalidades na ocasião de falta de combustível.

Tal formulação se apresenta como um problema de otimização com funções não lineares e não contínuas, o que dificulta sua resolução pelos tradicionais métodos de programação matemática. Assim, neste trabalho optou-se pelo uso de algoritmos genéticos (AG), uma técnica amplamente utilizada em vários casos de otimização na literatura. A maior vantagem dos AGs é sua

capacidade de lidar com funções matematicamente complexas sem a necessidade de simplificações ou linearizações.

Os resultados parciais indicam que as penalidades e os ressarcimentos pecuniários podem impactar significativamente o desempenho financeiro de uma usina termelétrica. Determinou-se também que é possível atenuar o impacto destas penalidades através da modificação da estratégia de contratação, mantendo-se uma parte da garantia física fora do CCEAR para comercialização no curto prazo e para eventuais reposições de lastro.

O modelo foi desenvolvido tendo em vista a falta de gás natural para operação de uma usina termelétrica qualquer, causando penalidades significativas ao agente proprietário da mesma. No entanto, devido à flexibilidade dos AGs, o modelo pode ser facilmente adaptado para verificar o impacto financeiro de indisponibilidades de combustível por falha na infra-estrutura de transporte de combustíveis ou estudar estratégias de despacho fora da ordem de mérito.

Palavras-chave : *Algoritmos Genéticos, Comercialização de Energia, Penalidades*

## **Referências**

- [1] CCEE, Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, Regras de Comercialização. Versão 2008.
- [2] D.E. Goldberg, “Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning”, Addison-Wesley, 1989.
- [3] J.J. Grefenstette, Optimization of Control Parameters for Genetic Algorithms, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, vol. 16, pp. 122-128, (1986).
- [4] P. Krokhmal, J. Palmquist, S. Uryasev, Portfolio optimization with conditional value-at-risk objective and constraints, Center for Applied Optimization, University Of Florida, (2001).
- [5] L.G.B. Marzano, “Otimização de Portfólio de Contratos de Energia em Sistemas Hidrotérmicos com Despacho Centralizado”, Tese de doutorado, PUC, Rio de Janeiro, 2004.
- [6] M. Mitchell, “An Introduction to Genetic Algorithms”, MIT Press, Cambridge, 1996.