

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Modelo de Programação Estocástica para o Sistema Elétrico Brasileiro

Demacio Costa de Oliveira ¹

Unidade Acadêmica de Serra Talhada, UFRPE, Serra Talhada-PE

Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, Campinas-SP

Aurelio Ribeiro Leite Oliveira²

Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica, UNICAMP, Campinas-SP

A demanda por eletricidade cresce a cada ano e nas últimas décadas tal crescimento foi ainda maior devido aos avanços tecnológicos. A Agência Internacional de Energia, em sua publicação [3], prevê um aumento maior que 1/3 na demanda mundial até 2035. Isto sugere a necessidade de investimentos no setor elétrico para aumentar a geração de eletricidade. Há também uma cobrança mundial para que sejam implantadas ações governamentais para reduzir a emissão de CO_2 na atmosfera, portanto, as fontes de Energias Renováveis - ER ganham destaque como uma solução viável para este problema.

No Brasil, a demanda elétrica cresceu 36,5% de 1998 a 2008, e 21,5% de 2008 a 2018. Como informado em [2], as usinas hidrelétricas são responsáveis por 65,2% da geração elétrica brasileira em 2017. Assim, existe uma preocupação constante com os recursos hídricos do país, pois períodos intensos de estiagem reduzem a quantidade de água armazenada nos reservatórios implicando na redução de capacidade de geração das usinas elétricas. Para amenizar este problema algumas ações já estão sendo executadas ou planejadas como: instalações de Usinas Hidrelétricas Reversíveis e Leilão de Energia Nova. O relatório da Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em sua publicação [2], constata que o semiárido e o nordeste são as regiões de maior capacidade de geração de energia fotovoltaica e eólica, respectivamente. Por outro lado, a demanda é maior na região sul e sudeste do país, representando 70% de toda a energia produzida. Deste modo, um planejamento de expansão de geração de eletricidade deve considerar questões sobre: Qual tipo de usina deve ser instalada? Em qual região do país? Qual é nível de confiança do sistema?

De acordo com [4] as ER trazem vantagens para o clima e a economia, mas a implantação em larga escala pode prejudicar a confiabilidade do sistema, pois ER são intermitentes e não despacháveis, o que as caracteriza como fontes de energia variável. Esta característica traz incerteza sobre a capacidade de geração e aumenta o risco do sistema energético não atender a demanda, principalmente nos horários de pico. Estes fatos justificam a utilização de um modelo de programação estocástica. Assim, como podemos

¹demacioc@gmail.com

²aurelio@ime.unicamp.br

verificar em [1], a definição de um programa linear estocástico de dois estágios com recurso fixado é dado por:

$$\begin{array}{ll} \text{Min} & c^T x + E_\xi[\text{Min } q(\omega)^T y(\omega)] \\ \text{sujeito a} & \begin{cases} Ax = b \\ T(\omega)x + Wy(\omega) = h(\omega) \\ x \geq 0, y(\omega) \geq 0 \end{cases} \end{array}$$

onde:

- $\xi^T = (q(\omega)^T, h(\omega)^T, T_1(\omega), \dots, T_{m_2}(\omega))$ é o vetor aleatório.
- E_ξ é o valor esperado no cenário ξ .
- x é um vetor de variáveis de primeiro estágio.
- y é um vetor de variáveis de segundo estágio.

O nosso trabalho busca contribuir com um modelo de programação estocástica de dois estágios semelhante ao apresentado em [4], com demanda incerta, incluindo ER e garantindo a confiança do sistema; além das fontes de energias não renováveis. Pretendemos acrescentar em nosso modelo o uso de baterias e usinas elétricas reversíveis, e com esta finalidade estamos realizando estudos sobre a viabilidade econômica e tecnológica das fontes energéticas nacionais para elaborar uma proposta de modelo de programação estocástica para o planejamento de expansão do sistema de geração elétrico brasileiro.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela oportunidade e os recursos financeiros para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

- [1] J. R. Birge and F. Louveraux. *Introduction to Stochastic Programming, 2a. edição*. Springer, New York, 2011.
- [2] EPE[Empresa de Pesquisa Energética]. *Balanço Energético Nacional (BEN) 2018: Ano base 2017*. Disponível em <<http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2018>>. Acesso em 28/03/2019.
- [3] IEA[International Energy Agency] *World Energy Outlook 2014*. Disponível em <<https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/WEO2014.pdf>>. Acesso em 29/03/2019.
- [4] D. Min, J. Ryu, and D. G. Choi. *A long-term capacity expansion planning model for an electric power system integrating large-size renewable energy technologies*, *Computers and Operations Research*, 96:244–255, 2018.