

Aspectos Mais Relevantes da Optimização Hídrica em Portugal

Marcelino Ferreira ⁽¹⁾, Sílvio Mariano ⁽²⁾, João Catalão ⁽²⁾ e Victor Mendes ⁽³⁾

⁽¹⁾ Instituto Superior Técnico, Av. Rovisco Pais 1049-001 Lisboa

⁽²⁾ Universidade da Beira Interior

⁽³⁾ Instituto Superior de Engenharia de Lisboa

lmf@ist.utl.pt, sm@demnet.ubi.pt, catalao@ubi.pt, vfmendes@isiel.pt

FAZER a optimização hídrica é fazer a calendarização para a operação dos recursos hídricos de forma a maximizar uma função de desempenho estipulada. A calendarização é a atribuição temporal do caudal a turbinar em cada grupo de cada central do sistema hídrico a otimizar (eg Douro Nacional). Atribuir o caudal implica determinar os níveis dos reservatórios e as correspondentes quedas, a água em trânsito no rio, e os volumes de descarregamento, implicando naturalmente o perfil de geração de cada central. Para problemas de curto prazo a resolução temporal é horária (ou semi-horária) e o horizonte é de um dia a uma semana. Para problemas de médio prazo a resolução é mensal ou semanal e o horizonte é de um ano ou mais. A função de desempenho estipulada é uma função benefício e corresponde ao valor económico que se pode obter pela operação dos recursos hídricos. Essa função de desempenho é usualmente uma função linear das potências entregues, uma soma ponderada ao longo do tempo de todas as potências e cuja ponderação é um valor imputado ao preço da energia por cada intervalo de tempo. Esta comunicação endereça dois aspectos da optimização hídrica que nos parecem relevantes para Portugal. Um aspecto diz respeito ao efeito da queda na optimização horária, e os correspondentes problemas de capacidade instalada e bombagem. O outro aspecto diz respeito às condições de interface médio prazo - curto prazo para a gestão de reservatórios.

Efeito da Queda

Porque é complexo e relevante o efeito da queda na optimização hídrica de curto prazo em Portugal? A optimização hídrica de curto prazo é hoje um problema bem resolvido para muitos sistemas. Assume-se um modelo de programação linear determinística em que as variáveis são os caudais a turbinar, os volumes dos reservatórios e os descarregamento, as entradas são os volumes iniciais e finais dos reservatórios e as afluências, e a função objectivo é função linear dos caudais. Nesse modelo linear a potência entregue é representada como proporcional ao caudal turbinado, por um ou mais troços lineares. Mas a potência depende do caudal turbinado e da queda. A representação anterior, linear e de queda fixa, é tanto mais adequada quanto menor

for a variação da queda ao longo do período de optimização. Para aproveitamentos de montanha as quedas são geralmente grandes, logo as variações de queda são relativamente pequenas e o ajustamento para a queda das curvas de potência-caudal é de ordem reduzida. Essa é a situação por exemplo nos aproveitamentos do Cávado. Uma outra situação é a de aproveitamentos com grandes reservatórios e de pequena queda. Nesta outra situação as quantidades de água turbinada no período não alteram significativamente os níveis dos reservatórios e portanto o ajustamento para a queda das curvas de potência-caudal também é de ordem reduzida. Essa é a situação por exemplo de Castelo de Bode. No Douro a situação é diferente das duas situações anteriores: as quedas são pequenas e os reservatórios também. O tempo de vazamento, tempo que levaria o reservatório a atingir o nível mínimo partindo do nível máximo e sem afluências, é de algumas horas (eg 3h). Também há grandes diferenças entre a queda mínima e a queda máxima (eg 15m-32m). Assim a potência pode ser muito sensível à queda, e a potência para a queda máxima pode atingir valores muito acima dos da queda mínima (eg 120% acima). A queda pode variar de 5m/hora, representando dezenas de MWh/hora e atingir variações de potência de 25%.

Estes factos mostram que, ao contrário de outros sistemas hídricos, o Douro requer um processo de optimização em que a queda seja considerada na avaliação das potências ao nível da função objectivo, e não só a nível contabilístico com actualizações de potência para a queda realmente obtida. Isto quer dizer que o sistema do Douro não deve ser optimizado com base no usual modelo de programação linear, mas sim com base num modelo de programação não-linear em que os efeitos de variação de queda são modelados directamente na função de desempenho.

Testes realizados com base em situações realistas para um horizonte de uma semana indicam que há um ganho substancial em usar o modelo não-linear. A média do aumento de energia conseguido é de 15% relativamente ao modelo linear. O benefício económico é da mesma ordem.

O problema do efeito da queda na optimização é ainda mais agudizado pelo aumento na capacidade instalada, quer de geração quer de bombagem. A capacidade do reservatório mantém-se, as capacidades

de turbinar e de bombear aumentam, logo os efeitos na queda podem ser mais acentuados.

Note-se ainda que as situações de aumento de capacidade têm uma grande actualidade: com o aumento do gradiente de carga e de recursos energéticos de pouca capacidade operacional (eg recursos eólicos), os recursos hídricos têm vantagem em poder prontamente responder a situações deficitárias ou excedentárias de energia. Mais capacidade instalada em sistemas hídricos sensíveis à queda torna-os ainda mais sensíveis à queda e portanto a exigir um modelo não-linear de optimização.

Condições de Interface médio prazo - curto prazo

Consideremos um modelo de optimização de médio prazo estocástico e com resolução semanal e um modelo de optimização de curto prazo determinístico e com horizonte semanal. Os modelos são diferentes e precisam de uma interface para comunicar. A interface consiste na utilização dos resultados do modelo de médio prazo, que é hierarquicamente superior, como condição fronteira do modelo de curto prazo. Os resultados do modelo de médio prazo são os valores esperados de conteúdo e de valia da água dos reservatórios para o início da semana seguinte, são resultados intermédios para o médio prazo e servem de valores finais para o curto prazo. Esses resultados são imputados para o modelo

de curto prazo, ie são os dados para os volumes finais dos reservatórios e os dados para as valias finais da água.

Ambos os modelos lidam com conteúdos e valias. Se os conteúdos e valias de interface entre os dois modelos forem aproximadamente iguais, então os modelos estão bem adaptados. Usualmente tal não acontece. Quando tal não acontece, a interface tem que ser baseada na escolha de igualdade de conteúdos ou na de igualdade de valias. Impondo igualdade de conteúdos, as valias vão ser diferentes; impondo igualdade de valias, os conteúdos vão ser diferentes. Uma maneira de abordar estes problemas de desencontro é estudar para cada reservatório as duas funções valia-conteúdo, ie a função de médio prazo e a função de curto prazo para cada reservatório. A função de médio prazo é uma função estocástica, com uma distribuição de probabilidade para cada ponto. A função de curto prazo é assumida determinística. Como é feita a intersecção destas funções no espaço probabilístico? Que reservatórios devem ser analisados e com que impacto económico? Com base nessas funções, como se podem definir pontos de compromisso ajustados a todo o sistema hídrico?

O estudo destes pontos é importante — além de propiciar uma interface adaptada entre os modelos de curto prazo e de médio prazo, também propicia uma interpretação sobre as valias de água, os conteúdos dos reservatórios e a incerteza relativamente a preços de médio prazo do sistema de energia eléctrica.