

A PROPÓSITO DA DISCUSSÃO DE A.E.LANNA SOBRE  
"OPERAÇÃO DE UM RESERVATÓRIO PARA CONTROLE DE CHEIAS"<sup>1</sup>

POR

J.Kelman<sup>2,3</sup>, J.Damazio<sup>2</sup>, M.V.F.Pereira<sup>2</sup>, J.P.Costa<sup>2</sup>

A discussão feita por Lanna (1981) do artigo em pauta nos causou dupla satisfação. Em primeiro lugar, esta discussão inaugura na revista da ABRH a saudável prática do debate técnico, que sem dúvida irá contribuir para que as finalidades da revista sejam plenamente atingidas. Em segundo lugar, fomos contemplados com uma crítica muito interessante e orientada para o aprimoramento da metodologia proposta.

Em seu comentário, Lanna levanta uma restrição à aplicação da metodologia, argumentando que os riscos da estratégia obtida somente ficarão na faixa esperada se não existir dependência entre as vazões diárias -hipótese pouco provável-, ou se ocorrer um regime de vazões de cheia "médio".

Conforme o artigo, o risco real obtido na aplicação da metodologia é uma função das regras de operação efetivamente adotadas e do volume de água armazenado no reservatório. Lanna sugere, corretamente, mais uma variável para a definição do risco real: a faixa do regime de vazão (muito úmido, úmido, médio, etc...), estimada por exemplo pela última observação de vazão afluente ao reservatório e/ou pelas últimas medidas de precipitação na área de drenagem do reservatório.

No entanto, deve-se lembrar que a estratégia derivada supõe que o operador do sistema não utiliza tais fontes de informações. Para manter consistência teórica com esta hipótese, é necessário considerar que todas as séries sintéticas são equiprováveis. Uma demonstração experimental da consistência teórica do método é dada em Kelman et alii (1981a), onde a estratégia associada ao tempo de recorrência de 25 anos para o reservatório de FURNAS foi simulada com

---

<sup>1</sup>Este artigo resulta das atividades de pesquisa do projeto 7139 - CEPTEL, que recebe o apoio do DEOP - ELETRÓBRÁS.

<sup>2</sup>Pesquisador do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL).

<sup>3</sup>Professor visitante da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ)

10000 séries sintéticas de vazões diárias (não utilizadas pelo algoritmo). Observou-se como resultado desta experiência o tempo de recorrência de 24,9 anos.

Concordamos que a hipótese de não consultar indicadores hidrológicos é conservadora na medida em que na operação real será sempre possível utilizá-los para fazer previsões de afluências futuras, o que torna algumas séries mais prováveis do que outras. É de se esperar que a disponibilidade destas previsões permita desenvolver estratégias mais eficazes que, por exemplo, mantenham o mesmo risco de emergência relaxando as restrições à operação do reservatório em períodos secos e tornando-as mais severas nos períodos úmidos. Lanna apresenta duas sugestões para incorporar previsões ao processo decisório:

- Quanto à primeira alternativa, de recalcular a estratégia em tempo real, gostaríamos de indicar uma aproximação capaz de reduzir consideravelmente a demanda computacional: é de se esperar que os modelos de previsão atinjam a distribuição marginal num tempo  $\tau$  relativamente curto. A partir daí até o final do período de cheias não há modificações da estratégia calculada sob a hipótese de séries equiprováveis. Portanto, parece razoável utilizar as previsões até  $\tau$  dias à frente de forma determinística, isto é, definir defluências capazes de atingir no dia  $t+\tau$  o volume de espera recomendado pelo algoritmo para este dia.
- A segunda sugestão poderá apresentar algumas dificuldades de ordem prática: a classificação efetivamente adotada no início da estação chuvosa dependerá de um conjunto relativamente pequeno de informações. É provável, portanto, que ocorram mudanças nesta classificação no decorrer do período e, conseqüentemente, trocas na estratégia operacional adotada (por exemplo, de uma estratégia do tipo "médio" para uma do tipo "úmido" e, em seguida, "muito úmido"). É possível que estas mudanças, eventualmente bruscas, levem a riscos reais distantes do desejado.

Se por um lado é bastante positivo que a estratégia operacional seja reavaliada a cada dia, por outro lado cabe observar que tanto as sugestões de Lanna como a aproximação proposta acima são inconsistentes teoricamente. Isto porque o algoritmo de recursão deve reproduzir o comportamento efetivamente adotado na operação futura. Em outras palavras, só é possível calcular uma estratégia ótima para o dia  $t$  se a estratégia já calculada para os dias  $t+1$ ,  $t+2$ , ... for seguida pela operação. Por exemplo, se a operação pretende utilizar um mecanismo de previsão em tempo real, este processo de decisão deve ser incorporado ao algoritmo.

O algoritmo proposto no artigo pode ser generalizado para simular este comportamento em tempo real. Basta alterar o cálculo de cada volume crítico,  $c(t, i)$ , utilizando regras de operação específicas para cada série. Estas regras de operação permitem utilizar as previsões quanto aos valores futuros da série. Kelman et alii (1981b) mostraram como incluir ao algoritmo as previsões de vazão não-controlável entre a barragem e o local a ser protegido. Neste caso, a vazão defluente máxima de cada dia é função da previsão, variando, portanto, série a série. Isto significa que haverá um segmento LM para cada série sintética (figura 1, adaptada de Kelman et alii (1980)).

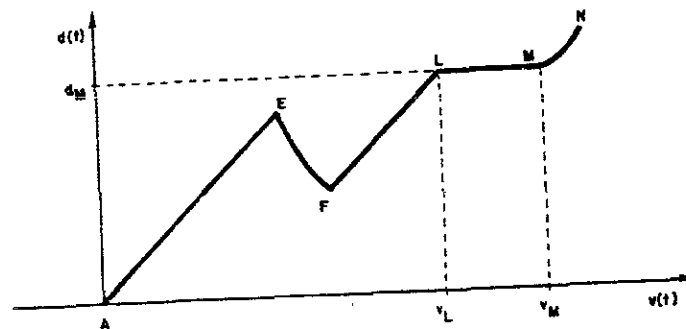


Figura 1 - Regra de Operação

No caso de se dispor de previsões de afluências ao reservatório, sugerido no comentário de Lanna, a solução consiste em utilizar para cada série sintética um segmento FL específico. Este assunto está sendo atualmente investigado.

#### REFERÊNCIAS

- KELMAN, J., DAMAZIO, J., PEREIRA, M.V., COSTA, J.P., (1980), "Operação de um Reservatório para Controle de Cheias", R.Hidrol. Rec. Hídricos, 2(2):139-150, Julho/Dezembro, 1980.
- KELMAN, J. et al. (1981a), "Volume de Amortecimento de Cheias", Relatório Técnico CEPEL nº 193/81.

KELMAN, J., DAMAZIO, J., PEREIRA, M.V., COSTA, J.P. (1981b), "Flood Control Restrictions for a Hydroelectric Plant", International Symposium on Real-Time Operation of Hydrosystems, June, 24-26, 1981, University of Waterloo, Waterloo, Ontario, Canada Proceeding, vol. II.

LANNA, A.E. (1981), "Discussão sobre Operação de um Reservatório para Controle de Cheias", R. Hidrol. Rec. Hídricos.