

Tópicos Atuais

Impactos Ambientais de Reservatórios e Perspectivas de Uso Múltiplo

Cruz Castro H.*

Fabrizy, NL P.**

Resumo

Este trabalho consiste em uma análise dos impactos ambientais significativos da implantação e operação de reservatórios. Indicaremos de forma sucinta as principais variáveis hidrológicas que serão confrontados com as tecnologias e métodos de operação de reservatórios atualmente em uso no país. Serão analisados também os problemas sociais locais causados pelos reservatórios. Com base em exemplos, serão demonstradas a: perspectivas de uso múltiplos para os reservatórios no Brasil.

Os autores fazem sugestões para o uso mais eficiente dos recursos hídricos, do ponto de vista social e ambiental. O objetivo é de dar ênfase ao uso múltiplo do reservatório com geração por PCH.

Introdução

A energia elétrica é, certamente, uma das necessidades essenciais da sociedade moderna. A finalidade última da energia elétrica não está em si mesma, mas nos benefícios sociais que ela produz. Portanto, sugerimos que os planejadores primem pelo bem social e não pela maximização da oferta de energia hidrelétrica. É importante frisar que o direcionamento dos recursos hídricos para este fim tem elevados custos sociais e ambientais, impostos pelos grandes reservatórios.

Faremos a análise dos mecanismos hidrológicos e ambientais da formação e operação de reservatórios, para melhor se compreender seus aportes ambientais e sociais, estimulando o desenvolvimento e a aplicação de medidas que minimizem os impactos negativos e potencializem os positivos.

Os reservatórios aqui analisados correspondem a uma área inundada de aproximadamente 10 Km² (Por exemplo o aproveitamento múltiplo do rio Mogi Guaçu, SP).

Alguns grandes reservatórios serão mencionados, como ilustração da atual realidade brasileira.

Serão também analisados os diversos usos do reservatório compatível com a geração por PCH, e as perspectivas brasileiras nesta área.

Reservatórios

Um reservatório é uma construção formada pelo barramento artificial de um vale natural ou pela formação artificial de lagos, não associados a uma bacia de drenagem natural e com vazões defluentes sujeitas a controle.

Qualquer que seja o tamanho do reservatório ou a finalidade da água acumulada, sua principal função é a de regulador, objetivando a manutenção da vazão dos cursos de água ou atendendo às variações da demanda dos usuários.

As principais características físicas dos reservatórios são:

- capacidade de armazenamento, calculada a partir de levantamentos topográficos;
- sobre armazenamento, armazenamento da água pelo solo da margem devido a sua permeabilidade;

* Aluno do Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia da USP

** Professora-Pesquisadora do Instituto de Eletrotécnica e Energia - USP

- caudabilidade, quantidade de água que pode ser fornecida pelo reservatório num determinado período de tempo;
- transporte de material sólido, por suspensão e arrastamentos.
- perdas d'água, devidas principalmente a infiltração e a evaporação.

Geralmente os reservatórios possuem uma porcentagem do seu volume como capacidade destinada ao assoreamento (acúmulo de matéria sólida). Embora o assoreamento seja inevitável, este pode ser retardado através de técnicas de controle.

Aspectos ambientais

Para um entendimento mais amplo dos impactos ambientais decorrentes da implantação e operação de reservatórios, três pontos essenciais devem ser ressaltados: a qualidade da água, o impacto hidrogeológico e os impactos sociais.

Qualidade da água

O barramento d'água impõe profundas mudanças na escala temporal espacial dos fenômenos que ocorrem na água. Consequentemente isto altera sensivelmente os processos físicos, químicos e biológicos do sistema.

As principais características físicas do reservatório são: profundidade, comprimento, largura, área da superfície líquida, área de drenagem, volume e comprimento das margens.

Para determinação da qualidade da água, é importante conhecermos o tempo de residência, ou tempo de retenção hidráulica- intervalo de tempo durante o qual uma determinada massa d'água permanece no reservatório desde a chegada até a saída.

Conforme o uso do reservatório, controla-se o tempo de residência afetando: reciclagem e acúmulo de nutrientes, crescimento do fitoplâncton (requer tempo de residência de 2 a 3 semanas), desenvolvimento de macrófitas aquáticas, depósito de detritos químicos e estado trófico do reservatório.

Outro fator importante é a estratificação térmica. A absorção da energia solar pela água determina a sua densidade e conseqüente alteração biótica. A qualidade defluente de lagos, devido a retirada d' água do reservatório ser por baixo, o que implica a má utilização biótica da estratificação.

A eutrofização é o processo natural ou artificial de adição de nutrientes aos corpos d'água e aos efeitos resultantes dessa adição. As atividades humanas (agricultura, urbanização ...) aumentam a velocidade da eutrofização, reduzindo a vida útil do corpo d'água, devido a geração de um excesso de matéria orgânica, superior à capacidade de decomposição do sistema, alterando portanto o equilíbrio ecológico do rio.

Os principais impactos da eutrofização são: redução da qualidade d'água destinada ao abastecimento (causa odore sabor desagradável). inviabilização da utilização recreacional do reservatório, variações diárias da concentração de oxigênio (podendo provocar a mortandade de peixes). deposição de algas mortas no fundo do lago, crescimento excessivo de macrófitas. Pode-se citar por exemplo a represa de Curuá-Una no rio Curuá-Una, Pará, onde a vegetação afogada, formação flutuante de aguapés.

Impacto hidrogeológico

Considerando-se um reservatório pequeno, os impactos hidrogeológicos poderão ser mínimos. Frisamos aqui os possíveis acontecimentos a serem previstos, e atenuados nas decisões do projeto.

De modo geral, a formação de reservatórios causa impactos sobre diversos aspectos ambientais de uma bacia hidrográfica. O padrão de escoamento superficial é influenciado a montante e a jusante do reservatório, e a vazão dos rios é alterada no tempo e no espaço.

O enchimento do reservatório causa alterações no sistema hidrogeológico regional, atuando em magnitudes crescentes de jusante para montante e na direção perpendicular, a partir das margens. Isto ocorre basicamente de duas maneiras:

- modificações transitórias, em conseqüência da elevação do nível de base regional, que a descarga de base dos aquíferos livres e do aumento de carga sobre o piso do reservatório, procedendo dos aquíferos confinados sem conexão hidráulica direta com o rio barrado; e

- modificações permanentes, conseqüência da elevação da superfície piezométrica do aquífero livre (confinado ou semi-confinado) em conexão hidráulica direta com o rio, e modificações das parcelas do balanço hídrico na área de influência do reservatório.

Impactos sociais

além dos efeitos derivados das rápidas mudanças ambientais, atingindo normalmente a população local, deve-se ressaltar os impactos sociais do reservatório. Os mais relevantes são:

- redução da qualidade de vida da população ribeirinha;
- valor da indenização paga aos trabalhadores rurais residentes na área alagada geralmente inferior ao preço real;
- deslocamento compulsório da população para terras menos produtivas; trazendo o empobrecimento e êxodo rural, aumentando periferia das grandes cidades, principalmente na região sudeste;
- aumento das moscas; agentes transmissores de doenças, reduzindo a saúde da população; e
- a destruição do patrimônio cultural que constituía a referência para a vida social.

Um dos exemplos é o caso da barragem de Tucuruí (PA). A relocação provocou tumulto e concentração de mil e quinhentos camponeses na cidade. Eles reivindicaram medidas compensatórias e relocacionais justas. Recentes relatórios demonstram que ainda existem famílias não assentadas, e outras não podendo produzir o suficiente para o seu sustento.

Tecnicamente existe como minimizar estes impactos e realmente desenvolver a população ribeirinha. Tudo depende dos objetivos dos reservatórios, se o fim deste for o bem social, e não simplesmente 'energéticos'.

Preconiza-se ainda internalizar os custos das externalidades e utilizando da parte da renda para fins sociais locais.

Uso múltiplo

São planos de aproveitamento de recursos hídricos projetados e operados para atender dois ou mais propósitos. Um plano projetado para uma finalidade única, mas que produza benefícios casuais relativos a outras finalidades não é considerado de uso múltiplo.

As inúmeras vantagens do aproveitamento múltiplo para a implantação de PCH, não dizem respeito só a redução dos custos para geração hidrelétrica, mas também aos benefícios sociais que este gera.

O uso integrado de água pode, de uma certa forma, caracterizar melhor o conceito de desenvolvimento sustentável, sendo mais próximo: das necessidades das populações locais. Se um recurso possibilita diversos tipos de uso, não se justifica usá-lo para um só.

Aproveitamento múltiplo do reservatório

Serão explanados de forma sucinta os diversos usos múltiplos do reservatório, que são compatíveis com a geração hidrelétrica por PCH (aplicáveis às bacias hidrográficas brasileiras e viáveis na realidade econômica nacional):

Geração hidrelétrica por PCH

A demanda de energia apresenta variação sazonal. Por geralmente fazer parte de um sistema interligado, é possível a flexibilidade da coordenação da produção de energia com outros usos da água.

A geração por PCH não exige grandes vazões d'água. Por não ser um uso consumitivo da água, é perfeitamente compatível com os demais usos. Por exemplo, a água liberada de um reservatório, para ser usada em irrigação a jusante, pode passar pelas turbinas de uma PCH e gerar energia.

Abastecimento urbano

As necessidades para o uso doméstico são menos variáveis durante o ano do que as de irrigação, mas geralmente há uma máxima no verão.

É importante manter uma reserva suficiente para o período de seca. Como precaução sanitária, pode ser impedido o uso dos reservatórios com fins recreativos.

Um exemplo que pode ser adequado em várias cidades brasileiras é o Programa de Racionalização de Energia da SABESP, este prevê o uso de seus reservatórios para geração hidrelétrica por PCH de baixas quedas.

Atenuação de cheias

O reservatório deve ter suficiente capacidade vazia para permitir a retenção das ondas de cheias em épocas das elevadas precipitações. A segurança da área protegida não é de 100%.

Entretanto, a cheia de projeto, seja a vazão que pode ser esperada em consequência do conjunto mais desfavorável de condições, meteorológicas e hidrológicas, geralmente corresponde a 50% da máxima: cheia provável da bacia.

A finalidade principal do reservatório é armazenar uma parte das vazões de enchente, minimizando o pico da cheia, no local a ser protegido. A operação deste reservatório é totalmente compatível com outros usos da água. Um exemplo é o reservatório de Mogi-Guaçu. O município vinha enfrentando graves problemas de inundação no centro da cidade na época das chuvas. Este reservatório foi construído com o principal objetivo de resolver o problema de enchentes na região. Igualmente, ele foi planejado para abastecimento d'água das cidades de Mogi-Guaçu e Mogi-Mirim (SP). Atualmente a prefeitura está implantando às margens do reservatório um centro de lazer.

Recreação

É bastante incomum a construção de reservatório para recreação. Os benefícios neste setor são geralmente casuais, decorrentes de outras funções de aproveitamentos.

O tipo ideal do reservatório, para este uso, é permanecer praticamente cheio durante as épocas de férias, possibilitando atividades náuticas, pesca, natação e outros esportes aquáticos. Os reservatórios sujeitos a grandes variações do nível de água não apresentam em geral uma boa integração na paisagem e geram problemas de manutenção da beira e ancoradouros.

O projeto deve conter construções estruturais, sanitários, calçamentos, plantação de vegetação apropriada nas margens.

Os reservatórios de PCH e UHE, no Brasil, têm sido bastante usados para recreação, mesmo não tendo infra-estrutura para isso ou, às vezes, sendo até proibidos deste fim.

Aquicultura

Uma PCH pode ser associada a solução de um dos grandes problemas brasileiros: fome. O reservatório pode ser usado para agricultura, particularmente à criação de peixes. Os peixes são excelentes conversores de alimentos e fornecem proteína da melhor qualidade, podendo satisfazer em parte as necessidades de alimentação de uma pequena população.

Como o reservatório de PCH é aberto, com constante entrada e saída d' água, o mais recomendável é a engorda de alevinos.

A reprodução dos peixes envolve controles que podem ser feitos em tanques à margem do reservatório. O alimento, geralmente resíduos animais, pode ser aplicado diretamente a laço, em locais distante da saída de água da represa. As espécies de melhor adaptação são: tilápia-do-hilo, carpa, tambaqui, tucunaré e pescada-do-piqui.

Dependendo da espécie e das condições anuais, pode-se produzir de 15 a 20 toneladas de peixe por hectare. Por exemplo, uma micro-central de 35 kW, com volume útil de 750 m³ e com área molhada de 350 m², leva a uma produção anual de 400 a 500 Kg de peixe. Esta quantidade é suficiente para garantir o suprimento proteico da comunidade circunvizinha.

Muitos reservatórios, mesmo não tendo nenhuma medida específica de piscicultura, devido a sua natural eutrofização, têm aumentado bastante a produção local de algumas espécies de peixes.

Produção de fertilizantes

Uma outra possibilidade de uso de reservatório para a alimentação é a produção de fertilizante. Os fertilizantes comerciais mais importantes são o nitrogênio, o

fósforo e o potássio, que por serem geralmente derivados do petróleo, possuem um preço caro para os produtores rurais.

Uma alternativa seria a criação de aguapés, planta aquática comum em represas, que crescem 1 % ao dia. É também um biofertilizante com teores de 2,15% de nitrogênio, 0,56% de fósforo e 4,75% de potássio (valores referidos à massa seca), com a conveniência de serem produzidos próximo ao consumo. Uma outra utilização do aguapé é na produção de biogás, que pode eficientemente ser para cocção.

Planejamento de uso múltiplo

O planejamento pode ser definido como sendo o conjunto das considerações ordenadas de um plano de obras, desde a idéia inicial através da avaliação de alternativas, até a decisão final de execução.

Cada passo para a decisão final deve ser acompanhado de estudos quantitativos. A decisão final devendo depender do julgamento de especialistas, com a participação da comunidade.

Fixação dos objetivos

Uma fase essencial e primordial no planejamento das obras é a clara fixação dos objetivos. Uma concessionária de energia elétrica minorizaria a geração hidrelétrica. Uma empresa de abastecimento de água priorizaria o abastecimento. Por isso, a fixação dos objetivos de uso múltiplo deve refletir as prioridades do local e serem projetadas para as mesmas.

Um exemplo dos problemas causados pela má definição dos objetivos é a barragem de Sobradinho. Este empreendimento foi projetado para uso múltiplo, entretanto depois de construído priorizou-se somente a geração de energia elétrica, deixando os demais usos inoperantes, o que acarretou diversos problemas sociais aos ribeirinhos e avizinados a barragens.

Essa prática tem sido constante no Brasil. As barragens são projetadas para atenuação de cheias, para navegabilidade, outros fins e geração. Uma vez em operação, só a geração de energia elétrica é efetivada. Isso tem tornado o uso múltiplo um mito e sem o crédito da população.

Projeções futuras do planejamento

Todos os aproveitamentos devem ser planejados para satisfazer as necessidades futuras. Entre os possíveis avanços tecnológicos estão as possibilidades de conservar ou de aumentar os mananciais naturais de água.

Outro aspecto que tem tido grande avanço é a legislação ambiental. Atualmente, os procedimentos ambientais não estão claramente definidos, isso dificulta a construção e operação de PCH. Um exemplo se refere a PCH "Emas Novas" em Pirassununga, SP. Neste caso, a instalação de uma escada de peixes prejudicou totalmente a geração de energia elétrica. A usina está atualmente parada.

Embora no país ainda exista o uso abusivo dos recursos hídricos, a sua possível escassez econômica, água de boa qualidade a preços acessíveis, tenderá a valorizar mais esse recurso.

Inevitavelmente, estes fatores exigiram o seu uso com maior eficiência. A opção de uso múltiplo ou uso integrado pode aparecer como sendo uma opção viável.

Apropriação de custos

Os projetos de uso múltiplos servem a diferentes grupos de beneficiários. Devem ser separados os seus custos em parcelas que serão atribuídas aos diversos usos da água.

Métodos de apropriação de custos

Não existe um método que seja satisfatório de consignação de custos que possa ser indistintamente aplicado a todos os aproveitamentos e que forneça parcelas inquestionavelmente corretas.

Qualquer método deverá em primeiro passo determinar os custos separáveis, custos gerais que sejam debitáveis aos propósitos específicos do aproveitamento devem incluir a casa de força, as esclusas ou as escadas de peixe.

Os custos separados individuais, relativos a uma só função são em geral obtidos calculando-se o custo de aproveitamento sem aquela determinada função. O grande problema da consignação dos custos está na separação dos custos comuns, entre as diversas funções do aproveitamento.

Podemos citar o caso da China. A ampla utilização de usos múltiplos levou os chineses a desenvolverem um método simples e prático. Os custos das obras civis são cobertos pelos diversos usos múltiplos, exceto o da geração, que cobre apenas as partes eletromecânicas.

Não existe nenhum método brasileiro, mas a prática é de cobrir todos os custos com os benefícios da geração hidrelétrica, isso tem gerado muitas críticas por parte de concessionárias estatais. Ao implantar uma PCH têm que, às vezes, custear os múltiplos benefícios do aproveitamento. Devido a influência dos objetivos políticos nas concessionárias.

Conclusão

Os estudos dos reservatórios, bem como diversos outros exemplos existentes no país, demonstram que no atual estado da tecnologia seu uso é indispensável.

Entretanto, os problemas ambientais são grandes, principalmente devidos ao mal gerenciamento dos recursos hídricos nacionais.

Com a contínua valorização dos recursos hídricos, e com as pressões ambientalistas, as perspectivas de uso múltiplo se intensificam. Os autores sugerem a utilização mais eficiente dos recursos

hídricos, através de reservatórios menores de aproveitamento múltiplo. O uso múltiplo de reservatório tem demonstrado ser uma alternativa para o melhor aproveitamento dos recursos hídricos.

É diante desse quadro que o Brasil precisa se adaptar. Investindo em tecnologia e estudos do seu potencial hídrico. Acelerando a adequação da legislação dos recursos hídricos existentes.

Referências Bibliográficas

- BOTTURA, J. Alberto. SANTOS, J. P. Impacto hidrogeológico de reservatórios. São Paulo: IPT, 1986.
- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS S.A.. Manual de estudos de efeitos ambientais dos sistemas elétricos. São Paulo: Eletrobrás, 1986.
- Plano 2015: potencial hidrelétrico brasileiro. São Paulo: Eletrobrás, 1992.
- GOLDSMITH, Edward, HILDYARD, Nicholas. The Social and environmental effects of large dams. San Francisco: Sierra Club Books, 1984.
- LINSLEY, Ray Keyes. Engenharia de recursos hídricos. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, EDUSP, 1978.
- MOREIRA, J. R., POOLE, A. D. Hydropower and its constraints. [s.n.t.]
- PAIVA, Mesquíades pinto. Grandes represas do Brasil. DF: EdiTerra, 1982.
- PORTO, Rubem L. Laina et. al. Hidrologia ambiental. São Paulo: EDUSP, 1991.
- ROSA, Luiz Pinguelli et al. Impactos dos grandes projetos hidrelétricos e nucleares. Rio de Janeiro: COPPE, [s.d.].