

A construção de barragens e o meio ambiente

JOÃO ALBERTO BANDEIRA DE MELLO

Presidente da Comissão de Meio Ambiente do Comitê Brasileiro de Grandes Barragens. Engenheiro civil, foi superintendente de Construção de Usinas Hidrelétricas em FURNAS Centrais Elétricas e Assistente do Diretor de Engenharia e Planejamento da ELETROBRÁS.

A energia hidrelétrica, além de ser uma fonte renovável, é, entre as demais fontes energéticas, uma das mais baratas.

O Brasil, carente de outras formas de energia, possuía, em fins de 1984, um potencial hidrelétrico inventariado da ordem de 213.400 MW, dos quais 16,6% já explorados, 11,7% em projeto ou construção e 71,7% ainda a serem desenvolvidos. É óbvio que, em face das circunstâncias, não se pode, nem se deve, desprezar tamanho potencial.

A implantação de qualquer projeto de vulto, seja barragem, rodovia, ferrovia, indústria, irrigação, mineração, ou mesmo urbanização, evidentemente afeta o meio ambiente. Na construção de barragens podem advir problemas ambientais especiais. Para solucioná-los, todavia, já existem alguns métodos de comprovada eficiência.

1. Preservação e Conservação

Preservar alguma coisa significa mantê-la no seu estado original.

Conservar significa admitir modificações, buscando-se um novo equilíbrio com algumas alterações em condições originais. Constatamos que nos dias atuais é praticamente impossível preservar a natureza, uma vez que a espécie humana depende cada vez mais do desenvolvimento e da exploração das reservas naturais. Por outro lado, é da maior importância conservar a natureza e seus recursos naturais, protegendo o meio ambiente de danos evitáveis.

A experiência tem demonstrado que negligenciar aspectos ambientais ligados à construção de barragens e reservatórios pode facilmente conduzir a problemas ecológicos sérios. Por isso, é menos

oneroso e melhor prevenir que remediar.

2. Crescente Importância do Uso Múltiplo

Nos projetos de barragens, importante questão é a de avaliar o balanço entre os benefícios esperados pelo empreendimento e os impactos e efeitos sobre o meio ambiente deles decorrentes. A resposta a essa questão obrigatoriamente nos força a considerar as necessidades e as disponibilidades de recursos naturais, bem como a situação sócio-econômica, do país em questão.

Todavia, um país carente, inclusive de outras fontes de energias, possuindo a energia hidrelétrica como a única disponível, certamente, forçado por tais circunstâncias, estará mais inclinado a modificar o meio ambiente, correndo o risco de sacrificar uma espécie em extinção, do que outro, mais rico, que possa optar por outras alternativas energéticas.

Uma vez tomada a decisão do empreendimento, ao mesmo tempo em que forem minimizadas as conseqüências negativas daí advindas, devem ser maximizados os seus benefícios; ou seja: mesmo que o projeto tenha viabilidade apenas para um fim, nunca devem ser desprezadas as possibilidades futuras de usos múltiplos, da barragem ou do reservatório. Portanto, o projeto, necessariamente, deve levar em consideração a possibilidade de uso múltiplo. Não se deve esquecer, porém, que, para tanto, os investimentos só devem ser realizados quando viáveis.

3. Principais Considerações sobre Ecologia, Meio Ambiente e Aproveitamentos Hidrelétricos

Conforme considerado anteriormente, a construção de uma barragem inevitavelmente provoca alterações no meio ambiente, alterações estas que podem produzir efeitos na água, na terra, na fauna e na flora, no clima, sócio-econômicos e no próprio homem.

Efeitos na Água

A fim de se conservar a qualidade da água nos reservatórios, torna-se necessá-

rio controlar não só a poluição causada pelo homem, como também o processo natural de eutrofização.

O represamento, em si, provoca a decantação do material sólido em suspensão e, conseqüentemente, a diminuição da turvação. Por outro lado, a decantação pode provocar assoreamento, principalmente em reservatórios pequenos.

A decomposição da matéria orgânica submersa, originária do reservatório ou para ele carregada, pode ocasionar a diminuição do oxigênio dissolvido na água.

A submersão de biomassa em conjunção com pequenas vazões e a pouca profundidade do reservatório, além de diminuir o oxigênio dissolvido na água, pode induzir à formação de gás sulfídrico numa quantidade capaz de torná-la tóxica para os peixes, desagradável para o ser humano e corrosiva para os equipamentos.

As cinzas provenientes da queima da biomassa a ser submersa podem aumentar a concentração de nutrientes e os riscos de eutrofização.

Reservatórios muito profundos estão sujeitos à estratificação, o que pode contribuir para o eventual esgotamento do oxigênio dissolvido na água das camadas mais profundas e causar inevitáveis conseqüências daí advindas.

Outrossim, a liberação dessa água, por meio de descargas de fundo na barragem, pode deteriorar a qualidade da água à jusante.

O reservatório provoca uma elevação do nível d'água do lençol freático. Essa elevação do nível de água do lençol, colocando-o em contato com uma camada permeável e poluída, pode acarretar a sua deterioração. Nesses casos, quando da localização de poços de captação e extração de água para abastecimento, deve-se ter em conta essa possibilidade.

Normalmente, em regiões áridas as águas possuem um alto teor de sais dissolvidos, especialmente cloretos, carbonatos e sulfatos. Quando essas águas são represadas, tornam-se sujeitas a uma alta taxa de evaporação. Nesses casos, a sua salinidade pode aumentar a um nível que a torne inaceitável.

A má prática da agricultura (favorecendo erosões e carreando para o reservatório defensivos agrícolas), o procedimento antiecológico na industrialização, na abertura das estradas e na urbanização, como também os despejos incontrolados ao longo das margens do reservatório e da bacia de drenagem, podem afetar a qualidade da água. Existem técnicas e métodos de utilização da água dos reservatórios que podem mitigar ou superar quase todos esses problemas; portanto, critérios adequados devem ser adotados durante as fases de inventário, viabilidade, projeto executivo, construção e operação das barragens.

Efeitos na terra

A construção de uma barragem e a conseqüente criação de um reservatório pode possibilitar o controle de vazões, regularizando-as e minimizando as alterações de falta ou excesso de água.

A operação de um reservatório com fim único, apenas energético, por exemplo, pode agravar a intensidade das cheias à jusante.

O reservatório de uma barragem pode provocar a submersão de terras de cultivo; em contrapartida, pode melhorar a produtividade das terras remanescentes, tanto pela elevação do nível de água do lençol freático, como pela possibilidade de irrigação, quer à jusante, quer à montante.

A possível decantação de material nutriente em suspensão nas águas do reservatório pode afetar a produtividade das terras à jusante, produtividade esta questionável quando afetada pela alteração de secas ou inundações. Estudos recentes feitos pela Academia Egípcia de Pesquisas Científicas concluíram que o conteúdo de nutrientes no reservatório de Assuã, em suspensão na água e decantado, era insignificante quando comparado com o de fertilizantes naturais e químicos usados no delta do Nilo, mesmo antes de a barragem ser construída.

Se o represamento pode submergir belezas naturais, pode também criar novas paisagens ou cenários bem mais belos do que aqueles que fez desaparecer.

A ação dos ventos nos reservatórios pode gerar ondas que cheguem a aumentar o risco de erosão nas margens e provocar assoreamento.

A variação acentuada do nível de água no reservatório pode criar declives sem vegetação, desagradáveis do ponto de vista estético e sujeitos à erosão. Além disso, essa mesma variação pode

gerar deslizamentos de margens instáveis ao longo do reservatório.

Exemplos de deslizamentos de maciços de terra para dentro do reservatório, com catastróficas conseqüências, não aconselham o desmatamento de suas margens.

Áreas de empréstimo necessárias à construção da barragem estarão sujeitas à erosão, se não forem convenientemente tratadas durante e após a conclusão das obras.

Não há evidências de que um reservatório provoque abalos sísmicos, a não ser em regiões historicamente sísmicas.

Efeitos na Fauna e Flora

A decantação do material em suspensão reduz a turbidez da água, facilitando a fotossíntese; conseqüentemente, aumenta a produtividade biológica. Assim, esse processo provoca um aumento da flora e da fauna, principalmente das aves aquáticas. Por outro lado, porém, a decantação, diminuindo a quantidade de nutrientes na água, pode reduzir a produtividade biológica à jusante.

Em regiões áridas a criação de um lago artificial decorrente de barragem tem efeitos benéficos sobre a fauna e a flora.

A operação inadequada de um reservatório, provocando grandes variações no nível d'água, é prejudicial para a fauna aquática no que tange à desova e produção de alimentos.

A estratificação e a conseqüente deterioração da qualidade da água em reservatórios profundos pode afetar a produtividade biológica, pelas modificações na distribuição do fitoplâncton e na reciclagem dos nutrientes.

A submersão e deterioração da biomassa e de terras com alto teor de matéria orgânica podem provocar a diminuição e o esgotamento do oxigênio dissolvido na água, ocasionando a eliminação da fauna e da flora aquáticas.

Despejos industriais, minerais, municipais, distritais e urbanos (quando não tratados) e o carreamento de defensivos agrícolas para as águas do reservatório são danosos para a fauna e a flora. Podem atingir o ser humano mediante o consumo de peixes contaminados.

A eutrofização é perniciosa para a fauna e flora e deve ser combatida.

Considerando que uma barragem pode ser obstáculo para os peixes migratórios, soluções devem ser previstas quando da elaboração do projeto, tais como a construção de escada de peixes, canais laterais, sistemas de eclusas ou estações de piscicultura.

Devem ser convenientemente operadas descargas de fundo, vertedores com bacia de dissipação e descargas de turbinas, a fim de evitar-se a eliminação de cardumes de peixes. Outrossim, não são recomendáveis atividades de manutenção em épocas de piracema.

As macrófitas são indesejáveis. Todavia, quando existirem, podem ser aproveitadas na alimentação de animais, na produção de gás ou na despoluição de águas contaminadas.

Efeitos sócio-econômicos

Os benefícios provenientes da implantação de uma barragem normalmente conduzem a uma melhoria global dos padrões de vida de uma grande parte da população regional. Entretanto, de maneira geral, não beneficiam de forma direta as populações locais. Tal fato é razão para sérias e justificadas objeções dos grupos afetados, embora o benefício deva ser bem maior, para a economia geral do País, do que as perdas diretas ou indiretamente provocadas pela construção da barragem.

Considerando-se que as desapropriações e relocações são unilaterais, e não dependem da vontade das populações afetadas, elas podem ser compreendidas e humanizadas por efeito de explicações sobre as razões do projeto e por efeito de preços de desapropriação justos. As relocações devem ser efetuadas tendo-se em vista os anseios e interesses das populações atingidas. Essas populações devem ser ouvidas antes da decisão de relocação e informadas do projeto e da época da inevitável mudança, para a qual devem ser preparadas.

As relocações viárias, de comunicações, de linhas de transmissão e de construções urbanas devem proporcionar melhorias nos padrões anteriormente vigentes. Na relocação de pontes as mesmas deverão ser projetadas e construídas de modo que se evitem possíveis obstruções à navegação futura no reservatório. Nas relocações urbanas de casas, redes de abastecimento d'água e esgoto devem ser observados cuidados especiais para que sejam evitados: promiscuidade familiar, falta de higiene e falta de saneamento.

A perda de pontos de interesse turístico, porventura submersos, pode ser compensado pelo surgimento de novo cenário lacustre. De resto, o projeto da barragem deve prever usos múltiplos, possibilitando perfeita integração e aproveitamento da mão-de-obra local.

Efeitos no homem

O elemento humano também está exposto a efeitos:

Mudanças ambientais que podem exacerbar relacionamentos ou neles introduzir fatores adversos geralmente presentes nos locais de trabalho e arredores, comprometendo o ambiente físico, social, cultural e econômico.

Riscos de disseminação de doenças associadas à água ou a problemas de saúde resultantes das mudanças ambientais ou da movimentação de populações.

Possíveis mudanças individuais de atividade de trabalho.

4. Conclusões e Recomendações:

Considerando:

- que a energia hidrelétrica é uma das energias de menor custo, de menor poluição e renovável;

- que o Brasil é país carente de outras formas de energia e possui ainda um imenso potencial hidrelétrico;

- que a construção de barragens provoca alterações no meio ambiente;

- que a operação de barragens com uma única finalidade pode agravar problemas;

- que o ser humano necessita da natureza e de seus recursos naturais para viver e sobreviver;

- que reabilitar é mais oneroso que prevenir;

- que o Brasil é um país em desenvolvimento;

- que a preservação só pode ser conseguida em parques nacionais;

- que o presente trabalho representa o ponto-de-vista de engenheiros e, longe de ser um fim, deve ser considerado como o começo;

Recomenda-se:

- que os estudos ambientais sejam realizados nos estágios iniciais do projeto (devem ser levantados na fase de inventário e aprofundados nas fases de viabilidade, projeto, construção e operação);

- que a avaliação de impacto ambiental deve ser elaborada por uma equipe multidisciplinar, composta de engenheiros, agrônomos, botânicos, biólogos, ecólogos, cientistas sociais, enfim todos os profissionais necessários, trabalhando em conjunto, para melhorar os padrões de vida da espécie humana.

A seguir, permitimo-nos algumas recomendações sobre problemas específicos, baseados em alguns casos históricos.

Saúde

É recomendada a seguinte política básica:

Identificação e controle, no local do projeto e nas vizinhanças, de vetores das doenças infecciosas e parasitárias, buscando-se a eliminação desses vetores antes do início das obras.

Programas de vacinação, baseados nas condições epidemiológicas locais.

Programas de educação sobre saneamento e saúde, enfatizando-se a participação ativa das comunidades na prevenção de doenças.

Estimativa inicial e periódica da incidência e do predomínio de doenças, bem como causas de morte, mantendo-se um constante sistema de supervisão e controle de dados.

Medidas sanitárias eficientes, tais como drenagem, remoção de lixo, combate a moscas e mosquitos, sistemas de água e esgotos de qualidade adequada e uma constante supervisão do local das obras e áreas adjacentes.

Pronto diagnóstico e tratamento das doenças infecto-contagiosas e imediato isolamento e tratamento dos pacientes contaminados, a fim de evitar que se dissemine ou se prolifere a infecção.

Prevenção de acidentes de trabalho e adoção de outras medidas no campo de trabalho, inclusive exames médicos especiais e periódicos, compreendendo a epidemiologia das localidades para onde os trabalhadores são recrutados, a fim de prevenir a introdução de novas doenças na área.

Exames médicos específicos, tais como exames radiográficos em massa, e programas de saúde, conforme indicados pelas necessidades locais, inclusive de alimento e nutrição.

Planejamento e execução de assistência médica de emergência durante o enchimento do reservatório, enfatizando o tratamento dos acidentes causados por mordidas de animais, picadas de cobras ou de insetos peçonhentos.

Medidas de gerenciamento do meio ambiente previamente selecionadas, planejadas e incorporadas ao projeto, na construção e na operação de barragens e reservatórios, podem proporcionar custos efetivos e meios duradouros para prevenção e controle de problemas de saúde.

Biomassa

Apresentam-se nas linhas seguintes ações e fenômenos a serem evitados.

Queima: (nunca foi utilizada em larga escala) — traz estes riscos:

Eliminação da fauna e flora.

Concentração de nutrientes provenientes das cinzas, aumentando o potencial de eutrofização.

Queima incontrolada.

Eliminação da vegetação marginal, habitat natural de peixes e pássaros.

Queima de madeira sem nenhum aproveitamento.

Submersão — traz estes riscos:

Possível eliminação de parte da fauna e flora.

Custo elevado da operação de salvamento.

Deterioração da biomassa, que, associada a baixas vazões e a pouca profundidade do reservatório, pode criar condições para a deterioração da água do reservatório e o surgimento de gás sulfídrico em nível tal que seja tóxico para os peixes, desagradável, e até perigoso, para os homens e corrosivo para os equipamentos da barragem.

Possíveis perdas da madeira.

Dificultação da pesca e do lazer.

Desmatamento.

Pode-se ter desmatamento total ou parcial, sendo que este último leva em consideração a capacidade de regeneração da água no reservatório. Em ambos os casos, os métodos normais de corte e, principalmente, de transporte são muito onerosos. Novas idéias e técnicas, porém, devem ser pesquisadas e desenvolvidas no sentido de minimizar custos e evitar a perda da madeira. O planejamento da logística do desmatamento deve avaliar, cuidadosamente, o uso de equipamento pesado, tendo em vista o aproveitamento da mão-de-obra local e os meios convencionais de transporte da região. Quando da realização do desmatamento, recomenda-se:

Evitar o destocamento próximo à variação do nível d'água, pois a remoção das raízes poderá agravar a erosão e o assoreamento.

Combater a rebrota.

Evitar o uso de defensivos agrícolas.

Levar em consideração a variação do nível d'água do reservatório, tendo em vista o uso múltiplo do mesmo, a diminuição de riscos de deslizamentos de encostas e a conservação do habitat natural de peixes e pássaros.

Iniciar o planejamento do desmatamento o mais cedo possível, investigando cuidadosamente o aproveitamento da madeira, até mesmo como combustível ou carvão vegetal.

Assoreamento

O teor de sólidos em suspensão e a

possível erosão das margens num futuro reservatório, principalmente naquele que terá área reduzida, deve ser uma séria preocupação durante a elaboração de qualquer projeto de barragem. No sentido de minimizar o assoreamento, recomenda-se:

Não desmatar na faixa de variação próxima do nível d'água do reservatório, evitando, assim, o destocamento.

Incentivar o reflorestamento na área da bacia de drenagem.

Proteína

O reservatório de uma barragem pode ser utilizado para produzir proteína animal a baixo custo, por meio de criação de peixes. A criação, a pesca e a industrialização do pescado podem ser meios de absorção da mão-de-obra local.

Recomenda-se, neste caso:

Evitar o turismo até que o reservatório esteja cheio por alguns anos.

Turismo

O lago formado pelo reservatório é um enorme potencial de exploração turística, pelas possibilidades oferecidas à prática de esportes aquáticos, à pesca e a outras atividades recreativas e ao lazer. Essas possibilidades justificam instalações que podem ser feitas a baixo custo, aproveitando-se a infra-estrutura necessária às obras e, de resto, oferecendo-se oportunidade à absorção da mão-de-obra local.

Recomenda-se:

Evitar o desenvolvimento do turismo quando há atividades de pesca industrial, até que o reservatório esteja cheio por alguns anos.

Efetuar o desmatamento zoneado.

Planejar, coordenar e manter a exploração turística de modo a compatibilizá-la com os outros usos do reservatório, cuidando principalmente de preservar a qualidade da água, impedir a poluição e dispensar a proteção ao meio ambiente.

Reassentamento de populações

É um dos problemas mais difíceis e delicados o do reassentamento de populações.

Deve-se considerar que populações são obrigadas a sair dos locais em que vivem para atender a objetivos nem sempre diretamente ligados aos seus interesses.

Portanto, no sentido de minorar esse grave problema, recomenda-se:

O cadastramento das populações afetadas e das benfeitorias existentes à época da decisão há de ser público e o mais

completo possível, deixando-se claro que após a tomada de decisão qualquer nova implantação de benfeitoria ou de novo morador é por conta e risco do interessado.

As populações envolvidas devem ser informadas dos objetivos e benefícios esperados, bem como dos cronogramas e da última colheita na terra a ser inundada.

Os proprietários devem receber indenizações compensadoras e o pagamento deve ser imediato, fixando-se as responsabilidades das partes envolvidas. Os critérios de avaliação das indenizações devem ser claros, explícitos e baseados em preços de mercado à época do pagamento.

Não deve ser permitida a fixação de novos grupos na área a ser inundada, após a tomada de decisão do projeto.

As populações afetadas devem ser oferecidas explicação, orientação e auxílio de alternativas para aquisição de terras em outras áreas.

As mesmas populações também devem ser oferecidos auxílio e orientação na legalização dos títulos de propriedades.

Igualmente, devem ser proporcionados auxílio e transporte para os novos locais de reassentamento.

Nos casos de relocação de casas, vilas, cidades, os novos locais devem ser discutidos com os relocados e as novas construções não devem obrigar à promiscuidade familiar e devem favorecer a higiene e a saúde.

No caso de reassentamento e relocações, além de dever-se deixar bem definidas as obrigações entre as partes, deve-se procurar evitar mudanças radicais nas atividades de trabalho e a eventual desagregação das comunidades.

As tradições e raízes culturais devem ser preservadas.

Educação

A fim de evitar maiores problemas e preparar as populações atingidas para as mudanças a advirem da implantação de uma barragem e seu reservatório, cumpre seja elaborado um programa educacional especial, a ser iniciado quando o projeto for aprovado, no qual não de ser considerados e enfatizados os seguintes pontos:

Os tipos de população a ser atingida.

As mudanças originadas pelo empreendimento e a demanda de trabalho em relação às suas várias fases, ou seja, desde o projeto, até a construção e a operação de uma barragem.

As novas condições de vida determinadas pela existência da barragem, durante e após a construção.

Um programa educacional adequado a constituir-se em importante fator de ajuda à população local no processo de adaptação às mudanças, evitando problemas maiores.

Operação salvamento

Mesmo quando os estudos ambientais não demonstrarem a necessidade de cuidados e procedimentos especiais inerentes ao trato, manuseio e conservação de espécies raras e/ou ameaçadas de extinção, tanto da fauna quanto da flora, durante o enchimento do reservatório, deverá ser considerada a necessidade de uma operação de salvamento. De resto, tendo-se em conta a possibilidade de incidência de cobras, outros animais e insetos peçonhentos, deve ser previsto o uso de serviços médicos de emergência e a utilização de soros específicos.

BIBLIOGRAFIA

- Goldman, Charles R. — Ecological aspects of water impoundment in the tropics — *Unasylva Magazine* nº 123.
- Paiva, Melquiades P. — Grandes Barragens no Brasil; Algumas Considerações sobre Brookopondo; The environmental impact of man made lakes in Amazon Regions of Brazil — ELETROBRÁS 1977/1980.
- ITAIPI Binacional — 1º Seminário de la ITAIPI Binacional sobre meio-ambiente — ITAIPI — 1979.
- ENR-May, 6, 1982 — Egypt earn high rate of return of Aswan High Dam Investment — *Engineering News Record* — 1982.
- PEEM — Panel of Experts on Environmental Management for Vector Control Second Meeting — Nairobi — World Health Organization — Geneve — 1982.
- CBGB — Comitê Brasileiro de Grandes Barragens — Barragens, Reservatórios e o Meio-Ambiente — 1979.
- Bandeira de Mello, J.A. — Hermano Cohen — L.A. Souza Pinto — Estudo, Formação e Enchimento do reservatório de Itumbiara — FURNAS Centrais Elétricas S.A. — 1980.
- Bandeira de Mello, J.A. — A. Gonçalves, E. Rodrigues Paradinas — Richard Harza, Miklan Mvros — Dams and the Environment in tropical sub-tropical and arid regions 1984 — ICOLD.