

A hidroelectricidade e o futuro da energia no mundo

*A missão hidroelétrica de dar ao mundo
uma energia limpa e renovável*



International Hydropower Association

**Sutton, Surrey
United Kingdom**



Implementing Agreement on Hydropower

**Technologies and Programmes
International Energy Agency
Paris, France**



*Canadian Hydropower
Association
Association canadienne
de l'hydroélectricité*

Canadian Hydropower Association

**Ottawa, Ontario
Canada**

**Responsável pela tradução para língua portuguesa
Francisco Jorge Coelho da Rocha e Silva
Porto, Portugal - Junho 2001**

Prefácio

Os benefícios técnicos, económicos e ambientais inerentes à hidroelectricidade fazem dela um contribuinte importante para o mix da energia no futuro, particularmente nos países em desenvolvimento. Estes países tem uma grande e sempre crescente necessidade de abastecimento de electricidade e de água e por outro lado tem também o maior potencial hidroeléctrico que resta no mundo.

O desenvolvimento é um dos direitos humanos básicos, que só mesmo muito poucos podem contestar. Os mentores das políticas energéticas devem assumir a sua responsabilidade em explorar as opções mais racionais para ir ao encontro das necessidades em energia do mundo em desenvolvimento, enquanto e ao mesmo tempo devem proteger na sua máxima extensão o ambiente, por exemplo, pela limitação das emissões do efeito de estufa.

Qualquer infraestrutura de desenvolvimento envolve inevitavelmente um certo grau de mudança. A construção de barragens com as albufeiras e as centrais hidroeléctricas que lhe estão associadas, provoca uma certa mudança física e social, tendo-lhes sido dedicadas nos últimos anos uma larga atenção apenas sob o aspecto negativo dos impactes. Muito menor tem sido a atenção dedicada aos benefícios da hidroelectricidade, ao conhecimento e à vontade que existe dentro da profissão para antecipar, mitigar e/ou compensar esses aspectos negativos.

Em consequencia disso, este documento descreve e elucida sobre :

- A missão que a hidroelectricidade pode ter no futuro, no contexto do crescimento demográfico e do aumento da procura de energia.
- O potencial que existe em todo o mundo para o crescimento hidroeléctrico.
- Os benefícios inerentes à hidroelectricidade, tanto ambientais como técnicos, quando comparados com outras opções energéticas.
- Uma resenha dos impactes ambientais e sociais, e exemplos de medidas mitigadoras.
- Recomendações tiradas das melhores práticas e para aplicação em futuros projectos.
- A potencial caminhada em frente para o crescimento hidroeléctrico.

Como ficará claro neste documento, hoje as profissões ligadas às barragens e à hidráulica não só compreendem técnicos, como são um corpo multidisciplinar de especialistas, que inclui ecologistas, biólogos, sociólogos e economistas. Todos juntos eles representam um manancial de saber que assegura que os projectos futuros sejam planeados, construídos e explorados com total respeito pela sociedade e pelo ambiente.

A hidroelectricidade e o futuro da energia no mundo

A missão hidroeléctrica de dar ao mundo uma energia limpa e renovável

Introdução

Consoante vamos entrando no século vinte e um, mais a prosperidade da economia global vai puxando pelo consumo de energia para níveis recorde, com o consumo da electricidade, por antecipação, a crescer em médias mais rápidas que as da oferta pelo lado do fornecimento. Hoje a esmagadora maioria (80%) da energia é disponibilizada através de fontes térmicas, i.e. carvão, gás e petróleo; mas existem crescentes e globais preocupações no que diz respeito à falta de sustentabilidade destas formas de energia o que leva a por em questão a sua utilização numa estratégia de longo prazo.

As preocupações com a ruptura do abastecimento do mercado dos combustíveis fósseis e a incerteza dos preços, o declínio da energia nuclear como uma fonte viável de energia e as significativas consequências ambientais das fontes de energia térmica, colocaram uma grande ênfase na política das energias sustentáveis o que inclui um significativo desenvolvimento do fornecimento através de energias renováveis.

Existem muitas tecnologias, sob distintas formas, para as energias renováveis. Recentemente existe uma corrente que pretende relacionar as energias renováveis para obter electricidade apenas com a energia eólica ou do vento, com a energia solar e com a energia geotérmica. Até agora a maior fonte de energia renovável procede de uma provada tecnologia, a hidroeléctrica. A hidroelectricidade é renovável porque retira a sua energia essencial a partir do sol o qual comanda o ciclo hidrológico, que por sua vez fornece um fluxo contínuo de água. A hidroelectricidade representa mais de 92 % de toda a energia renovável produzida e continua a ser uma das mais viáveis fontes para o futuro da nova produção. Providencia ainda uma alternativa para armazenar energia, o que permite a optimização da produção de electricidade.

A Associação Hidroeléctrica Internacional (IHA), os Grupos de Trabalho (“Implementing Agreement”) sobre as Tecnologias e Programas Hidroeléctricos da Agencia Internacional da Energia (IEA / Hydro) e a Associação Hidroeléctrica Canadiana (CHA) são organizações internacionais promotoras de um desenvolvimento hidroeléctrico que se quer seja responsável. Juntas tem cerca de 50 anos de experiencia no planeamento e no desenvolvimento de projectos hidroeléctricos; muitos dos especialistas líderes mundiais em aspectos sociais e ambientais, trabalham nos seus comités técnicos. Este documento, elaborado pela IHA e pela IEA / Hydro apresenta uma política para um maior desenvolvimento hidroeléctrico como uma fonte de electricidade limpa e de confiança, capaz de ser explorada de forma sustentada. Existem distintos benefícios que apelam para o seu contínuo e crescente uso numa sociedade crescentemente global. O documento é apoiado pela CHA e contém contributos de profissionais chave que estão associados à Comissão Internacional das Grandes Barragens (ICOLD).

O panorama global da energia

A Agencia de Informação de Energia (EIA) do Departamento de Energia dos Estados Unidos e o Conselho Mundial de Energia monitorizam de uma forma regular o consumo global de energia primária. O último relatório da EIA “ International Energy Outlook 2000 ” inclui um previsão de que o consumo total de energia primária de todas as fontes, a nível mundial, terá crescido cerca de 60 % entre 1997 e 2020. E irá crescer o triplo até meados deste século.

Quando é considerado o consumo de electricidade, então o crescimento torna-se ainda mais dramático. O referido documento prognostica que o consumo global de electricidade será 76 % maior em 2020 que em 1997, crescendo de 12 000 TWh (1997) para 22 000 TWh (2020).

Pelo ano 2050, é esperável que a população mundial tenha crescido 50 %, de 6 para 9 mil milhões de habitantes. O consumo de energia por habitante, por ano, está em geral relacionado com o padrão de vida da população, o qual é característico do seu bem-estar sob o ponto de vista económico, social e cultural. Hoje em dia os países menos desenvolvidos do mundo, com 2,2 mil milhões de habitantes, tem um consumo anual de energia primária, per capita, 20 vezes menor do que o dos países industrializados (com 1,3 mil milhões de habitantes) e 35 vezes menor no que respeita ao consumo, per capita, de electricidade.

Seja o que for o que os números precisem, fica claro que o consumo mundial de energia, e em particular de electricidade, crescerá consideravelmente durante este século, não apenas devido à pressão demográfica, mas também devido ao crescimento dos padrões de vida nos países menos desenvolvidos, que representarão 7 mil milhões de habitantes pelo ano de 2050 (ou seja 78% da população mundial).

O desafio é portanto bem claro: um inevitável aumento do consumo de energia no mundo, com o risco de um maior impacte ambiental e de uma mudança de clima, devido e em resultado da queima de combustíveis fósseis.

O direito ao desenvolvimento é um dos direitos humanos básicos, e não existe progresso possível sem o fornecimento de energia. Muito poucas organizações o podem negar.

Perante esta situação, todas as fontes de energia são necessárias, embora por razões ambientais, a primeira prioridade seja o desenvolvimento técnica, económica e ambientalmente sustentável, de todas as potenciais fontes de energia limpa e renovável, tal como a hidroelectricidade.

Um estudo conduzido pelo Utility Data Institute, USA, estima que um total mundial de 695 GW de nova capacidade eléctrica, oriundo de todas as fontes, ficará operacional nos próximos dez anos, 22 % dessa capacidade será hidroeléctrica, 26% de gás e 27% de carvão, sendo que os restantes serão oriundos de uma variedade de outras fontes.

O total do potencial hidroeléctrico realizável mundialmente está estimado em 14 000 TWh / ano, do qual cerca de 8 000 TWh / ano é considerado economicamente viável para poder ser desenvolvido. Cerca de 700 GW (ou cerca de 2 600 TWh / ano) já estão em serviço e mais cerca de 108 GW estão em construção. A maioria do potencial que resta reside em África, na Ásia e na América Latina [vd o Quadro abaixo, uma cortesia da *Hydropower & Dams, World Atlas and Industry Guide, 2000*].

No presente a hidroelectricidade fornece cerca de 20 % da electricidade do mundo. A Hidro fornece mais de 50% da electricidade nacional em cerca de 65 países, mais de 80% em 32 países e a quase maioria da electricidade em 13 países.

Um certo número de países, tais como a China, Índia, Irão e Turquia, estão a desenvolver programas hidroeléctricos de grande dimensão e em cerca de 80 países estão em construção escalões hidroeléctricos. De acordo com recentes estimativas mundiais, conduzidas pela *Hydropower & Dams, World Atlas and Industry Guide*, um certo número de países considera a hidroelectricidade como a chave para o seu futuro desenvolvimento económico, são exemplos disso o Sudão, Ruanda, Mali, Benim, Gana, Libéria, Guiné, Mianmar (Birmanian), Butão, Camboja, Arménia, Kerguistão, Cuba, Costa Rica e Guiana.

Potencial realizável [TWh / ano]	Tecnicamente	Economicamente
África	1750	1000
Ásia	6800	3600
América do Norte e Central	1660	1000
América do Sul	2665	1600

Os benefícios da hidroelectricidade

A hidroelectricidade possibilita benefícios únicos, que dificilmente se encontram nas outras fontes de energia. Estes benefícios podem ser atribuídos à electricidade em si mesma mas também podem ser benefícios laterais, muitas vezes associados com o desenvolvimento da albufeira.

A despeito dos recentes debates, muito poucos podem discordar de que o saldo dos benefícios ambientais da hidroelectricidade são de longe muito superiores aos da produção baseada em combustíveis fósseis. Por exemplo, em 1997, foi calculado que a hidroelectricidade poupou em emissões GHG (gases do efeito de estufa) o equivalente a todas as viaturas do planeta (em termos de se ter evitado a produção a partir de combustível fóssil).

Embora o crescimento de todo o restante potencial hidroeléctrico possa não ter a esperança de cobrir toda a procura de electricidade, a implementação de, pelo menos, metade desse potencial pode mesmo assim trazer um enorme benefício ambiental.

Planeado com cuidado o desenvolvimento hidroeléctrico pode dar também um vasto contributo na melhoria do nível e do padrão de vida dos países em vias de desenvolvimento (na Ásia, África e América Latina), onde por outro lado reside o seu maior potencial. Aproximadamente 2 mil milhões de pessoas em áreas rurais dos países em vias de desenvolvimento ainda permanecem sem electricidade.

Como uma das mais importantes opções das energias limpas e renováveis, a hidroelectricidade é muitas vezes um dos muitos benefícios de um projecto de fins múltiplos para o desenvolvimento do uso da água. Como os aproveitamentos hidroeléctricos estão geralmente integrados dentro de esquemas de desenvolvimento de fins múltiplos, eles podem muitas vezes ajudar a subsidiar outras peças vitais de um projecto dessa natureza. Tipicamente, a construção da barragem associada com a sua albufeira resulta num conjunto de benefícios ligados ao bem-estar humano, tais como a garantia de fornecimento de água para consumo humano, a irrigação dos campos para a produção de alimentos e a regularização de cheias, para além de benefícios no sentido de criar mais oportunidades para o lazer, a melhoria da navegação, o desenvolvimento de viveiros de peixes, o turismo, o apoio no combate a incêndios florestais, etc. O que não é o caso da maioria das outras fontes de energia.

As emissões evitadas

Hoje 85% do consumo de energia primária é de origem fóssil (carvão, petróleo e gás) ou tradicional (madeira), tendo-lhe associadas as emissões em larga escala para a atmosfera dos gases do efeito de estufa: o Dióxido de Carbono da combustão e o Metano do processamento do carvão e do gás natural. É claramente reconhecido a nível internacional que isso tem sido a causa que levou às maiores mudanças climáticas, e que virá a ter repercussões e consequências no sistema hidrológico (e daí no abastecimento de água e na agricultura, bem como no nível das águas dos oceanos).

Uma investigação recente na América do Norte [Gagnon, 1999] confirma que o factor de emissão GHG para os aproveitamentos hidroeléctricos no ecossistema boreal é tipicamente de 30 a 60 vezes menos que os factores da produção por combustíveis fósseis.

Os estudos também demonstraram que o desenvolvimento de pelo menos metade do potencial hidroeléctrico economicamente sustentável, poderia reduzir as emissões de GHG em cerca de 13%, e o impacto no evitar das emissões de SO₂ (a causa principal das chuvas ácidas) e de NO seria ainda maior. Tendo em consideração o combustível necessário para construir instalações hidroeléctricas, uma central de queima a carvão pode emitir 1000 vezes mais SO₂ que os sistemas hidroeléctricos. A magnitude do impacto das emissões de partículas pelos combustíveis fósseis está agora a começar a ser reconhecida, em particular na sua relação com as doenças respiratórias, e uma recente estimativa do custo ambiental desta forma de poluição é posicionado em US\$ 100 - 500 / ton / ano [Oud, 1999].

A investigação prossegue sobre a questão das emissões, sendo reconhecido que é necessária mais, particularmente no que diz respeito às albufeiras tropicais. Para o caso do aproveitamento hidroeléctrico de Tucuruí, no Brasil, foi feito um cálculo teórico, pelo método “da assumpção do pior percurso”, no que respeita à decomposição da biomassa inundada (i.e. tendo por base que 100% da biomassa se podia decompor em 100 anos e que 20% do seu Carbono se podia converter em Metano) e, mesmo nesse caso, o factor de emissão de Tucuruí viria a ser de 213 g de CO₂ equivalente por kWh, um factor 5 vezes mais baixo que aquele para o carvão. Em aditamento refira-se que o aumento de potencia em curso em Tucuruí, com o quase duplicar da sua capacidade eléctrica sem aumentar a superfície inundada, irá fazer decrescer significativamente a emissão de GHG por kWh produzido pelo referido aproveitamento hidroeléctrico.

Comparando opções

Em comparação com as hidroeléctricas, as centrais termoeléctricas levam menos tempo a projectar, a obter aprovação, a construir e a recuperar o investimento. Contudo, elas tem custos de operação muito maiores, tipicamente uma vida útil de operação muito mais curta (cerca de 25 anos), são importantes fontes de poluição do ar, da água e do solo e ainda do efeito de estufa, e dão poucas oportunidades para “spin-off” económicos.

Outras fontes de energias renováveis (solar, vento, etc) são opções valiosas em combinação com a hidroeléctrica e em contexto específico; e mesmo que muito maiores esforços sejam feitos para as desenvolver, tal não irá possibilitar durante as próximas décadas a produção em larga escala, nem oferecer o mesmo nível de serviços, uma vez que são sempre fontes intermitentes que precisam da existencia de uma produção de base para completamento das suas intermitencias.

Na determinação do custo dos ciclos de vida as hidroeléctricas quando comparadas até mesmo com todas as outras formas de produção de energia são virtual e nitidamente mais favoráveis.

Características da hidroelectricidade

- As suas fontes estão profusamente espalhadas pelo mundo. Existe um potencial em cerca de 150 países, sendo que 70% do potencial economicamente realizável permanece por desenvolver. E isso ocorre mais nos países em vias de desenvolvimento.
- É uma tecnologia moderna e com provas dadas (com mais de um século de experiência), com centrais hidroeléctricas modernas dando uma das mais eficientes conversões energéticas (superior a 90%) o que é um importante benefício ambiental.
- A satisfação dos picos de consumo com a produção hidroeléctrica, permite a optimização da produção de base a partir de outras fontes de produção de electricidade menos flexíveis, em especial da energia solar e eólica. A sua rápida resposta permite responder com eficácia às súbitas flutuações da procura.
- A hidroelectricidade tem os mais baixos custos de operação e os mais longos ciclos de vida da instalação, comparados com as outras opções de produção em larga escala. Uma vez feito o investimento inicial nos trabalhos de construção civil necessários, o ciclo de vida da instalação pode ser alargado em termos económicos através de uma relativamente barata manutenção e da substituição periódica do equipamento electromecânico (roda da turbina, rebobinagem do alternador, etc e em certos casos até pelo acréscimo de novos geradores). Uma instalação hidroeléctrica tradicional em serviço 40 – 50 anos pode ver duplicar a sua vida produtora.
- O “combustível” , a água, é renovável e não está sujeito às flutuações do mercado. Países com amplas reservas de combustíveis fósseis, tais como o Irão e a Venezuela, optaram por um vasto programa de desenvolvimento hidroeléctrico, reconhecendo-lhe os benefícios ambientais. Sem dúvida que a hidroelectricidade aumenta a independência energética de muitos países.

Os benefícios para o Sistema Eléctrico

A hidroelectricidade, como fornecedora de energia, também dá uma série de benefícios ao Sistema Eléctrico em si. Primeiro, quando armazenada em grandes quantidades na albufeira a montante de uma barragem, ela está instantaneamente disponível para ser usada quando for necessária. Segundo, a fonte de energia pode ser adaptada para corresponder à procura em cada instante. Estes benefícios são parte de uma grande família de benefícios, conhecidos como “outros serviços” e que incluem:

- Reserva Girante – é a possibilidade de estar a rodar sincronizado com a rede e com carga nula. Quando o consumo aumenta, um adicional de potência pode ser entregue à rede para equilibrar a procura. A hidroelectricidade pode assegurar este serviço sem consumo adicional de combustível, assim assegurando a minimização das emissões.
- Reserva não Girante (n.t.: ou Prontidão de resposta) – é a possibilidade de uma fonte fora de serviço entrar em carga num sistema eléctrico. Enquanto outras fontes de energia podem também providenciar uma reserva não girante, a capacidade de rápido arranque das hidroeléctricas não tem par, pois apenas precisam de alguns minutos, num máximo de 30 para alguns tipos de turbina , comparados com as horas para produção com vapor.
- Regulação e frequência de resposta – é a possibilidade de, instante a instante, equilibrar as flutuações que os sistemas de potência precisam. Quando um sistema é incapaz de responder adequadamente às oscilações da carga, a sua frequência varia, resultando não numa perda de carga, mas em potenciais danos para os equipamentos ligados ao sistema, em especial sistemas informáticos ou de tracção e movimento. A típica característica de rápida resposta das hidroeléctricas é especialmente valiosa no providenciar da resposta em regulação e em frequência.
- Regulação da Tensão – é a possibilidade de controlar a Potência Reactiva, assim se assegurando que a energia flua desde a produção até ao consumo.
- Capacidade de “black start” (n.t.: ou de “Reposição da Rede a partir do zero”) é a possibilidade de arrancar a produzir partindo do zero, i.e. sem qualquer outra fonte exterior de auxílio. Este serviço permite ao Operador do Sistema dispor de energia auxiliar para outras fontes de produção que podem levar horas ou até mesmo dias a rearrancar. Os sistemas que tenham disponibilidade de produção hidroeléctrica estão muito mais habilitados a repor o serviço mais rapidamente do que aqueles que estão dependentes somente de produção térmica.

Os impactes sociais e ambientais da hidroelectricidade

Inevitavelmente qualquer desenvolvimento infraestrutural envolve um certo grau de mudança. A construção de uma barragem e de uma central, em conjunto com o confinamento de uma albufeira, criam certas mudanças sociais e físicas. Questões éticas difíceis, tais como assegurar que os direitos das nações ao desenvolvimento e que os direitos das pessoas e das comunidades afectadas por um projecto sejam respeitados, tem também probabilidade de surgir.

A questão crítica é escrutinar e antecipar todos os impactes sociais e ambientais o mais cedo possível no processo de planeamento assim adequando etapas que possam evitar, mitigar ou compensar esses impactes.

Os capítulos seguintes perfilam as principais preocupações sociais e ambientais em relação aos projectos hidroeléctricos e dão exemplos de medidas que podem ser tomadas para as controlar.

Os aspectos sociais

Como todas as outras formas de actividade económica, os projectos hidroeléctricos podem ter aspectos sociais de ambos os tipos, positivos e negativos. Os custos sociais são principalmente associados com a transformação do uso das terras na área do projecto e a deslocação de pessoas na área da albufeira.

O realojamento das pessoas da área da albufeira é, sem dúvida, o aspecto social mais desafiante da hidroelectricidade, lidando com as mais significativas preocupações no que respeita à cultura geral, às crenças religiosas e aos efeitos associados com o inundar de cemitérios ou de zonas de enterramento. Enquanto puder existir uma solução 100% satisfatória para o restabelecimento involuntário, um enorme progresso já vai sendo feito na forma como a questão é tratada. Muitos países desenvolveram compreensíveis estratégias de compensação e apoio para as pessoas que são afectadas pelas albufeiras. As chaves do sucesso são claramente: permanente e atempada comunicação entre ambas as partes do processo, o investidor e os afectados; adequada compensação, apoio e contacto de longo termo; e esforços para assegurar que a ruptura do realojamento seja compensada por uma partilha nos benefícios do projecto.

Um crescente número de exemplos (China, India, Brasil e Gana) são demonstradores de que estratégias normais são prova de sucesso e em alguns casos estão a ser promovidas como modelos dos quais podem ser tiradas e aprendidas lições positivas para aplicação em projectos futuros.

Embora o desalojamento pelas hidroeléctricas possa ser significativo e deva ser bem trabalhado, deve ser tido em mente que outras opções de produção de energia podem também ser geradoras de realojamento: no carvão a extracção, o processamento e o posterior armazenamento de suas cinzas também são geradoras da deslocação de comunidades. A mudança climática induzida pelo GHG pode eventualmente vir a provocar a migração massiva de populações, dada a subida do nível dos oceanos.

Os efeitos sociais de um escalão hidroeléctrico são variáveis e específicos do próprio projecto. Contudo, se antecipados e atacados cedo na fase de planeamento de um projecto e com os devidos recursos, os impactes negativos podem ser reorientados de uma forma positiva para as populações locais, ou até em alguns casos evitados completamente por ambas as partes. Sempre que estes impactes não possam ser evitados ou mitigados, devem ser implementadas medidas de compensação.

Durante a fase de construção de um escalão hidroeléctrico (durando a maioria das vezes alguns anos) existe no local uma grande força de trabalho, por outro lado as estradas de acesso podem levar a um súbito afluxo de uma força laboral exterior e ao desenvolvimento de novas actividades económicas, com as resultantes tensões se as populações da área em questão não estiverem preparadas.

Questões de realojamento, de formas de sustento da vida, de impacto cultural e de gestão de cheias devem ser encaradas e medidas efectivamente mitigadoras podem ser implementadas se as autoridades locais e os promotores do projecto as reconhecerem e as tratarem. Do lado positivo, as actividades económicas adicionais criam novas oportunidades de emprego.

Durante a fase da construção, os projectos hidroeléctricos significam uma fonte adicional de receita para as comunidades locais. As estradas de acesso, o poder ter electricidade e ainda outras actividades relacionadas com a albufeira são tudo possíveis fontes de recurso de um desenvolvimento social e económico sustentado. É importante ficar claro que bom entendimento e cooperação devem existir entre as partes, investidores, autoridades, líderes políticos e a comunidade, e que benefícios de longo termo devem ser direccionados para as comunidades afectadas.

Socialmente aceitável, a hidroelectricidade, isso significa que qualquer proposta de projecto deve ser discutida com os intervenientes e adaptada às suas necessidades e ainda, que negociações bem sucedidas devem ser concluídas com as comunidades locais que sejam afectadas por um projecto e que tenham de ser desalojadas.

Do ponto de vista social, o relativo sucesso ou insucesso de um projecto hidroeléctrico é determinado por bastante cedo se integrarem, logo no desenhar do projecto, as considerações de natureza social.

Os impactes ambientais

Como referido antes, a hidroelectricidade tem uma longa tradição e história, e as lições foram sendo aprendidas. É um facto que as albufeiras podem atrair as atenções para os problemas existentes na bacia, sendo verdade que alguns aproveitamentos hidroelétricos existentes no mundo tem problemas ambientais. Hoje em dia os profissionais estão bem atentos a encaminhar esses factos, para os quais existe saber para mitigar os impactes e alcançar um equilíbrio aceitável, sendo que a investigação continua.

Pode ser hoje virtualmente impossível para um aproveitamento hidroelétrico de uma dimensão significativa poder prosseguir sem que seja conduzido um estudo detalhado de seus potenciais impactes e sem que seja preparado um aceitável estudo de impacte ambiental. (Embora a directiva estruturante, o critério e o grau de envolvimento público variem de país para país).

O Grupo de Trabalho da IHA para a Avaliação do Impacte Ambiental, defende a avaliação do impacte ambiental como sendo uma parte integrante da aproximação ao planeamento multidisciplinar devendo incluir uma forte participação da consulta pública. Quando um projecto é proposto, os EIA devem cobrir tanto os impactes positivos como os negativos, quer a montante quer a jusante.

A Sedimentação

A sedimentação ocorre quando rochas submetidas ao efeito do tempo, matérias orgânicas ou químicas são transportadas pelo rio e vão sendo apanhadas pela albufeira. Com o passar do tempo esses sedimentos vão-se acumulando e vão começando a ocupar um volume significativo na capacidade original de armazenamento da albufeira. Em complemento, desde que eles vão sendo apanhados, os solos não podem continuar a refrescar o sistema do rio a jusante da barragem. A falta destes solos refrescantes muitas vezes tem impactes adversos na sustentabilidade da vegetação ripícola e no uso continuado das terras para a agricultura. Deve ser notado que existem potenciais aspectos positivos na retenção de sedimentos como é o caso dos poluentes que são na sua maioria retidos nos sedimentos, não migrando para jusante.

Enquanto que a maioria das grandes barragens e suas albufeiras são muitas vezes projectadas para terem uma vida operacional superior a 100 anos, é um facto que existem casos em que o problema da sedimentação surgiu ao fim de um período mais curto. Embora numa relativamente pequena proporção de casos em relação ao número total de barragens existentes, muitas das futuras grandes barragens serão localizadas em regiões onde a sedimentação será um problema se não forem tomadas as devidas providências com medidas adequadas logo ao nível do planeamento.

É considerado imperativo avaliar tão rigorosamente quanto possível na fase conceptual do projecto a carga média de sedimento que entrará na albufeira, ou que passará num projecto de fio-de-água, por forma a que sejam tomadas as medidas apropriadas. Também tem de ser feitos esforços para reduzir a erosão na área da albufeira. Por outro lado há progressos crescentes no desenvolvimento de técnicas e de sistemas de monitorização.

Um número de medidas podem ser tomadas periodicamente, tais como o recurso a correntes de varrimento, bacias de decantação ou drenagem das albufeiras (sabe-se que na China há experiências bem sucedidas no uso das correntes de varrimento). No caso dos fios-de-água, estruturas divergentes do fluxo da corrente podem ser providas de dispositivos para segregação ou exclusão da sedimentação [S. Alam, 1999].

A Protecção dos peixes

Os projectos hidroelétricos tem sob variadas formas um impacte sobre os peixes e os viveiros. E isso inclui mudanças na qualidade e na disponibilidade do habitat, mudanças no regime de correntes (caudais mínimos e declives) e ainda na passagem de peixes.

Desde a fase inicial de construção até ao enchimento da barragem, o habitat do rio fica adiado e perdido para a produção até que o habitat da albufeira se cria. A sua perda pode ser importante e por em causa a continuação da existencia dos recursos piscícolas que lhe estão associados pelo que programas compensatórios são essenciais para manter a população de peixes.

Muitos aproveitamentos hidroelétricos baseiam-se no armazenamento de água durante períodos de elevadas afluências para depois e sob a forma de produção de electricidade, o irem mais tarde gastando ao longo do ano. Esta alteração do ciclo natural do rio pode ter impacte na disponibilidade e na sustentabilidade do habitat durante os períodos da desova e da incubação. A determinação dos caudais apropriados para manter o habitat durante todas as fases do ciclo de vida é um importante passo para definir os limites na exploração, os quais devem ser rapidamente identificados e implementados.

A exploração de longo termo das possibilidades da albufeira podem também influenciar o recrutamento de nutrientes, sedimentos e cascalho no seu tramo de jusante. A perda deste habitat afecta a fertilidade do rio mas pode ser compensada por programas de restabelecimento.

Dado que os aproveitamentos são geralmente projectados e dimensionados para fazer uma gestão optimizada do uso da água disponível, uma larga proporção do caudal natural passa através das turbinas sendo inevitável que quantidades de peixe entrem nesse caudal produtor, muito em particular na altura das migrações. Nas áreas com espécies anádromas o problema torna-se particularmente complexo uma vez que a barragem se transforma numa autentica barreira às populações retornantes, reduzindo assim o ciclo da reprodução.

Muita investigação tem sido feita sobre os riscos específicos dos peixes de diferentes tamanhos e de diferentes espécies. As medidas mais comuns usadas incluem grelhas para peixes e que já são obrigatórias por lei em muitos países. Essas grelhas de malha mais fina são colocadas nas tomadas de água durante as épocas do ano em que ocorrem as migrações dos peixes e normalmente são do tipo com autolimpeza o que evita o acumular do entulho. São também usados dispositivos que agindo sobre o comportamento levam os peixes a afastarem-se da tomada de água e a serem encaminhados para um canal de desvio construído para o efeito. Esses dispositivos são grelhas do tipo “louvre” (que geram turbulência), barreiras de borbulhamento, barreiras acústicas, campos eléctricos e iluminação debaixo de água [Turnpenny, 1999]. Em certas situações extremas, os peixes são transportados por meios de transporte que os levam a contornar a barragem e assim são recolocados nos seus trajectos migratórios originais para atingir as áreas naturais de reprodução. Sistemas que agem sobre o comportamento desde que muito bem projectados (por ex. as grelhas tipo “louvre” ou as últimas técnicas de barreiras acústicas) permitem atingir percentagens de sucesso de desvio superiores a 90% para certas espécies. É contudo um facto provado que certas barragens tem um impacte significativo nas espécies nativas dos rios onde estão instaladas.

O conhecimento retirado de estudos experimentais acerca dos danos provocados nos peixes pelas turbinas, levou a que se estejam desenvolvendo estudos para o projecto de construção de turbinas “fish-friendly” (amigáveis para os peixes) nas quais a pressão e a velocidade características de uma turbina em movimento podem ser moduladas e assim se vão avaliando as diferentes condições de risco.

Outras preocupações respeitantes aos peixes referem-se à alteração da qualidade da água quer na albufeira quer no rio a jusante. A água que sai de uma barragem tende a vir mais fria e muitas vezes com alteração relativamente aos valores anteriores à existência da barragem quer no teor dos gases, quer dos minerais, quer ainda dos produtos químicos nela dissolvidos. Em resultado disso, os peixes não se conseguem adaptar e ou se deslocam para outras zonas ou morrem mesmo. Em compensação muitas outras albufeiras criam excelentes condições ambientais para os peixes nos novos ecossistemas aquáticos que se expandem. Muitas repovações são feitas por Agencias ou Departamentos estatais especializados, chegando até por vezes a ser armazenados peixes nas albufeiras com acrescentado valor recreativo para fins como a pesca.

A Qualidade da água

Mudanças na qualidade da água são os potenciais resultados da instalação de uma barragem num rio e os seus efeitos são muitas vezes sentidos tanto a montante quanto a jusante da mesma. Alguns desses efeitos podem ser: aumento ou diminuição do Oxigénio dissolvido na água, aumento na totalidade dos gases dissolvidos na água, modificação do nível de nutrientes, mudanças térmicas e mudanças nos níveis de metais pesados. Muito poucas albufeiras tem graves problemas e medidas mitigadoras podem ser adoptadas se for necessário. Exemplos disso são trabalhos de drenagem a vários níveis por forma a que uma melhor qualidade de água à superfície possa ser utilizada, bem como induzir movimentos que produzam a mistura de água nas partes fundas e ainda a oxigenação da água através de sistemas com turbinas de auto-insuflação.

Problemas surgidos na qualidade da água a longo prazo, normalmente reflectem mudanças no uso das terras na bacia hidrográfica. Um estudo recente patrocinado pela Agencia de Protecção Ambiental, USA, identificou as práticas agrícolas como uma das fontes da maioria dos acidentes, sendo ainda as indústrias e os tratamentos municipais de efluentes bem como as suas descargas, os maiores contribuintes para essa situação. Nos países em desenvolvimento a falta de tratamento dos efluentes na área da bacia contribuirá e fará depender significativamente a disponibilidade de água potável no futuro.

O debate do “mini” versus “grande”

As medidas em favor das tecnologias para as emergentes energias renováveis e “verdes” excluem, na maioria das vezes a “grande hidro”, porque o “mini hidro” é dado como tendo menores impactes.

Tem sido feita investigação por diversas organizações e foi recentemente publicado um documento apresentado por um membro do Grupo de Trabalho sobre Aspectos Sociais da IHA [Égré, 1999]. Este documento salienta que para uma comparação ser válida deve comparar impactes por unidade produzida. Os impactes de um só projecto de “grande hidro” devem ser comparados com os impactes acumulados de vários projectos de “mini hidro” que equivalham ao mesmo serviço prestado bem como à mesma potencia instalada. Por exemplo, para um mesmo volume de água armazenado, projectos “mini hidro” normalmente requerem em comparação com uma “grande hidro” uma maior área para a albufeira. Contudo a “mini hidro” é um complemento necessário e útil ao mix da produção de electricidade, particularmente nas áreas rurais.

A mais fundamental determinante da natureza e da magnitude dos impactes dos projectos hidroeléctricos é a especificidade das condições concretas do local e não a dimensão do projecto. É também importante otimizar o desenvolvimento com o respeito pela totalidade do sistema do rio.

Uma potencial caminhada em frente para a hidroelectricidade

Ao avaliar a futura produção de energia, as políticas que cada vez ganham mais consistência são aquelas que dão ênfase à sustentabilidade e à máxima utilização de energias renováveis para fazer face aos consumos futuros. Como tal não podemos desprezar nenhuma delas do mix de energia.

Enquanto admitimos que a hidroelectricidade tem significativas consequências positivas e negativas quer para a sociedade quer para o ambiente, também reconhecemos que todas as formas do desenvolvimento infraestrutural, em particular o desenvolvimento energético, tem sempre impactes de diversos gradientes.

Mas a comunidade científica reconheceu recentemente que a principal ameaça à produção de alimentos e à biodiversidade é a mudança do clima.

Neste contexto a questão é, até que grau a sociedade aceitará alguns impactes locais da hidroelectricidade, por forma a mitigar os impactes da mudança de clima e outras ameaças ao ambiente provenientes da poluição térmica.

A IEA / Hydro completou recentemente um exaustivo estudo de cinco anos sobre a Hidroelectricidade e o Ambiente. O estudo analisou praticamente todos os aspectos ambientais da hidroelectricidade e oferece uma persuasiva lista de recomendações que endereça os aspectos do desenvolvimento hidroeléctrico e oferece soluções razoáveis para o desenvolvimento futuro. Incluída na análise estão considerações de impacto social, cultural e económico, bem como os impactes para o ambiente natural. Ao considerar as potenciais ramificações do desenvolvimento, os autores propõem que uma disciplinada aproximação ao planeamento necessita de ser implementada na consideração dos projectos futuros e também nos existentes. A sua aproximação deve considerar:

- A necessidade de uma Directiva de Política Energética
- Os requisitos para um Processo de Apoio à Decisão
- A comparação das alternativas aos projectos hidroeléctricos
- A promoção da Gestão Ambiental dos aproveitamentos hidroeléctricos
- A partilha dos benefícios com as Comunidades Locais

Estas recomendações, tomadas cumulativamente, podem formar a base de linhas mestras para o desenvolvimento e a gestão dos projectos hidroeléctricos.

1. A Necessidade de uma Directiva estruturante de Política Energética – As nações devem desenvolver políticas de energia que claramente estabeleçam objectivos racionais tendo em vista o desenvolvimento de todas as opções de produção de energia, incluindo a hidroeléctrica e outras fontes renováveis e ainda a poupança de consumos.

2. Um Processo de Apoio à Decisão (Decision Making) – Os parceiros devem estabelecer um equitativo, credível e efectivo processo de avaliação ambiental o qual deve considerar os interesses das

peças e do ambiente dentro de um prognosticável e razoável programa. O processo deve-se focar em alcançar decisões da mais elevada qualidade no mais razoável período de tempo.

3. A comparação das alternativas aos projectos hidroeléctricos - Os projectistas devem aplicar critérios de ambiente e sociais quando comparam projectos alternativos, para assim eliminar as alternativas não aceitáveis logo na fase do processo de planeamento.

4. A promoção da Gestão Ambiental dos aproveitamentos hidroeléctricos – O projecto como a produção devem ser optimizados pelo assegurar da adequada gestão das perspectivas ambientais e sociais ao longo do projecto do ciclo de operação.

5. A partilha dos benefícios com as Comunidades Locais – As comunidades locais devem beneficiar de um projecto, no curto e no longo prazo.

Juntas, estas cinco categorias de recomendações constituem uma sustentável abordagem para o desenvolvimento de um renovado recurso hidroeléctrico.

Sumário e Conclusões

Mantendo-se uma forte e global expansão económica, permanece a questão do aonde uma crescente população mundial pode ir obter a electricidade que alimente o motor da economia. Enquanto a maioria da produção vier de recursos térmicos, o pensamento convencional no desenvolvimento de novos recursos e abastecimentos renováveis deve dar uma ênfase cada vez maior ao uso de recursos sustentáveis e renováveis.

A hidroelectricidade tem uma importante missão a desempenhar no futuro e tem consideráveis benefícios a dar a um sistema eléctrico integrado. Este documento demonstrou a consciencialização, existente dentro da indústria, dos impactos sociais e ambientais que um projecto hidroeléctrico precisa de ter em consideração; o saber especializado que existe para evitar ou mitigar os impactos negativos; e a investigação que não pára.

O potencial hidroeléctrico mundial que resta precisa de ser tido em consideração no novo mix de energia, com projectos devidamente planeados que tenham em consideração os seus impactos sociais e ambientais, por forma a que as necessárias medidas compensatórias e mitigadoras possam ser tomadas. Inequívoca e claramente a população afectada por um projecto deve vir a beneficiar de uma melhor qualidade de vida como resultado do mesmo ter aparecido.

O crescimento hidroeléctrico deve andar de mãos dadas com mais investigação e mais desenvolvimento no campo das outras energias renováveis, tais como a solar e a eólica. Devem ser optimizadas e encorajadas medidas para a eficiência do uso e para a conservação da energia. O armazenamento de energia nas albufeiras pode também dar um significativo contributo para tudo isto. Qualquer desenvolvimento implica mudança e um certo grau de compromisso, sendo uma questão de avaliar bem cedo, benefícios e impactos com um adequado pormenor e de envolver todos os intervenientes afectados, para assim se alcançar um equilíbrio justo.

Dois mil milhões de pessoas em países em desenvolvimento não tem abastecimento de electricidade de confiança e em especial nesses países, para o futuro previsível, a hidroelectricidade oferece uma fonte de energia renovável numa escala realista.

Os impactos dos projectos hidroeléctricos são hoje já bem compreendidos. As adequadas medidas mitigadoras e de compensação devem ser identificadas e tomadas tendo em vista assegurar que qualquer projecto represente um claro ganho para as populações afectadas pelo mesmo. Os sistemas existem para proporcionar processos de planeamento sempre mais desenvolvidos e para decisões de melhor qualidade, e estes por seu turno asseguram que as preocupações sociais e ambientais são integradas com os factores de viabilidade económica e técnica. A indústria hidroeléctrica deve colaborar com os parceiros interessados incluindo os reguladores, os líderes financeiros globais e os adequados grupos de interesse, no sentido de identificarem os futuros métodos que assegurarão um equilibrado e razoável planeamento, construção e exploração dos aproveitamentos hidroeléctricos.

Novembro de 2000

Descrição das Organizações co-autoras deste documento

Este documento foi preparado pelas seguintes Organizações que, colectivamente, tem mais de 50 anos de experiencia em todas as vertentes do desenvolvimento da hidroelectricidade.

International Hydropower Association

A **Associação Hidroeléctrica Internacional (IHA)** é uma associação profissional não governamental, multi-disciplinar, que foi criada, com o apoio da UNESCO, para antecipar o conhecimento sobre os vários aspectos da hidroelectricidade e para promover as melhores práticas. Através dos seus seis Comités Permanentes, ela lida com os problemas no seu aspecto técnico, administrativo, social, ambiental e financeiro. Empenha-se em compreender e estar atenta na missão que a hidroelectricidade pode ter no desenvolvimento sustentado, já que é a mais importante fonte de energia renovável.

Telef.: + 44 (0) 20 8288 1918 Fax: + 44 (0) 20 8643 8200 Email: iha@hydropower.org

Implementing Agreement on Hydropower Technologies and Programmes International Energy Agency

A **Agencia Internacional de Energia (IEA)** é um corpo autónomo, estabelecido em 1974 dentro da estrutura da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OECD). A sede da IEA é em Paris, França, e leva a cabo um abrangente programa de cooperação na área da energia entre vinte e cinco dos trinta países membros da OECD. No começo, o trabalho da IEA concentrava-se na temática relacionada com o petróleo, mas mais tarde a Agencia alargou o ambito da sua intervenção e passou a incluir praticamente todas as temáticas da energia. Um importante objectivo da IEA é encorajar o desenvolvimento das energias renovaveis e colaborar na investigação e no desenvolvimento nesta área. “Implementing Agreements” são grupos de trabalho dos membros da IEA , que trabalham sob o seu auspício, mas que formalmente e de modo algum representam a IEA. Daí que os pontos de vista desses grupos de trabalho divulgados nos “sites” da Internet ou em outros meios não possam necessariamente representar a posição ou o ponto de vista da IEA ou dos Governos aí representados.

Telef.: + 1 613 745 7553 Fax: + 1 613 747 0543 Email: fkoch@gvsc.on.ca

Canadian Hydropower Association

Fundada em 1998, a **Associação Hidroeléctrica Canadiana (CHA)** é uma associação nacional de empresários e representa os interesses da indústria hidroeléctrica. Os seus membros fazem a ponte para a multitude da indústria e, com mais de 30 membros corporativos, inclui os donos da maioria das empresas hidroeléctricas do Canadá bem como fabricantes, promotores, empresas de serviços de engenharia e pessoas singulares interessadas pela hidroelectricidade.

A missão da CHA é providenciar a liderança para um crescimento responsável e próspero da indústria hidroeléctrica Canadiana. Sendo a principal voz da indústria hidroeléctrica do Canadá, a CHA desempenha um papel activo na formulação e modelação de políticas públicas que respondam aos interesses dos seus membros. O principal mandato da CHA é promover os muitos benefícios económicos, sociais e ambientais da energia hidroeléctrica.

telef.: + 1 613 751 6655 Fax: +1 613 751 4465 Email: pfortin@canhydropower.org