

# **AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DA OPERAÇÃO DE APROVEITAMENTOS HIDRELÉTRICOS - UMA ABORDAGEM DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Cristiane Peixoto Vieira<sup>1</sup> e Morel Queiroz da Costa Ribeiro <sup>1</sup>

**Resumo** - A necessidade de assegurar uma reserva de água para o consumo humano básico e uma reserva ecológica nos cursos d'água a jusante de aproveitamentos elétricos tem sido um grande desafio dentro do licenciamento ambiental. A maior parte dos impactos biofísicos só serão sentidos pela comunidade local durante a fase de operação desses aproveitamentos. Este trabalho trata da redução de fluxo a jusante - trecho entre barragem e casa de máquinas e a jusante da casa de máquinas - e das dificuldades de se definir fatores ambientais limitantes da operação.

**Abstract** - The need to ensure a basic human needs reserve and an ecological reserve in the rivers at downstream of hydroelectric powerplants have been an exciting challenge into environmental license. Most of the biophysical impacts will be felt by the local communities during the operations phase of the hydroelectric. This work is about the reduction of stream flow between the dam and the power house and downstream of it. It discuss too the hard work of definition of environmental factors that limit the operation.

**Palavras-chave** - Impacto ambiental; Operação; PCH's

## **INTRODUÇÃO**

A implantação de empreendimentos que visam a geração de energia elétrica, insumo indispensável à manutenção das sociedades modernas e seus processos produtivos, não pode prescindir, no entanto, sob pena de se tornar onerosa para os agentes públicos e privados e, por consequência para toda a sociedade, de efetiva avaliação de suas interferências na área de inserção

---

<sup>1</sup> Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam; Divisão de Infra-estrutura em Energia e Irrigação; Av. Prudente de Moraes, XXX - 1º andar; CEP: 30380-000 ; Belo Horizonte; MG; Brasil; Tel: (31) 32986481 - Fax: (31) 32986296-  
e-mail: marcris.bh@terra.com.br e morelq@feam.br

por meio dos já consolidados dispositivos de planejamento que são os Estudos de Impacto Ambiental – EIA/RIMA.

Esses Estudos de Impacto Ambiental, destinados a identificar e interpretar, assim como, prevenir as conseqüências ou os efeitos que atividades poluidoras possam causar à saúde, ao bem-estar humano e ao ambiente, ou seja, nos ecossistemas em que vive o homem e dos quais depende (Reichmann Neto, 1988), são objeto de questionamento, avaliação, complementação e acompanhamento dentro das etapas de licenciamento ambiental realizada, no estado de Minas Gerais, pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - Feam.

O investimento alternativo em Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's) deu-se, entre outros fatores, na tentativa de atenuação dos impactos ambientais decorrentes da implantação de grandes aproveitamentos. Com as reduções da área alagada, do volume de inundação e da profundidade dos reservatórios, os ganhos ambientais nas condições físicas, biológicas e sociais dos ambientes envolvidos tornaram-se indiscutíveis.

Entretanto, as Pequenas Centrais Hidrelétricas com seus arranjos físicos muitas vezes desfavorável ao ambiente com casa de força localizada a alguns metros ou até quilômetros a jusante do barramento, impondo a esse trecho, entre barragem e casa de força, uma redução acentuada de vazão, em conjunto com uma operação adotada, que quase sempre visa o atendimento à ponta de consumo energético, ou seja, capacidade máxima durante as três horas de maior consumo e armazenamento no reservatório de uma parcela das vazões afluentes durante as 21 horas fora de ponta, trouxe, por sua vez, uma preocupação adicional de se avaliar os impactos ambientais a jusante dos empreendimentos até o limite de interferência destes impactos.

Uma descrição simplificada do processo de licenciamento associada a uma visão dos possíveis problemas causados ao meio ambiente devido aos arranjos e operação das usinas hidrelétricas bem como, a forma de abordagem desses aspectos dentro da etapa de licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais e ainda, as medidas mitigadoras adotadas, quando possível, serão mostradas no decorrer desse trabalho.

## **ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS**

O processo de licenciamento ambiental se desenvolve, no Estado de Minas Gerais, considerando as diretrizes gerais das Resoluções 001/86 e 006/87 do CONAMA, além das definições específicas previstas na legislação estadual, dentre elas, principalmente:

- Deliberação Normativa 012, de 13 de dezembro de 1994, do COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental – normaliza a realização de audiências públicas;
- Decreto Estadual 39424, de 05 de fevereiro de 1998 - estabelece os procedimentos gerais do processo de licenciamento;
- Lei Estadual 12812, de 28 de abril de 1998 - define diversos expedientes atinentes à assistência social, jurídica e psicológica prestada às comunidades afetadas por barragens no contexto dos eventuais reassentamentos implicados na implantação de aproveitamentos hidrelétricos, independentemente de seu porte.

Importa destacar, no âmbito do quadro institucional e legal que suporta o licenciamento ambiental de projetos de aproveitamentos hidrelétricos, a existência de procedimentos técnicos executados para fins de verificação da viabilidade de implantação desses projetos e de sua eventual adequação operacional, tendo sempre como um de seus princípios básicos assegurar o uso múltiplo das águas na bacia de inserção.

A execução desses procedimentos técnicos se verifica no contexto de um processo de licenciamento com etapas distintas, iniciando-se pela discussão da viabilidade ambiental do projeto na fase de Licença Prévia - LP, com efetiva participação das comunidades envolvidas, culminando em audiências públicas, de modo a esgotar, com suficiência, toda a discussão dos fatores relevantes de (in) viabilidade sócio ambiental relacionados ao projeto, para, ao final, em julgamento pelo órgão colegiado (COPAM), haver deliberação quanto a concessão ou não da LP solicitada.

Admitida, assim, a viabilidade do aproveitamento, avança-se para a fase de instalação com definição executiva de todos os programas ambientais e medidas de mitigação na forma de projetos acompanhados de seus respectivos cronogramas.

Em sua última etapa, o processo obriga procedimentos de verificação suficiente e eficiente de todas as condicionantes do licenciamento para efeito da necessária autorização da formação do reservatório e operação da usina.

Ao longo desses quatorze anos de história do licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais, a FEAM vem investindo no aprimoramento de seus instrumentos de análise, com incorporação de novos parâmetros e/ou consolidação de variáveis clássicas adotadas no processo de avaliação de impactos ambientais – AIA. Os impactos ambientais relacionados à operação das usinas hidrelétricas - objeto de discussão desse trabalho - ganharam atenção quando do licenciamento de um empreendimento, que propunha, para um trecho de 20 km, com intenso uso e ocupação, valores de vazões mínimas muito restritivas e ainda, devido à motorização da usina e portanto, à regra operativa adotada, impunha para o trecho a jusante da casa de máquinas implicações sanitárias sobre a área urbana de uma cidade de médio porte. Desde então, essa questão tem sido aprimorada e abordada sobretudo nas chamadas PCH's.

Destaca-se, ainda, a existência, no setor elétrico, de firme convicção quanto à possibilidade de definição de critérios para enquadramento de alguns empreendimentos hidrelétricos em categoria de projetos que dispensariam exame, a princípio, mais acurado de sua viabilidade. Associa-se a isso, a à idéia de que baixo impacto ambiental se constitui característica própria das PCH's, sem contudo, conhecimento suficiente das peculiaridades de sua região de inserção.

Essa disposição se verificou consolidada a partir da modificação, pela ANEEL, do antigo critério do extinto DNAEE que definia como PCH's aqueles aproveitamentos cuja capacidade instalada não fosse superior a 10 MW, passando a se constituir como referências os parâmetros de potência até 30 MW e área inundada igual a 3 km<sup>2</sup>, ou superior em algumas circunstâncias.

Alguns números relacionados à realidade do investimento em geração no Estado de MG revelam uma produção de energia bastante concentrada em grandes aproveitamentos, muito embora, representados por quantidade de empreendimentos bem inferior àquelas correspondente às PCH's projetadas e em processo de licenciamento ambiental. A potência total em processo de licenciamento hoje no Estado, por sua vez, seria produzida em 55 projetos de usinas, sendo 45 PCH's, somente 8 UHE's e 2 UTE's.

Cabe ressaltar ainda, que em alguns casos, uma abordagem insuficiente de aspectos essenciais à verificação da viabilidade de projetos pode, dentre outras conseqüências, conferir ao investimento alto grau de incerteza e insegurança, posto impedir a definição preliminar, sobretudo no caso das PCH's, de custos ambientais elevados.

## **REGRA DE OPERAÇÃO**

Minas Gerais concentra em seu território um dos mais notáveis conjuntos de bacias hídricas, cerca de 4.586km<sup>2</sup> de água cortam o território mineiro fazendo com que o estado seja conhecido como caixa d'água brasileira (Cemig, 2001). Associado a esse grande potencial hídrico, o relevo mineiro, tipicamente acidentado caracterizado por regiões montanhosas, proporciona grandes quedas d'água contribuindo para tornar o estado propício à implantação de aproveitamentos hidroenergéticos.

Da multiplicidade de problemas envolvidos com as usinas hidrelétricas, vimos neste trabalho, destacar os aspectos relacionados à operação das Pequenas Centrais Hidrelétricas. Dotadas de reservatórios cuja área inundada são, muitas vezes, inferiores a 1 km<sup>2</sup>, essas usinas se caracterizam por um impacto ambiental a montante do barramento bastante inferior aos impactos causados pelos grandes reservatórios. Desta forma, de acordo com a metodologia proposta por Goodland (1996), que relaciona dois índices simples - a razão entre a área do reservatório e a potência instalada e a razão entre o número de pessoas remanejadas e a potência instalada - para distinguir,

ambientalmente, as melhores e as piores barragens, esses empreendimentos seriam, em princípio, considerados ambientalmente sustentáveis.

Entretanto, mais de 80% das usinas que estão, atualmente, em fase de licenciamento ambiental na Fundação Estadual do Meio Ambiente, em Minas Gerais, têm um trecho de rio considerável entre barragem e casa de força com vazão próxima de zero, além de possuírem reservatórios de regularização diária, deixando de atender a um grande benefício dos reservatórios maiores onde é possível se obter um amortecimento de cheias e regularização de vazões na estiagem. Essas usinas são supermotorizadas, com vazões máximas turbinadas diariamente - inclusive no período seco - que chegam a corresponder ao dobro da vazão média de longo termo do rio.

Esse trecho de rio entre barragem e casa de força – trecho de vazão reduzida – tem comprimento variável de acordo com o arranjo e local de instalação de cada empreendimento, podendo chegar a extensões de até 10km. As vazões propostas variam de 20 l/s, independente das vazões afluentes, a até 2% da vazão média de longo termo.

Para o trecho a jusante da casa de força dois aspectos são relevantes em relação aos impactos ambientais: vazão mínima turbinada ou vazão de restrição e oscilações de níveis d'água em decorrência da operação adotada.

A definição do valor da vazão mínima deve ser resultado de uma avaliação detalhada dos usos a jusante da usina, inclusive aqueles relacionados à diluição de esgotos. A análise dessa vazão de restrição, no âmbito do licenciamento ambiental, é feita considerando a vazão com 95% de permanência no tempo, desprezando, dessa forma, alguns raros períodos de seca excepcional e ainda, os erros associados à obtenção das mínimas.

As oscilações a jusante são avaliadas pelo empreendedor, por meio de modelagem hidrodinâmica, em algumas seções consideradas mais críticas onde se encontram usos do recurso, estrangulamento na calha do rio, etc.

Para o trecho a montante do barramento, o maior impacto relacionado à operação das Pequenas Centras Hidrelétricas é o deplecionamento rápido que ocorre nas horas de geração em ponta podendo chegar a até 2,0m em 3 horas. Essas oscilações frequentes do nível d'água do reservatório provocam desmoronamentos de margens com conseqüente assoreamento desse, além de inviabilizar seu uso múltiplo.

## AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

De acordo com Pendse e Rao (1990), impactos ambientais podem ser classificados como quantificáveis e não quantificáveis. Aqueles impactos que podem ser medidos e expressos como funções matemáticas são considerados quantificáveis. Por exemplo, a retirada de uma cobertura vegetal pode ser medida pela área de floresta desmatada. Entretanto, a perda da diversidade biológica é um exemplo de um impacto não quantificável. Da mesma forma, avaliações do impacto da redução de vazão a jusante dos barramentos, restrição e oscilações a jusante da casa de força só são quantificáveis quando se trata do uso efetivo do recurso - retirada de água - sendo ainda uma incógnita os impactos relacionados à ictiofauna, vegetação ciliar, fauna terrestre e morfologia fluvial.

Diante das regras de operação adotadas por essas pequenas usinas, que privilegiam a geração em ponta, faz-se necessária a quantificação de um fluxo ambiental de água que deve ser mantido continuamente no curso d'água. A quantificação desse fluxo é, sobretudo, a determinação da quantidade e qualidade de água a ser mantida nos rios para assegurar que eles sustentem uma condição pre-determinada e, é muitas vezes ignorado porque há grandes dificuldades de se dimensionar os requerimentos hídricos necessários ao ecossistema como é feito para outras atividades. A definição dessa quantidade de água necessária envolve profissionais diversos como: biólogos específicos de ictiofauna, invertebrados, vegetação, etc.; geomorfológicos; hidrólogos e hidráulicos (Hughes, 2001).

Os impactos esperados para o trecho de vazão reduzida estão principalmente relacionados à ictiofauna e a vegetação ciliar, principalmente se houver baixa ocupação antrópica. Há que se considerar que por ser, Minas Gerais, um estado farto em recursos hídricos, apresenta uma grande diversidade de espécies de peixes. Estima-se que esteja atrás somente dos estados drenados pela bacia Amazônica, reconhecidamente a mais rica do mundo. O território mineiro conta com 12,5% do total de espécies que o Brasil possui (Cemig, 2001), porém, pouco se sabe sobre o comprometimento dessas espécies nesse trecho com reduzida disponibilidade hídrica.

De acordo com Pelissari et al. (1999), a vazão representa um dos fatores abióticos mais importantes para a comunidade de organismos aquáticos. Variações, mesmo que diárias, como ocorrem freqüentemente nas operações das PCH's, podem causar profundas modificações nas condições ecológicas ideais para muitos organismos.

Propostas de valores de vazões que devam ser mantidas para a preservação a jusante de barragens são pouco conhecidas. De acordo com Shirakawa e Tamai (2000), foi definido em Tóquio, como fluxo de preservação a jusante de um barramento, um valor entre 0,1 e 0,3

$m^3/s/100km^2$ . Entretanto, esse valor é apenas uma referência e a base para seu cálculo não foi descrita claramente. Os autores apresentam uma metodologia para medição do impacto de decréscimo de vazão ou fluxo ambiental potencial a jusante, por meio do produto entre o decréscimo de descarga e o comprimento do trecho sujeito a essa redução. Porém, essa metodologia só poderia avaliar o consumo de fluxo ambiental potencial no trecho de vazão reduzida e seria importante somente para comparar alternativas ou empreendimentos, uma vez que, não se quantifica o impacto decorrente da redução de vazão.

Os métodos disponíveis na literatura para definição de vazões residuais podem ser agrupados em três classes: 1) métodos baseados numa série histórica de vazões; 2) métodos baseados na relação entre os parâmetros hidráulicos e a vazão; 3) métodos baseados na relação entre o habitat e a vazão (Alves, 1996 apud Pelissari et al., 1999). Métodos baseados na relação entre habitat e vazão tendem a apresentar uma maior coerência porque consideram as características próprias de cada ecossistema. Esses métodos requerem um conhecimento sobre todas as condições que constituem ou não o habitat para as espécies, como profundidade, velocidade do curso d'água, perímetro molhado, tipo de cobertura vegetal, etc. (Pelissari et al., 1999).

Cerca de 70 metodologias estão disponíveis para a determinação apropriada da vazão residual ou para caracterizar a qualidade do habitat aquático. No Estado do Paraná os regulamentos determinam que o volume permissível de captação de água direta deve ser menor do que 50% do  $Q_{7,10}$ , ou que a vazão mínima à jusante seja maior do que 50% do  $Q_{7,10}$  (Sarmiento e Pelissari, 1999).

No estado de Minas Gérias a Portaria nº 030/93, de 07 de julho de 1993, que regulamenta o processo de outorga de direito de uso de águas de domínio do Estado estabelece - conforme alteração de redação da portaria do IGAM Nº 007/99 - que o fluxo residual mínimo a jusante de qualquer estrutura de regularização seja igual a 70% da  $Q_{7,10}$  (vazão mínima de sete dias de duração e dez anos de recorrência). Entretanto, o artigo 9 dessa mesma portaria autoriza a adoção de percentuais para fluxos residuais inferiores a 70% ( setenta por cento ), nos casos em que couberem as condições de excepcionalidade para outorgas, em situações de interesse público e que não produzirem prejuízos a direitos de terceiros.

Outro aspecto relevante a ser considerado ainda nesse trecho - trecho de vazão reduzida - está relacionado ao sistema hidrogeológico local. Modificações em quaisquer um dos estágios do ciclo hidrológico podem ocasionar impactos indiretos sobre o ambiente em que se insere o aquífero. Uma redução acentuada de vazões nesse trecho com baixa probabilidade de vertimento na barragem - quase sempre inferior a 20% - pode levar a um futuro rebaixamento do lençol freático com redução da descarga de base para o curso d'água e conseqüências desconhecidas sobre vegetações, nascentes, etc.

Vazões que representem o hidrograma natural em proporção reduzida têm sido uma tendência atual em alguns países para longos trechos de vazão reduzida, associando, assim, a vazão à sazonalidade de cada estação do ano. Entretanto, resultados de adoção dessa alternativa são, no mínimo, pouco divulgados e faltam argumentos técnicos para a perda energética que se tem com essa medida.

Os valores de vazões de restrições a jusante da casa de máquinas - vazão turbinada mínima visando reserva para atendimento a ponta de consumo energético - são discutidos pela Feam, durante o licenciamento ambiental, principalmente, com base nas características naturais do curso d'água e no levantamento de usos da água. Entretanto, as questões relacionadas a outros fatores ambientais carecem de conhecimento específico obtido, principalmente, por meio de monitoramento de empreendimentos já existentes. Pouco se sabe sobre impactos que podem ocorrer com a população de organismos aquáticos de um curso d'água quando esse está sujeito a oscilações diárias de níveis d'água. Diante do desconhecimento, torna-se impossível o estabelecimento de qualquer número que limite, por exemplo, a velocidade de oscilação de nível.

Devido à grande dificuldade de avaliação dos impactos a jusante das usinas hidrelétricas, principalmente no que diz respeito aos aspectos bióticos, as propostas mitigadoras quase sempre estão relacionadas aos aspectos sócio-econômicos e físicos. Entretanto, mesmo com relação a esses aspectos, a comprovação de que a redução de vazão durante algumas horas do dia pode inviabilizar o acesso do gado ao rio, eliminar as divisas entre propriedades, piorar a qualidade da água, provocar desmoronamento de margens, prejudicar a travessia feita por balsas, etc, é extremamente complicada e diferenciada para cada curso d'água e regra de operação adotada pelo empreendimento.

## **CONCLUSÃO**

Muito dos impactos sociais, físicos e bióticos só são evidentes durante a fase de operação das usinas hidrelétricas, principalmente, aquelas que priorizam o atendimento a ponta do consumo energético e trabalham de forma diferenciada ao longo do dia, armazenando água para geração máxima na ponta.

Nesse trabalho, tentou-se mostrar, por meio da experiência de licenciamento da Feam, os possíveis impactos, principalmente decorrentes dos arranjos físicos e da operação das Pequenas Centrais Hidrelétricas. Entretanto, considerando as recentes mudanças no setor energético com incentivos à construção de PCH's pode-se dizer que alguns anos serão necessários para uma avaliação mais precisa desses impactos, uma vez que, poucas são as PCH's já em operação e, em

número bem menor, aquelas que monitoram sistematicamente aspectos relacionados à redução de vazão ou regime de operação.

Soma-se a isto, a falta de metodologias específicas, no Brasil, que avaliem a relação da disponibilidade hídrica com a manutenção da biota aquática e terrestre principalmente dos trechos onde a vazão sofre redução acentuada e constante. A maioria das metodologias existentes nos Estados e nos órgãos federais brasileiros recomendam vazões residuais fundamentadas somente em parâmetros hidráulicos, desconsiderando a ecologia aquática.

Cabe ressaltar que, conforme discutido por Palmier e Vieira (1997), metodologias simplificadas para avaliação de impactos de usinas hidrelétricas não devem ser usadas para avaliar a sustentabilidade de barragens, principalmente, porque não consideram nenhum impacto a jusante dessas.

Modelos hidrológicos e hidráulicos são usados com propriedade para representarem o comportamento hidrológico do curso d'água sujeito à interferência, entretanto, a discussão dessas interferências provocadas, principalmente, pelas PCH's quase sempre se dão, ainda, de forma qualitativa com grandes limitações.

Existe, portanto, um consenso sobre a necessidade de se encontrar parâmetros ambientais que definam quantitativamente as restrições impostas pelo ambiente. Sugere-se, portanto, que pesquisas sejam realizadas por equipes multidisciplinares de forma a se aplicar, em rios brasileiros, metodologias para definição da vazão a ser mantida no trecho de vazão residual e limites ambientais para a operação adotada. Junta-se a isso, a importância de um monitoramento contínuo desses aspectos em usinas existentes ou cuja viabilidade já tenha sido admitida e ainda, divulgação ampla dos resultados, permitindo uma discussão mais aprofundada sobre a relevância dos parâmetros a serem utilizados e ainda, um uso da experiência em novos empreendimentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CEMIG **Guia Ilustrado de Plantas do Cerrado de Minas Gerais**. São Paulo:NOBEL, SP. 2001.
- GOODLAND, R., Distinguishing between better dams and worse, **International Power & Dam Construction**. Setembro, 1996.
- HUGHES, D.A. Providing hydrological information and data analysis tools for the determination of ecological instream flow requirements for South African rivers. **J. Hydrol.**, 241, 140-151. 2001.
- LICENCIAMENTO AMBIENTAL: COLETÂNIAS DE LEGISLAÇÃO. 2ªed., rev. e aum. Belo Horizonte: Feam. *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental. para os Municípios*. V.5. 438p. 2000.
- PALMIER , L.R. e VIEIRA, C.P. Limitações do Uso de Índices para Distinção de Barragens Ambientalmente Sustentáveis. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. ABRH. Vitória. Novembro, 1997.
- PELISSARI, V.B.et al. Índices de Preferência de Habitat para Peixes na Determinação da Vazão Residual do Rio Timbuí. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. ABRH. Belo Horizonte. Novembro, 1999.
- PENDSE, Y.D. e VIDYASAGAR RAO, R. - Integration of environmental concerns into water resources project planning. In. *Environmental Modelling for Developing Countries*. pp 127-138. 1990.
- REICHMANN NETO, F. Barragens e a Política do Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia**. Caderno de Grandes Barragens. 1988, 2, 2, 13-45.
- SARMENTO, R e PELISSARI, V.B. Determinação da Vazão Residual dos Rios: Estado-da Arte. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. ABRH. Belo Horizonte. Novembro, 1999.