

Algumas Considerações sobre a Avaliação da Paisagem na Área de Influência para Implantação de Hidrelétricas

Doutoranda Rosane Maciel de Araújo Vargas ¹
Mestranda Juliana Mio de Souza ²
Prof. Dr. Carlos Loch ³

¹ UFSC - Depto. de Engenharia Civil
88040-900 Florianópolis SC
rosvargas@bol.com.br

² UFSC - Depto. de Engenharia Civil
88040-900 Florianópolis SC
ecv3jms@ecv.ufsc.br

³ UFSC - Depto. de Engenharia Civil
88040-900 Florianópolis SC
loch@ecv.ufsc.br

Resumo: *Sabendo-se que a implantação de usinas hidrelétricas é um processo altamente danificador da paisagem, causando alterações que trazem conseqüências de ordem cultural, econômica, ambiental, entre outras, é de fundamental importância estudar a realidade da área onde se deseja instalar uma hidrelétrica. É nesse sentido que este trabalho foi realizado, ou seja, destacando os estudos de caráter multidisciplinar necessários para completo conhecimento da paisagem, bem como fazer algumas considerações importantes sobre os levantamentos envolvidos nestes estudos, pois no Brasil, são vários os problemas a cerca dos levantamentos, como por exemplo, a falta de produtos cartográficos da área de interesse em escala compatível com o planejamento local, a inexistência de mapas em escalas compatíveis com a necessidade requerida e os diferentes referenciais usados. Os estudos destacados neste trabalho são os de potencial hidrelétrico, estudos de viabilidade e de impacto ambiental.*

Palavras-chave: *Estudos para avaliar a paisagem, levantamentos envolvidos e implantação de hidrelétricas.*

Abstract: *Being known that the implantation of hydroelectric plants is highly a process danificador of the landscape, causing alterations that bring consequences of order cultural, economical, environmental, among other, it is of fundamental importance to study the reality of the area where one want to install a hydroelectric one. It is in that sense that this paper was accomplished, in other words, detaching the studies of character necessary multidisciplinar for complete knowledge of the landscape, as well as to do some important considerations on the risings involved in these studies, because in Brazil, they are several the problems the about of the risings, as for instance, the lack of cartographic products of the area of interest in compatible scale with the local planning, the inexistence of maps in compatible scales with the requested need and the different used referenciais. The outstanding studies in this healthy paper the one of hydroelectric potential, viability studies and of environmental impact.*

Keywords: *Studies to evaluate the landscape, involved risings and implantation of hydroelectric.*

1 Introdução

Ao longo do último século, grande parte do mundo recorreu às barragens para atender à crescente demanda de água, quer seja para controle de inundação, consumo humano, represar águas como fonte de energia hidrelétrica e outros. O auge da construção de barragens ocorreu entre as décadas de 30 e 70. Neste período, esta obra de engenharia representava sinônimo de progresso e desenvolvimento econômico.

Na década de 70, a crescente demanda por energia elétrica acelerou a construção de barragens em todo o mundo, quando em média duas ou três novas grandes obras eram comissionadas a cada dia. Na entrada do novo século, um terço dos países do mundo depende de usinas hidrelétricas para produzir mais da metade da sua eletricidade e as grandes barragens são responsáveis diretas pela geração de 19% de toda a eletricidade do mundo (Comissão Mundial de Barragens, 2000).

A implantação de hidrelétricas está entre as obras de engenharia potencialmente transformadora do ambiente e conseqüentemente da paisagem local. Como exemplo, pode-se citar a área de influência da hidrelétrica de Balbina, localizada no Município de Presidente Figueiredo (AM), que teve sua paisagem fortemente modificada depois da construção da barragem desta hidrelétrica. A grande quantidade de estreitos cursos d'água próxima à área inundada para formar o reservatório, associada à baixa declividade do local, levou a formação de um lago de aproximadamente 2300 quilômetros quadrados, superando os valores planejados inicialmente. É evidente que tamanhas alterações físicas trouxeram conseqüências de ordem cultural, econômica, ambiental, entre outras.

A avaliação da paisagem em áreas de influência de hidrelétricas deve ser feita no sentido de direcionar os estudos multidisciplinares necessários à implantação de hidrelétricas, procurando assim, diminuir as alterações no ambiente.

Neste trabalho, apresenta-se uma avaliação da paisagem voltada aos estudos de potencial e de viabilidade de empreendimentos do setor energético do País, no tocante a seleção da área de influência para implantação de hidrelétricas. Alguns levantamentos necessários para compor tais estudos são apresentados e discutidos, sendo dado um enfoque especial ao relevo.

Os autores não têm a pretensão de apresentar fundamentos teóricos mais específicos e detalhados e nem tão pouco encerrar tais fundamentos. No entanto, decidiu-se apresentá-los dada a carência de material bibliográfico na língua portuguesa.

2 Avaliação da Paisagem

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT (1992) assegura que o empreendimento de uma barragem para fins hidrelétricos inicia-se pelos estudos básicos que incluem todo o conjunto de atividades desenvolvidas com o objetivo de investigar e conhecer as características da área de influência da barragem, estudos estes, que contemplam entre outros, estudos de viabilidade e estudos de inventário.

A construção de reservatórios pode resultar em alterações no meio físico, biótico e antrópico, na sua área de influência, durante as fases de implantação e operação. Esses impactos podem ser de maior ou menor significância, em função do porte do reservatório e das características ambientais da área onde será implantado. Por isso, as obras de barramento de água devem ser precedidas de uma avaliação dos possíveis impactos ambientais que podem resultar da mesma, com o objetivo de se propor medidas visando evitar ou minimizar as conseqüências negativas e maximizar os benefícios do empreendimento (Mota, 1995).

Em Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas (2000), a ELETROBRÁS traz que na delimitação da área de estudo, podem ser consideradas duas áreas distintas: a Área de Influência (AI) e a Área Diretamente Afetada (ADA).

Entendem-se como Áreas de Influência os diferentes espaços geográficos nos quais serão sentidos os impactos diretos e indiretos do empreendimento nas fases de implantação e de operação. A sua delimitação é peça-chave nos estudos, uma vez que somente a partir do seu reconhecimento é que será possível orientar as diferentes análises temáticas, bem como a intensidade dos impactos a serem provocados pelo empreendimento. Essa área, normalmente, compreende o conjunto ou parte de municípios que terão suas terras afetadas, bem como a área da bacia hidrográfica que, independentemente do recorte municipal, se caracteriza como o cenário potencial de processos naturais

ou sócio-econômicos e que, de alguma forma, podem interferir ou sofrer interferências do aproveitamento. São vários os exemplos, como contratação de mão-de-obra local ou regional, aumento de tráfego, o incremento das atividades comerciais, etc, e, a Área Diretamente Afetada é aquela cuja abrangência dos impactos incide diretamente sobre os recursos naturais e antrópicos locais. Normalmente, a ADA abrange a região de intervenção direta, necessária à implantação do empreendimento e o seu entorno (barramento e casa de força, reservatório, acessos, canteiros, alojamentos da mão-de-obra, bota-fora e área de empréstimo).

Assim, a área de influência de uma hidrelétrica é composta por uma paisagem em particular, devendo esta ser avaliada em toda sua plenitude e particularidades, ou seja, incluindo o físico-geográfico, o social, o biológico, o cultural, o cênico, entre outros. Neste sentido, a melhor definição para paisagem é a definição ecológica do termo. De acordo com a ACIESP (1997), paisagem é definida como sendo uma determinada porção do espaço resultado da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, os quais constituem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Portanto, a fase de avaliação da paisagem pode ser entendida como uma completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área antes da implantação do projeto, ou seja, consiste do levantamento, da interpretação e da análise da situação ambiental da área, a partir da interação e da dinâmica de seus componentes, quer relacionado aos elementos físicos e biológicos, quer aos fatores sócio-culturais.

Visando a avaliação da paisagem, a fim de se obter o reconhecimento total da área de influência da hidrelétrica, possibilitando traçar as diretrizes mais adequadas para implantação e operação do empreendimento, são necessários à realização de estudos que dentre outros envolvem a avaliação do relevo, os estudos de inventário hidrelétrico, de viabilidade e estudos ambientais.

Devido à importância de cada tema envolvido na avaliação da paisagem, neste trabalho eles são abordados em tópicos distintos, com o objetivo de caracterizar cada um deles, destacando o objetivo e os procedimentos para a realização dos mesmos. As diretrizes para realizar tais estudos são baseadas em documentos de autoria da ELETROBRÁS.

2.1 A Importância da Avaliação do Relevo

A paisagem e o território são elementos fundamentais para o entendimento do espaço, que é considerado como um conjunto indissociável de elementos naturais, elementos sociais (construídos) e a sociedade em movimento (Santos, 1991).

Um dos elementos naturais relevantes a ser considerado na avaliação da paisagem quando da implantação de uma hidrelétrica é o relevo da região de influência. A seguir são apresentados dois aspectos importantes nos empreendimentos hidrelétricos que são afetados diretamente pelo relevo da área. O primeiro deles é a própria produção de energia e o segundo, está relacionado à necessidade de manutenção no sistema de produção.

2.1.1 Avaliação em Termos de Produção de Energia

O relevo é um dos principais elementos a ser considerado para o dimensionamento da área de inundação que formará o lago do reservatório. É interesse de qualquer projeto hidrelétrico conseguir a máxima produção de energia e, esta energia, entre outros fatores, depende diretamente da vazão e da queda de água. Quanto maior for a vazão estabilizada pelo reservatório e a queda d'água pela barragem, maior será a energia gerada. Desta forma é que o relevo é um dos fatores a serem considerados para a análise da viabilidade do empreendimento hidrelétrico. Quanto menos acidentado o relevo da área, maior deverá ser a área a ser inundada.

No caso da hidrelétrica de Balbina, o relevo pouco acidentado da área foi determinante para que o tamanho do reservatório atingisse valores além dos calculados inicialmente. O relevo pouco acidentado da área somada a baixa vazão do rio Uatumã tornou necessária à inundação de uma área de aproximadamente 2300 km². Grandes prejuízos ambientais e econômicos foram registrados decorrentes desta inundação. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) existiam na área do reservatório 28,8 m³ de madeira nobre por hectare. Isto significa aproximadamente 6,8 milhões de m³ na área de 2300km² (Fearnside, 1990 apud Thome, 1993).

Na formação do lago da hidrelétrica de Balbina, quase a totalidade da madeira nobre existente na área foi

inundada. Isto ocorreu devido às madeiras locais não possuírem estrutura técnica/econômica suficiente para a extração que era dificultada pelo difícil acesso ao local da exploração (Thomé, 1993).

Além do tamanho da área inundada para formar o reservatório, outro aspecto relacionado à produção de energia da usina tem influência do relevo da área. Neste caso, é o desnível entre o lago (a jusante) e o rio (a montante) da barragem. Quanto maior este desnível maior a capacidade de geração de energia.

2.1.2 Avaliação em Termos de Manutenção do Sistema

Na fase de estudos preliminares para implantação de usinas hidrelétricas (UHE's), a avaliação de fatores que possam vir a influir na manutenção do sistema é uma prática coerente que pode minimizar as intervenções no funcionamento do sistema de produção de energia.

A erosão destaca-se como um dos fatores potencialmente causador de paralisações na operação de UHE's. A água carregada para o reservatório contém partículas de solo (causando o assoreamento do lago) e pode conter produtos químicos prejudiciais ao ambiente aquático. Nesta situação, a proliferação de macrófitas (algas) é estimulada.

O relevo é um dos principais fatores que contribui para a erosão do solo. Segundo Rodrigues (1982) apud Silva (2003), a declividade de um terreno é possivelmente o mais importante fator no condicionante da gênese e evolução do processo erosivo.

O tipo e cobertura do solo, o clima e a extensão da superfície de condução da água são outros fatores também causadores de erosão. O comprimento de uma rampa é tão agravante quanto o declive, isto porque à medida que o caminho percorrido aumenta, também se elevam à quantidade de água e a velocidade de escoamento.

De acordo com Bahr & Vögtle (1999), a erosão e sedimentação causadas pela água correspondem ao desprendimento de partículas de solo devido ao impacto da queda d'água ou pelo seu fluxo seguido de seu posterior acúmulo. A erosão e sedimentação podem dificultar a geração de energia, o uso múltiplo das águas e causar perdas de patrimônio.

Ressalta-se aqui a importância da produção de mapas temáticos produzidos a partir da carta topográfica, com os temas como: substrato rochoso, águas, pedologia, geomorfologia, clima, ocupação atual e prevista, dentre outros.

Uma iniciativa, no sentido de controlar e monitorar a quantidade de sedimentos que chegam ao reservatório, está sendo feita pela Usina Hidrelétrica Itaipu Binacional. O Projeto denominado "Correção de Passivos Ambientais de Propriedades da Bacia do Paraná III" esta agindo diretamente nas propriedades. Entre as atividades programadas dentro deste projeto, destacam-se:

1. Diagnóstico das fontes potencialmente causadoras de erosão dentro de cada propriedade;
2. Levantamento topográfico e produção de plantas indicando as intervenções necessárias para adequação da propriedade;
3. Execução dos serviços necessários para conter a erosão.

2.2 Estudos do Potencial Hidrelétrico – Inventário Hidrelétrico

Segundo o Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas (1997), a Estimativa do Potencial Hidrelétrico procede à análise preliminar das características da bacia hidrográfica, especialmente quanto aos aspectos topográficos, hidrológicos, geológicos e ambientais, no sentido de verificar sua vocação para geração de energia elétrica. Essa análise, exclusivamente pautada nos dados disponíveis, é feita em escritório e permite a primeira avaliação do potencial e estimativa de custo do aproveitamento da bacia hidrográfica e a definição de prioridade para a etapa do estudo de inventário hidrelétrico.

Na realização do inventário, se determina o potencial hidrelétrico de uma bacia hidrográfica e se estabelece a melhor divisão de queda, mediante a identificação do conjunto de aproveitamentos que propiciem um máximo de energia ao menor custo, aliado a um mínimo de efeitos negativos sobre o meio ambiente. Essa análise é efetuada a partir de dados secundários, complementados com informações de campo, e pautada em estudos básicos — hidrometeorológicos, energéticos, geológicos, ambientais de outros usos da água — apresentando um conjunto de aproveitamentos, suas principais características,

estimativas de custo, índices custos-benefícios e índices ambientais.

São objetivos dos estudos de inventário hidrelétrico:

- Identificar a melhor alternativa de divisão de quedas para aproveitamento do potencial hidrelétrico da bacia estudada através de avaliações e análises baseadas nos benefícios energéticos oriundos da sua implementação, nos custos de construção e operação dos empreendimentos, no uso múltiplo da água e nos efeitos sobre o meio-ambiente na bacia;
- Caracterizar um elenco de aproveitamentos que possam ser incluídos nos planos de investimento de médio prazo e programas de estudos de viabilidade do setor de energia elétrica;
- Constituir documento hábil que defina tecnicamente a alternativa de partição de queda escolhida para efeito da definição do objeto de licitações de concessão de aproveitamento hidrelétrico com potência superior a 10MW na bacia estudada;
- Constituir documento de apoio aos Estudos de Viabilidade de empreendimentos hidrelétricos na bacia estudada;
- Constituir documento de apoio a ações junto a órgãos públicos e privados, visando otimizar de forma ordenada e racional, o aproveitamento dos recursos naturais na bacia estudada.

Os estudos de inventário hidrelétrico de uma bacia hidrográfica são realizados em três fases:

1. Planejamento dos Estudos

- Coleta e análise dos dados disponíveis: cartografia, hidrometeorologia/sedimentologia, geologia/geotécnica, meio ambiente e outros usos da água;
- Identificação de locais barráveis;
- Reconhecimento de campo;
- Identificação preliminar de alternativas e estimativa do potencial energético;
- Programa do trabalho a executar;
- Relatório gerencial.

2. Estudos Preliminares

- Levantamento dos dados e estudos diversos: cartografia, hidrometeorologia/sedimentologia, geologia/geotécnica, meio ambiente e outros usos da água;
- Diagnóstico ambiental;
- Identificação de alternativas de divisão;
- Ficha técnica de aproveitamentos;
- Estudos energéticos;
- Concepção dos arranjos;
- Avaliação dos impactos ambientais por aproveitamento;
- Dimensionamento e estimativas de custos;
- Comparação e seleção de alternativas: índice custo benefício, índice ambiental e seleção de alternativas.

3. Estudos Finais

- Investigações complementares e consolidação dos dados;
- Consolidação do diagnóstico ambiental;
- Estudos energéticos: simulação da operação, efetivo potencial instalado e outros usos da água;
- Avaliação dos impactos das alternativas;
- Concepção dos arranjos;
- Dimensionamento e estimativa dos custos;
- Comparação e seleção das alternativas: índice custo benefício, índices ambientais e comparação e definição da alternativa selecionada;
- Ordenação dos aproveitamentos.

2.3 Estudo de Viabilidade

No Estudo de Viabilidade de acordo com as Instruções para Estudos de Viabilidade de Usinas Hidrelétricas (1997), se define a concepção global de um dado aproveitamento, da divisão de queda selecionada no inventário hidrelétrico, visando sua otimização técnico-econômica e ambiental e a obtenção de seus benefícios e custos associados. Essa concepção compreende o dimensionamento do aproveitamento, as obras de infra-estrutura local e regional necessárias a sua implantação, o reservatório, a área de influência, os outros usos da água e as ações sócio-ambientais correspondentes.

Os Estudos de Viabilidade se constituem em documento de suporte técnico para os processos de licitação da concessão.

Ainda de acordo com o mesmo documento, é objetivo dos estudos de viabilidade:

- Concluir sobre a exequibilidade ou não do aproveitamento através de avaliações, análises e definições fundamentadas nos custos e nos benefícios múltiplos que podem ser obtidos, de acordo com as diretrizes estabelecidas;
- Subsidiar a tomada de decisões quanto à época de início de construção do aproveitamento hidrelétrico;
- Subsidiar a elaboração dos documentos necessários para licenciamento ambiental;
- Subsidiar as ações junto a órgãos públicos e privados, visando otimizar a utilização dos recursos naturais existentes na área do futuro aproveitamento, e promover sua inserção na região.

Assim, fazem parte desse estudo:

1. Estudos Preliminares

- Coleta de dados existentes;
- Análise dos dados coletados;
- Apreciação da divisão da queda;
- Considerações sobre outros usos da água;
- Inspeção de campo;
- Seleção de critérios para delimitação da área de influência;

- Análise de alternativas de aproveitamento;
- Relatório de consolidação dos estudos preliminares;
- Licenciamento ambiental;
- Programa de interação social;
- Programação geral dos estudos de viabilidade.

2. Levantamentos

- Aerofotogramétricos;
- Topobatimétricos;
- Hidrometeorológicos;
- Geológicos e geotécnicos;
- Sócio-ambientais;
- Custos.

3. Estudos Básicos

- Hidrometeorológicos;
- Geológico-geotécnico;
- Sócio-ambientais;
- Estudos mercadológicos;
- Dimensionamento energético;
- Custos.

4. Estudos de Alternativas de Aproveitamento

- Estudos de eixos;
- Estudos de arranjos para o eixo selecionado;
- Pré-dimensionamentos;
- Estudos de construção;
- Arranjos e pré-dimensionamento dos equipamentos eletromecânicos.

5. Estudos Finais

- Análise da integração da usina no sistema;
- Definição do arranjo geral;
- Avaliação de impactos e programas sócio-ambientais;

- Reservatório;
- Desvio do rio e ensecadeiras;
- Barragem e diques de terra e/ou enrocamento;
- Barragem e muro de concreto;
- Órgãos extravasores;
- Circuito de adução;
- Casa de força;
- Subestação – obras civis;
- Instrumentação;
- Construções especiais;
- Obras de infra-estrutura;
- Sequência construtora;
- Polígono de utilidade pública;
- Estimativa de quantidades;
- Equipamentos eletromecânicos;
- Integração da usina ao sistema de transmissão;
- Estimativa de custos;
- Cronograma de construção;
- Cronograma físico-econômico;
- Índice de mérito da usina hidrelétrica.

6. Relatório final dos estudos de viabilidade

2.4 Estudos Ambientais

Os estudos ambientais têm como objetivo promover o conhecimento das principais questões ambientais da área de influência e avaliar os efeitos da implantação do empreendimento. Para que não ocorra imprevistos, que force a uma mudança no projeto de implantação da hidrelétrica, é necessário que as equipes de engenharia e o meio ambiente estejam em constante integração.

É importante ressaltar que, as etapas e os procedimentos metodológicos adotados pela Eletrobrás (referência neste trabalho) para avaliação e análise de impactos ambientais, visam promover a articulação entre o desenvolvimento dos estudos de engenharia e ambientais.

Segundo a Resolução nº 01/86, de 23-01-86 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) a construção de barragem com fins hidrelétricos está entre as atividades potencialmente causadoras de significativa modificação ambiental, sendo exigida a realização prévia do EIA – Estudo de Impacto Ambiental na implantação, operação ou ampliação de projetos desse tipo, sendo este concretizado por intermédio do RIMA - Relatório de Impacto Ambiental (documento técnico que reúne as conclusões do EIA correspondente), para geração de energia acima de 10 MW. No entanto, esta resolução foi alterada pela

resolução CONAMA 237/97, que deixa para o órgão ambiental licenciador a decisão quanto aos casos que serão necessários estudos detalhados ou simplificados. Assim, não há mais o limite de 10 MW para isenção de apresentação do EIA-RIMA, e sim, a consideração feita pelo órgão ambiental, de que o empreendimento necessita de estudos simplificados ou completos.

Os referentes estudos são baseados em Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas, 2000.

2.4.1 Estudos Simplificados

- Estudos básicos: compreendem uma série de atividades específicas, as quais deverão levar em consideração a realidade ambiental em que o aproveitamento se enquadra. Deverão fornecer subsídios tanto para a concepção geral do aproveitamento, como para a harmonização ambiental do empreendimento na região de sua implantação. O documento a ser produzido deverá ser reconhecido como uma importante ferramenta de gestão ambiental, e não somente como uma peça no processo de licenciamento ambiental.
- Definição da área de influência: definir a área de influência (AI) e a área Diretamente Afetada (ADA). A delimitação das áreas deverá ser apresentada em mapas com escalas adequadas, onde se deverá indicar que o projeto não contraria as leis locais de uso do solo, nem interfere nos planos governamentais, especialmente municipais, de desenvolvimento.
- Caracterização do empreendimento: deverá ser feita tendo como base os documentos de engenharia produzidos. Deverá conter informações técnicas sobre o projeto, apresentadas de uma forma consolidada e de fácil leitura.
- Diagnóstico ambiental: deve ter abrangência e profundidade suficientes para permitir uma consistente avaliação de impactos e definir corretas estratégias de gestão ambiental nas fases de projeto, construção e operação do empreendimento. Levando em consideração as áreas de influência, bem como as características básicas do projeto, o diagnóstico se inicia pelos levantamentos ambientais. Neste trabalho deve-se refletir a interdisciplinaridade da equipe técnica, analisando as interações dos diversos componentes físicos, biológicos e antrópicos. Os levantamentos ambientais consistem em: Meio Físico (diagnóstico); Meio Biológico (diagnóstico) e Meio Antrópico (diagnóstico)
- Inserção do Empreendimento, Identificação e Avaliação dos Impactos: a identificação e a análise de impactos se iniciam a partir do resultado do cruzamento dos elementos de projeto com o Diagnóstico Ambiental realizado. A partir daí, deverão ser elaboradas as previsões e avaliadas as respectivas grandezas dos impactos.

2.4.2 Estudos Completos

- Estudos de Impacto Ambiental-(EIA): Os estudos de impacto ambientais têm os seguintes objetivos principais:
- Avaliar a viabilidade ambiental do empreendimento e fornecer subsídios para o seu licenciamento (LP) junto ao órgão ambiental competente;
- Complementar e ordenar uma base de dados temáticos sobre a região onde se inserem as obras propostas;
- Permitir, através de métodos e técnicas de identificação/avaliação de impactos, o conhecimento e o grau de transformação que a região sofrerá com a introdução das obras propostas, como agente modificador;
- Estabelecer programas que visem prevenir, mitigar e/ou compensar os impactos negativos e reforçar os positivos, promovendo, na medida do possível, a inserção regional das obras propostas;
- Caracterizar a qualidade ambiental atual e futura da Área de Influência;
- Definir os programas de acompanhamento/monitoramento que deverão ser iniciados e/ou continuados durante e/ou após a implantação do empreendimento.

- Avaliação dos impactos ambientais: para a identificação e a avaliação dos impactos ambientais de forma detalhada, o meio ambiente pode ser representado por “componentes-síntese”, abrangendo: Ecossistemas Aquáticos, Ecossistemas Terrestres, Modos de Vida, Organização Territorial e Base Econômica. A partir de uma análise de cada componente-síntese, associados a critérios e elementos de avaliação em forma de quadros, permitirá a elaboração de uma precisa matriz de interação, com a inclusão dos elementos que forem considerados importantes e a eliminação dos que forem julgados inexistentes ou desprezíveis, em cada caso. As medidas mitigadoras compensatórias e de controle, bem como os necessários programas ambientais, serão uma resultante dessa análise.
- Relatório de Impactos sobre o Meio Ambiente – (RIMA): o RIMA é um documento elaborado a partir do EIA, mas que apresenta uma abrangência menor, podendo ser considerado um resumo deste último. Recomenda-se a elaboração do RIMA com as seguintes seções, a serem adaptadas ou alteradas em função de cada caso:

1. Apresentação;

2. Empreendimento: Que É?, Porquê de Sua Construção, Dados Básicos, Empreendedor e A Empresa Responsável pelos Estudos;

3. A Região do Empreendimento: Aspectos Físicos, Aspectos Bióticos e Aspectos Sócio-Econômicos;

4. Os Impactos e as Medidas Recomendadas para Resolvê-los: Os Impactos Negativos, sua Mitigação e/ou Compensação e Os Impactos Positivos e sua Maximização;

5. Os Programas Ambientais;

6. Conclusões;

7. Equipe Técnica Básica.

- Projeto Básico Ambiental (PBA): é um conjunto de Programas a serem implantados, visando viabilizar as recomendações emitidas no EIA e no RIMA e atender às exigências e condicionantes fixadas pelo órgão ambiental licenciador. Em geral, devem ser detalhados, no mínimo, os seguintes programas de:
 - Recuperação de Áreas Degradadas;
 - Comunicação Social;
 - Gerenciamento e Controle dos Impactos Ambientais.

De acordo com o caso, outros Programas poderão ser exigidos pelos órgãos ambientais, como, por exemplo:

- Conservação da Fauna e da Flora;
- Monitoramento da Qualidade da Água e Controle da Ictiofauna;
- Salvamento do Patrimônio Arqueológico;
- Saúde da Mão-de-Obra;
- Reorganização da Infra-Estrutura;
- Relocação e Assentamento de Pequenos Produtores Rurais;
- Educação Ambiental.
- Custos Ambientais: “O procedimento de orçamentação dos custos ambientais está voltado para aqueles custos que serão efetivamente internalizados no custo total do empreendimento, ou seja:

- Os custos de controle (incorridos para evitar a ocorrência, total ou parcial, dos impactos ambientais de um empreendimento);
- De mitigação (das ações para redução das conseqüências dos impactos ambientais provocados);
- De compensação (das ações que compensam os impactos ambientais provocados por um empreendimento nas situações em que a reparação é impossível);
- De monitoramento (das ações de acompanhamento e avaliação dos impactos e programas ambientais); e
- Os institucionais (da elaboração dos estudos ambientais para as diferentes etapas do empreendimento; da elaboração dos estudos requeridos pelos órgãos ambientais; da obtenção das licenças ambientais e de realização de audiências públicas).

3 Algumas Considerações sobre a realização do Levantamento dos Dados

Os estudos tratados anteriormente têm como base informações coletadas, muitas vezes, a partir de produtos cartográficos, ou ainda, a partir de levantamentos realizados com o propósito de gerar tais informações. A seguir são apresentadas algumas considerações sobre a fase da coleta de produtos cartográficos e sobre os levantamentos topográficos e geodésicos.

3.1 Coleta de produtos cartográficos

A atual situação do Mapeamento Sistemático Nacional (MSN), sob responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) aponta para um quadro preocupante. Apenas 1% do território nacional está mapeado por este Instituto na escala 1:25.000 (IBGE, 2004a). Outro agravante é a desatualização das informações contidas nestes mapas.

Na década de 70, o Projeto, inicialmente denominado Radam (Radar da Amazônia) e posteriormente RadamBrasil (quando se estendeu por todo o território brasileiro), utilizando a tecnologia do Radar, promoveu o mapeamento do Brasil produzindo cartas impressas nas escalas de 1:1.000.000 e 1:250.000.

Em muitas localidades do País estas cartas ainda são as únicas disponíveis para representar o espaço físico territorial dentro do MSN. No caso da Amazônia, 35,2% do território está mapeado exclusivamente por cartas produzidas pelo Projeto Radam (IBGE, 1990).

Por conta da atual situação do mapeamento oficial do território brasileiro, muitas vezes se faz necessário procurar por mapas em escalas maiores, como 1: 50.000, 1:25.000, 1:10.000, e com informações mais atualizadas. No entanto, a qualidade geométrica dos dados e a veracidade das informações destes mapas devem sempre ser avaliadas. Uma boa oportunidade para esta avaliação é quando se iniciam os trabalhos de campo.

Outro aspecto não menos importante a ser verificado nos mapas brasileiros é a referência geodésica adotada. Muitos mapas encontram-se ainda referenciados ao Elipsóide Internacional de Hayford de 1924, que foi adotado pelo Brasil até 1977, e como origem foi escolhido o vértice Córrego Alegre (IBGE, 1996).

Considerando a grande extensão das áreas de influência para implantação de hidrelétricas, é relativamente comum o uso de mais de uma folha de mapas. Quando estes mapas não possuem um mesmo referencial geodésico é necessário transformar as coordenadas de um sistema para o outro, o que pode ser feito a partir dos parâmetros de transformação divulgados pelo IBGE.

3.2 Levantamento geodésico

Entre os trabalhos realizados no campo com o propósito de obter informações físicas territoriais da área a ser abrangida pela hidrelétrica, encontram-se os levantamentos geodésicos. Estes levantamentos, aplicáveis normalmente em áreas extensas e de linhas longas, são utilizados para a determinação precisa de pontos básicos para o controle de outros levantamentos.

As coordenadas dos pontos são obtidas de forma a atender as exigências de acurácia e exatidão definidas por normas técnicas específicas. Estas coordenadas devem estar atreladas ao Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). As coordenadas dos pontos do SGB, entre outras finalidades, são usadas para servirem de amarrações e controles de trabalhos geodésicos e cartográficos até ao apoio aos levantamentos topográficos.

O elipsóide de referência utilizado pelo SGB é o Internacional de 1967 que coincide com a definição do SAD 69. A componente horizontal atual tem como origem o vértice Chuá, o qual pertence à cadeia de triangulação do paralelo 20°. O referencial altimétrico deste Sistema é materializado pela superfície equipotencial que coincide com o nível médio do mar, definido pelas observações maregráficas tomadas na baía de Imbituba, no litoral de Santa Catarina (IBGE, 1996).

As amarrações, controles de levantamentos cartográficos e topográficos, com o emprego das coordenadas plano-retangulares nos sistemas parciais UTM (Universal Transversa de Mercator) são facilitadas devido à coincidência do elipsóide de referência adotado pelo SGB e pelos sistemas de representação UTM da Cartografia Brasileira.

O Sistema Geodésico Brasileiro é composto pelas redes altimétrica, planimétrica e gravimétrica. Este Sistema ganhou grande impulso a partir da utilização de sistemas de posicionamento por satélites. O posicionamento por GPS (Global Positioning System) permitiu a expansão do SGB à região amazônica, possibilitando o estabelecimento do arcabouço de apoio ao mapeamento sistemático daquela área (IBGE, 2004b).

As redes estaduais GPS procuram, suprir as demandas atuais emanadas do domínio cada vez mais ampliado das técnicas de observação de satélites do Sistema GPS. Estas redes impulsionaram a criação da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC) em 1996 pelo IBGE, introduzindo o conceito de rede geodésica ativa de rastreamento contínuo de satélites do Sistema GPS. A RBMC é uma rede composta por estações, que se encontram distribuídas pelo País, proporcionando ampla cobertura do território nacional.

A mudança do atual Sistema de Geodésico Brasileiro pelo sistema de referência SIRGAS (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas) está sendo amplamente discutida, principalmente pelos Grupos de Trabalho envolvidos no processo de transição. Este Sistema é uma materialização do International Terrestrial Reference System (ITRS) na América do Sul, via estações GPS. Sua realização inicial é composta por 58 estações distribuídas pelo continente sul americano, 11 destas estão localizadas no Brasil, sendo que 9 delas coincidem com estações da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (IBGE, 2000).

A evolução do SGB e uma possível mudança no sistema de referência no Brasil afetam a produtores e usuários de Cartografia e Geodésia, logo o processo de transição entre os diferentes referenciais deve ser realizado de maneira consistente e controlada, procurando antever problemas e indicar possíveis soluções para os mesmos. No caso da adoção do SIRGAS, a coordenação geral do processo de transição é de responsabilidade do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), porém foram criados oito grupos de trabalho com a finalidade de realizar estudos e pesquisas relacionados a um tema específico.

A adoção de um novo referencial deve considerar todos os sistemas que coexistem no país. De acordo com Freitas & Dalazoana (2000), do ponto de vista técnico, a transição do SAD 69 (realização 1996) para o SIRGAS deve ocorrer sem grandes dificuldades uma vez que a rede foi reajustada simultaneamente, tendo caráter global e tendo o apoio de medidas GPS e uma vez que as distorções já são conhecidas. Porém, a maior parte dos produtos cartográficos em SAD 69 está vinculada à antiga realização e no caso da cartografia sistemática a maior parte está referenciada a Córrego Alegre.

3.3 Levantamento topográfico

Levantamento cujo objetivo principal é a determinação do relevo da superfície do terreno, a localização dos acidentes naturais e artificiais existentes neste terreno (Oliveira, 1987).

Na fase de estudos de viabilidade para implantação de uma hidrelétrica, levantamentos topográficos já são feitos de forma a atender níveis de acurácia suficientes para gerar produtos que serão a base para os projetos executivos. Os levantamentos de campo nos locais onde serão construídas as obras civis da hidrelétrica deverão ser conduzidos de forma a atender os requisitos de acurácia para a produção de mapas na escala 1:2.000 com curvas de nível com intervalos de 2m; nas imediações a escala indicada é

1:5.000 com curvas de nível em intervalos de 2m ou 5m. Os perfis e as curvas indicativas da área e volume do reservatório também já devem ser produzidos durante a fase dos estudos preliminares (Comitê Mundial de Barragens, 2000).

Atualmente, a visualização do relevo da área passou a ser facilitada através de modelos matemáticos como o MDT (Modelo Digital do terreno) e o MDE (Modelo Digital de Elevação). Outras vantagens destes modelos são a praticidade na alteração dos dados, possibilidade de simular fenômenos tais como enchentes e erosão.

Os levantamentos topográficos, também são responsáveis pela densificação de pontos da rede geodésica inicialmente implantada na área de influência da hidrelétrica. Atualmente, a obtenção das coordenadas geográficas através de observações aos satélites do sistema GPS permite maior precisão e rapidez na densificação dos pontos da rede.

4 Considerações Finais

A forte preocupação global que existe hoje a cerca de questões ambientais atingiu fortemente, o processo de implantação de usinas hidrelétricas, pois é notória a preocupação ambiental, em todas as fases, nas diretrizes de implantação aqui apresentadas. É importante ressaltar que questões ambientais referem-se a meios biológico, físico e antrópico que compõem a paisagem.

Neste trabalho foram apresentados de forma sucinta três estudos que devem fazer parte do estudo da paisagem antes da implantação da hidrelétrica: o inventário hidrelétrico com o objetivo de se verificar o potencial energético da bacia hidrográfica, o estudo de viabilidade constituindo no dimensionamento total do projeto e os estudos ambientais, por sua vez, preocupando-se com as medidas mitigadoras e compensatórias necessários de empreendimento.

Pensando em paisagem como algo dinâmico dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, ou seja, processo em curso, conforme as modificações que lá se imprimem em cada momento histórico, é conveniente que, para implantação de usinas hidrelétricas seja realizado estudos que não se limitem somente à previsão e compensação de impactos, mas também estudos que analise o funcionamento da usina e a realidade dos grupos sociais afetados pela obra, durante o processo de implantação, operação e desativação da usina.

5 Referência Bibliográfica

ACIESP - Academia de Ciências de São Paulo – *Glossário de Ecologia*. Palas Athena. São Paulo, 1997.

Comissão Mundial de Barragens. *Barragens e Desenvolvimento: Um Novo Modelo para Tomada de Decisões*. Relatório da Comissão Mundial de Barragens, 2000.

DNAEE/ELETOBRAS. *Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamento Hidrelétrico*, 1997. www.eletobras.org.br. Site visitado em 20/04/2004.

ELETOBRAS. *Diretrizes para Elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas*, 1995. www.eletobras.org.br. Site visitado em 20/04/2004.

ELETOBRAS. *Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas*. Ed. Centro de Memória da Eletricidade no Brasil – Memória da Eletricidade, 2000.

Freitas, S. R. C.; Dalazoana, R. *Implicações Cartográficas e Cadastrais das Diferentes Realizações do SAD 69 no Paraná*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. Florianópolis: UFSC, 2000. 1 CD-ROM

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Projeto zoneamento das potencialidades dos recursos naturais da Amazônia Legal*. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Convênio IBGE/SUDAM. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. 212p.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Ajustamento da Rede Planimétrica do Sistema Geodésico Brasileiro*. Rio de Janeiro, 1996. 49 p.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Proposta preliminar para a adoção de um referencial geocêntrico no Brasil*. Documento preliminar – texto para discussão. Grupos de Trabalho I e II. Rio de Janeiro, 2000. 30 p.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística *Mapeamento Topográfico*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/disseminação/produtoserviço/catálogo/documcartog/sumáriodocumentodecartografia.shtml>> Acessado em 20 de maio de 2004a.

IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Sistemas de Referência*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/ibge/geografia/geodésico/default.shtml>>. Acessado em 3 abr il de 2004b.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. *Alterações no Meio Físico Decorrentes de Obra de Engenharia*. Boletim 61. São Paulo, 1992.

Mota, S. *Preservação e Conservação de Recursos Hídricos*. ABES. Rio de Janeiro, 1995.

Oliveira, C. *Dicionário Cartográfico*. IBGE. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE. 1987.

Resolução CONAMA 01/86. www.ambiente.sp.gov.br – site visitado em 15/04/2004.

Resolução CONAMA 237/97. www.ambiente.sp.gov.br – site visitado em 15/04/2004.

Santos, M. O significado do espaço do homem. In: **Metamorfoses do espaço habitado**. São Paulo : Hucitec. 1991. 124p.

Silva, A M. et al. *Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas*. Ed. Rima. São Carlos (SP), 2003.

Thomé, J. L. *Hidrelétrica de Balbina: um fato consumado*. Florianópolis (SC). Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. 1993, 189p.

Vögtle, T. & Bähr H. P. *Gis for Environmental Monitoring*. Stuttgart: Scheizerbart, 1999.