

## II. OBJETIVOS E METODOLOGIA

### 2.1 OBJETIVOS

Os objetivos do presente estudo foram estabelecidos com base no Termo de Referência aprovado pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP em 25/04/2008 através do ofício N° 088/2008 IAP – DIRAM-DLE.

Nesse sentido, o principal objetivo da *Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Piquiri* é avaliar a situação ambiental da bacia em questão, cujas nascentes localizam-se na região centro sul do Paraná e a foz à oeste no rio Paraná, a fim de levantar os impactos socioeconômicos e ambientais da instalação de empreendimentos hidrelétricos potenciais na bacia, considerando:

- a) os usos atuais e potenciais dos recursos hídricos no horizonte atual e futuro de planejamento, tendo em conta a necessidade de compartilhar a geração de energia com a conservação da biodiversidade e manutenção dos fluxos gênicos, a sociodiversidade e a tendência de desenvolvimento socioeconômico da bacia, considerando-se a legislação;
- b) as áreas que devam ser conservadas ou recuperadas, a fim de preservar os recursos hídricos e aumentar a longevidade desses empreendimentos;
- c) as áreas que apresentam potencial de geração de energia elétrica de baixo impacto ambiental;
- d) regiões cuja implementação de aproveitamentos hidrelétricos poderia representar uma opção de crescimento econômico com sustentabilidade; e
- e) os efeitos cumulativos e sinérgicos sobre os recursos naturais e as populações humanas da bacia.

Além desse objetivo principal, o presente estudo tem ainda os seguintes objetivos específicos adicionais:

- Avaliar a situação ambiental da bacia considerando os aproveitamentos hidrelétricos aprovados no Inventário da ANEEL, assim como na reavaliação de trecho do inventário, considerando seus efeitos cumulativos e sinérgicos mais prováveis;

- Delimitar as áreas de fragilidades e de restrições ambientais em mapas;
- Mapear áreas de abrangências de impactos que comumente ocorrem relacionados a aproveitamentos hidrelétricos, identificando aqueles que são sinérgicos ou cumulativos; e
- Indicar conflitos frente aos diferentes usos do solo e dos recursos hídricos da bacia e as potencialidades advindas da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Portanto, visando cumprir os objetivos citados, pretende-se identificar trechos do rio com maior ou menor capacidade de acolher os empreendimentos previstos no inventário hidrelétrico de forma a permitir uma configuração final de aproveitamentos viáveis ambientalmente onde impacto global seja efetivamente o menor e identificar, a partir de indicadores socioambientais, áreas fundamentais para a conservação ambiental da bacia do rio Piquiri.

Ou seja, compatibilizar a inserção de aproveitamentos hidrelétricos com a manutenção e melhoria da qualidade socioambiental, finalizando com a elaboração de diretrizes e recomendações para a conservação ambiental e melhoria da qualidade de vida na bacia do rio Piquiri e criando um banco de dados que seja possível sua visualização através de instrumentos como o ArcView (Sistema de Informações Geográficas).

## 2.2 METODOLOGIA

*A Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica do rio Piquiri* envolve os seguintes aspectos principais: caracterização ambiental, análise de conflitos, indicadores ambientais, avaliação ambiental integrada e resultados.

Além desses aspectos, são abordados ainda no final do presente item, um detalhamento sobre a cartografia e o sistema de geoprocessamento elaborado para a presente Avaliação Ambiental Integrada, assim como instrumentos de participação pública utilizados no decorrer do processo.

O próximo capítulo (III) apresenta um resumo dos estudos anteriores referentes à bacia hidrográfica do rio Piquiri.

### 2.2.1 Caracterização Ambiental

A caracterização ambiental é apresentada no presente estudo de duas formas. O capítulo IV sintetiza a caracterização ambiental geral da bacia a partir de elementos já conhecidos

antes da elaboração do presente trabalho, subsidiado por dados obtidos em fontes secundárias e no estudo de inventário do rio Piquiri.

O capítulo V, por outro lado, apresenta o diagnóstico socioambiental mais detalhado, contemplando muitos dados obtidos através de pesquisa de campo e levantamentos realizados no escopo do presente trabalho com especialistas de diversas áreas.

Desse modo, o diagnóstico socioambiental tem como foco principal a análise de três componentes-síntese previamente definidos: a) recursos hídricos e ecossistemas aquáticos; b) meio físico e ecossistemas terrestres; e c) meio socioeconômico. Cada um desses componentes-síntese é constituído por diversos elementos de caracterização que possam servir como subsídio para a posterior análise de fragilidade ambiental de cada trecho do rio.

Para os levantamentos realizados na bacia, buscou-se identificar as informações ambientais previamente existentes, incluindo as obtidas durante os *Estudos de Inventário Hidrelétrico do Rio Piquiri*, procurando-se atualizar aquelas informações mais antigas, assim como aproveitar dados existentes de órgãos públicos e de outros estudos realizados anteriormente no rio Piquiri, principal foco de análise desta AAI.

No início do trabalho de caracterização ambiental, por opção da equipe técnica responsável pela elaboração do presente trabalho, foi feito um sobrevôo sobre a bacia do rio Piquiri para que os principais aspectos ambientais pudessem ser visualizados sem restrições de acessos, fotografando e georreferenciando cada trecho do rio.

Posteriormente, feitos levantamentos de campo expeditos de acordo com as necessidades de cada elemento de caracterização e subsidiados, em muitos casos, pelos aspectos visualizados no sobrevôo.

Outro aspecto fundamental para a elaboração da caracterização ambiental foi a aquisição de uma imagem de satélite atualizada de modo a identificar de modo mais atualizado e com maior facilidade, os diferentes uso de solo desta bacia.

Além dos dados obtidos e das viagens de campo, a consolidação do diagnóstico ambiental envolveu reuniões técnicas entre os diversos profissionais envolvidos, tendo como base o *Manual do Inventário Hidrelétrico* de 1997 da Eletrobrás/DNAEE e estudos semelhantes desenvolvidos anteriormente, como Avaliações Ambientais Estratégicas do rio Verde-MT, rio Chopim, PR e do rio Areia, PR; o *Diagnóstico Ambiental da Bacia do Rio Taquari-Antas*, de

2001, da FEPAM/RS; Estudos Integrados da Bacia do rio Caiapó, GO e da Bacia Hidrográfica do Sudoeste Goiano, ente outros.

O diagnóstico ambiental apresentado no capítulo V foi dividido nos seguintes componentes-síntese, constituídos minimamente pelos seguintes elementos de caracterização:

#### 2.2.1.1 Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos

- Caracterização física da sub-bacia e suas variáveis principais;
- Hidrologia (características fluviométricas, pluviométricas, sedimentologia, escoamento e clima);
- Uso e Qualidade da Água, incluindo a análise dos usos para diversas finalidades, avaliação da qualidade das águas em diferentes trechos do rio, potencial de aporte de cargas poluidoras, potencial de eutrofização no caso de formação de lagos em determinados trechos e identificação de barragens já existentes e quedas d'água de grandes dimensões para identificar a perda de capacidade de autodepuração do rio;
- Ictiofauna, considerando a composição e abundância das espécies, os aspectos ecológicos de suporte para manutenção das espécies na bacia; a existência de espécies de peixes migratórios, com informações sobre rotas preferenciais e barreiras naturais.

#### 2.2.1.2 Meio físico e ecossistemas terrestres

- Unidades geológicas e geomorfológicas, identificando a dinâmica superficial da bacia, suas principais feições, grau de estabilidade e suas formas erosivas e deposicionais;
- Solo da bacia, descrevendo a aptidão agrícola e silvicultural e diferentes tipos e níveis de suscetibilidade à erosão;
- Flora de áreas representativas da sub-bacia, destacando os aspectos relevantes relacionados à biodiversidade ao nível das diferentes formações vegetais e seus estados de conservação;
- Áreas de sensibilidade ambiental, unidades de conservação e demais áreas protegidas por legislação específica;

- Presença potencial e/ou confirmada de espécies ameaçadas de extinção ou vulneráveis;
- Caracterização da fauna terrestre.

#### 2.2.1.3 Meio Socioeconômico

- Patrimônios históricos, culturais e arqueológicos;
- Comunidades étnicas remanescentes, comunidades indígenas;
- Demografia (distribuição populacional, taxa de crescimento, breve histórico da ocupação territorial urbana e rural), migração e etc;
- Potencial turístico das atividades que de alguma forma estão ligadas aos recursos hídricos;
- Infra-estrutura de saneamento ambiental, incluindo abastecimentos de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e controle de inundações, coleta e disposição final de resíduos que interfiram nos recursos hídricos;
- Condições gerais de saúde, com ênfase para as enfermidades relacionadas à transmissão por via hídrica e devidas às condições de saneamento básico;
- Estrutura fundiária, identificação de assentamentos rurais consolidados; atendimento de energia elétrica; municípios polarizadores, núcleos urbanos ribeirinhos consolidados;
- Agentes sociais que atuam na bacia (movimentos sociais, organizações não-governamentais - ONGs, associações, etc);
- Principais atividades econômicas, urbana e rural, extrativismo, atividade pesqueira, e principais usuários dos recursos hídricos da bacia;
- Articulação político-institucional na bacia hidrográfica: levantar e sistematizar informações sobre gestão, leis, políticas, planos e programas de desenvolvimento com interferência sobre a bacia;
- Malha viária, com mapeamento de rodovias principais e secundárias ao longo da bacia e destacando as vias próximas ao curso principal do rio Piquiri, inclusive com a identificação de pontes.

A análise de todos esses elementos de caracterização, cada um agrupando em um componente-síntese diferente, resulta em mapas temáticos da bacia do rio Piquiri.

## 2.2.2 Análise de Conflitos

Este capítulo foi dividido nas seguintes partes: condições de desenvolvimento regional e potenciais conflitos pelo uso da água e do solo. A partir da análise desses dois componentes foram realizados a identificação dos principais conflitos atuais e potenciais.

### 2.2.2.1 Condições de desenvolvimento regional

Uma das partes importantes da análise de situações de conflito consiste na avaliação das condições de desenvolvimento regional que mostrem em que medida há situações onde a alternativa de desenvolvimento é conflitante com presença de novos empreendimentos hidrelétricos.

Essa avaliação baseia-se em alguns temas específicos, tais como: perspectivas de desenvolvimento econômico; perspectivas de desenvolvimento urbano; restrições ambientais, legais e ao acesso ao uso do solo; usos múltiplos dos recursos hídricos; áreas de relevância cultural para a população; desenvolvimento turístico; etc.

Enfim, nesse item foram identificados os programas e planos existentes para a região que pudessem interferir ou ser influenciados pela implantação de hidrelétricas.

### 2.2.2.2 Potenciais conflitos pelo uso da água e do solo

Na subdivisão estabelecida foram identificados os possíveis conflitos dos usos dos recursos hídricos e do solo, existentes e potenciais, em função da implementação dos novos empreendimentos, tais como:

- Conflitos gerados pela forma de reassentamento de população urbana e rural;
- Substituição de usos da terra, desarticulação das relações sociais e da base produtiva;
- Especulação imobiliária;
- Interferência sobre o patrimônio arqueológico, histórico e cultural;
- Áreas com conflitos pelo uso da terra;
- Interferência sobre a base de recursos naturais para o desenvolvimento;
- Perda de potencial turístico;
- Perda de recursos naturais (minerais, biodiversidade);

- Conflitos em relação ao uso múltiplo dos recursos hídricos;
- Interferência sobre Terras Indígenas ou comunidades quilombolas.

### **2.2.3 Indicadores Ambientais**

#### 2.2.3.1 Subdivisão da área de estudo

Visando obter uma visão de conjuntos *local e regional*, cada elemento de caracterização possibilitou que a área em estudo fosse subdividida em subáreas homogêneas que possibilitem, posteriormente, que determinados indicadores socioambientais gerem mapas específicos.

#### 2.2.3.2 Identificação de indicadores

Para cada componente-síntese, foram selecionados indicadores socioambientais que possibilitassem a quantificação e qualificação dos efeitos de pressões de aproveitamentos hidrelétricos.

Com base nas informações disponíveis, foram estabelecidos os seguintes indicadores para cada componente síntese:

- Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos
  - Qualidade da Água
  - Vazão específica
  - Riqueza e diversidade de espécies de peixes
  - Diversidade de Biótopos Aquáticos
  - Presença de ovos e larvas (relevância para a migração reprodutiva)
  
- Meio físico e ecossistemas terrestres
  - Remanescentes florestais
  - Proximidade de remanescente florestal aos cursos d' Água
  - Áreas relevantes para a fauna
  - Susceptibilidade à erosão dos solos
  - Unidades de Conservação

- Meio socioeconômico
  - Dinâmica demográfica
  - Estrutura fundiária
  - Condições de vida
  - Atividades econômicas
  - Sítios arqueológicos
  - Comunidades étnicas

#### 2.2.3.3 Avaliação dos indicadores

Com base no conhecimento das condicionantes ambientais obtido na caracterização, foram identificados os indicadores socioambientais para que fossem quantificados e qualificados e divididos nas respectivas sub-áreas.

Nessa parte do estudo, foi elaborado um mapa para cada indicador com a respectiva classificação entre menos e mais frágeis com atribuições de diferentes faixas (entre duas e cinco), sempre tendo em vista a inserção de aproveitamentos hidrelétricos.

Esses indicadores também serviram como subsídio para a posterior avaliação dos diferentes cenários temporais (atual, médio e longo prazo).

#### 2.2.3.4 Mapeamento dos indicadores

Nessa etapa foram mapeadas na bacia do rio Piquiri os diferentes trechos de fragilidade ambiental de cada componente-síntese: recursos hídricos e ecossistemas aquáticos, meio físico e ecossistemas terrestres e meio socioeconômico, cujos resultados foram sistematizados em um arquivo digital dinâmico.

#### 2.2.3.5 Hierarquização dos indicadores e mapeamento

Após a definição de diferentes níveis de fragilidade, foram atribuídos pesos aos indicadores em cada sub-área visando desenvolver uma análise de conjunto e multi-critério. Através da superposição dos mapas de cada componente-síntese nas respectivas sub-áreas, foram identificadas as áreas mais ou menos críticas para a inserção de empreendimentos hidrelétricos.



Para realizar a sobreposição dos mapas de fragilidade obtidos anteriormente, foi utilizado o ArcView como instrumento e atribuídos os seguintes pesos para cada componente síntese:

- Recursos hídricos e ecossistemas aquáticos: 0,4
- Meio físico e ecossistemas terrestres: 0,3
- Meio socioeconômico: 0,3

Esses pesos foram definidos através de mesa de discussão, na qual técnicos de diferentes áreas ponderaram os aspectos que deviam receber um peso maior. O foco principal foi sobre o rio Piquiri e os trechos finais de seus afluentes, onde a pesquisa de campo foi mais aprofundada, tendo em vista o objetivo da presente AAI.

#### 2.2.3.6 Criticidade de cada aproveitamento

Com base no cruzamento entre os mapas de fragilidade de cada componente-síntese, e considerando os pesos respectivos, obteve-se o resultado do nível de criticidade de cada área (polígono).

Depois, aumentou-se a escala dos mapas de criticidade para focar cada aproveitamento e identificar os níveis de criticidade resultante, classificados de acordo com diferentes níveis críticos para a inserção de aproveitamentos hidrelétricos. Nessa análise individualizada, foram abordados aspectos qualitativos referentes aos impactos sinérgicos e cumulativos também.

Atenção especial foi dada a aspectos que pudessem significar uma restrição relevante, atingindo inclusive níveis legais, como uma Unidade de Conservação de Proteção Integral ou eventual Terra Indígena.

#### 2.2.3.7 Identificação dos potenciais efeitos sinérgicos e cumulativos

Nessa fase foram relacionados os principais impactos referentes a aproveitamentos que certamente ocorreriam na bacia do rio Piquiri no caso de serem implantados alguns deles.

Em seguida, os impactos foram analisados de maneira integrada, numa seqüência espacial e temporal, procurando hierarquizá-los e verificar o nível de sinergia entre eles.

## **2.2.4 Avaliação Ambiental Integrada**

Com base nas definições de trechos do rio com diferentes níveis de impactos, cada empreendimento previsto foi classificado de acordo com os parâmetros pré-estabelecidos.

O capítulo denominado Avaliação Ambiental Integrada foi elaborado através do desenvolvimento das seguintes atividades:

### **2.2.4.1 Identificação de impactos gerais**

Com base nos dados obtidos ao longo do estudo e com as informações dos aproveitamentos inventariados, nessa etapa foram listados os impactos mais gerais referentes à implantação de usinas hidrelétricas para subsidiar uma análise da sinergia desses impactos.

Logicamente essa análise de impactos não foi realizada com maior detalhamento, possível apenas com a realização de estudos de licenciamento ambiental (Estudo de Impacto Ambiental - EIA, Relatório Ambiental Simplificado - RAS, etc).

### **2.2.4.2 Cenários de implantação de empreendimentos hidrelétricos**

Paralelamente à atividade anterior, foram simuladas todas as alternativas possíveis de implementação de novos empreendimentos hidrelétricos em processo de licenciamento e com inventário aprovado em um universo temporal de 10 anos (médio prazo) e 20 anos (longo prazo). Essa análise incorpora efeitos cumulativos e sinérgicos dos empreendimentos hidrelétricos.

### **2.2.4.3 Avaliação Ambiental Integrada**

Essa atividade consistiu na integração dos principais resultados anteriores por meio de uma análise multicritério gerada pelo SIG, da análise gerada pelos cenários de desenvolvimento e da análise de impactos.

## **2.2.5 Considerações Finais**

### **2.2.5.1 Cenários de desenvolvimento regional**

Nessa etapa foram incorporados os resultados dos estudos anteriores e as contribuições específicas do corpo técnico ao modelo de simulação, gerando as alternativas de cenários de desenvolvimento da bacia do rio Piquiri, considerando apenas a presença dos

empreendimentos hidrelétricos existentes, resultando na formulação do cenário atual e fornecendo as bases para os cenários de médio e longo prazo.

#### 2.2.5.2 Identificação das áreas a serem protegidas

Com base nos estudos anteriores, foram identificadas áreas que, de acordo com os critérios avaliados, devam ser protegidas, seja visando à preservação ambiental, seja por questões socioeconômicas.

Essa identificação foi feita a partir do mapa resultante de criticidade ambiental e obedeceu uma hierarquização de critérios para definição de áreas mais frágeis para a implantação de empreendimentos hidrelétricos, assim como as regiões onde sua implantação só deve ocorrer em condições especiais e outras onde os empreendimentos podem ser compatíveis com o cenário socioambiental, desde que respeite as questões legais e de licenciamento.

#### 2.2.5.3 Diretrizes e recomendações

No estágio final da Avaliação Ambiental Integrada foram apresentadas as diretrizes para o licenciamento de empreendimentos na bacia do rio Piquiri visando manter a sua qualidade ambiental e a qualidade de vida da população local.

Esta etapa incluiu ainda recomendações sobre situações de incertezas, necessidades ou não, com o maior detalhamento e coleta de dados, para realização de futuros estudos ambientais de aproveitamentos hidrelétricos com relação às avaliações que apresentarem grandes incertezas quanto aos dados disponíveis e quanto à profundidade dos estudos.

### 2.2.6 Resultados da AAI

De modo geral, os resultados da Avaliação Ambiental Integrada buscaram contemplar:

- Avaliação espacial e temporal dos efeitos integrados dos aproveitamentos hidrelétricos nos diferentes cenários;
- Diretrizes gerais para a implantação de aproveitamentos hidrelétricos, considerando o resultado dos estudos de bacia realizados, as áreas de fragilidades, o uso e ocupação do solo e o desenvolvimento regional;
- Diretrizes técnicas gerais a serem incorporadas nos futuros estudos ambientais de aproveitamentos hidrelétricos, para subsidiar o processo de licenciamento

ambiental dos empreendimentos em planejamento/projeto na área de abrangência dos estudos, a serem licenciados pelos órgãos ambientais competentes;

- Base de dados gerada pelo projeto em SIG, contendo todas as informações produzidas e obtidas ao longo do estudo para incorporação ao banco de dados georreferenciado.

### **2.2.7 Cartografia e Geoprocessamento**

Para a espacialização e representação dos diversos fatores de análise na execução da Avaliação Ambiental Integrada, a utilização da cartografia digital associada a um Sistema de Informações Geográficas – SIG é uma ferramenta fundamental e essencial para o mapeamento e cruzamento dos diversos níveis de informações utilizados na elaboração deste estudo.

Numa fase inicial, foi realizado um levantamento de dados cartográficos existentes, com o objetivo de compatibilizar em um único sistema todas as informações necessárias para a análise individual da fragilidade de cada componente-síntese e, posteriormente, uma análise final resultante da sobreposição de todos os componentes sínteses considerados.

Para melhor identificação e padronização de acordo com o nível do estudo, a opção foi utilizar a escala de representação 1:250.000, de modo a obter uma visão de conjunto dos aproveitamentos objeto da análise, além de atender ao Termo de Referência do respectivo estudo. Entretanto, em alguns casos específicos, foram utilizadas escalas maiores (1:50.000), para a análise temática e aspectos relevantes.

Com relação ao uso de imagens aéreas, optou-se pelo uso de imagens de satélite. Foram utilizadas imagens em escala de resolução média espacial de 20 metros, referentes ao satélite CBERS 2. Especialmente para a identificação de alguns remanescentes florestais, aplicamos os recursos disponíveis do software e aplicativo *Google Earth*.

No atual estágio da elaboração da Avaliação Ambiental Integrada, pode-se especificar os seguintes materiais obtidos:

- Base cartográfica obtida por digitalização das cartas topográficas: Pérola (2779), Umuarama (2780), Cianorte (2781), Guairá (2779), Palotina (2800), Goio-Erê (2801), Mamboré (2802), Campo Mourão (2803), Toledo (2817), Cascavel (2818), Ubitatã

(2819), Roncador (2820), Pitanga (2821), Guaraniaçu (2835), Laranjeiras do Sul (2836) e Palmeirinha (2837).

- Informações sobre as áreas de conservação municipais, estaduais e federais, retiradas dos *sites* do Instituto Ambiental do Paraná – IAP, Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Paraná – SEMA e IBAMA.
- FUNAI: Bases arquivos digitais adquiridos via FTP (download) em extensão DGN referente às terras indígenas.
- INPE: Imagens do satélite sino-brasileiro CBERS II, com resolução espectral de 4 a 7 bandas, resolução Espacial de 11 – 30 metros, resolução Temporal 6 – 21 dias.
- Cenas / imagens utilizadas do satélite CBERS II:
  1. 159-158 - cena capturada em 27/03/2007
  2. 160-127 - cena capturada em 13/11/2007
  3. 160-128 - cena capturada em 26/02/2007
  4. 161-127 - cena capturada em 24/08/2007
  5. 161-128 - cena capturada em 25/08/2006
  6. 162-127 - cena capturada em 22/08/2006

Foram ainda georreferenciados os seguintes aspectos:

- Localizações das Unidades de Conservação compreendida na área de estudo;
- Outorgas d'água (abastecimento público, agricultura, comércio/serviço, indústria pecuária e piscicultura);
- Estações de amostragem de água na sub-bacia do rio Piquiri;
- Projetos de assentamentos existentes nos municípios da sub-bacia do rio Piquiri;
- Sítios arqueológicos cadastrados.

Os diferentes tipos de uso do solo e cobertura vegetal, em nível de sub-bacia hidrográfica, foram classificados e mapeados com os recursos do software ENVI versão 4.2, próprios para o processamento e tratamento de imagens orbitais.

A integração de todas as informações cartográficas de diferentes escalas de representação, dos mapas das áreas críticas por componentes sínteses e os seus cruzamentos que geraram o mapa final de criticidade ambiental do rio Piquiri (composição dos quatro componentes sínteses), é realizada com o auxílio do SIG ArcGIS versão 8.2, da empresa ESRI. Os mapas temáticos elaborados e contidos no presente estudo, serão apresentados em escalas diferentes (1:100.000 e 1:250.000) em formato padrão A-1 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, conforme suas características individuais de precisão e de visualização.

As informações espacializadas serão compatibilizadas no sistema de informações geográficas ARCVIEW e associadas a um banco de dados.