



Impacto da represa da Usina Hidrelétrica de Paraibuna, SP, Brasil (doi:10.4136/ambi-agua.163)

Suely Franco Siqueira Lima¹; Getulio Teixeira Batista²

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
E-mail: suely@dsr.inpe.br

²Universidade de Taubaté (UNITAU)
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais
E-mail: getulio@agro.unitau.com.br

RESUMO

A crescente formação de lagos artificiais para construção de hidrelétricas é responsável por alterações ambientais e sociais significativas. Este trabalho descreve a configuração de um banco de dados georreferenciados com informações sobre os impactos causados pela Usina Hidrelétrica de Paraibuna desde a sua construção. O banco foi desenvolvido na plataforma SPRING. Nele foram inseridas imagens dos satélites CBERS-2 e Landsat 5 e 7, que foram analisadas para fornecer informações de uso e ocupação do solo em um período de 31 anos. Informações disponibilizadas pela Companhia Energética de São Paulo (CESP) e Associação Pró-gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) foram integradas a esse banco. Consultas interativas ao banco permitem observar o êxodo populacional, mudanças na economia, alterações da cobertura do solo, perdas de patrimônio histórico e de recursos ambientais dos municípios do entorno do reservatório. Permitem também observar os esforços da concessionária para minimizar esses impactos. É possível, ainda, aferir a aplicação de algumas leis ambientais. As informações contribuem para análises e monitoramento das potencialidades e limites das variáveis natural, social e econômica da Usina Hidrelétrica de Paraibuna.

Palavras-chave: Banco de dados; ambiente; SIG; Sensoriamento Remoto; Geoprocessamento.

Impact of the reservoir of Paraibuna Hydroelectric Power Plant, SP, Brazil

ABSTRACT

Artificial reservoirs for hydroelectric power plants cause significant environment and social changes. This paper describes the construction of a geospatial database with information on the impacts caused by the Paraibuna hydroelectric power plant since its construction. CBERS-2 and Landsat 5 and 7 images were included in the database, and then, analyzed to provide information on land cover and land use for a period of 31 years. Information provided by São Paulo Energy Company (CESP) and the Paraíba do Sul Water Basin Management Association (AGEVAP) was integrated into this database. Interactive database queries allow the assessment of changes in the local economy around the reservoir, changes in land cover, loss of historical and environmental assets and also the actions of the energy company to minimize the plant and reservoir impacts. This database provides information that helps analyzing the potential and limits of Paraibuna Power Plant and addresses the impacts to the natural landscape and to the social and economic resources of the affected region.

Keywords: Database; environment; GIS; Remote Sensing; Geotechnology.

1. INTRODUÇÃO

As usinas hidrelétricas constituem a base do sistema de geração energética no Brasil. Entretanto, a implantação e operação dessas hidrelétricas podem trazer vários problemas ambientais e sociais, que extrapolam o local e a região onde estão localizados esses empreendimentos. A utilização crescente de energia pelo homem moderno é irreversível devido aos avanços tecnológicos. Entretanto, é necessário que se conheçam as potencialidades e os limites naturais das diferentes fontes de energia, conforme preconizam Silva et al. (1996).

Moretto (2008) afirma que a partir de 2005, órgãos de governo responsáveis pelos planejamentos setoriais e ambientais têm se empenhado em qualificar esse momento de elaboração prévia do projeto com vistas à realização de estudos prévios que possibilitem o equacionamento das diversas demandas técnicas, socioeconômicas e ambientais de projetos de infraestrutura. Afirma também que o Governo Federal faz a avaliação integrada com o objetivo de avaliar o estado ambiental das grandes bacias hidrográficas brasileiras que já possuam barramentos ou que ainda apresentem potencial para sua instalação, como embasamento para tomada de decisões sobre construção ou reaproveitamento de hidrelétricas.

Nesse contexto, a elaboração de bancos de dados, com informações espacializadas sobre os impactos causados pela implantação de usinas hidrelétricas, pode contribuir para análise e monitoramento das potencialidades e dos limites de forma integrada de variáveis do ambiente natural, social e econômico para subsidiar tomadas de decisões nas usinas hidrelétricas e no setor hidrelétrico como um todo.

O reservatório de Paraibuna está situado na cabeceira da bacia do rio Paraíba do Sul que se localiza na Região Sudeste do Brasil e ocupa uma área de, aproximadamente, 56.600 km² e envolve três Estados dos mais desenvolvidos do Brasil: São Paulo (13.500 km²), Minas Gerais (20.500 km²) e Rio de Janeiro (22.600 km²). O Rio Paraíba do Sul é formado pela confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna, no município de Paraibuna, e deságua no norte fluminense, no município de São João da Barra, percorrendo uma extensão aproximada de 1.150 km (IEPA, 2007). A Bacia abrange 180 municípios, sendo: 88 em Minas Gerais, 53 no estado do Rio e 39 no estado de São Paulo, com uma população total de 5.6 milhões de pessoas (Sericchio et al., 2005) que dependem de suas águas. Com a finalidade de se regular a vazão do rio Paraíba do Sul para controle de enchentes, foi construída a Usina Hidrelétrica Paraibuna no município de Paraibuna-SP. Seu reservatório possui uma área total de 224 km², composta pelo reservatório de Paraibuna com 177 km², o qual é interligado ao reservatório de Paraitinga com 47 km², constituindo o maior reservatório do sistema Paraíba do Sul.

O trabalho teve por objetivo analisar o impacto ambiental causado pela construção da usina Hidrelétrica de Paraibuna, a partir da criação de um banco de dados georreferenciados que reúnem imagens de satélites, informações ambientais, históricas e econômicas que permitem a visualização de um panorama das consequências da usina para a comunidade em geral.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para elaborar o banco de dados foi utilizado o aplicativo SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (Câmara et al., 1996). No banco, foi implementado um projeto da área de estudo definida pelas coordenadas geográficas Long.: 47° 39' 51.37" W, Lat.: 5° 31' 24.56" S; e, Long.: 39° 13' 7.61" W Lat.: 19° 26' 0.58" S. Foram inseridas no banco de dados as imagens cujas cenas (órbita/ponto) são: 153/125 e 153/126 de 2004, 152/125 de 2005 e 150/124, 150/125, 151/125, 154/126 e 149/124 de 2006 do Satélite CBERS-2, sensor CCD com diferentes datas em decorrência da presença de nuvens sobre a área de interesse e, também, devido às diferentes órbitas necessárias para compor o mosaico da bacia. Com essas imagens, foi elaborado um mosaico ao longo do

percurso do rio Paraíba do Sul no qual foram sobrepostos mapas cadastrais com os limites estaduais e municipais dos setores da bacia hidrográfica estudada. Os mapas cadastrais com os limites municipais foram importados do banco de dados “Atlas Brasil”, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) dentro do pacote do aplicativo SPRING. Sobre o mosaico foi inserido, ainda, um mapa cadastral com dados das hidrelétricas existentes no rio Paraíba do Sul para permitir uma visualização completa do percurso do rio em uma visão sinóptica.

Para o estudo específico da área da represa de Paraibuna foi feito um recorte das imagens CBERS-2, sensor CCD de 04/07/2004 e das cenas 234_76, sensor MSS e 218_76 dos sensores TM e ETM⁺ do satélite Landsat nas datas de 11/07/1973, 16/09/1986 e 27/08/1999, respectivamente, na composição colorida em que a banda TM3 foi associada à cor azul, a TM4, ao verde e a TM5, ao vermelho após o realce do contraste dos dados originais. A resolução espacial do sensor CCD é de 20 m, do sensor MSS de 57 x 79 m e do sensor TM e ETM⁺ de 30 m, no modo multiespectral. Esse recorte incluiu integralmente a área dos três municípios que tiveram áreas inundadas pelo reservatório da Usina Hidrelétrica de Paraibuna (Paraibuna, Natividade da Serra e Redenção da Serra). Sobre esse recorte, foi gerado um mapa cadastral com informações em tabelas, textos e fotografias, que contém informações sobre as mudanças territoriais, populacionais, econômicas e históricas da área de influência da represa. Por meio de classificação digital supervisionada, foram gerados mapas temáticos abrangendo o território dos municípios de Paraibuna, Natividade da Serra e Redenção da Serra. Optou-se pelo método de classificação supervisionada pelo conhecimento prévio da ocorrência das classes de interesse e, dessa forma, poder ser feita a coleta de amostras representativas para treinamento do algoritmo de classificação. Os mapas temáticos gerados contêm as seguintes classes: mata/reflorestamento, pasto/agricultura, represas, área urbana/solo exposto. Esses mapas foram gerados a partir das imagens de 1986, 1999 e 2004. As classes temáticas estão organizadas em temas individuais e por datas para que possam ser consultadas individualmente ou o conjunto de todas as classes de uma determinada data.

Por fim, foram inseridas em um modelo cadastral, informações sobre as seguintes leis: Lei 11.428/06 (BRASIL, 2006); Lei 4771/65 (BRASIL, 1965); e, as Resoluções CONAMA 001/86 e 302/2002 (BRASIL, 2002). Para se observar a abrangência geográfica dessas leis e possíveis usos conflitantes, foi gerado um mapa temático da vegetação nativa de Mata Atlântica e da ocupação urbana que compõe a área de estudo, além de um mapa vetorial com a delimitação das áreas de preservação permanente (APP) geradas em decorrência da implantação do reservatório da usina hidrelétrica de Paraibuna.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No banco de dados, gerado estão disponíveis o mosaico de imagens que cobrem o percurso do rio Paraíba do Sul, o traçado do espelho d'água do rio, além dos seguintes mapas:

- Mapa cadastral dos limites Estaduais da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e suas respectivas tabelas de atributos contendo: área, perímetro, nome do estado, capital, região, sigla e população (Figura 1).
- Mapa cadastral dos limites municipais da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e suas respectivas tabelas de atributos contendo: área, perímetro, nome, estado, código do IBGE e população (Figura 1).

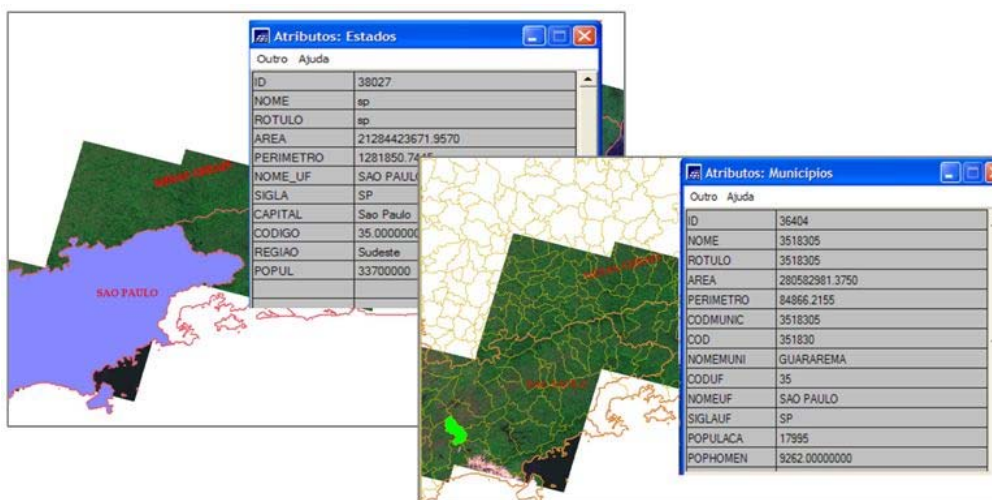


Figura 1. Exemplo de consulta ao banco de dados, que destaca o Estado de São Paulo e o município de Guararema bem como as tabelas dos atributos a eles relacionados, sobre o mosaico de imagens do satélite CBERS.

- Mapa cadastral com a localização das usinas hidrelétricas: Funil, Jaguari, Paraibuna, Santa Branca e Usina Elevatória de Santa Cecília (Figura 2). Vinculadas a cada local das hidrelétricas, estão disponíveis tabelas de atributos com as informações apresentadas na Tabela 1.

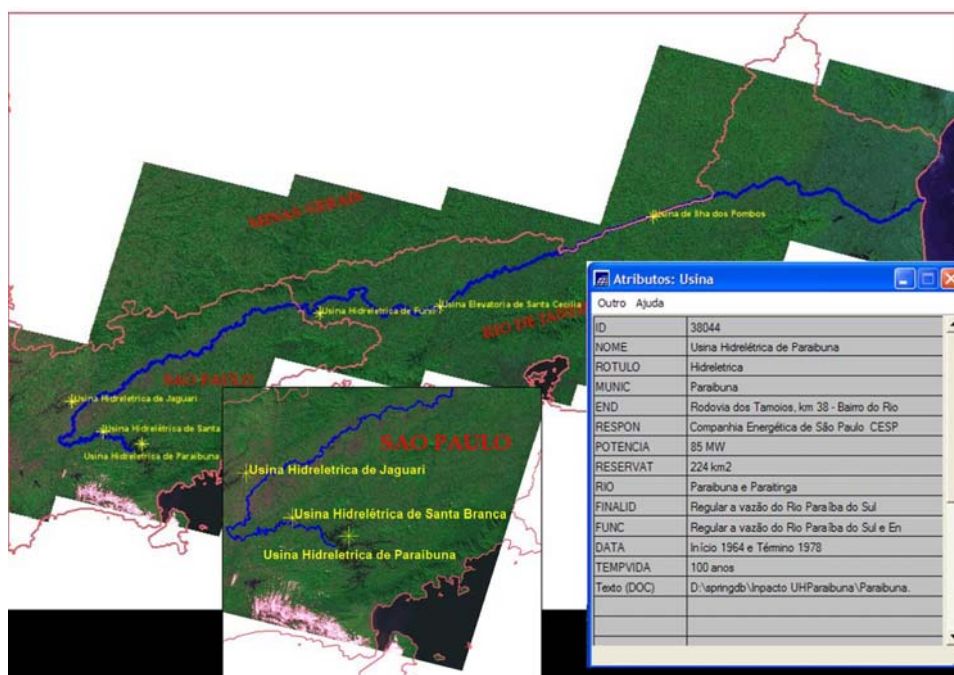


Figura 2. Exemplo de consulta ao banco de dados, que destaca o Rio Paraíba do Sul (em azul), localização das Usinas Hidrelétricas (amarelo) e exemplo de consulta à tabela de atributos da Usina Hidrelétrica de Paraibuna.

Tabela 1. Dados das Usinas Hidrelétricas do Rio Paraíba do Sul.

ATRIBUTO	USINAS HIDRELÉTRICAS					
Nome	Usina Hidrelétrica Paraibuna	Usina Hidrelétrica de Santa Branca	Usina Hidrelétrica de Jaguari	Usina Hidrelétrica de Funil	Usina Elevatória de Santa Cecília	Usina de Ilha dos Pombos
Município	Paraibuna SP	Santa Branca SP	São José dos Campos - SP	Itaiaia RJ	Barra do Pirai-RJ	Carmo - RJ
Endereço	Rodovia dos Tamoios, km 38 - Bairro do Rio Claro	Bairro Angola acesso Rodovia Nilo Máximo, Km 11	Estrada do Pagador Andrade km 14 - Bairro do Pagador de Andrade	Rodovia Presidente Dutra. Km 318	Rua Assis Ribeiro Bairro Centro	1 ^o . Distrito Porto Velho do Cunha .
Data de construção	Início 1964 e Término 1978	Início 1957 e Término 1961	Início 1963 e Término 1971	Início 1961 e Término 1969	Início 1920 e Término 1952	Início 1920 e Término 1924
Potência Energética	85 MW	56 MW	27,6 MW	216 MW	36,8 MVA	186 MW
Transposição	-	-	-	-	160 m ³ /s	-
Área do reservatório	224 km ²	27,5 km ²	56 km ²	40 km ²	2,7 Km ²	4,26 Km ²
Rios	Paraibuna e Paraitinga	Paraíba do Sul	Jaguari	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul	Paraíba do Sul
Responsável	Companhia Energética de São Paulo CESP	LIGHT Energia S/A	Companhia Energética de São Paulo - CESP	FURNAS - Centrais Elétricas S.A.	LIGHT Energia S/A	LIGHT Energia S/A
Motivo de sua construção	Regular a vazão do Rio Paraíba do Sul	Regular a vazão do Rio Paraíba do Sul	Regular a vazão do Rio Paraíba do Sul e Abastecimento	Eletrificação de uma estrada de ferro	Energia	Energia
Função	Regular a vazão do Rio Paraíba do Sul e Energia	Regular a vazão do Rio Paraíba do Sul e Energia	Regular a vazão do Rio Paraíba do Sul, Abastecimento e Energia	Regular a vazão do Rio Paraíba do Sul, Abastecimento e Energia	Abastecimento d'água à região metropolitana do Rio de Janeiro e Energia	Energia
Tempo de vida útil estimado	100 anos	50 anos	50 anos	80 anos	100 anos	Usina a Fio D'água

Esses mapas cadastrais permitem visualizar que a área de estudo, Hidrelétrica de Paraibuna, localiza-se na cabeceira do rio e, por consequência, as mudanças nos aspectos físico-químicos e biológicos provocadas pela sua construção e operação interferem na dinâmica do rio como um todo, podendo afetar cerca de 5.6 milhões de pessoas. Permitem, ainda, observarem-se os efeitos para os municípios de seu entorno, Paraibuna, Redenção da Serra e Natividade da Serra, uma área total de, aproximadamente, 2.049 km².

A Tabela 1 mostra que a Hidrelétrica de Paraibuna foi a última a ser construída e apesar de seu reservatório ser o maior (224 km²), seu potencial energético não é totalmente aproveitado. O motivo de sua construção foi a regularização da vazão do Rio Paraíba do Sul na busca do controle de enchentes a jusante. Estudos realizados por Bermann et al. (2004) demonstram que redimensionar, reformar, modernizar e reativar as hidrelétricas existentes no Brasil não apenas gerariam mais energia elétrica para manter o crescimento industrial e econômico do país, como evitaria o crescimento do passivo ambiental e social gerado pelo modelo energético adotado nas últimas décadas.

Cabe destacar que a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, baseados na Lei nº 9.433/97, deram início à gestão descentralizada, propiciando que os diferentes setores usuários de recursos hídricos passassem a ter direito de acesso à água. A sociedade e órgãos públicos assumiram a gestão das bacias hidrográficas por meio dos comitês de bacias, visando ao uso múltiplo dos recursos hídricos e tendo como proposta a gestão do uso econômico das águas, buscando sua conservação. Dessa forma, foi instituído em 5/11/1994, o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). O Comitê faz o monitoramento dos reservatórios, realizando o acompanhamento dos seus níveis d'água e das vazões afluentes e defluentes a eles, servindo de suporte para a tomada de decisões sobre a sua operação, e sobre o disciplinamento do uso múltiplo dos recursos hídricos. Para Garrido (1999), em todas as situações, o ponto de partida para o gerenciamento do uso múltiplo da água a ser considerado é o da avaliação das demandas dos distintos usuários, feita em um plano de igualdade de observação, para que se defina a verdadeira vocação socioeconômica da bacia. Dessa forma, embora o propósito da construção da Usina Hidrelétrica de Paraibuna tenha sido para o controle de enchentes, em um estágio mais avançado de desenvolvimento econômico, existirão pressões para que o sistema seja utilizado atendendo a múltiplos propósitos.

Para algumas hidrelétricas foram inseridos também no banco, um relatório com o resumo dos principais impactos ambientais das usinas hidrelétricas (AGEVAP, 2006), como exemplificado na Tabela 2.

A Tabela 4 mostra uma lista de impactos que é o procedimento metodológico mais simples para avaliação de impactos.

Tabela 2. Resumo dos principais impactos ambientais da usina hidrelétrica de Paraibuna.

Impactos sobre a natureza	Impactos sobre a sociedade
<ul style="list-style-type: none">• Escorregamento de encostas marginais;• Mineração de pedra, solo e areia para construção do empreendimento;• Perda de 224 km² de terras;• Desaparecimento de importantes habitats;• Perda de áreas úmidas;• Prejuízos aos ecossistemas aquáticos com a transformação do ambiente lótico em lântico e pelo barramento dos rios, impedindo a migração de espécies;• Inundação de remanescentes de matas nativas;• Inundação de áreas do Parque Estadual da Serra do Mar.	<ul style="list-style-type: none">• Desorganização regional;• Redução da pecuária leiteira;• Inundação de núcleos urbanos;• Interrupção de acessos rodoviários;• Prejuízos ao patrimônio histórico e cultural e inundação da usina Félix Guisard;• Interferência na infraestrutura de energia e de telecomunicações;• Diminuição da população residente e perda de atividades produtivas;• Promoção do uso múltiplo do reservatório, possibilitando atividades de abastecimento público, irrigação, navegação e pesca esportiva, turismo e lazer e aquicultura (tanques-rede).

Fonte: AGEVAP (2006).

Para análise das mudanças ambientais decorrentes da implantação da Hidrelétrica de Paraibuna no período 1973 a 2004, estão disponíveis no banco:

- Mapa cadastral com a identificação dos municípios que tiveram áreas inundadas pelo reservatório da hidrelétrica de Paraibuna cujas tabelas trazem informações, texto e fotografias (CESP, 1995), que evidenciam as mudanças territoriais, populacionais, econômicas e históricas (Tabela 3 e a Figura 3).

Tabela 3. Dados dos municípios inundados pela implantação do reservatório do Paraibuna.

Atributos	Paraibuna	Redenção da Serra	Natividade da Serra
População em 1960	15.105	5.326	11.335
População em 1970	13.845	5.135	9.972
População em 1980	14.114	3.970	6.895
População em 1995	15.871	4.021	6.720
População em 2007	18.574	4.076	7.313
Área total do município	810 Km ²	309 Km ²	833 Km ²
Área Inundada	70 Km ²	20 Km ²	120 Km ²
Economia em 1960	Produção de leite	Agropecuária	Agropecuária
Economia em 1965	Construção da UH	Agropecuária	Agropecuária
	Agricultura	Açúcar	Agropecuária
Economia em 2007	Pecuária	Mandioca	Turismo
	Turismo	Bovinocultura de leite e corte	Piscicultura

Nota: População em nº de habitantes; área em km².

Fonte: SEADE (2010); IBGE (2010).

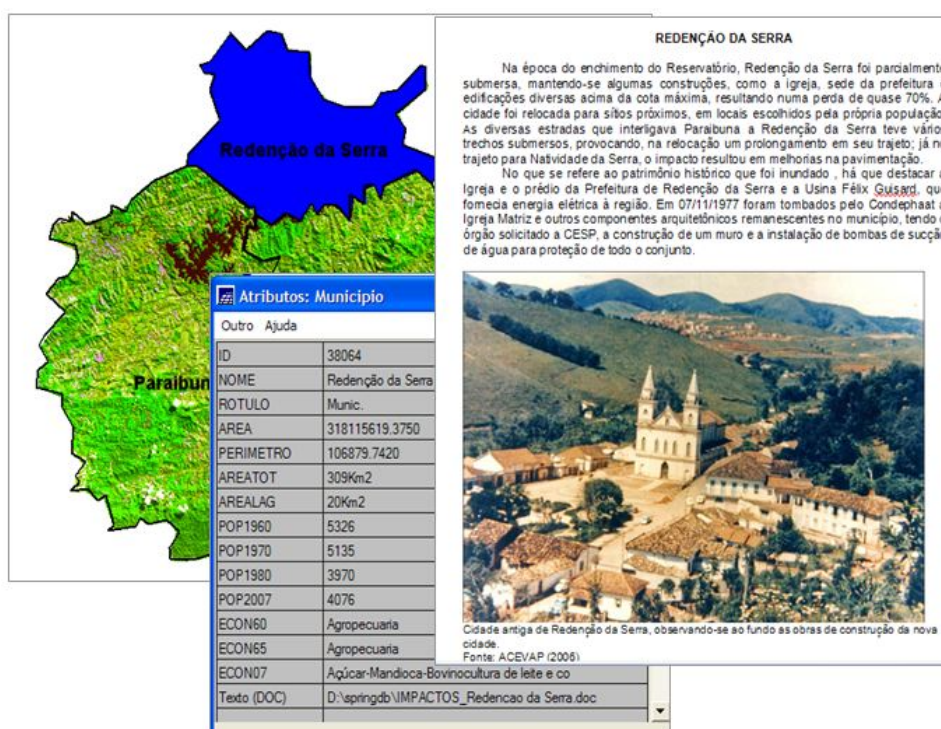


Figura 3. Exemplo de consulta ao banco de dados de Redenção da Serra, um dos municípios com área inundada pelo reservatório de Paraibuna.

Os dados obtidos (Tabela1) mostram que no município de Paraibuna houve uma recuperação do êxodo populacional em virtude da adaptação econômica para empreendimentos de turismo e lazer. Nos municípios de Redenção da Serra e Natividade da Serra, isso não ocorreu. Cabe destacar, no entanto, que em Natividade da Serra, verificou-se um desenvolvimento ainda incipiente da atividade de turismo. O predomínio do uso da terra por pequenos produtores do setor agropecuário, aliado à utilização inadequada e manejo dos recursos naturais, dificultou a recolocação e a adaptação à nova realidade desses municípios. Esforços por parte da Companhia Energética de São Paulo (CESP) e dos governos municipais não foram suficientes para reverter e ou amenizar as dificuldades encontradas pela população local. Segundo Colito (2000), estudos sobre os impactos causados por empreendimentos semelhantes sugerem que são as populações das áreas abrangidas diretamente que sofrem as mais severas consequências, porque perdem referências construídas durante gerações.

Além dos mapas cadastrais, que permitem visualizar de forma espacializada e quantitativa o uso e ocupação do solo, foram gerados:

Mapas temáticos que possibilitam visualizar e analisar as alterações na paisagem da área de estudo para os anos de 1986, 1999 e 2004 (três décadas). Os temas podem ser consultados individualmente ou em conjunto, como exemplificado na Figura 4. As classes mapeadas em diferentes datas podem também ser sobrepostas para análise multitemporal.

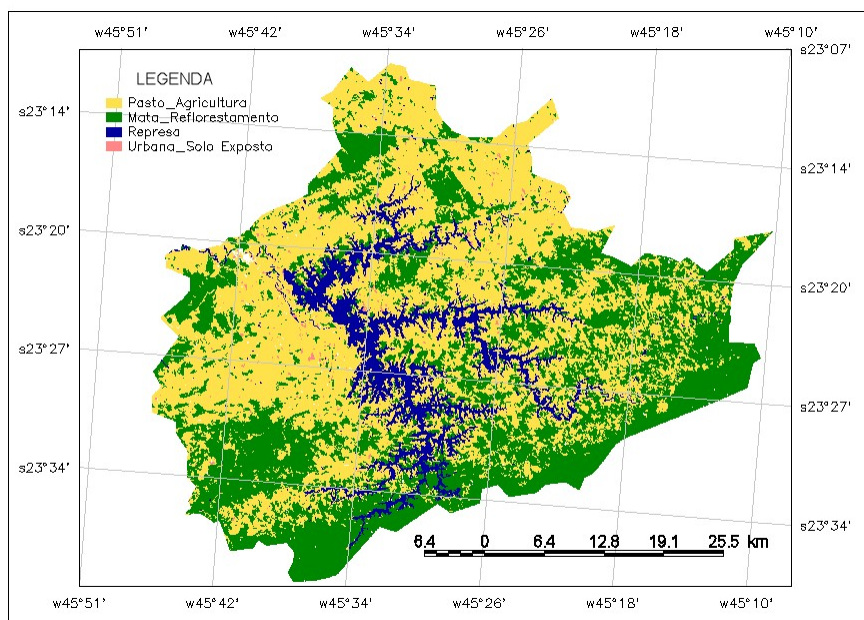


Figura 4. Exemplo de consulta ao banco de dados do mapa temático de 1986 dos municípios inundados pelo reservatório de Paraibuna.

As áreas de cada classe temática que foram inundadas nos municípios afetados pela implantação da represa, por data analisada (1986, 1999 e 2004), são apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Área total (km²) das classes temáticas da área de estudo (Paraibuna, Redenção da Serra e Natividade da Serra) por data analisada.

Classes temáticas	ANO		
	1986	1999	2004
Mata e ou Reflorestamento	993	1073	1298
Pasto e ou Agricultura	1032	880	766
Área Urbana e ou Solo Exposto	84	30	21
Represa	190	171	139

Os resultados mostram que houve um aumento na classe mata e ou reflorestamento. Isso se deve ao trabalho de recuperação ambiental desenvolvido pela CESP. Segundo o relatório da AGEVAP (2006), na década de 70, a CESP iniciou um trabalho de recomposição vegetal em seus reservatórios (Figura 5), orientado a restabelecer a estrutura e a dinâmica da comunidade florestal, com base no princípio da sucessão secundária, no qual são consideradas as características ecológicas das espécies presentes em cada estágio sucessional. Foram plantadas 170 espécies de essências nativas no reflorestamento nas ilhas e trechos do entorno da represa, além de ser promovida a criação de Tinamídeos e Cracídeos, aves que por se alimentarem de frutos, disseminam sementes contribuindo para a regeneração florestal.



Figura 5. Detalhe de ilha reflorestada na época de floração das quaresmeiras (*Tibouchina pulchra*).
Fonte: AGEVAP (2006).

É possível também se observar que as áreas de pastagem, de agricultura, de solo exposto e de ocupação urbana diminuíram ao longo do tempo. Isso se deve ao reflorestamento e inundação de núcleos urbanos e terras produtivas.

A desapropriação das áreas agrícolas para o enchimento do reservatório e a realocação da população para terras não tão produtivas contribuíram para o êxodo populacional, alteração na economia dos municípios e no uso e ocupação do solo ao longo do tempo. Com o êxodo houve também prejuízo do patrimônio histórico e cultural da região.

Observam-se, ainda, alterações ao longo dos anos no volume de água do reservatório. Essas alterações se devem ao ciclo hidrológico com variações sazonais que alternam períodos de seca e ao possível assoreamento por escorregamentos das encostas marginais que perderam estabilidade. Grandes áreas de solo foram expostas durante a construção da barragem, devido à mineração de brita, movimentação de terra e areia usadas em sua construção. Essa exploração do solo causou instabilidade durante o enchimento do reservatório que foi minimizada pela implantação do reflorestamento, mas segundo a AGEVAP (2006), aproximadamente 20 anos após o enchimento, o reservatório apresenta muita instabilidade.

Na construção do banco de dados, considerou-se relevante inserir algumas leis relacionadas com a construção e manutenção de hidrelétricas, destacadas a seguir:

- Mapas em modelo cadastral com o trecho de Lei 11.428 de 2006 (Lei da Mata Atlântica) que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Para o efeito dessa lei, consideram-se integrantes do Bioma Mata Atlântica, as seguintes formações florestais nativas e ecossistemas associados: Floresta Ombrófila Densa; Floresta Ombrófila Mista, também denominada de Mata de Araucárias; Floresta Ombrófila Aberta; Floresta Estacional Semidecidual; e Floresta Estacional Decidual, bem como os manguezais, as vegetações de restingas, campos de altitude e brejos interioranos. As ocorrências dessas formações estão mapeadas no banco de dados “Atlas Brasil”, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) dentro do pacote do aplicativo SPRING.

- Mapa temático da vegetação nativa original que compunha a Mata Atlântica na área de estudo. Assim, as seguintes classes podem ser visualizadas: Floresta *Ombrófila Densa Montana*, Floresta *Ombrófila Densa Submontana* e Floresta *Ombrófila Densa de Terras Baixas*. Esse mapa temático, mostrado na Figura 6, é importante para um melhor entendimento da Lei 11.428.

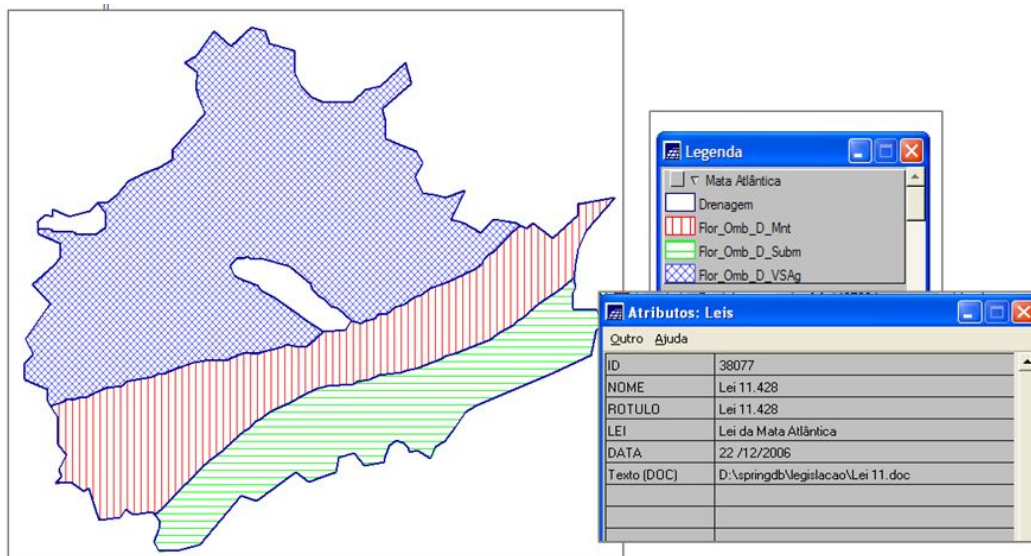


Figura 6. Exemplo de consulta das classes florestais da Mata Atlântica que originalmente ocorriam na área de estudo e do texto da Lei 11.428 de 2006 (Lei da Mata Atlântica) que ordena o uso dessas áreas.

A sobreposição do mapa temático à imagem de 1973 (Figura 7) permite se observar que, embora na época da construção da Usina Hidrelétrica de Paraibuna não existisse a lei, a construção aconteceu em consonância com o que a lei veio propor:

“Os novos empreendimentos que impliquem o corte ou a supressão de vegetação do Bioma Mata Atlântica deverão ser implantados preferencialmente em áreas já substancialmente alteradas ou degradadas”.

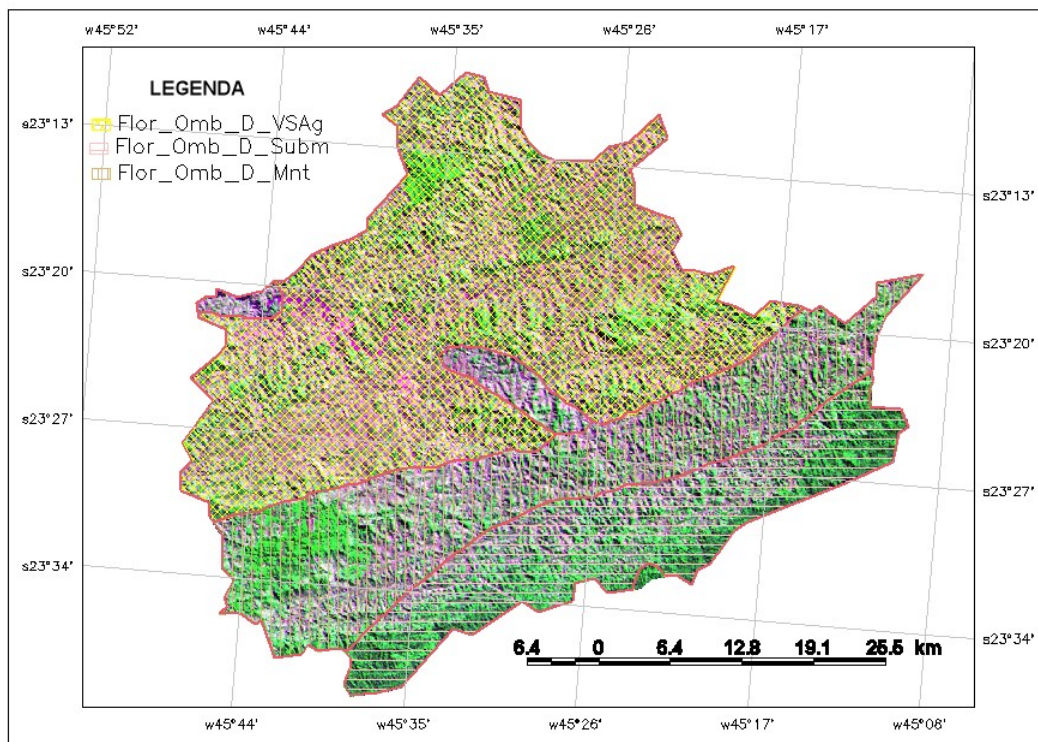


Figura 7. Exemplo de consulta ao banco para visualização das classes da vegetação nativa (Mata Atlântica) sobre a imagem do satélite Landsat de 1973.

- Mapa cadastral com o trecho da Lei 4771/65, que instituiu o Código Florestal e definiu as Áreas de Preservação Permanente (APP) como áreas que devem ser protegidas nos termos dessa lei, as áreas cobertas ou não por vegetação nativa, que tenham a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

- Mapa vetorial com a delimitação da APP ao longo de reservatórios de hidrelétricas, obedecendo ao critério de que nas hidrelétricas com potência instalada maior que 200 megawatts com área de reservatório maior que 8,0 km², a APP deve incidir em faixa marginal com largura mínima de 100 metros ao redor do reservatório, a partir de seu nível mais alto medido em um plano horizontal.

Quando o mapa vetorial é sobreposto a uma imagem de satélite (Figura 8), pode-se verificar se a empresa concessionária recuperou ou conservou boa parte das APP conforme determinado por lei.

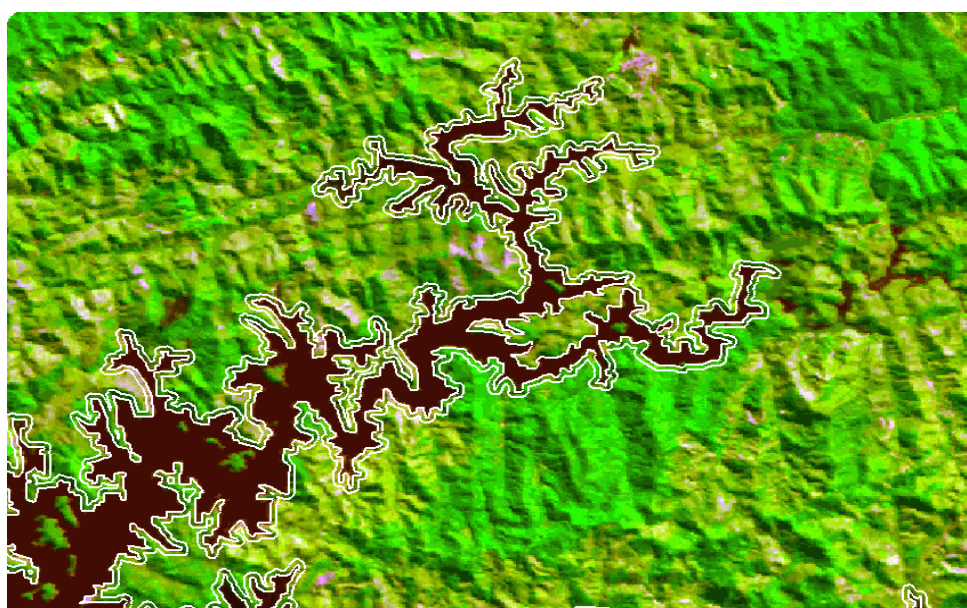


Figura 8. Exemplo de visualização da delimitação da APP (em cor branca), referente à Lei_4771/65-APP, de um setor da Hidrelétrica de Paraibuna sobre a imagem do satélite CBERS de 2004.

- Mapa cadastral com a Resolução N° 302/2002 na qual o Conselho Nacional do Meio Ambiente dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (APP) de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno, considerando mais especificamente o § 5°: Na hipótese de redução, a ocupação urbana, mesmo com parcelamento do solo por meio de loteamento ou subdivisão em partes ideais, dentre outros mecanismos, não poderá exceder a dez por cento dessa área, ressalvadas as benfeitorias existentes na área urbana consolidada à época da solicitação da licença prévia ambiental.

Quantificadas as áreas das classes, verificou-se que a ocupação urbana na APP é de aproximadamente 6%, portanto, em conformidade com o proposto na legislação.

Com relação à Resolução CONAMA 001/86 que define no Artigo 2°, sobre a elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental (RIMA) a ser submetidos à aprovação do órgão estadual competente e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, foram criados:

• Mapa cadastral com o trecho da Resolução CONAMA 001/86 vinculado à identificação da área de início das obras de construção da Hidrelétrica de Paraibuna. Esse dado deve ser visualizado juntamente com a imagem sintética de 1973 (Figura 9).

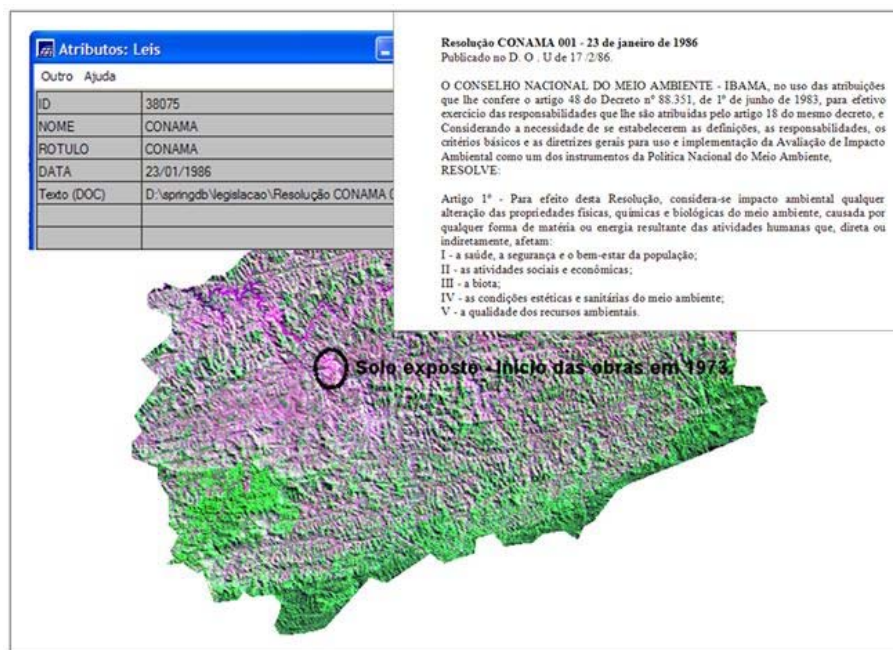


Figura 9. Exemplo de visualização do texto da Resolução CONAMA 001/86 associado à imagem do satélite Landsat de 1973.

Pela análise da Figura 9, fica evidente que esse empreendimento entrou em operação antes da exigência legal de elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (IEA) e Relatório de Impacto do Meio Ambiente (RIMA) e, portanto, não foi submetido ao processo de licenciamento ambiental. Porém a empresa tem tomado medidas no sentido de preservar os recursos ambientais e de cuidar da saúde, segurança e o bem-estar da população por meio do desenvolvimento de atividades sociais e econômicas. Logo após a implantação da usina, um amplo programa ambiental foi implementado nessa usina.

4. CONCLUSÃO

Os dados mostram que, apesar das modificações causadas pela construção da hidrelétrica, de um lado houve um ganho ambiental graças à preocupação da companhia concessionária em fazer um trabalho de recuperação da vegetação e promover ações de educação ambiental. Por outro lado, as mudanças na economia causadas pela perda de terras produtivas levaram o êxodo da população que perdeu suas referências geográficas, bem como parte de seu patrimônio histórico e cultural. Mesmo depois de um longo período de tempo, aproximadamente 31 anos, os municípios de Redenção da Serra e Natividade da Serra, não restabeleceram suas populações. Por ser implementado em base digital, o banco de dados gerado neste trabalho pode ser constantemente atualizado e constitui-se, portanto, em um exemplo das possibilidades do uso do geoprocessamento, em plataforma gratuita, pelas concessionárias e administração pública. Dessa forma, a criação de um banco de dados com informações ambientais, históricas, econômicas e sociais, constitui-se num documento essencial para análise e monitoramento de grandes reservatórios que pode ser usado tanto para a gestão do empreendimento quanto como material didático para o ensino em diferentes níveis.

5. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL - AGEVAP. **Relatório da análise dos impactos e das medidas mitigadoras que envolvem a construção e operação de usinas hidrelétricas**. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC - Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, 2006. (PSR-009-R1) 101p. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/downloads/PSR-RE-009-R1.pdf>>. Acesso: 16 set. 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, os limites das APPs em reservatórios artificiais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 maio de 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res30202.html>>. Acesso: 6 nov. 2010.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Código Florestal Brasileiro. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 15 de set. 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4771.htm>. Acesso: 5 nov. 2010.
- BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Lei nº11.428 de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 22 de dez. 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm>. Acesso: 5 de fev. 2010.
- BERMANN, C.; VEIGA, J. R. C. da; ROCHA, G. S. **A repotenciação de usinas hidrelétricas como alternativa para o aumento da oferta de energia no Brasil com proteção ambiental**. WWF-Brasil, ago. 2004. Disponível em: <<http://assets.panda.org/downloads/repotenciaacaouheportugues.pdf>>. Acesso: 5 nov. 2010. 34p.
- CÂMARA, G.; SOUZA, R. C.; FREITAS, U. SPRING integrating remote sensing and GIS with object oriented data modelling. **Computers and Graphics**, Dordrecht, v. 15, n. 6, p. 13-22, 1996.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP. **A COMEPA e o Alto do Paraíba**. São Paulo: CESP Júlio César Assis Kuhl, 1995. 69p. (Fascículos da História da Energia Elétrica em São Paulo, 6).
- COLITO, M. C. E. A construção de usinas hidrelétricas e os impactos sobre a população e o espaço - comunidades rurais ameaçadas pela U. H. de Jataizinho - Rio Tibagi /Pr. **Serviço Social em Revista**, v. 2, n. 2, 2000. p. 275-258. Disponível em: <<http://www.ssrevista.uel.br/>>. Acesso: 16 set. 2010.
- FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – SEADE. **Informações dos municípios paulistas**. 2010. Disponível em: <<http://www.seade.gov.br/ produtos/imp/>>. Acesso: 19 nov. 2010.
- GARRIDO, R. J. O combate à seca e a gestão dos recursos hídricos no Brasil. In.: FREITAS, M. A. V. (Org.). **O estado das águas no Brasil** Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMA, SRH; MME, 1999. 334p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estatísticas do século XX**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/seculoxx/temas.shtm#>>. Acesso: 19 nov. 2010.

INSTITUTO ECOLÓGICO E DE PROTEÇÃO AOS ANIMAIS - IEPA. In: FERREIRA, P. C. (Coord.). **A biologia e a geografia do Vale do Paraíba: trecho paulista. São José dos Campos: IEPA, jun. 2007. 192p.** ISBN 978-85-61039-00-4.

MORETTO, E. M. Análise da argumentação dialética que considera o licenciamento ambiental um impeditivo ao desenvolvimento econômico do país: premissas, interesses e possibilidades de superação. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 4., 2008, Brasília. Disponível em: <http://www.sisgeenco.com.br/sistema/encontro_anppas/ivenanppas/ARQUIVOS/GT4-383-733-20080518233435.pdf>. Acesso: 22 out. 2010.

SERRICCHIO, C.; CALAES, V.; JOHNSON, R. M. F.; LIMA, A. J. R.; ANDRADE, E. de P. **O CEIVAP e a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul.** Rio de Janeiro: GESTEC/CAIXA, 2005. 83 p. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/MPraticas/ceivap/e_ceivap.pdf>. Acesso: 16 de sete. 2010.

SILVA, H. R.; HESPANHOL, A. N.; DONZELI, P. L.; ORTIZ, M. J. Proposta metodológica para a elaboração de zoneamento agrícola nos municípios do Noroeste Paulista. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. **Anais ...** São José dos Campos: INPE, 1996. p. 51-56. On-line. ISBN 978-85-17-00049-2. (INPE-7796-PRE/3636). Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.02.14.24/doc/T20.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2010.