

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À USINA
HIDRELÉTRICA DE TRÊS IRMÃOS: O FENÔMENHO
DE AÇÃO E REAÇÃO.**

André Luis Lima

**Campinas - SP
2003**

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
DESENVOLVIMENTO DE COLEÇÕES

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

**IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À USINA
HIDRELÉTRICA DE TRÊS IRMÃOS: O FENÔMENO
DE AÇÃO E REAÇÃO.**

André Luis Lima

Orientadora: Profa. Dra. Rozely Ferreira dos Santos

**Dissertação de mestrado apresentada à
Comissão de Pós-Graduação da
Faculdade de Engenharia Civil, como
parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Engenharia Civil, na
área de concentração em Saneamento
e Ambiente.**

**Campinas - SP
2003**

Atesto que esta é a versão definitiva da dissertação/tese	
Prof. Dr. 	04.08.04
Matrícula: 24472-6	

NIDADE BC
 CHAMADA F1 UNICAMP
L628i
 EX
 OMBO BC/ 60507
 ROC. 16-11-04
 C ☐ D ☒
 PREÇO 11,00
 DATA 22-11-04
 1º CPD

acompanha 1 CD-ROM

Bibid 329474

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

L628i Lima, André Luis
 Impactos ambientais associados à usina hidrelétrica
 de Três Irmãos: o fenômeno de ação e reação / André
 Luis Lima.--Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientador: Rozely Ferreira dos Santos
 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
 Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.

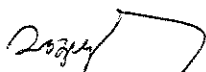
1. Usinas hidrelétricas. 2. Reservatórios. 3. Impacto
 ambiental. 4. Sistemas de informação geográfica. 5.
 Plantas aquáticas. I. Santos, Rozely Ferreira dos. II.
 Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Engenharia Civil. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

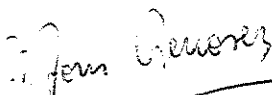
**IMPACTOS AMBIENTAIS ASSOCIADOS À USINA HIDRELÉTRICA
DE TRÊS IRMÃOS: O FENÔMENO DE AÇÃO E REAÇÃO.**

ANDRÉ LUIS LIMA

**Dissertação de mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída
por:**



Profa. Dra. Rozely Ferreira dos Santos
Presidente e Orientadora/ Faculdade de Engenharia Civil



Profa. Dra. Ana Inês B. Genovez
Faculdade de Engenharia Civil

159671/008



Prof. Dr. Francisco Borba R. Neto
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Campinas, 12 de Fevereiro de 2003

Dedicatória

“Aos meus pais, que sempre amarei, que nunca mediram esforços para investir em minha formação, como profissional e como pessoa; que acompanharam todo meu percurso, que sempre estiveram ao meu lado, acreditando e confiando, que me incentivaram totalmente, que me fizeram como sou, que me ensinaram a crescer e a viver com dignidade e respeito pelas pessoas. Obrigado! “

AGRADECIMENTOS

À Rozely, minha orientadora, por ter compartilhado tantos conhecimentos ao longo da execução desse trabalho. E pelas importantes contribuições para meu aprendizado pessoal e minha vida profissional.

À **CESP**, pela liberação dos dados referentes ao Reservatório de Três Irmãos, fundamentais para a execução deste trabalho.

À **CAPES**, pela bolsa de mestrado e pelo suporte financeiro que viabilizou este trabalho como um todo.

Aos amigos, Sueli, Helena, Sara e Marcos, pelos auxílios prestados durante toda a construção deste trabalho.

À minha namorada, pela ajuda na correção e formatação do texto, principalmente pela paciência nos momentos finais da impressão, onde nada dava certo.

À todas as pessoas da FEC, que de alguma forma contribuíram para o bom andamento deste trabalho.

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	viii
Lista de Figuras	ix
Lista de Abreviaturas.....	xi
Resumo	xii
1- Introdução	01
2- Objetivos	05
3- Fundamentos Teóricos	06
3.1- Conceitos Sobre Impactos Ambientais	06
3.2- Caracterização de Impactos Ambientais	09
3.3- Impactos das Construções de Grandes Barragens e seus Reservatórios	12
3.4- Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação da UHE Três Irmãos e sobre seu Reservatório	18
3.5- Uso Agrícola do Solo: Impactos Ambientais.....	21
4- Materiais e Métodos	25
4.1- Área de Estudo	25
4.2- Descrição dos Métodos	30
4.2.1- Construção da Base Cartográfica	30
4.2.2- Mapeamento dos Elementos Indutores de Impactos	31
4.2.2.1- Levantamento dos Elementos Indutores de Impactos Ambientais por Entrevistas	31

4.2.2.2- Mapeamento dos Elementos Indutores de Impactos Ambientais em Campo	32
4.2.2.3- Mapeamento da Fragilidade do Meio às Atividades Humanas	38
4.2.2.4- Mapeamento de Áreas Cobertas por Plantas Aquáticas	38
4.2.3- Mapeamento dos Impactos Reais	39
4.2.3.1- Levantamento dos Impactos Ambientais por Entrevistas	39
4.2.3.2- Mapeamento dos Impactos Ambientais em Campo	40
4.2.4- Cruzamento de Informações Referentes aos Mapas Temáticos	44
5- Resultados e Discussão	45
5.1- Cenário Histórico do Baixo Tietê: mudança na paisagem e a construção de hidrelétricas	45
5.2- Caracterização do Cenário Atual	54
5.3- Mapeamento dos Elementos Indutores de Impactos e Impactos Reais sobre o Reservatório de Três Irmãos	60
5.3.1- Elementos Indutores de Impactos Ambientais e Impactos Reais Obtidos por Levantamento de Campo na Área de Influência Direta	60
5.3.2- Impactos ou Conflitos Potenciais de uso na Área de Influência Indireta do Reservatório de Três Irmãos	76
5.3.3- Levantamento dos Elementos Indutores de Impactos Ambientais e Impactos Reais de Acordo com a Opinião da Comunidade	80
5.4- Fragilidade dos Terrenos à Erosão e Assoreamento	82
5.5- Determinação de Áreas Prioritárias de Ação	84
5.6- Determinação de Áreas Prioritárias de Ação e Premissas para o Gerenciamento..	88

6- Principais Conclusões	90
Referências Bibliográficas.....	92
Abstract.....	100
Anexos em CD.....	Contra Capa
A: Planilha de Campo dos Elementos Indutores de Impacto.	
B: Planilha de Campo dos Impactos Reais.	
C: Mapa dos Impactos Reais.	
D: Mapa dos Elementos Indutores de Impacto.	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conceitos de impacto ambiental	07
Tabela 2 – Características do impacto	10
Tabela 3 – Características dos impactos	11
Tabela 4 – Alterações gerais resultantes da implantação de usinas hidrelétricas e reservatórios	14
Tabela 5 – Alterações resultantes da implantação de usinas hidrelétricas e reservatórios	15
Tabela 6 – Características do reservatório de Três Irmãos	26
Tabela 7 – Exemplo de planilha de campo (elementos indutores de impactos ambientais)	33
Tabela 8 – Classificação da Dinâmica e Intensidade das Ações dos Processos Indutores de Impacto.....	36
Tabela 9 – Exemplo de planilha de campo (impactos reais)	41
Tabela 10 – Classificação da Dinâmica e Intensidade das Ações dos Impactos Reais.....	43
Tabela 11 – População de 1981 e 1999 nos municípios da área de estudo	48
Tabela 12 – Dados municipais referentes à pecuária nos anos de 1981 e 1999	50
Tabela 13 – Dados municipais referentes à agricultura nos anos de 1981 e 1999	52
Tabela 14 – Área com as principais culturas nos municípios paulistas do entorno do Reservatório de Três Irmãos	57
Tabela 15 – Porcentagens de ocorrências dos impactos reais no reservatório de Três Irmãos	61
Tabela 16 – Percentuais relativos à classificação da dinâmica e a intensidade das ações e dos processos impactantes	63
Tabela 17 – Porcentagens de ocorrências dos elementos indutores de impacto ambiental referente ao Reservatório de Três Irmãos	65
Tabela 18 – Atribuição dos pesos para os mapas temáticos	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reservatório de Três Irmãos	25
Figura 2 – Usina hidrelétrica de Três Irmãos	28
Figura 3 – Canal de Pereira Barreto	29
Figura 4 – População total dos municípios referentes à área de estudo	49
Figura 5 – Número de cabeças de gado em 1981 e 1999	51
Figura 6 – Agricultura dos municípios referentes à área de estudo nos anos de 1981 e 1999	53
Figura 7 – Cenário atual da área de estudo	55
Figura 8 – Usina de cana na margem do reservatório	56
Figura 9 – Captação de água para agricultura	58
Figura 10 – Ranchos de pesca	59
Figura 11 – Exemplo da caracterização dos pontos de ocorrência dos impactos reais no Reservatório de Três Irmãos	62
Figura 12 – Exemplo da caracterização dos elementos indutores de impactos no Reservatório de Três Irmãos	66
Figura 13 – Área de lazer com praia artificial	67
Figura 14 – Concentração de macrófitas	68
Figura 15 – Caracterização dos pontos de ocorrência de plantas aquáticas	69
Figura 16 – Prováveis áreas de concentração de plantas aquáticas no Reservatório de Três Irmãos	70
Figura 17 – Processos erosivos e assoreamento	73
Figura 18 – Perda da cobertura e contaminação do solo	74
Figura 19 – Impactos ambientais diagnosticados em campo	75
Figura 20 – Voçoroca por manejo inadequado do solo	77
Figura 21 – Impactos ocorrentes ou conflitos potenciais de uso na área de influência indireta do Reservatório de Três Irmãos	79
Figura 22 – Atividades humanas impactantes sobre o Reservatório de Três Irmãos	81

Figura 23 – Mapa de vulnerabilidade à erosão	83
Figura 24 – Mapa das áreas prioritárias para manejo.....	87

LISTA DE ABREVIATURAS

ACIESP - Academia de Ciências do Estado de São Paulo

CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral

CESP - Companhia Energética de São Paulo

CODASP - Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

GPS - Global Positioning System

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MAIA - Manual de Avaliação de Impactos Ambientais

ONG - Organização Não Governamental

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SIG - Sistema de Informação Geográfica

WCD - World Commission on Dams

RESUMO

LIMA, André Luis. Impactos Ambientais Associados à Usina de Três Irmãos: O Fenômeno de Ação e Reação. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Campinas, 2003.

Muitos impactos ambientais foram causados pela implantação de hidrelétricas no Brasil entre as décadas de 50 e 80. No Estado de São Paulo os grandes reservatórios somam uma área superior a 6.500Km² de áreas inundadas, representando 2,6% da superfície do Estado. Entretanto, a construção de grandes barragens e seus reservatórios que objetiva o benefício social e econômico do homem, interfere com o meio, causando impactos. Um dos principais impactos ambientais refere-se à alteração da paisagem das margens pela indução de atividades humanas ligadas a presença dos reservatórios. Passados alguns anos, esta nova paisagem resulta em novos impactos que, por sua vez, atuam sobre a qualidade da água do próprio reservatório. Este é o caso do reservatório de Três Irmãos que desde sua construção em novembro de 1993, vem sofrendo um grande número de impactos, principalmente em relação ao uso e ocupação da terra. Por esta razão, este trabalho avaliou, qualificou e quantificou os tipos de impactos ambientais decorrentes de ações antrópicas no entorno do reservatório, que, de alguma forma, alteram suas características naturais, diminuindo, assim, seu tempo de vida útil. A identificação e quantificação destes processos impactantes foram realizados, principalmente, com o trabalho de campo onde os impactos foram georeferenciados com GPS (Global Positioning System) e com a elaboração de mapas temáticos que foram cruzados através de SIG (Sistema de Informação Geográfica). Os resultados permitiram relacionar os tipos de impactos ocorridos com o tipo de uso, apontando os elementos indutores de impactos e os impactos reais decorrentes das intervenções humanas e das características de fragilidades dos elementos que compõem o meio, no entorno do reservatório. Desta forma delimitando áreas prioritárias para gerenciamento do reservatório. Em suma, este

trabalho ressalta que ação gerencial voltada para usina hidrelétrica, não se deve ater, exclusivamente, aos impactos conseqüentes a sua implantação, mas também aqueles que resultam da própria alteração do meio, induzido por ela. Em outras palavras, para cada ação originária desse tipo de empreendimento há uma reação do meio como uma adaptação da nova realidade, mas na maioria das vezes, resulta em um impacto negativo à própria usina e seu reservatório.

1 - INTRODUÇÃO

Há milhares de anos barragens são construídas para diversas finalidades como controlar inundações, represar águas como fonte de energia hidrelétrica, para consumo humano, uso industrial e para irrigações.

Entre as décadas de 30 e 70 a construção de grandes barragens, em muitos países tornou-se sinônimo de desenvolvimento e progresso econômico. Na década de 50 foi construído um número cada vez maior de barragens à medida que as populações aumentavam e as economias nacionais cresciam. Segundo a WCD (World Commission on Dams), pelo menos 45.000 barragens foram construídas nesta época em todo o mundo para atender demandas de água ou de energia. Esta tendência teve auge nos anos 70, quando em média duas ou três novas grandes barragens eram construídas no mundo a cada dia (World Commission on Dams, 2000). Porém, nos últimos 50 anos os impactos sociais e ambientais ocasionados por estas construções tornaram-se evidentes.

Diversas entidades ressaltam os impactos negativos dos reservatórios, como o deslocamento e o empobrecimento de populações, a destruição de importantes ecossistemas e recursos pesqueiros e a divisão desigual dos custos e dos benefícios (ROSA et al., 1988).

Estimativas demonstram que entre 40 e 80 milhões de pessoas foram deslocadas pelas construções de barragens e que quase metade dos rios do mundo inteiro possui ao menos uma grande barragem. Hoje, questiona-se sobre a construção de novas grandes barragens em muitos países, tornando-se atualmente uma das

questões mais discutidas na área do desenvolvimento sustentável (Word Commission on Dams, 2000).

O Brasil é um bom exemplo desses fatos, onde a geração de energia elétrica é tipicamente hidráulica e assim deverá ser até que os mananciais remanescentes se esgotem.

De acordo com a CESP (1986), as alterações provocadas pelos reservatórios no Estado de São Paulo estão ligadas mais aos aspectos sócio-econômico do que ao meio natural, uma vez que foram implantados em regiões com ecossistemas bastante alterados, principalmente em decorrência da ocupação agrícola.

A demanda energética em constante aumento tem sido uma das causas principais da construção de inúmeros reservatórios no Estado de São Paulo. Ao contrário de outros aspectos da moderna tecnologia, reservatórios artificiais são geralmente encontrados em maior número e em maiores dimensões em países em desenvolvimento (TUNDISI, 1978).

A maioria dos reservatórios de grande porte foram construídos no Brasil para geração de energia hidroelétrica. A importância dessa energia para o desenvolvimento social e econômico brasileiro é evidente. Entretanto, a construção de grandes barragens e seus reservatórios, que objetiva o benefício social e econômico do homem, interfere com o meio ambiente. Estas contínuas pressões exercidas pelo homem sobre os recursos naturais, ocasionam sérios impactos aos ecossistemas, principalmente aos recursos hídricos e na substituição indiscriminada da cobertura vegetal nativa, com a conseqüente redução dos habitats, entre outras formas de agressão ao meio ambiente (SILVA, 1994; FERNANDES, 1997).

Essa situação tem sido observada, exatamente pelo fato de, muitas vezes, o homem visar apenas os benefícios imediatos de suas ações, privilegiando o

crescimento econômico a qualquer custo e colocando, a capacidade de recuperação dos ecossistemas em segundo plano (GODOI, 1992).

Os impactos ambientais ocorridos pela construção de reservatórios no Estado de São Paulo têm sido extensivamente estudado por diversas áreas que tratam de meio ambiente. A maioria dessas pesquisas, se não à sua totalidade, estão relacionadas com os impactos que estas construções ocasionam ao meio ambiente, durante ou logo após sua implantação, como recentemente abordado pelo Relatório da Comissão Mundial de Barragens (World Commission on Dams, 2000). Porém, nenhuma delas relaciona os impactos ambientais decorrentes da alteração da paisagem¹ após a implantação das hidrelétricas sobre os reservatórios, como por exemplo; ACKERMAN (1973), TUNDISI (1978), ROSA et al. (1988), FRANÇA et al. (1992), VILLELA (1992), CAUBET & FRANK (1993), SILVA (1994), ROMANINI & SHIMIZU (1994), FERNANDES (1997), GENOVEZ et al., (2000), e CESP (1986,1990 e 2001).

No Estado de São Paulo os grandes reservatórios somam uma área superior a 6.500Km² de áreas inundadas, representando 2,6% da superfície do Estado GENOVEZ et al., (2000). Sem dúvida, eles interferiram e interferem no espaço construído e nas atividades humanas que hoje se consolidam em seus territórios. A região da Hidrelétrica de Três Irmãos é um exemplo: tem sofrido importantes mudanças quanto ao uso da terra, o qual o desmatamento para ampliação das áreas de produção agrícola e pecuária tem sido muito significativo. Estas transformações desconsideram práticas conservacionistas, ocasionando expressivos impactos sobre os cursos d'água, comprometendo os recursos hídricos, devido ao assoreamento e contaminação dos leitos dos rios e, conseqüentemente, expondo o reservatório ao perigo.

Segundo a Folha de São Paulo (2003), a ocupação desordenada e irregular das margens dos rios e córregos da represa Billings, fez ela perder nos últimos 30 anos,

¹ Paisagem: É uma unidade heterogênea, composta por um complexo de unidades interativas (ecossistemas, unidades de vegetação ou de uso ou ocupação das terras), cuja estrutura pode ser definida pela área, forma e disposição espacial (METZGER, 1999).

22% de sua capacidade de armazenar água. A redução do volume ocorre devido ao assoreamento dos leitos dos rios, causado por depósitos de materiais de construção, áreas desmatadas e por poluição difusa, principalmente lixo.

Sobre este contexto este trabalho avalia elementos e/ou processos nas margens do reservatório que afetam a eficiência e tempo de vida útil da usina hidrelétrica de Três Irmãos e relaciona à mudança do uso da terra induzidos por esse empreendimento, através de encaminhamento metodológico que define impactos localizados ou de pequenas áreas de abrangência, permitindo a qualificação, quantificação dos impactos ambientais indutores de contaminação, degradação e poluição. Desta forma propondo áreas prioritárias de ação e manejo para o reservatório.

2 - OBJETIVOS

São objetivos deste trabalho:

- ✓ Identificar, analisar e avaliar elementos e/ou processos nas margens do reservatório que afetam a eficiência e tempo de vida útil da usina hidrelétrica de Três Irmãos e relacioná-los à mudança do uso da terra induzidos por esse empreendimento.
- ✓ Propor um encaminhamento metodológico que define impactos localizados ou de pequenas áreas de abrangência permitindo a qualificação e quantificação dos impactos ambientais indutores de contaminação, degradação e poluição desse reservatório.
- ✓ Definir áreas prioritárias de ação gerencial para o controle de fontes que geram danos reais ou potenciais à água do reservatório.

3 - FUNDAMENTOS TEÓRICOS

3.1 - Conceitos Sobre Impactos Ambientais.

O meio sofre constantes transformações resultantes de sua evolução natural e está sujeito a constantes alterações induzidas pelo homem. Estas transformações podem ser causadas por fenômenos naturais que se processam lentamente, com escalas temporais que variam de milhares de anos a poucos dias (catástrofes naturais), ou devido a ações antrópicas que costumam ser rápidas e geram grandes impactos (MOREIRA, 1992).

Existem várias formas de se analisar a questão do impacto ambiental, havendo uma grande diversidade de conceitos na literatura, como exemplifica a Tabela 1.

Tabela 1 – Conceitos de Impacto ambiental.

“Impacto ambiental pode ser visto como parte de uma relação de causa e efeito. Do ponto de vista analítico, o impacto ambiental pode ser considerado como a diferença entre as condições ambientais que existiriam com a implantação de um projeto proposto e as condições ambientais que existiriam sem essa ação”.	Dieffy, 1975
“Qualquer alteração no sistema ambiental físico, químico, biológico, cultural e sócio-econômico que possa ser atribuída a atividades humanas relativas às alternativas em estudo para satisfazer as necessidades de um projeto”	Canter, 1977
“Mudança (positiva ou negativa) na saúde e bem-estar humano (inclusive a “saúde” dos ecossistemas dos quais depende a sobrevivência do homem) que resulta de um efeito ambiental e está ligada à diferença na qualidade do meio ambiente “com” e “sem” a ação humana em questão”	Munn, 1979
“Impacto ambiental são processos que perturbam, descaracterizam, destroem características, condições ou processos no ambiente natural; ou que causam modificações nos usos instalados, tradicionais, históricos, do solo e nos modos de vida ou na saúde de segmentos da população humana; ou que modifiquem de forma significativa, opções ambientais”	Fearo, 1979
“Qualquer alteração de condições ambientais ou criação de um novo conjunto de condições ambientais, adversos ou benéficos, causados ou induzidos pela ação ou conjunto de ações em consideração”	Raw, 1980
“Impacto ambiental é a estimativa ou o julgamento do significado e do valor do efeito ambiental para os receptores natural, sócio-econômico e humano. Efeito ambiental é a alteração mensurável da produtividade dos sistemas naturais e da qualidade ambiental, resultante de uma atividade econômica”	Horberry, 1984
“Mudança num parâmetro ambiental, dentro de um determinado período e numa determinada área, resultante de uma determinada atividade, comparada com a situação que ocorreria se a atividade não tivesse sido iniciada”	Wathern, 1988
“Impacto ambiental é toda ação ou atividade, natural ou antrópica, que produz alterações bruscas em todo meio ambiente ou apenas em alguns de seus componentes. De acordo com o tipo de alteração , pode ser ecológico, social ou econômico”.	ACIESP,1987
“Qualquer alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por uma ação humana”	Sánchez, 1998
“Impacto ambiental é o resultado do efeito de uma ação antrópica sobre algum componente ambiental biótico ou abiótico”	Espíndola et al., 2000

Com relação à terminologia do Direito Ambiental, a palavra aparece com o sentido de “choque, colisão” de substâncias (sólidas, líquidas e gasosas), de radiações ou de formas diversas de energia, decorrentes de obras ou atividades danosas ao meio ambiente natural, artificial, cultural ou social (CUSTÓDIO, 1988).

A legislação brasileira (Resolução CONAMA 001/86) define impacto ambiental como sendo “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:(I) a saúde, a segurança e o bem estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas;(III)a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais”.

Entre as definições referentes aos conceitos de ‘impacto ambiental’ são freqüentes as referências relacionadas às alterações ambientais decorrentes da realização de projetos ou atividades de caráter econômico (DIEFFY,1975; CANTER,1977; HOSBERRY,1984). MUNN,1979, ACIESP, 1987 e MOREIRA, 1992 consideram em suas definições os processos geológicos naturais como fatores impactantes.

Segundo MOREIRA (1992), as alterações resultantes da ação antrópica são usualmente denominadas “efeitos ambientais”, enquanto que as alterações significativas no meio ambiente, seriam efetivamente consideradas “impactos ambientais”. Já para SILVA (1999), as alterações decorrentes de fenômenos naturais devem ser denominadas “efeitos ambientais” enquanto que as alterações de origem antrópica seriam consideradas “impactos ambientais”. MUNN (1979) considera o “efeito ambiental”, um processo induzido pelo homem. Por essas considerações pode-se observar que há diferenças conceituais que podem gerar interpretações inadequadas. Este autor ressalta que impactos ambientais ou efeitos ambientais são sempre conseqüências de uma determinada ação, mas nem sempre uma ação merece ser considerada como um impacto ambiental. Cita que a seleção dos fatores é que levam a

caracterização de um impacto como significativo ou não, e que este processo é muito subjetivo.

Avaliação de Impacto Ambiental (1998), também destaca que a palavra “significativo” é muito subjetiva, uma vez que a importância atribuída pelas pessoas às alterações ambientais chamadas impactos, depende muito de sua percepção.

Neste trabalho impacto ambiental é conceituado como as alterações no meio ambiente resultantes de qualquer ação ou atividade de natureza antrópica. “Impactos ambientais” e “efeitos ambientais” foram consideradas expressões sinônimas, que traduzem as alterações que resultam na mudança da estrutura e dinâmica do meio natural, social ou humano.

3.2 – Caracterização de Impactos Ambientais.

Uma determinada ação pode vir a causar inúmeros impactos, interligados ou não, fazendo com que tenhamos em mente suas diversas características, bem como suas inter relações.

Com o intuito de tratar com maior objetividade as caracterizações dos impactos ambientais, diferentes autores classificam os efeitos ambientais segundo diversos critérios. OREA (1992) e SILVA (1999), por exemplo, descrevem os impactos como: diretos ou indiretos; temporários; cíclicos ou permanentes; de curto, médio ou longo prazo; locais, regionais ou estratégicos. Esse conjunto somado diferencia a grandeza do impacto, entendida por vários autores como magnitude.

Para qualquer tipo de empreendimento os impactos são causados por diferentes tipos de ações e muitas vezes estão estreitamente interligados. Para expressar esse fato alguns autores, como MOREIRA (1992), sistematizam os impactos

considerando suas características de valor, de ordem, espaciais, temporais e dinâmicas (Tabela 2).

Tabela 2 - Características do Impacto.

Característica	Tipo	Descrição
Valor	impacto positivo	quando a ação resulta na melhoria da qualidade do meio ambiente
	impacto negativo	quando a ação resulta numa perda da qualidade do meio.
Ordem	impacto direto	quando resulta de uma simples relação de causa e efeito.
	impacto indireto	quando é uma reação secundária em relação à ação.
Espaciais	impacto local	quando a ação afeta apenas o próprio local ou imediações.
	impacto regional	quando um efeito vai além do local onde se deu a ação.
	impacto estratégico	quando o impacto ambiental tem importância coletiva.
Temporais	impacto imediato	quando o efeito surge no instante em que se dá a ação.
	impacto a médio ou longo prazo	quando o efeito se manifesta depois de decorrido um certo tempo após a ação.
	impacto temporário	quando o efeito permanece por um tempo determinado, após a execução da ação
	impacto permanente	decorrido uma ação, os efeitos não param de se manifestar num espaço de tempo conhecido.
Reversibilidade	impacto reversível	possibilidade de o fator ambiental afetado retornar às suas condições originais, com intervenção do homem ou naturalmente
	impacto irreversível	quando cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais.

Fonte: MOREIRA (1992) modificado.

Segundo MAIA (Manual de Avaliação de Impactos Ambientais, 1999), a caracterização dos impactos ambientais também deve considerar a distribuição do ônus e benefícios sociais.

Para BURSZTYN (1994), a importância de cada impacto pode ser classificado segundo escalas quantitativas ou qualitativas, ou então, através do enquadramento em categorias de valor (por exemplo: relevante, muito relevante ou pouco relevante), independentemente do grau de importância de cada impacto ambiental em relação ao

fator ambiental afetado, devendo considerar a importância de cada impacto relativamente aos demais.

ROHDE (1988), por sua vez, caracterizou os impactos segundo diversos elementos como tempo, extensão e duração, dando uma noção mais real da complexidade do que seja impacto ambiental. A Tabela 3 sumariza a descrição de cada categoria de classificação. Esse autor ressalta ainda a importância de considerar categorias cumulativas e sinérgicas entre as principais características dos impactos. Entende-se por cumulativo o aumento em intensidade do impacto por sucessivas adições sem perda ou eliminação correspondente e sinérgica como ação cooperativa de duas ou mais substâncias, de modo que o efeito resultante é maior que a soma dos efeitos individuais destas.

Tabela 3 – Características dos impactos.

ELEMENTOS DOS IMPACTOS	POSSIBILIDADES
Desencadeamento	Imediato, diferenciado, escalonado.
Frequência ou temporalidade	Contínua, descontínua.
Extensão	Pontual, areal-extensivo, linear, espacial.
Reversibilidade	Reversível/temporário, irreversível/permanente.
Duração	1 ano ou menos, de 1 a 10 anos, de 10 a 50 anos.
Magnitude (escala)	Grande, média, pequena.
Importância	Alta, moderada, fraca.
Sentido	Positivo, negativo.
Origem	Direta (efeitos primários), indireta (efeitos secundários, terciários).
Acumulação	Linear, quadrática, exponencial.
Sinergia	Presente ("sim"), ausente ("não").
Distribuição dos ônus/benefícios	Socializados, privatizados.

Fonte: ROHDE (1988).

Segundo MOREIRA (1992), deve-se sempre considerar a magnitude e a importância de uma determinada ação, para caracterizar o impacto como significativo ou não.

Para essa autora, a magnitude é a grandeza de um impacto, definida como a medida da mudança de valor de um fator ou parâmetro ambiental, provocada por uma ação. A magnitude do impacto deve ser definida como a diferença entre os valores de grandeza após uma determinada ação, e os valores que seriam observados, caso esta ação não acontecesse.

A importância é a ponderação do grau de significância de um impacto em relação ao fator ambiental afetado, neste trabalho a importância está relacionada à qualidade da água. Pode ser que um impacto de maior magnitude, não seja tão importante quando comparado com outro, num contexto de uma dada avaliação de impacto ambiental (MOREIRA, 1992).

SILVA (1999), ressalta que o objetivo da classificação quantitativa de impactos ambientais é fornecer uma visão da magnitude do impacto, ou seja, do grau de alteração no valor de um parâmetro ambiental, em termos quantitativos.

3.3 – Impactos das Construções de Grandes Barragens e seus Reservatórios.

Os impactos ambientais ocorridos pelas construções de reservatórios tem sido extensivamente estudado por diversas áreas que tratam de meio ambiente. A maioria dessas pesquisas, se não, à sua totalidade, estão relacionadas com o impacto que estas construções ocasionam ao meio ambiente, como recentemente abordados no Relatório da Comissão Mundial de Barragens (World Commission on Dams, 2000). Porém, raríssimas vezes relacionam-se os impactos que os usos de entorno, induzidos pela própria implantação de um reservatório trazem para si mesmo e para a produção de energia prevista.

CAUBET & FRANK (1993), descrevem que uma barragem não é apenas um dique com um grande volume de água represada, mas sim, como uma somatória de fatores: uma área a ser inundada, uma população, uma fauna, uma eventualidade de assoreamento, uma superfície de evaporação e a possibilidade de alteração micro-climática somadas a “n” fatores relevantes.

As principais alterações que ocorrem com a construção de reservatórios tem sido amplamente discutidas, como em ACKERMAN (1973), CAUBET & FRANK (1993), ROMANINE & SHIMIZU (1994) e Word Commission on Dams (2000). Uma das mais importantes entre elas é a modificação das condições físicas e químicas das águas onde se instala o reservatório, bem como as mudanças nas comunidades aquática e terrestre. Ressalta-se, inclusive, como alteração do meio os interesses e as interações da comunidade humana com o novo ecossistema criado.

Segundo BAHIA (1984) e CESP (1986/1990) a construção de grandes reservatórios promove alterações no meio ambiente, em diferentes níveis, resumidos na Tabela 4.

Tabela 4 - Alterações gerais resultantes da implantação de usinas hidrelétricas e reservatórios.

Meio Físico	Geologia e Geomorfologia	Instabilidade de taludes naturais Elevação do lençol freático Indução de sismicidade Inundação de jazidas
	Solo	Dinamização dos processos erosivos Redução de área de solo Alteração na capacidade de uso
	Recursos Hídricos	Mudança de condições lóticicas para lânticas Alteração da qualidade da água Mudança nas comunidades planctônicas e bentônicas
	Clima	Aumento da evaporação Elevação da umidade relativa do ar Alteração na velocidade do vento Alteração no micro-clima
Meio Biológico	Vegetação	Eliminação da vegetação natural ou implantada Alterações estruturais e funcionais da vegetação remanescente Proliferação de macrófitas Mudança nas comunidades fitoplanctônicas e fitobentônicas
	Fauna	Alteração na composição e nicho ecológico da fauna aquática e terrestre Extinção de espécies Mudança nas comunidades zooplanctônicas e zoobentônicas
Sócio-Economia		Inundação de núcleos urbanos e terras agrícolas Migração das populações Crescimento desordenado das populações
	Organização Social	Desemprego Alteração de infra-estrutura regional e recursos comunitários Alteração do uso e ocupação do solo Mudança nas relações inter-municipais
	Estrutura de Produção	Interrupção ou desorganização de atividades econômicas Perda de áreas produtivas Isolamento de pólos de produção, abastecimento e comercialização Diminuição do território municipal
	Saúde pública	Aparecimento de focos de moléstias Importação de novas doenças Aumento de acidentes
	Educação	Estrangulamento da rede escolar
	Patrimônio Cultural	Inundação de bancos genéticos Inundação de sítios de interesse cultural, histórico, arqueológico, paisagístico e de lazer

Fonte: CESP (1986) e BAHIA (1984). modificado.

O Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (1999), agrupa os impactos ambientais decorrentes a implantação de hidrelétricas enfocando diversas alterações, principalmente relacionadas as questões sociais, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Alterações resultantes da implantação de usinas hidrelétricas e reservatórios.

Questões sociais	Modificações na infra-estrutura regional e local.
	Variação da produção econômica na agricultura, indústria, comércio e serviços.
	Reassentamentos populacionais involuntários.
	Perda de áreas no meio rural e urbano.
	Implicações na saúde da população.
	Influência na pesca para subsistência, lazer e comercialização.
	Modificações gerais na qualidade e hábitos de vida da população.
	Alteração nas condições sociais e culturais das comunidades afetadas
Meio Biótico	Alteração dos ecossistemas – flora e fauna terrestre e aquática.
	Formação de novos ecossistemas.
Meio Físico	Desmatamento e erosão de solos.
	Modificação na qualidade da água do rio a montante e a jusante da barragem.
	Alterações no regime hidrológico do rio e afluentes.

Fonte: Manual de Avaliação de Impactos Ambientais (1999), modificado.

ROSA et al. (1988) e GENOVEZ, et al. (2000), citam que as hidrelétricas são causadoras de impactos sociais concretos nas populações rurais e urbanas atingidas pelas grandes barragens, ocasionando efetivas mudanças das relações e das próprias condições de sobrevivência das populações que são removidas para a formação de reservatórios, e das populações ribeirinhas cujas práticas agrícolas são tornadas inefetivas pela alteração do regime do rio. Essas populações muitas vezes não são nem cadastradas, ficando fora das estatísticas e do ressarcimento pelo empreendedor (VILLELA, 1992).

Estimativas globais sugerem que entre 40 e 80 milhões de pessoas foram deslocadas pelas construções de barragens (Word Commission on Dams, 2000). Segundo VLADUT (1998), a média de população mundial relocada pela construção de barragens é de 224hab/km². No estado de São Paulo, 0,8% da população total sofreram reassentamentos devido às construções de barragens. Em Simpício e Sapucaia as duas hidrelétricas inundarão ao todo 28,4km², deslocando 2249 pessoas e afetando indiretamente 200.643 pessoas situadas na chamada área de influência (TEIXEIRA, 1998).

O represamento de um rio, com a conseqüente inundação e a formação de um reservatório, causa inúmeras modificações, principalmente na sua estrutura ecológica. Dos impactos considerados negativos causados pela construção das usinas hidrelétricas os mais aparentes dizem respeito à perda da biodiversidade de espécies aquáticas. As construções das barragens mudam as características dos recursos hídricos de lóticos para lênticos, dificultando inclusive a sobrevivência dos peixes de piracema, que necessitam nadar contra a correnteza para a reprodução (ROMANINI & SHIMIZU, 1994) e nas inter-relações ecossistemas terrestre e lacustre (TUNDISI, 1978).

Outro grande impacto, se não o mais evidente, é quanto o alagamento e a perda dos remanescentes florestais e terras agricultáveis, que contribuem para o empobrecimento da biodiversidade e perda de solos férteis.

Na construção da hidrelétrica de Balbina, ao norte de Manaus em 1987, teve uma área inundada de 1580km², sendo considerado o décimo quinto maior lago artificial do mundo, onde as inundações das florestas representam 15% do território da Holanda. Em Tucuruí as inundações de florestas ultrapassaram os 2000km², prejudicando comunidades indígenas e populações locais (TEIXEIRA, 1998). A Usina de Três Irmãos teve uma área inundada de 817km², onde a destruição de várzeas ribeirinhas ultrapassaram 14.000ha e 13.500ha de matas ciliares (VILLELA, 1992). No Complexo Canoas foram inundados cerca de 360ha de remanescentes de floresta latifoliada e

334ha de vegetação de várzea em uma área que já se encontra degradada (LIMA et al., 1995).

Outro grande problema é o enriquecimento orgânico crescente a que está sujeito um reservatório artificial, com o aumento da produção de matéria orgânica e a perda da qualidade da água. Esse fenômeno é conhecido como eutrofização, que compreende o processo de enriquecimento orgânico e inorgânico dos corpos d'água (TUNDISI, 1978 e ROMANINI & SHIMIZU, 1994).

Deve-se destacar que determinadas atividades humanas que se desenvolvem nas bordas do reservatório podem ser indutoras de contaminação e poluição das águas do reservatório, alterando suas propriedades naturais e comprometendo a qualidade ambiental das águas e da vida aquática.

Uma vez que o processo de enriquecimento artificial é um problema ligado à ação do homem, pode-se considerar que o reservatório, a partir do momento de fechamento das comportas, está iniciando um processo praticamente irreversível de eutrofização e de acúmulo de sedimentos que reduz a sua capacidade (TUNDISI, 1978). Um exemplo é o reservatório de Avanhadava, localizado a montante de Três Irmãos, onde estudos realizados pela CESP (1992), demonstraram que a agricultura é o principal fator de desenvolvimento econômico da região, porém o desmatamento ciliar e o manejo inadequado do solo são um dos principais fatores para o desenvolvimento dos processos erosivos e assoreamento, diminuindo, assim, a vazão de córregos e riachos, e conseqüentemente o volume útil do reservatório e sua funcionabilidade.

3.4 – Impactos Ambientais Decorrentes da Implantação da UHE Três Irmãos e Sobre seu Reservatório.

A CESP - Companhia Energética de São Paulo tem, atualmente, uma potência instalada de 6.319 MW gerada por meio de seis usinas hidrelétricas. Três delas — Jupiá, Ilha Solteira (no rio Paraná) e Três Irmãos (próximo à foz do rio Tietê com o Paraná) somam 39 turbinas, com capacidade de 5.802 MW, o que representa cerca de 91% do total de energia gerada pelas seis usinas. Assim, as três usinas já instaladas no extremo oeste do Estado representam hoje a maior fonte de energia produzida por essa Companhia para o Estado de São Paulo (CESP, 2001).

Construída na década de 80 e 90 a usina hidrelétrica de Três Irmãos causou diversos impactos ambientais (CESP,1990). A formação do reservatório de Três Irmãos causou alterações significativas e de caráter permanente no relevo, com a inundação das planícies aluviais do rio Tietê. Essas áreas abrigavam importantes remanescentes dos ecossistemas de várzeas do último trecho do rio ainda não represado, representando mais de 19.000ha da área de inundação.

A inundação dessas áreas causa uma diminuição na velocidade da corrente como se fosse uma barreira, desta forma diminui a capacidade de transporte de sedimentos pelas águas, favorecendo o aparecimento de novas áreas de sedimentação nas desembocaduras dos afluentes, contribuindo diretamente para o assoreamento do reservatório (CESP,1990).

Foram também perdidos, mais de 18.000ha de áreas com solos de grande potencial agrícola, como Latossolo Roxo e Terra Roxa-Estruturada e solos de menor potencial como o Latossolo Vermelho-Amarelo, que ocupava mais de 37.000ha (CESP,1990).

Com relação ao lençol freático, houve uma elevação do nível do lençol d'água generalizado devido a construção da barragem. Sob a perspectiva da (CESP,1990), essa elevação é benéfica na medida que facilita o acesso as águas subterrâneas, melhorando as condições de umidade superficial dos solos, porém, por sua vez é danoso para a agricultura, pois torna a terra mais úmida, facilitando os processos de erosão.

No que se refere à fauna e flora houve um alagamento da vegetação natural remanescente e sucessional de 7591,11ha, sendo 2446,37ha de mata, 5127,97ha de capoeira e 16,77ha de cerrado, contribuindo, assim, para a perda de ecossistemas e da própria biodiversidade. As áreas de várzeas, com suas formações vegetais típicas, que constituem importantes ecossistemas quanto a diversidade faunística, foi inundada numa extensão de 14.273,11ha, praticamente desaparecendo estes ecossistemas na região, contribuindo para a perda de espécies raríssimas como: jaçanã, socó-boi, gavião-belo, cervo-do-pantanal e onça-pintada (CESP, 1990).

Com o represamento houve uma redução do poder de autodepuração das águas e, conseqüentemente, redução do teor de oxigênio dissolvido. O lançamento in natura de esgotos domésticos, industriais e de fertilizantes provavelmente contribuíram para a proliferação de algas e plantas aquáticas (CESP,1990).

Com relação às atividades econômicas o reservatório inundou 72.725,73ha de 572 propriedades rurais, desaparecendo pastagens, culturas temporárias e permanentes. O maior impacto sócio-econômico está relacionado com os pequenos produtores, que dificilmente encontram forma de se reestruturar (CESP,1990).

O impacto sobre a área urbana principalmente de Pereira Barreto foi imediato e irreversível, provocando alterações importantes em sua estrutura espacial. A inundação do sistema de saneamento básico, do lixão, de igrejas, de edificações, de trechos da rede viária e de energia elétrica, causou enormes prejuízos ao município e a população

local, provocando uma pressão sobre áreas disponíveis, com repercussões no arranjo da cidade, na valorização de suas terras e perda de patrimônio cultural (CESP, 1990).

Esta nova realidade também gera impactos sobre os recursos hídricos, induzindo uma necessidade de estudos que forneçam informações, conduzindo ao entendimento, da atual e futura qualidade ambiental do reservatório, bem como do seu manejo adequado.

Um dos principais indicadores dos impactos do meio sobre a usina Três Irmãos, é a ocorrência de determinadas espécies vegetais aquáticas, bem como sua distribuição e concentração. Determinadas atividades dentro de sua área de influência podem ser indutoras de contaminação e poluição das águas do reservatório, alterando suas propriedades naturais e comprometendo a qualidade ambiental das águas e da vida aquática, induzindo o fenômeno da proliferação de plantas. Como exemplos dos usos e atividades do entorno desse reservatório envolvido com esse problema podem-se citar: loteamentos que desconsideram critérios ambientais em sua implantação (tratamento de esgotos, manejo adequado do solo e desmatamentos), uso de irrigação, utilização indiscriminada de agrotóxicos, desmatamento das áreas de preservação ambiental e concentração urbana e de atividade industrial em suas margens (LIMA & SANTOS, 2001).

3.5 - Uso Agrícola do Solo: impactos ambientais

A agricultura intensiva têm sido altamente desfavorável à natureza e ao homem. A irrigação em grande escala, desenvolvidas por egípcios e babilônicos, não só possibilitou o surgimento de grandes civilizações, como também as fez sucumbir, devido à salinização dos solos, que os tornou improdutivos, ao assoreamento de represas e rios, que provocou grandes enchentes e, ao desmatamento de grandes áreas de florestas, aumentando erosão e diminuindo as chuvas, surgindo assim, imensos desertos. Da mesma forma, as sociedades pastoris, que se estendiam do Egito à China, produziram enormes áreas desérticas devido ao pastoreio excessivo de seus animais (PASCHOAL, 1995).

As inovações introduzidas na agricultura entre os séculos VIII e XIX , entre as quais os usos do arado e da coalheira, tornaram os agricultores mais eficientes na produção agrícola , entretanto, mais agressivos contra a natureza, ocasionando uma dizimação de grande parte das florestas da Europa.

Nas colônias européias da América, da África e da Ásia, os sistemas agrícolas tradicionais foram substituídos pelo sistema progressista da Europa de extensas monoculturas, que levaram ao desmatamento de imensas áreas, provocando erosões e perda rápida da fertilidade dos solos.

Conforme PASCHOAL (1995), com a Revolução Industrial, iniciada na Inglaterra por volta de 1780, as forças humana e animal, foram substituídas pelas forças das máquinas, que expandiram rapidamente as fronteiras agrícolas. Mas foi somente após a Segunda Guerra Mundial, que os impactos da agricultura na natureza se generalizaram, tendo na sua alta produtividade, o seu alicerce, conhecido como Revolução Verde. Os adubos solúveis tornaram-se de uso freqüente, produzindo culturas abundantes, entretanto, levaram os solos a perderem rapidamente sua fertilidade e sua estrutura física, ocasionando erosões, que com estes solos adensados,

erodidos e quase estéreis, a atividade agrícola passou então, a exigir repetidas aplicações de agrotóxicos, levando a poluição dos solos e das águas. No Brasil, durante o governo militar, no início da década de 70, este modelo de agricultura progressista foi implantado através dos Programas Nacionais de Desenvolvimento (PNDs). Em pouco tempo o país passou a ser um grande consumidor de agrotóxicos e de adubos minerais, que geraram diversas consequências, já bastante conhecidas, como a erosão dos solos.

Os impactos ambientais causados pela agricultura de um país ou de uma região estão relacionados com o modelo agrícola adotado. O modelo agrícola brasileiro vem sofrendo mudanças significativas nas últimas três décadas, devido a transformações sociais e econômicas. Para atender a demanda crescente de consumo de produtos agrícolas, há duas alternativas: Incorporação de novas áreas ao processo de produção agropecuário ou aumento da produtividade nas áreas já utilizadas (CAMPANHOLA et. al. 1997).

Estas duas formas de aumentar a produção agrícola causam impactos no meio ambiente. Nas áreas já ocupadas, os impactos estão relacionados principalmente ao aumento de uso intensivo de insumos agrícolas (fertilizantes, agrotóxicos e água para irrigação). Nas áreas novas incorporadas ao processo produtivo agrícola, um dos principais problemas se refere à perda da paisagem original, onde o retalhamento ou alteração de extensas áreas, ocasiona um desequilíbrio, levando à extinção de espécies endêmicas. A substituição da cobertura vegetal e a introdução de sistemas de manejo de culturas alteram o ciclo hidrológico destes agroecossistemas. Os efeitos negativos destas alterações, ocorrem principalmente sobre a biodiversidade aquática, ao abastecimento de água potável e a utilização dos recursos hídricos para o lazer, geração de energia elétrica e para o transporte fluvial (CAMPANHOLA et. al. 1997).

ASSIS (1995), também ressalta que, os conflitos ou efeitos danosos aos recursos hídricos estão relacionados à alta demanda de água para irrigação em regiões

com baixa disponibilidade hídrica, as práticas agrícolas inadequadas e a disposição de agrotóxicos em lugares impróprios.

Em JORGENSEN S. E. e VOLLENWEIDER R. A. (2000), um dos problemas relacionados com a eutrofização de lagos e reservatórios é devido à poluição difusa de nutrientes e as descargas de substâncias tóxicas da agricultura.

SANTA CATARINA (1994) e FLEISCHFRESSER (1996), apontam que uns dos principais impactos da agricultura, estão relacionado com a falta de local apropriado para o descarte do lixo tóxico e pelo abastecimento de pulverizadores que muitas vezes são feitos diretamente nos riachos.

Segundo BRAGAGNOLO & PARCHEN (1991), as implicações ao meio-ambiente ocorrem pela contaminação dos recursos hídricos através de diferentes fatores: (a) aporte de sedimentos provenientes de áreas agrícolas que sofreram processo de erosão e (b) poluição direta por agrotóxicos, fruto de manejo inadequado de pulverizadores e descarte de vasilhames;

FREIRE (1995), relata que na região Oeste do Estado de São Paulo as pastagens de uso extensivo e as culturas anuais executadas em grande parte, por pequenos agricultores que não têm acesso às práticas conservacionistas de controle da erosão, causando perdas alarmantes de solo pela erosão em sulcos e voçorocas.

Conforme BERTONI, J. & LOMBARI NETO, F. (1999), o Brasil perde anualmente, pelo menos quinhentos milhões de toneladas de terra através da erosão, correspondendo à retirada de uma camada de 15 cm de espessura numa área de $2,8 \times 10^8$ metros quadrados de terra. Essa perda de solo influencia diretamente a produtividade das culturas agrícolas, tendo-se em alguns casos de solos seriamente erodidos e a perda total da capacidade produtiva.

Segundo CODASP (2003), mais de 80% da área cultivada do Estado de São Paulo ainda tem erosão acima dos limites de tolerância e 48,5 milhões de toneladas de terra chegam aos mananciais, por ano, fruto da erosão.

Em suma, os impactos ambientais provenientes da agricultura na região de estudo, estão relacionados principalmente: ao uso de agrotóxicos indiscriminados, ao manejo inadequado do solo, oriundos de agricultores despreparados quando ao manejo, a captação de água para irrigação e ao desmatamento de matas ciliares para aumentar a área de plantio (CESP, 2000).

A maior parte do lixo da zona rural do entorno do reservatório de Três Irmãos, considerando os de origem orgânica, bem como as embalagens plásticas dos agrotóxicos utilizados nas lavouras, são deixados a céu aberto, seja no terreiro ou na beira de estradas. Uma porcentagem é queimada e muito pouco é enterrado. Em Lourdes estimou-se que 20% da população joga lixo nos cursos d'água, em Guararapes, 50% são queimados, 30% são enterrados e 20% jogados na beira da estrada, em Pereira Barreto e Sud Menucci 100% do lixo são colocados em buracos a céu aberto (CESP, 2000).

Muitos agrotóxicos, além de poluírem os mananciais de água, também atuam sobre a biologia do solo, eliminando ou inibindo determinados grupos de organismo que auxiliam na agregação das partículas do solo. Com isso, o solo torna-se mais suscetível à erosão e, conseqüentemente, há contaminação e assoreamento dos mananciais (CAMPANHOLA et. al. 1997).

DIAS (1997), constatou em seus estudos que as partículas transportadas e impregnadas de defensivos agrícolas e fertilizantes podem não só contaminar os recursos hídricos como provocar o assoreamento do reservatório, com diminuição do tempo de sua vida útil.

FIGURA 1. RESERVATÓRIO DE TRÊS IRMÃOS.

As principais características relativas ao reservatório de Três Irmãos estão descritas na Tabela 6.

Tabela 6 – Características do reservatório de Três Irmãos.

Alturas máximas	
Margem direita	46m
Margem esquerda	62m
Estruturas de concreto	83m
Condições de montante	
Área da bacia hidrográfica	69.900km ²
Área do espelho d'água (N.A. 328,40 m)	785km ²
Volume morto	10.000 x 10 ⁶ m ³
Volume útil	3.450 x 10 ⁶ m ³
Volume reservado para cheia de projeto	350 x 10 ⁶ m ³
Barragem de concreto e de terra	
Tipo	gravidade
Comprimento no coroamento	3.640,00m
Níveis característicos de montante	
N.A. máximo maximorum	328,40m
N.A. máximo útil	328,00 m
N.A. mínimo útil	323,00m
Vazão média a longo termo (MLT período 1931 - 1998)	757m ³ /s
Vazão máxima média diária observada (05/06/83)	6.575m ³ /s
Condições de jusante	
N.A. máximo maximorum	284,75m
N.A. máximo	282,40m

N.A. mínimo	279,00m
Vazão máxima dos descarregadores (N.A. 328,00 m)	9.500m ³ /s
Vazão turbinada nominal total (5 máquinas)	2.040 m ³ /s
Unidades geradoras - turbinas	
Tipo	Francis
Turbinas	5
Potência nominal unitária	165.000kw
Queda de referência	42,00m
Engolimento máximo	449m ³ /s
Unidades geradoras - geradores	
Tipo	ABB/Siemens/Alstom
Potência nominal	161.500kw
Potência nominal total instalada	807.500kw
Órgãos de descarga	
Comportas de superfície	4
Dimensões do vão	15,00 x 18,00m
Cota da soleira	310,50m
Cota de topo da comporta (parte central)	329,00m
Cota de topo da comporta (junto aos pilares)	329,50m
Descarga máxima por vão (N.A. 328,00 m)	2.249m ³ /s
Descarga máxima por vão (N.A. 328,50 m)	2.375m ³ /s

FONTE: www.cesp.com.br

Sua construção teve início em 26/06/1980 e teve sua inauguração em 12/03/1991.

A unidade geradora 1 iniciou sua operação em novembro de 1993, a unidade 2 em maio de 1994, a unidade 3 em agosto de 1996, a unidade 4 em novembro de 1998 e a unidade 5 em janeiro de 1999.

Quando estiver em operação todas as 8 turbinas, totalizará 1.292mw de potencia final, o suficiente para atender à demanda energética de uma cidade de 1,5 milhões de habitantes.

Esta é a maior usina construída no Rio Tietê. Atualmente sua potência instalada é de 807,5mw através das 5 unidades geradoras, cada uma com 161,5mw (Figura 2).

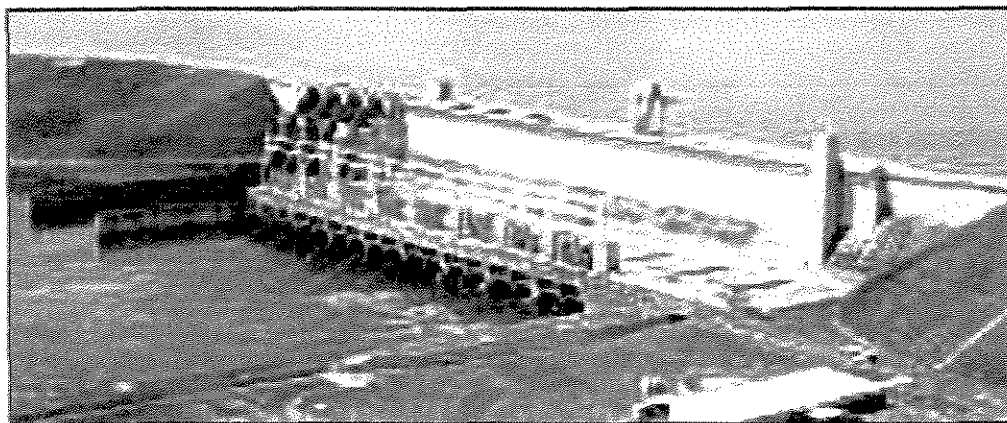


Figura 2. Usina Hidrelétrica de Três Irmãos.

Três Irmãos possui uma característica inédita no país: seu reservatório é interligado ao de Ilha Solteira, através do “Canal de Pereira Barreto” (Figura 3). Este com 9.600m de comprimento interligando os reservatórios de Ilha Solteira e Três Irmãos, propiciando a operação energética integrada dos dois aproveitamentos hidrelétricos, além de permitir a navegação entre os tramos norte e sul da Hidrovia Tietê-Paraná, possibilitando um incremento no transporte fluvial de 345km para 1.700km.

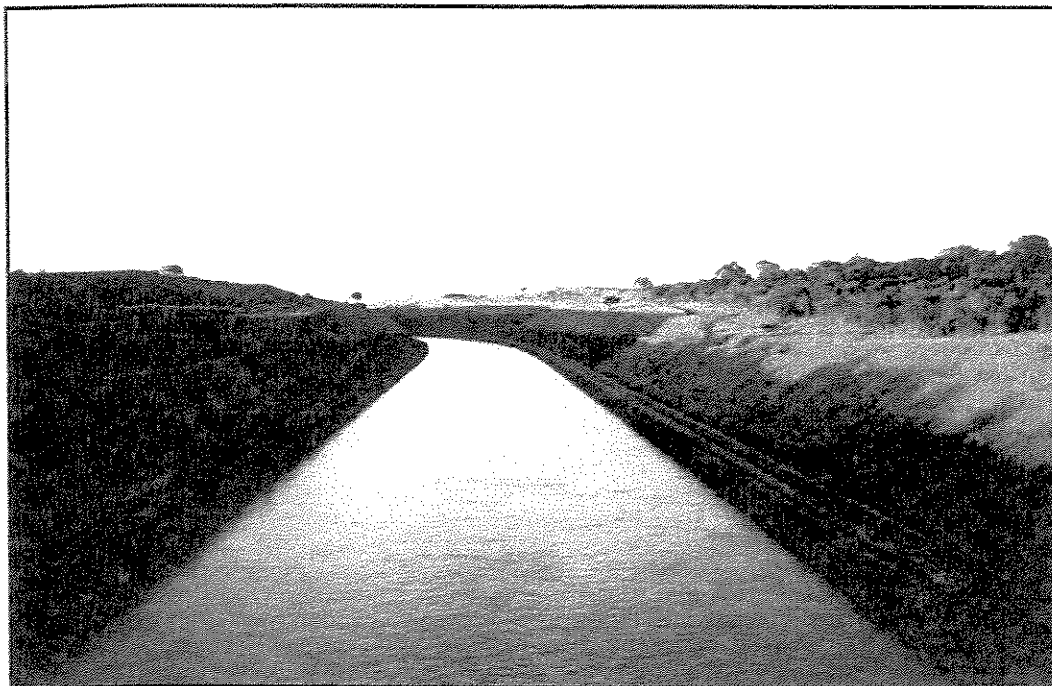


Figura 3. Canal de Pereira Barreto.

A ocupação da região do entorno do reservatório de Três Irmãos ocorreu, predominantemente, entre os anos de 1920 e 1960, resultado da expansão das fronteiras agrícolas do Estado de São Paulo, que visava as terras férteis para o plantio de café. A região também se caracterizava pela pecuária extensiva, muitos latifúndios, grandes distâncias dos centros urbanos mais significativos e baixa densidade demográfica. Na década de 70 e 90 sua economia passa a ser a agropecuária, com destaque para a criação de gado de corte e por diversas monoculturas, introduzidas pela colonização japonesa. Atualmente, a região tem sofrido importantes mudanças quanto uso da terra, onde os desmatamentos para ampliação das áreas de pecuária e produção agrícola são muito significativos.

4.2 - Descrição dos Métodos

4.2.1 - Construção da Base Cartográfica

✓ Objetivo

Mapeamento da rede de drenagem e curvas de nível da área do entorno do reservatório, com os principais cursos d'água e seus afluentes, limites políticos, aglomerados humanos e principais vias de acesso.

✓ Método

As informações sobre a rede de drenagem, vias de acesso e limites políticos foram extraídas das cartas planialtimétricas do IBGE (Andradina, Pereira Barreto, Mirandópolis, Araçatuba, Lavínia, Valparaíso, Guararapes, Birigui, Lourdes, Coroados, Brejo Alegre, Buritama, Santo Antonio do Araracanguá, Auriflama, Guzolândia, Sud Menucci), na escala 1: 50.000 (Estado de SP). As informações como vias de acesso e aglomerados humanos foram atualizadas através de imagens de satélite LANDSAT-7 (222-074 de 24/09/99; 222-075 de 24/09/99), composição colorida RGB 345, levantamentos de campo e com a utilização de GPS (Global Position System) Explorer II. Todas essas informações foram digitalizadas em SIG I/GEOVEC e I/RAS B, em layers distintos e posteriormente somadas entre si para elaboração da base cartográfica.

4.2.2 - Mapeamento dos Elementos Indutores de Impactos Ambientais.

✓ Objetivo

Qualificar os elementos indutores de impactos ambientais² e contaminação do reservatório de Três Irmãos, através de um diagnóstico que relacione as atividades humanas com as fragilidades do solo.

4.2.2.1 - Levantamento dos Elementos Indutores de Impactos Ambientais por Entrevistas.

✓ Método

As Informações como densidade e distribuição de ocupação, loteamentos, terrenos ociosos e área de lazer que potencialmente causam impactos foram obtidas através de entrevistas de campo junto às lideranças (ou agentes de planejamento) locais, identificadas em duas vertentes: institucional (prefeitos, secretários municipais, vereadores, diretores de órgãos ambientais regionais) e comunitária, representada por agentes de diversos segmentos da sociedade dominante (ONG ambiental, liderança de produtores agrícolas etc.). As informações que não puderam ser georeferenciadas em função da escala foram representadas por símbolos em mapas croqui.

² Elementos indutores de impactos ambientais: São atividades humanas ou empreendimentos que, potencialmente, podem causar e/ou acelerar efeitos negativos já instalados.

4.2.2.2 - Mapeamento dos Elementos Indutores de Impactos Ambientais em Campo.

✓ Método

A princípio, foram estabelecidos, por meio da interpretação de imagem de satélite, os padrões de cobertura vegetal, uso da terra e principalmente áreas com indícios de assoreamento. Com essa pré-análise pode-se priorizar os cursos d'água a serem visitados e aferir em campo os usos e impactos relacionados.

O trabalho de campo foi feito por água e por terra nos primeiros 10km de entorno das margens do reservatório, priorizando-se o primeiro quilômetro e os rios pré-selecionados. Porém, em determinadas áreas foi necessário ultrapassar a faixa da área de estudo em direção as nascentes, com o objetivo de encontrar locais que apresentam indícios da dinâmica do impacto, como por exemplo, degradação ciliar.

As atividades ou indícios de impactos diagnosticados foram catalogados com o auxílio de uma Planilha de Campo, apresentadas na Tabela 7 e Anexo A.

Para a qualificação e dinâmica dos impactos, foram atribuídos diferentes critérios de acordo com cada impacto diagnosticado em campo, dando lhes, desta forma, valores mais objetivos para a classificação da dinâmica e intensidades das ações e processos Tabela 8.

As atividades ou processos indutores de impactos identificados em campo foram georeferenciados através de GPS (Global Position System) Explorer II e, posteriormente, espacializados em SIG Geomídia-Pro, possibilitando a construção de um mapa temático.

Tabela 7 - Exemplo de Planilha de campo.

Reservatório	Local:	Ponto:
	Margem:	Coordenadas:
		Foto:
Classificação da Dinâmica e Intensidade das Ações e dos Processos		
Natural (N) Implantada (I) Conservada (C) Degradada (D)	Alta susceptibilidade (AS) Média susceptibilidade (MS) Baixa susceptibilidade (BS)	Pequeno porte (PP) Médio porte (MP) Grande porte (GP)
		Alta densidade (AD) Média densidade (MD) Baixa densidade (BD)
		Processo ativo em expansão (PA) Processo paralisado temporariamente (PT) Processo estável sujeito a recorrência (PR) Processo estável sem atividade aparente (PE) Processo desativado (PD)
		Área instável com risco para as áreas vizinhas (AV) Área estável necessitando intervenção (AI) Área estável com recuperação natural (AR)
IDENTIFICAÇÃO DAS FORMAS DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA		
Cobertura Vegetal (presença e estado de conservação)		
Florestas		Estacional Semidecídua
		Mata Ciliar
Tipos de Cerrado		Campo Cerrado
		Cerrado <i>sensu strictu</i>
		Cerrado Arbóreo
		Mata de Galeria
Estádios Sucessionais de Floresta e Cerrado		Estádio inicial a médio de regeneração
		Estádio médio a avançado de regeneração
Uso da Terra (tipo de uso e potencialidade à degradação ambiental)		
Agropecuária		Agricultura anual/semi-perene
		Tipos:
		Agricultura perene
		Tipos:
		Reflorestamento
		Tipos:
		Campo Antrópico
		Agropecuária

		Chácaras de pequena produção ou de subsistência	Tipos:
Adensamentos Humanos		Áreas Urbanas	Tipos:
		Áreas de Segunda Residência	Tipos:
		Loteamentos	Tipos:
		Áreas comerciais	Tipos:
Solos Expostos		Para agricultura	
		Para pastagem	
		Para agropecuária	
CARACTERÍSTICAS DO TERRENO (áreas susceptíveis à erosão)			
Relevo (áreas susceptíveis à erosão)	Colinas amplas		
	Colinas médias		
	Terraços		
	Planície de inundação		
Tipo de margem (áreas susceptíveis à erosão)	Margem suave com areia		
	Margem suave		
	Margem abrupta		
	Solo exposto		
	Gramínea		
	Arbóreo		
	Arbustiva		
	Macrófita		
	Blocos		
	AÇÕES E PROCESSOS POTENCIALMENTE IMPACTANTES		
Resíduos sólidos		Depósitos de lixo	Aterro Sanitário
			Materiais descartáveis espalhados
		Área de Descartes	Entulho e/ou restos de obra
			Bota-fora/ Canteiro de obra
		Estruturas degradadas	Tipos:

Taludes		de corte
		de aterro
Processos de Ocupação Potencialmente Impactantes		Ocupação urbana desordenada
		Casas isoladas de madeira e/ou alvenaria
		Barracos de comércio
		Áreas de lazer
		Aeroportos
		Áreas industriais
		Áreas de mineração
		Áreas de agropecuária
		Abatedouros/Frigoríficos
		Usinas de cana
		Estrada

Tabela 8 .Classificação da Dinâmica e Intensidade das Ações dos Processos Indutores de Impacto

Elementos Indutores de Impactos Ambientais	Pequeno Porte	Médio Porte	Grande Porte	Baixa Densidade	Média Densidade	Alta Densidade
Casas Isoladas de Madeira/Alvenaria	Construções rústicas $\leq 25m^2$	Construções com acabamento simples $\leq 100m^2$	Construções com acabamento sofisticado $> 100m^2$	≤ 5 casas por área	≤ 10 casas por áreas	> 10 casas por área
Área de Lazer	Construções $\leq 50m^2$	Construções $\geq 100m^2$	Construções $\geq 200m^2$	≤ 5 casas por área	≤ 10 casas por áreas	> 10 casas por área
Canal Fluvial	Interrupção do fluxo do rio ou apropriação de água em rios com margem até 5m	Interrupção do fluxo do rio ou apropriação de água em rios com margem até 10m	Interrupção do fluxo do rio ou apropriação de água em rios com margem com mais de 10m	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Área Industrial	Com instalações $\leq 1000m^2$	Com instalações $\leq 5000m^2$	Com instalações $> 5000m^2$	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Área de Mineração	Com instalações $\leq 1000m^2$	Com instalações $\leq 5000m^2$	Com instalações $> 5000m^2$	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Contaminação por Efluentes <i>in natura</i>	Tubulações $\leq 10mm$ de diâmetro	Tubulações $\leq 20mm$ de diâmetro	Tubulações $> 20mm$ de diâmetro	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Contaminação do solo	Áreas $\leq 250m^2$	Áreas $\leq 1000m^2$	Áreas $> 1000m^2$	Até 3 tipos diferentes de materiais descartáveis na área	Até 5 tipos diferentes de materiais descartáveis na área	Mais de 5 tipos diferentes de materiais descartáveis na área
Barracos de Comércio	Construções rústicas $\leq 25m^2$	Construções com acabamento simples $\leq 50m^2$	Construções com acabamento sofisticado $> 50m^2$	≤ 5 casas por área	≤ 10 casas por áreas	> 10 casas por área
Estradas	Estradas de terra apresentando	Estradas pavimentadas apresentando acúmulo	Estradas pavimentadas apresentando grande acúmulo de sedimento,	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas

	erosões de pequeno porte	de sedimentos ou deterioração do asfalto	deterioração do asfalto ou desbarrancamento			
Agropecuária	Criação de gado ou plantação agrícola para subsistência	Criação de gado ou plantação agrícola $\leq 100\text{ha}$	Criação de gado ou plantação agrícola $> 100\text{ha}$	Pouca atividade aparente	Média atividade aparente	Grande atividade aparente
Área de Empréstimo	Áreas $\leq 1000\text{m}^2$	Áreas $\leq 5000\text{m}^2$	Áreas $> 5000\text{m}^2$	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Ocupação urbana desordenada	Áreas $\leq 250\text{m}^2$	Áreas $\leq 1000\text{m}^2$	Áreas $> 1000\text{m}^2$	Até 5 moradias impróprias de assentamento	Até 10 moradias impróprias de assentamento	Mais que 10 moradias impróprias de assentamento
Aeroporto	Pista de terra para pequenas aeronaves e sem infra-estrutura	Pista asfaltada para pequenas e médias aeronaves com pequena infra-estrutura	Pista asfaltada para aeronaves de grande porte com infra-estrutura e angares	-----	-----	-----
Frigorífico	Com instalações $\leq 1000\text{m}^2$	Com instalações $\leq 5000\text{m}^2$	Com instalações $> 5000\text{m}^2$	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Usina de Cana	Com instalações $\leq 1000\text{m}^2$	Com instalações $\leq 5000\text{m}^2$	Com instalações $> 5000\text{m}^2$	-----	-----	-----

O número de ocorrência foi identificado dentro do campo visual que continha o ponto de amostragem.

4.2.2.3 - Mapeamento da Fragilidade do Meio às Atividades Humanas.

✓ Método

Objetivando avaliar a relação entre propriedades do meio físico e sua utilização pelas atividades humanas foram elaborados cruzamentos de dados relativos à cobertura vegetal, uso e ocupação da terra e potencial de erosão do solo. Para isso, foram utilizados os mapas relativos a esses temas elaborados pelo Grupo de Gestão Territorial – Núcleo de Estudo de Plantas Aquáticas (Cesp, 2000). Os cruzamentos foram feitos através de SIG IDRISI 2.0, utilizando a técnica de overlay, de forma a identificar as áreas vulneráveis a erosão e hierarquizar unidades territoriais com diferentes potenciais de impactos e riscos ambientais para o meio terrestre e reservatório.

4.2.2.4 - Mapeamento de Áreas Possivelmente Cobertas por Plantas Aquáticas.

✓ Método

O primeiro passo foi georeferenciar a imagem de satélite Landsat 7 (222-074 de 24/09/99), a partir da seleção de pontos estratégicos como caminhos, estradas e do próprio reservatório no SIG IDRISI 2.0. Como os corpos d'água apresentam uma forte absorção no Infra Vermelho Próximo, foi feita uma máscara utilizando essa faixa espectral de imagem no módulo RECLASS do SIG IDRISI 2.0, atribuindo-se zero para os corpos d'água e um para o restante da imagem.

A partir dos módulos FIRST IMAGE e SECUND IMAGE foram cruzadas a mascara e a imagem da mesma área na banda verde, usando o comando: first covers second except where zero.

A partir do resultado obtido foi feita uma nova reclassificação, utilizando seis intervalos definidos entre 0 e 246 (números digitais). Cada faixa reflete a probabilidade de ocorrência das plantas aquáticas, que expressaria também diferentes concentrações.

4.2.3 - Mapeamento dos Impactos Reais.

✓ Objetivo

Qualificar e quantificar os impactos reais³ indutores de contaminação do reservatório de Três Irmãos, através de um diagnóstico da situação dos elementos e/ou processos que, de alguma forma, afetam o seu aproveitamento e tempo de vida útil.

4.2.3.1 - Levantamento dos Impactos Ambientais por Entrevistas

✓ Método

Informações como ocorrência da proliferação de plantas aquáticas, assoreamento, depósito de lixo ou uso de agrotóxicos foram obtidos por meio de entrevistas de campo junto às lideranças (ou agentes de planejamento) locais, com o mesmo procedimento descrito para o diagnóstico dos elementos indutores de impactos.

³ Impactos reais: São considerados como os efeitos negativos resultantes de uma ação humana observados e avaliados em campo.

4.2.3.2 - Mapeamento dos Impactos Ambientais em Campo.

✓ Métodos

Foram mapeados os impactos observados nas margens e águas do reservatório, cursos e afluentes na mesma área de acordo com os procedimentos gerais utilizados para o levantamento dos elementos indutores de impactos em campo. Em determinadas áreas foi necessário ultrapassar a área de estudo em direção as nascentes, com o objetivo de encontrar locais que apresentam indícios da dinâmica do impacto, como por exemplo, perda da cobertura vegetal ciliar e focos de erosões.

As atividades impactantes diagnosticadas foram catalogadas com o auxílio de uma Planilha de Campo, apresentadas na Tabela 9 e Anexo B.

Para a qualificação e dinâmica dos impactos, foram atribuídos diferentes critérios de acordo com cada impacto diagnosticado em campo, dando lhes, desta forma, valores mais objetivos para a classificação da dinâmica e intensidades das ações e processos Tabela 10.

Os impactos identificados em campo, foram georeferenciados através de GPS (Global Position System) Explorer II e posteriormente espacializados em SIG Geomídia-Pro, possibilitando a construção de um mapa temático.

Tabela 9 - Exemplo de Planilha de campo.

Reservatório	Local:	Ponto:	
	Margem:	Coordenadas:	
		Foto:	
Classificação da Dinâmica e Intensidade das Ações e dos Processos			
Alta susceptibilidade (AS) Média susceptibilidade (MS) Baixa susceptibilidade (BS)	Pequeno porte (PP) Médio porte (MP) Grande porte (GP)	Alta densidade (AD) Média densidade (MD) Baixa densidade (BD)	
		Processo ativo em expansão (PA) Processo paralisado temporariamente (PT) Processo estável sujeito a recorrência (PR) Processo estável sem atividade aparente (PE) Processo desativado (PD)	
		Área instável com risco para as áreas vizinhas (AV) Área estável necessitando intervenção (AI) Área estável com recuperação natural (AR)	
Processos erosivos		Erosão laminar	
		Sulcos e ravinas	
		Boçorocas	
		Rastejo e trincas	
		Escorregamentos	
		Queda de blocos	
		Embate de onda	
Assoreamento		de rio	
		de reservatório	
Desmatamento e/ou interferências na cobertura vegetal natural		Perda de cobertura por corte	
		Perda de cobertura por queimada	
		Afogamento	
		Alagamento parcial	
Contaminação do solo		Depósitos de lixo	Aterro Sanitário
			Lixão
			Materiais descartáveis espalhados
		Área de Descartes	Entulho e/ou restos de obra
			Bota-fora/ Canteiro de obra

		Estruturas degradadas	Tipos:
Contaminação por efluentes		Lançamento de esgoto	
		Lançamento de efluentes industriais	
Perda de solo			
Taludes		de corte	
		de aterro	
Canal fluvial		barrado	
		Destruição da drenagem	
Proliferação de plantas aquáticas			
Diminuição da quantidade de água		Tipo:	

Tabela 10 .Classificação da Dinâmica e Intensidade das Ações dos Impactos Reais.

Elementos Indutores de Impactos Ambientais	Pequeno Porte	Médio Porte	Grande Porte	Baixa Densidade	Média Densidade	Alta Densidade
Processos Erosivos	Erosão laminar	Sulcos e Ravinas	Voçorocas, Desbarrancamento, Embate de onda	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Proliferação de Plantas Aquáticas	Proliferação de macrófitas em áreas $\leq 25m^2$	Proliferação de macrófitas em áreas $\leq 100m^2$	Proliferação de macrófitas em áreas $> 100m^2$	Até 5 indivíduos por m^2	Até 10 indivíduos por m^2	Mais de 10 indivíduos por m^2
Assoreamento	Bancos de areia com área $\leq 25m^2$	Bancos de areia com área $\leq 100m^2$	Bancos de areia com área $> 100m^2$	*	*	*
Perda da Cobertura Vegetal	Áreas não destocadas $\leq 250m^2$	Áreas não destocadas $\leq 1000m^2$	Áreas não destocadas $> 1000m^2$	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Alteração da Drenagem	Interrupção do fluxo do rio ou apropriação de água em rios com margem até 5m	Interrupção do fluxo do rio ou apropriação de água em rios com margem até 10m	Interrupção do fluxo do rio ou apropriação de água em rios com margem com mais de 10m	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Contaminação do solo	Áreas $\leq$ que $250m^2$	Áreas $\leq$ que $1000m^2$	Áreas $>$ que $1000m^2$	Até 3 tipos diferentes de materiais descartáveis na área	Até 5 tipos diferentes de materiais descartáveis na área	Mais de 5 tipos diferentes de materiais descartáveis na área
Contaminação por Efluentes <i>in natura</i>	Tubulações $\leq 10mm$ de diâmetro	Tubulações $\leq 20mm$ de diâmetro	Tubulações $> 20mm$ de diâmetro	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Perda de Solo	Retirada de terra em área $\leq 250m^2$	Retirada de terra em área $\leq 1000m^2$	Retirada de terra em área $> 1000m^2$	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas
Captação de Água	Tubulações $\leq 10mm$ de diâmetro	Tubulações $\leq 20mm$ de diâmetro	Tubulações $> 20mm$ de diâmetro	1 ocorrência	Até 3 ocorrências sucessivas	Mais de 3 ocorrências sucessivas

O número de ocorrência foi identificado dentro do campo visual que continha o ponto de amostragem.

* A densidade de assoreamento não foi analisada por motivos de tempo e infra-estrutura.

4.2.4 – Cruzamento de Informações Referentes aos Mapas Temáticos.

✓ Objetivos

Os cruzamentos entre os mapas temáticos possibilitaram a definição de áreas prioritárias de ação para o controle de impactos que interferem na qualidade e quantidade da água do reservatório.

✓ Método

Foi realizada uma análise integrada dos mapas de impactos reais e dos elementos indutores de impactos mapeados na etapa anterior, através da aplicação do método de “overlay”, em ambiente de SIG IDRISI 2.0. Cada mapa foi representado por planos de informações individuais, que foram posteriormente cruzados entre si, segundo uma regra de cruzamento baseada em álgebra booleana, gerando novas classes a partir do cumprimento, ou não, de condições estabelecidas.

Foi considerado que os mapas, bem como suas classes de legenda, tivessem diferentes pesos, pois certos tipos de impactos são mais relevantes que outros, ou seja, estes pesos refletiram a importância relativa das classes e dos mapas entre si.

Para a aplicação desta técnica, cada classe de um determinado mapa temático apresentou um valor de potencialidade em função de sua capacidade de gerar dano ao meio e ao reservatório antes e depois da construção da usina hidrelétrica. Também foram considerados valores de importância de cada um dos quatro mapas de impactos. Após a ponderação e definição da regra, foi realizado o “overlay” dos mapas temáticos, gerando o mapa final, que apontou as áreas críticas para o manejo ambiental das margens do reservatório de Três Irmãos.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Cenário histórico do Baixo Tietê: mudança da paisagem e à construção de hidrelétricas.

Estudos realizados pela equipe do Eng. Jorge Black Scorrer em 1905, caracterizaram minuciosamente a paisagem nas margens do rio Tietê (Exploração do Rio Tietê, 1930). Este trabalho descreve que, no começo do século passado, o rio Tietê caracterizava-se pelas suas margens abruptas, sendo geralmente bem arborizadas, exceto na margem do lado direito, com um relevo mais amplo por onde se estendiam grandes campos desdobrando-se em vastos latifúndios. Os terrenos na margem direita eram bastante amplos, formando baixadas e varjões que durante as enchentes ficavam inundados.

Nos arredores entre Avanhandava e Itapura existiam pequenas indústrias (olarias e monjolos) e alguns vilarejos de agricultores que eram atraídos pela grande fertilidade de suas terras roxas. Nesses solos havia plantações de cana-de-açúcar e cereais para a fabricação de aguardente e rapadura. Também era possível encontrar pequenas criações de gado espalhadas por toda região.

De Itapura até as margens do rio Paraná, todo o terreno era mais abrupto e livre de inundações. Suas terras também eram formadas por terra roxa e vermelha constituindo, assim, uma área de grande fertilidade. Ao longo da margem a vegetação era bem conservada e geralmente alta, encontrando-se com abundância: figueiras,

jataizeiros, ingazeiros e, em menor quantidade, perobas, canelas, ipê, jatobá, aroeira e coqueiros.

Neste trecho do rio era possível encontrar algumas tribos de índios e raramente alguns casebres de pequenos agricultores, pois o acesso era quase impossível e a região era bem inóspita.

João P. Cardoso chefe da comissão – Exploração do Rio Tietê, descreveu a região com palavras que pareciam prever o futuro da região, que não muito longe veio a se concretizar:

“O Salto do Avanhandava, que é uma das maiores riquezas que possui o estado de São Paulo e que aguarda futuro não muito remoto para vir contribuir para a grandeza e prosperidade da indústria na região. A região indica que teremos uma grande fonte de atividades quando houver meios de transporte ou quando suas águas passarem por mecanismo e imprimirem força, produzindo energia elétrica”.

Segundo VILLELA (1992), já na década de 20 começa os processos de ocupação da região, onde o principal motivo foi à procura de terras férteis para o plantio de cafezais, pois o Brasil era caracterizado como um país agrário, exportador de café. A região onde hoje se encontra a usina hidrelétrica de Três Irmãos estava inclusa nas fronteiras agrícolas a serem conquistadas, resultando na expansão das fronteiras agrícolas do Estado de São Paulo.

Com o término da construção da Ferrovia Noroeste do Brasil em 1910, houve definitivamente a consolidação da ocupação do oeste paulista. A presença da ferrovia e da colonização japonesa em Pereira Barreto e Araçatuba em 1930, tornou a região um importante centro econômico agrário (Villela, 1992).

Com a Política Nacional de Ocupação da Região Centro-oeste nas décadas de 40 a 60, a região teve uma expansão significativa junto à economia paulista, resultando na fundação de trinta e quatro municípios. Mas na década de 60 a região sofreu

grandes perdas econômicas, devido à expansão agrícola em direção ao Paraná. Com isto a pecuária veio substituir os cafezais, resultando um desemprego generalizado, já que a mão-de-obra não foi absorvida (Villela, 1992).

Nos anos 70 com a construção das usinas hidrelétricas de Jupia e Ilha Solteira, houve uma perda significativa de terras agrícolas devido ao enchimento de seus respectivos reservatórios, ocasionando uma mudança na fisionomia agropecuária das planícies e terraços, que eram características da região. Porém, a área de estudo ainda se caracterizava pelos remanescentes florestais e pelos imensos latifúndios agropecuários.

A região de estudo no começo da década de 80 era caracterizada ainda por apresentar uma economia essencialmente agropecuária, com grandes pastos naturais ou plantados e imensos milharais, embora o leite, o café, o algodão tivessem um importante espaço na economia regional, decorrente da capitalização no campo, em virtude da política de incentivos agrícolas, aumentando a produtividade principalmente nas grandes fazendas de gado, tornando a região um importante centro agropecuário do estado de São Paulo.

Porém, o fato da capitalização no campo, ocasionou na região uma mecanização das lavouras e com a construção da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos resultaram entre as décadas de 80 e 90 um representativo êxodo rural que se refletiu num decréscimo da população rural da maioria dos municípios em estudo, como mostra a Tabela 11 e a Figura 4.

Tabela 11 – População de 1981 e 1999 nos municípios da área de estudo.

Municípios	Ano de 1981			Ano de 1999		
	População			População		
	Rural	Urbana	Total	Rural	Urbana	Total
Araçatuba	12.542	118.957	131.499	4.899	162.314	167.213
Andradina	5.532	42.514	48.046	4.397	50.502	54.899
Auriflama	4.072	8.022	12.094	1.752	11.670	13.422
Brejo Alegre	---	---	---	558	1.732	2.290
Birigui	5.489	46.972	52.461	3.491	88.545	92.036
Buritama	2.107	9.569	11.676	1.246	12.459	13.705
Coroados	2.695	2.980	5.675	1.151	3.193	4.344
Guararapes	4.961	17.867	22.828	2.877	25.702	28.579
Guzolândia	1.922	2.445	4.367	1.044	3.365	4.409
Lavinia	2.615	3.454	6.069	1.066	4.126	5.192
Lourdes	---	---	---	483	1.486	1.969
Mirandópolis	7.343	14.415	21.758	3.827	21.964	25.791
Pereira Barreto	5.472	41.199	46.671	1.847	23.249	25.096
Santo Antônio do Aracanguá	---	---	---	2.486	4.451	6.937
Sud Mennucci	3.211	2.273	5.484	1.123	6.210	7.333
Valparaíso	3.224	10.309	13.533	2.494	15.849	18.343
TOTAL	61185	320176	382161	34747	436817	471564

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE /

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE

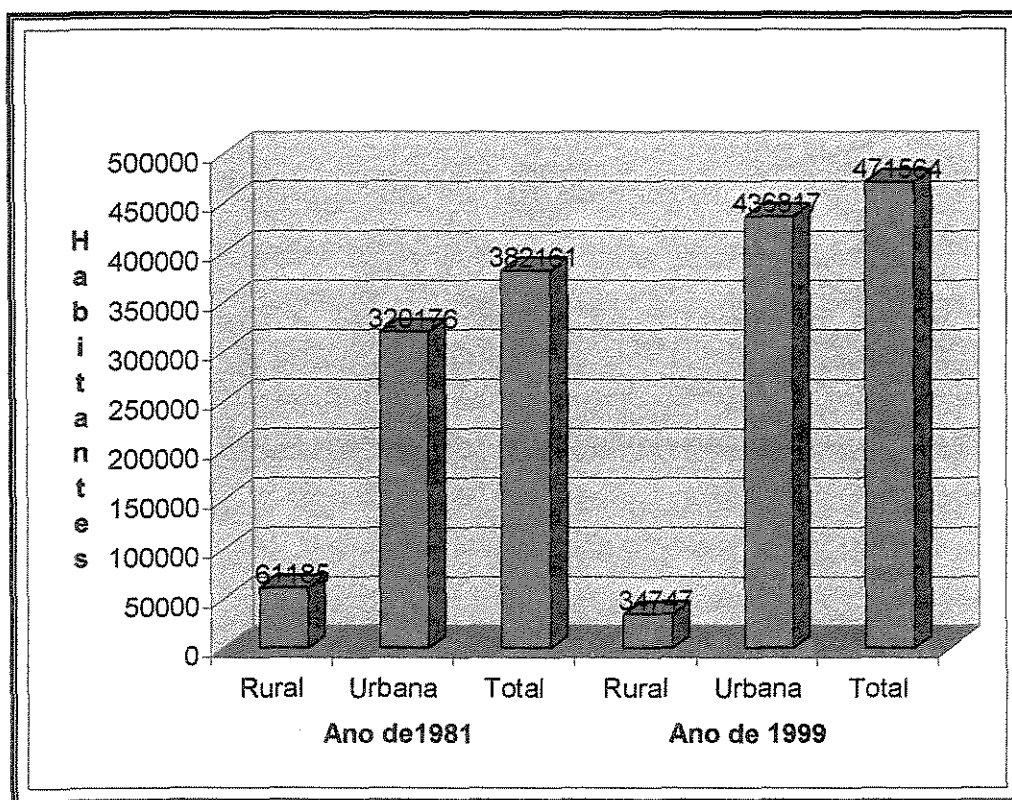


Figura 4. População total dos Municípios referentes a área de estudo

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE /
Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE

De 1981 para 1999 a população rural teve uma taxa de decrescimento de 43,2% enquanto a população urbana teve uma taxa de crescimento de 36,4%.

Porém, poucas cidades tiveram condições de absorver este excedente de mão-de-obra. Os municípios de Araçatuba, Andradina, Buritama e Birigui fizeram com mais êxito, absorvendo essa mão-de-obra em seus grandes frigoríficos, indústrias de calçados e no comércio.

Com a construção do reservatório a região sofreu importantes mudanças quanto a sua fisionomia e quanto ao uso da terra, onde os desmatamentos para ampliação das áreas de produção agrícola e pecuária foram muito significativos (Santos, no prelo).

Essas transformações no que se refere à pecuária na região não foram muito significativas, tendo uma perda de 11,7% com reação ao total de número de cabeças de gado tanto para corte como leiteiro Tabela 12 e Figura 5.

Tabela 12 – Dados Municipais referentes à pecuária.

Municípios	Ano de 1981		Ano de 1999	
	Pecuária		Pecuária	
	Gado de Corte	Gado Leiteiro	Gado de Corte	Gado Leiteiro
Araçatuba	218.139	19.166	103.220	9.400
Andradina	121.300	14.560	94.330	8.800
Auriflama	45.502	10.530	48.488	5.166
Brejo Alegre	---	---	3.830	690
Birigui	62.148	12.200	52.000	9.000
Buritama	44.303	8.650	33.763	8.850
Coroados	29.850	5.950	28.668	5.850
Guararapes	84.200	6.600	89.321	5.949
Guzolândia	29.135	8.850	33.173	4.200
Lavinia	43.850	3.350	60.515	8.000
Lourdes	---	---	5.764	1.450
Mirandópolis	63.122	6.750	82.462	9.500
Pereira Barreto	171.136	23.213	119.400	8.500
Santo Antônio do Aracanguá	---	---	23.900	11.604
Sud Mennucci	47.485	10.050	49.900	4.800
Valparaíso	65.000	3.860	91.000	1.740
TOTAL	1025170	133729	919734	103499

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE /
Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE

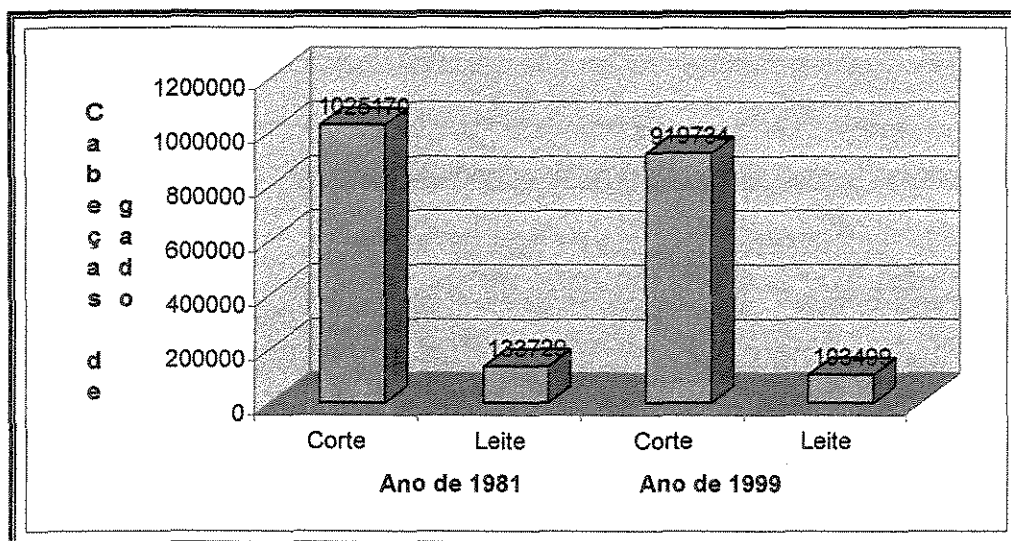


Figura 5. Número de cabeças de gado em 1981 e 1999.

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE /
Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE

Porém, na agricultura é onde houve maiores transformações quanto ao uso da terra. As culturas de milho, café e algodão tiveram perdas significativas quanto à diminuição de hectares plantados, chegando a 37,4% em relação ao milho, 93,6% em cafés e 81,2% em algodão.

Estas perdas estão relacionadas principalmente com o aumento de hectares plantados de cana-de-açúcar e cana para forragem que, em 1999 representava uma área de 85.649ha, tendo um crescimento de 1.288,8% em relação a 1981, onde a plantação de cana-de-açúcar e forragem eram apenas de 6167ha, conforme mostra a Tabela 13 e a Figura 6.

Tabela 13 – Dados Municipais referentes à agricultura nos anos de 1981 e 1999.

Municípios	Ano de 1981						Ano de 1999				
	Agricultura						Agricultura				
	Café/ha	Algodão/ha	Cana-de- açúcar/ha	Forragem/ha	Cana/ Feijão/ha	Milho/ha	Café/ha	Algodão/ha	Cana de açúcar/ha	Feijão/ha	Milho/ha
Araçatuba	1150	993	560	120	98	23027	77	250	12100	2300	8720
Andradina	530	189	---	320	390	14083	60	10	5650	2700	2200
Auriflama	2930	540	---	125	70	841	187	200	277	100	700
Brejo Alegre	---	---	---	---	---	---	---	30	---	250	2800
Birigui	2266	647	---	500	400	5605	238	25	1000	875	7500
Buritama	370	432	42	60	200	2522	17	400	217	118	1865
Coroados	645	432	---	550	400	4902	129	10	691	480	6000
Guararapes	1302	269	256	100	875	6305	20	36	16710	3500	5200
Guzolândia	1480	162	---	50	70	701	38	30	826	138	100
Lavinia	730	227	294	40	262	3363	14	40	3550	350	1400
Lourdes	---	---	---	---	---	---	2	---	1056	348	496
Mirandópolis	1900	540	---	70	400	5005	108	---	5600	71	1800
Pereira Barreto	295	1.247	---	120	235	4203	8	50	381	700	3700
Santo Antônio do Aracanguá	---	---	---	---	---	---	17	80	15264	1292	2521
Sud Mennucci	741	281	334	50	387	897	20	---	5524	160	1200
Valparaíso	1381	513	2.446	130	990	6506	69	50	16800	250	2640
TOTAL	15660	6472	3932	2235	4777	77960	1004	1211	85649	13632	48842

Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE

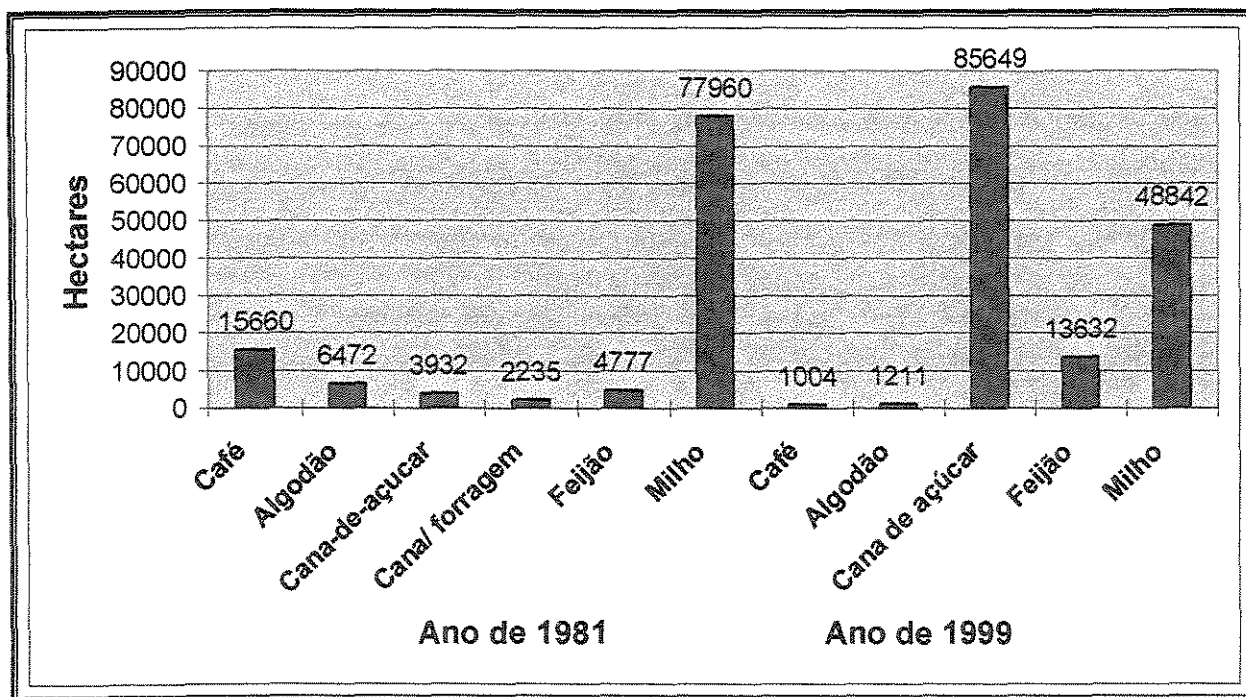


Figura 6. Agricultura dos municípios referente à área de estudo nos anos de 1981 e 1999.

**Fonte - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE**

Estas transformações como a degradação de florestas, perda de fertilidade agrícola, crescimento urbano, ocupações indevidas, expansão de atividades agrícolas com manejo que desconsideram práticas conservacionistas ocasionam expressivos impactos sobre os cursos d'água, comprometendo os recursos hídricos, devido ao assoreamento e contaminação dos leitos dos rios, conseqüentemente o reservatório.

5.2 – Caracterização do Cenário Atual

Os dados obtidos por meio de informações de fonte secundária, como entrevistas feitas junto aos órgãos públicos e privados da região envoltória e da população local, resultaram em um levantamento das principais atividades agropecuárias e aglomerados urbanos e industriais dos municípios (Figura 7) que, de acordo com essa amostragem, produzem impactos.

Os levantamentos sobre as atividades agropecuárias dos municípios paulistas foram realizados nos Escritórios Regionais Agrícolas (EDRs) e nos escritórios municipais da Coordenadoria de Assistência Técnica e Integral - CATI da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, além de Prefeituras Municipais e outros Órgãos Públicos. Os municípios analisados foram: Pereira Barreto, Sud Menucci, Guzolândia, Auriflora, Santo Antonio do Aracanguá, Lourdes, Buritama, Brejo Alegre, Coroados, Birigui, Araçatuba, Guararapes, Valparaíso, Lavínia, Mirandópolis e Andradina.

Das dezesseis cidades pesquisadas, tem sua sede inserida dentro da faixa de entorno do reservatório de Três Irmãos e as demais se encontram fora dessa faixa, com distâncias de até 50 km. Entretanto, buscou-se levantar tanto os dados referentes ao uso e ocupação da terra quanto à infra-estrutura básica de saneamento dessas zonas urbanas, uma vez que esse conjunto pode contribuir de alguma forma no volume e qualidade das águas do reservatório.

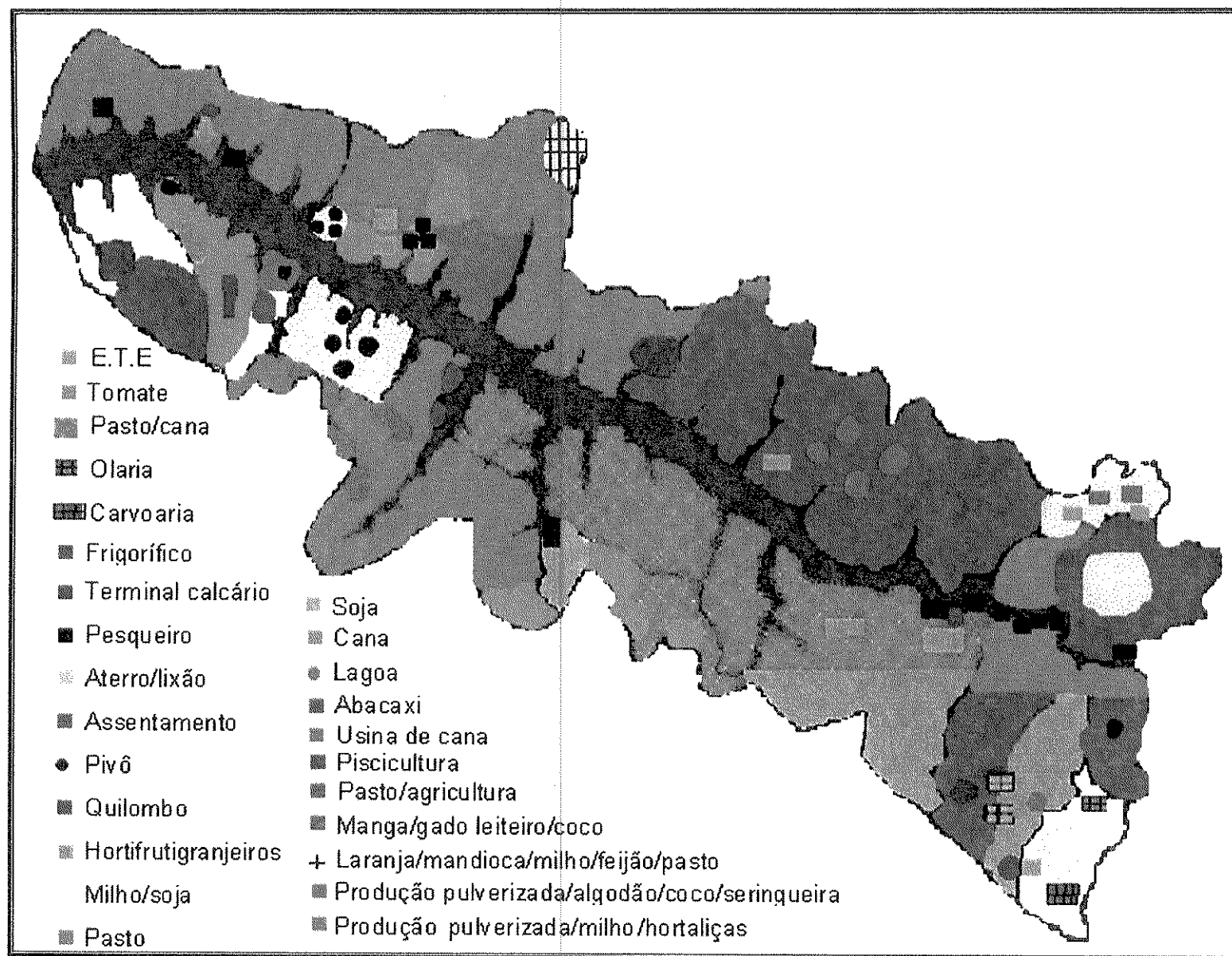


Figura 7. Cenário atual da área de estudo.

A área ocupada pela produção agropecuária nesses municípios alcança aproximadamente 775.219 ha. Estima-se que um terço desta área corresponde ao entorno do reservatório, ou seja, cerca de 258.400 ha.

A zona rural caracteriza-se por grandes propriedades voltadas principalmente à pecuária de corte. As áreas com pastagens, que totalizam nos municípios 601.052 ha estendem-se por todo o entorno do reservatório. Além de áreas com pasto, representado predominantemente por espécies de Braquiária e Capim Colonião, destacam-se as culturas de cana de açúcar e milho, e as de soja, feijão, laranja, algodão e sorgo entre outros (Tabela 14).

Outra atividade de importância econômica é a cebola, com 400 hectares concentrados no município de Lavínia. Na região existe também a produção de sementes de capim irrigado por pivôs, com água de represa.

A região possui algumas usinas de açúcar e álcool (Figura 8). Alguns exemplos são as empresas; Pioneiros em Sud Menucci, Arauco em Santo Antonio de Aracanguá e Destivale em Araçatuba, que plantam ou arrendam as terras para o plantio de cana da região.

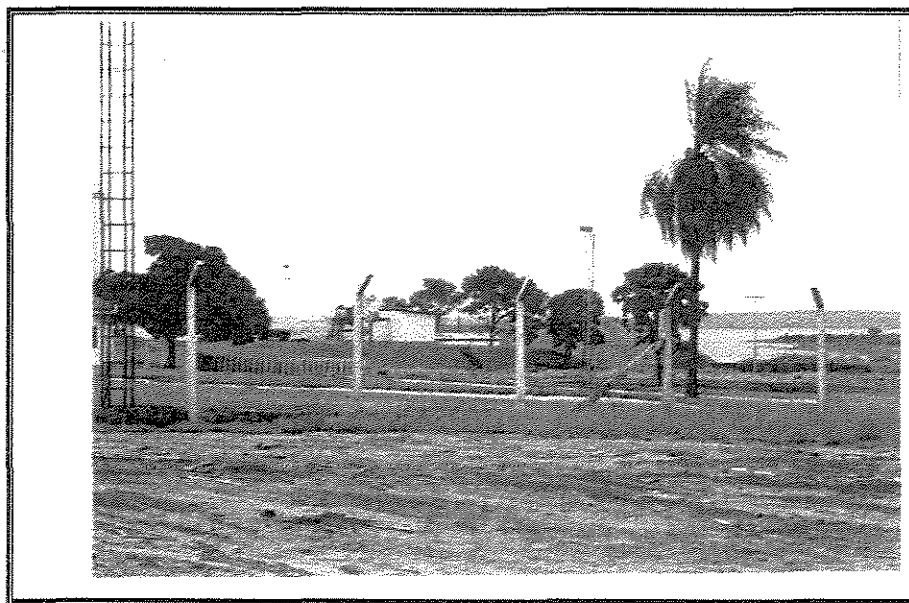


Figura 8. Usina de cana na margem do reservatório.

Tabela 14. Área com as principais culturas nos municípios paulistas do entorno do reservatório de Três Irmãos.

Cultura	TOTAL (HA)
Pastagem	601.052
Cana	90.387
Milho	51.728
Soja	10.526
Feijão	5.513
Laranja	3.224
Algodão	2.655
Sorgo	2.559
Seringueira	1.711
Manga	989
Eucalipto	827
Tomate	795
Abacaxi	549
Cana Forragem	530
Amendoim	480
Goiaba	411
Cebola	400
Café	341
Arroz	277
Milho Silagem	200
Banana maçã	50
Limão Taiti	15
Total	775.219

Além disso, há uma quantidade grande de produtores utilizando água de córregos, rios e da represa para irrigação de culturas permanentes, temporárias e para os animais (Figura 9). No município de Pereira Barreto duas fazendas retiram água da represa: a Bonança Pecuária Dahma, com quatorze pivôs para 900 ha de milho, soja e alfafa, produzidos para as cerca de 60.000 cabeças de gado confinado. Em Sud Menucci, a fazenda Dahma possui de 4 a 5 pivôs para irrigar milho e sorgo.

passaram a utilizar irrigação. Em outras palavras, a indução foi na direção de grandes propriedades com uso de pivôs centrais.

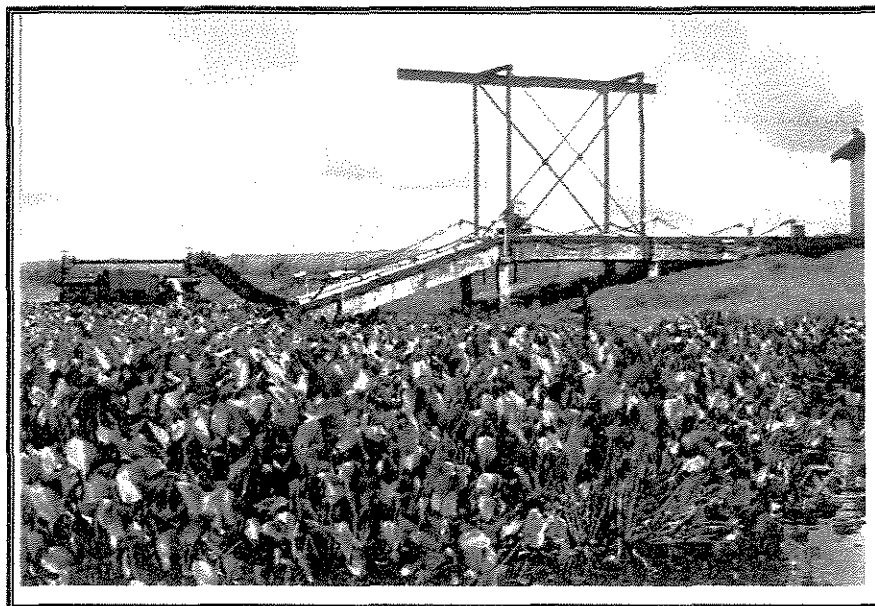


Figura 9. Captação de água para agricultura.

A tecnologia utilizada na agricultura e na formação das áreas de pastagem é razoavelmente desenvolvida na região, no entanto, a preocupação com a conservação das áreas de nascentes fica aquém do que é recomendado por técnicos e determinado pela legislação.

Uma das maiores preocupações refere-se às culturas anuais produzidas nas proximidades das margens do reservatório, que podem representar risco de contaminação da água devido ao escoamento superficial que transporta resíduos químicos, provenientes da adubação e da aplicação de defensivos agrícolas.

A maior parte do lixo da zona rural nestes municípios, considerando os de origem orgânica, bem como as embalagens plásticas dos agrotóxicos utilizados nas lavouras, é deixado a céu aberto, seja no terreiro ou na beira de estradas. Uma porcentagem é queimada e muito pouco é enterrado. Em Lourdes estimou-se que 20%

da população ainda joga lixo nos cursos d'água, fato que pôde ser constatado durante o estudo de campo.

Outra grande preocupação são os ranchos de pesca às margens dos cursos d'águas e afluentes do reservatório, cujas construções não têm registros nas Prefeituras Municipais, o que se configura com um problema para as autoridades responsáveis pelo saneamento e, principalmente, a gerencia da usina de Três Irmãos (Figura 10).

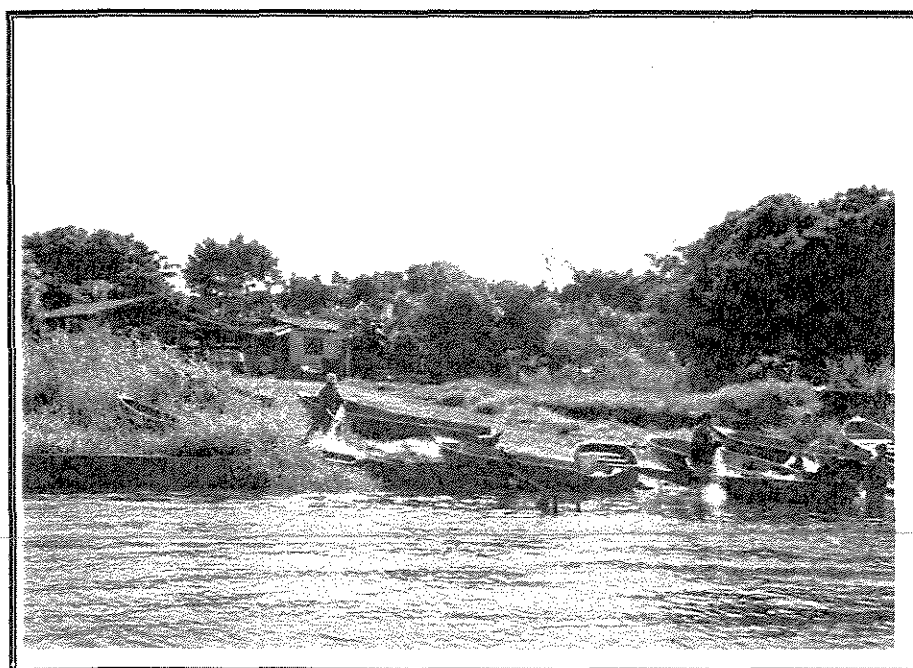


Figura 10. Ranchos de pesca.

Além dos ranchos, a ocupação das áreas que margeiam o entorno de Três Irmãos, apresentam algumas particularidades. É o caso da atividade de pesca desenvolvida nas grandes propriedades próximas ao reservatório. Pouca informação se tem sobre essa ocupação desordenada nos órgãos públicos, porém estas atividades desconsideram práticas conservacionista, contribuindo dessa forma para a degradação do reservatório.

5.3 - Mapeamento dos Elementos Indutores de Impactos e Impactos Reais sobre o Reservatório de Três Irmãos

Em virtude da construção da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos, a região sofreu outro tipo de mudança em sua economia e paisagem. O turismo e a pesca esportiva passaram, a partir de então, a integrar o rol das atividades econômicas dos municípios, trazendo riqueza e evidenciando a região.

Essa mudança da paisagem provocada pelo reservatório produz inúmeros impactos, cuja magnitude não depende só da intensidade de mudança, como também de sua duração. Desta forma as menores mudanças podem, ao longo do tempo, ter conseqüências graves.

A região de estudo é um exemplo típico desse cenário, pois, desde quando começaram as obras de construção da usina hidrelétrica de Três Irmãos, o aspecto da paisagem da área de estudo vem se alterando, e um expressivo número de impactos vem surgindo no local, criando sérios conflitos.

5.3.1 – Elementos Indutores de Impactos Ambientais e Impactos Reais Obtidos por Levantamento de Campo na Área de Influência Direta.

Em uma área de 4.460 km² foram identificados em campo nove tipos de impactos reais (Tabela 15) e doze tipos de elementos indutores de impactos ambientais (Tabela 17).

A Tabela 15 aponta os nove principais impactos verificados em campo a partir dos 133 pontos de ocorrências observadas. A identificação dos processos erosivos representam a maior porcentagem de incidência entre os nove tipos de impactos listados (34,58%).

Tabela 15. Porcentagens de ocorrências dos impactos reais no reservatório de Três Irmãos.

IMPACTOS	OCORRÊNCIAS	PORCENTAGEM
Processos erosivos	46	34,58%
Proliferação intensa de plantas aquáticas	33	24,81%
Assoreamento	24	18,00%
Perda da cobertura vegetal	15	11,27%
Alteração da drenagem devido à represamento de rio	10	7,51%
Contaminação do solo por depósito de materiais	7	5,26%
Contaminação por efluentes <i>in natura</i>	6	4,51%
Perda de solo e mudança fisiográfica pela remoção de terra	2	1,5%
Alteração da drenagem com captação canalizada de água	1	0,75%
Total de pontos levantados	133	100%

A Figura 11 e o Anexo C representam, especialmente, as ocorrências de impactos reais diagnosticados em campo.

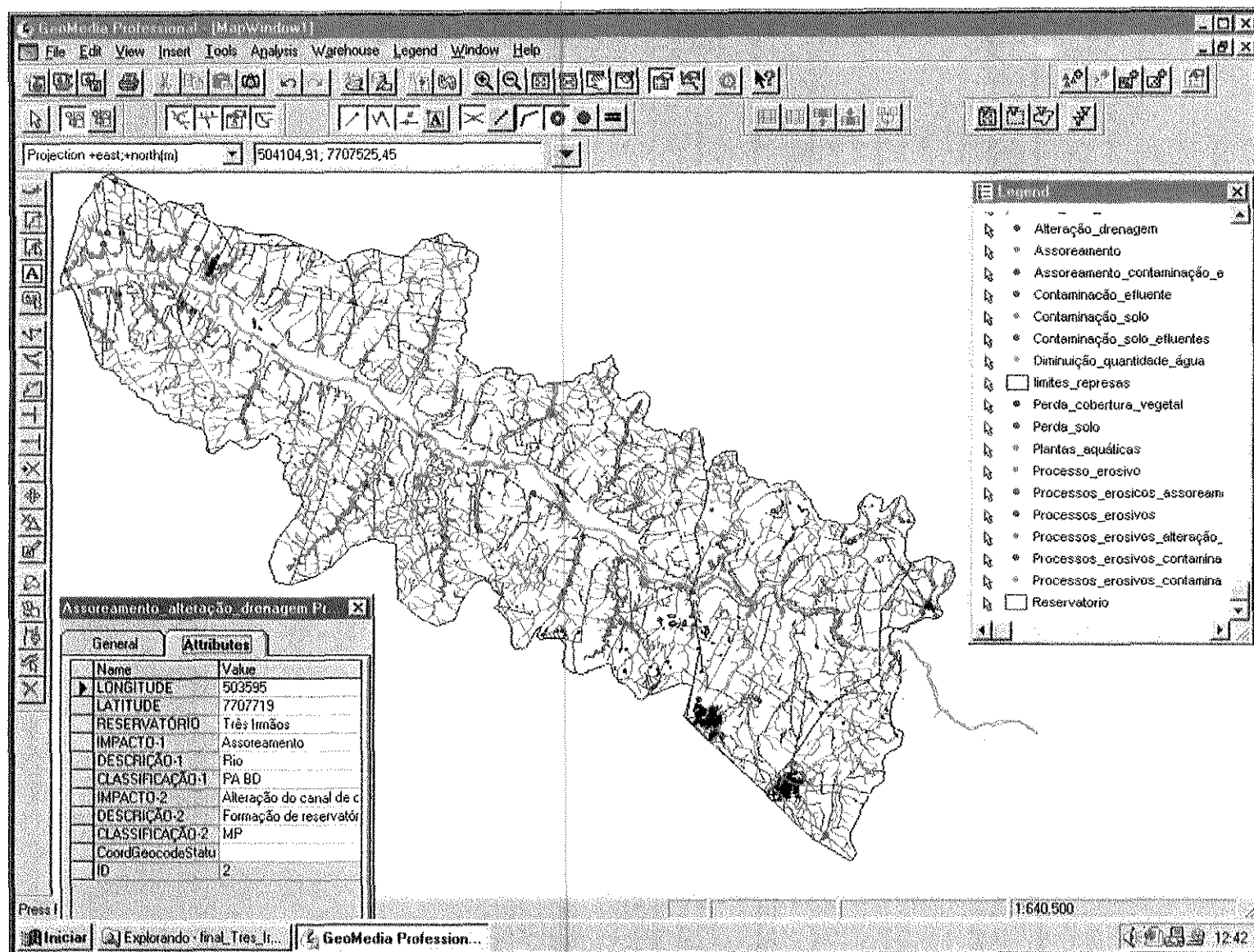


Figura 11. Exemplo da caracterização dos pontos de ocorrência dos impactos reais no reservatório de Três Irmãos.

É também importante destacar que a maior parte das atividades de borda no reservatório conduz a um tipo específico de impacto – erosão/assoreamento. É muito preocupante o grande número de pequenas a médias ocorrências de erosão e assoreamento que, quando somados, podem efetivamente resultar em um impacto de maior magnitude. Assim, julga-se necessário, para decisões gerenciais, avaliar os impactos ambientais reais não só sob a ótica de sua magnitude isolada, mas também em função da dinâmica e intensidade das ações e dos processos indutores, do conjunto global das características do impacto em si mesmo e da somatória das ações ao longo do reservatório (Tabela 16).

Tabela 16. Percentuais relativos à classificação da dinâmica e a intensidade das ações e dos processos impactantes.

Impactos	Classificação da Dinâmica e Intensidade das ações e dos Processos		
	Pequeno porte (PP) Médio porte (MP) Grande porte (GP)	Alta densidade (AD) Média densidade (MD) Baixa densidade (BD)	Processo ativo em expansão (PA) Processo paralisado temporariamente (PT) Processo estável sujeito a recorrência (PR) Processo estável sem atividade aparente (PE) Processo desativado (PD)
Proliferação de plantas aquáticas	18,00%GP 40,00%MP 42,00%PP	60,00%AD 25,00%MD 15,00%BD	100%PA
Processos erosivos	21,73%GP 43,47%MP 34,77%PP	20,00%AD 30,00%MD 50,00%BD	100%PA
Assoreamento	29,16%GP 29,16%MP 41,60%PP	—————	100%PA
Perda da cobertura vegetal	46,66%GP 40,00%MP 13,33%PP	15,00%AD 30,00%MD 55,00%BD	100%PE
Contaminação do solo	20,00%GP 40,00%MP 40,00%PP	20,00%AD 30,00%MD 50,00%BD	100%PA
Redução do volume devido a captação	50,00%GP 50,00%MP	50,00%MD 50,00%BD	100%PA
Alteração da drenagem	50%MP 50%PP	50,00%MD 50,00%BD	100%PA
Contaminação por efluentes	16,66%GP 50,00%MP 33,33%PP	20,00%AD 30,00%MD 50,00%BD	100%PA
Extração e perda de solo	100%MP	50,00%MD 50,00%BD	100%PA

Conforme a Tabela 16, a maioria dos processos e ações impactantes, podem ser classificadas como processos ativos e em expansão, sendo a maior parte de alta e média densidade.

Os elementos indutores de impactos, em virtude da presença de uma atividade ou ação humana, verificados ao longo do primeiro quilômetro das margens do reservatório de Três Irmãos encontram-se listados na Tabela 17. A Figura 12 e o Anexo D representam espacialmente os elementos indutores de impactos ambientais diagnosticados em campo.

Foram diagnosticados doze tipos de ocorrências em 116 casos identificados, que envolvem obras, ações ou atividades humanas indutoras de impactos. A Tabela 17 mostra que 43,96% das ocorrências são provenientes da construção de casa de madeira e alvenaria, que acumulam material e causam erosão resultante de cortes e aterros. Se a essas moradias forem associadas às ocorrências provenientes da ocupação urbana e de áreas de lazer, esse percentual chega a 55,52%.

~~Deve-se observar que essas atividades tiveram um crescimento considerável após a implantação da usina, conforme aponta SANTOS (2002).~~

Tabela 17. Porcentagens de ocorrências dos elementos indutores de impacto ambiental referente ao reservatório de Três Irmãos.

ATIVIDADES	IMPACTOS POTENCIAIS	OCORRÊNCIAS	PORCENTAGEM
Casas Isoladas de Madeira/Alvenaria	Invasão gradativa da área de desapropriação da CESP e desconsideração de normas de engenharia	51	43,96%
Área de Lazer	Invasão gradativa da área de desapropriação da CESP e desconsideração de normas de engenharia	11	9,48%
Canal Fluvial	Interrupção do fluxo do rio e apropriação da água	10	8,62%
Área Industrial	Contaminação industrial	9	7,75%
Área de Mineração e terraplanagem	Retirada de terra e alteração do leito do rio	9	7,75%
Contaminação por Efluentes <i>in natura</i>	Contaminação das águas	7	6,03%
Contaminação do solo por depósito de materiais degradáveis	Contaminação do solo podendo alcançar lençol freático e rios	7	6,03%
Barracos de Comércio	Acúmulo progressivo de lixo e desconsideração de normas construtivas, estacionamento inadequado	6	5,17%
Estradas	Erosão decorrente do traçado e acúmulo de sedimento	5	4,31%
Agropecuária	Início de desbarrancamento produzido por pisoteio de gado, podendo induzir erosão por ravina e assoreamento.	3	2,58%
Área de Empréstimo	Retirada de terra e contaminação do solo por material de bota fora e descartáveis.	3	2,58%
Ocupação Urbana	Ocupação desordenada, induzindo vários tipos de impacto.	3	2,58%
Total de pontos levantados	-----	116	100%

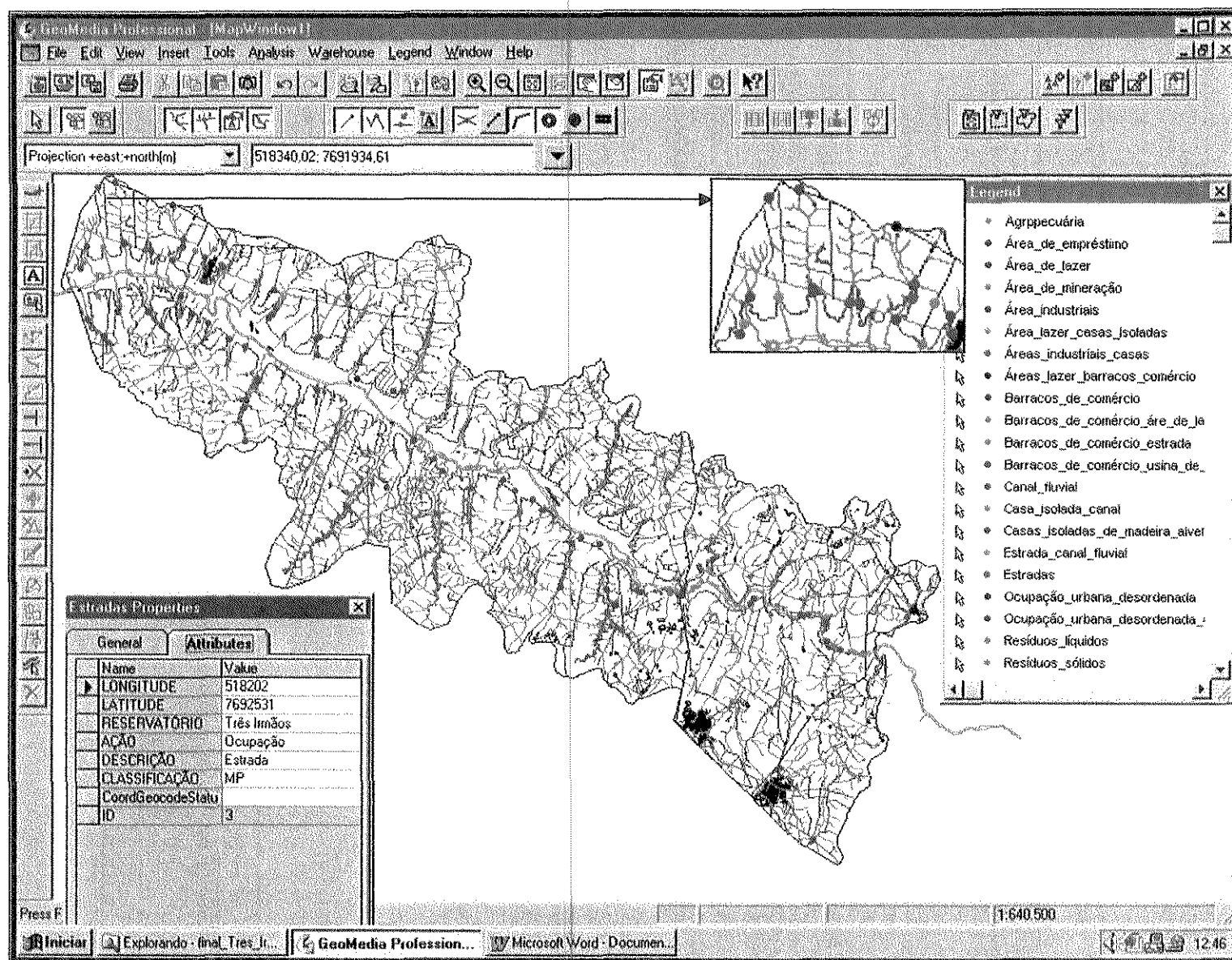


Figura 12. Exemplo da caracterização dos elementos indutores de impactos no reservatório de Três Irmãos.

Devemos ressaltar o grande número de praias de areia, encontradas em todo o reservatório (Figura 13). Estas praias estão sempre associadas às áreas de lazer, ocasionando inúmeros impactos, tais como: perda da vegetação das margens do reservatório e assoreamento devido ao transporte de sedimento.

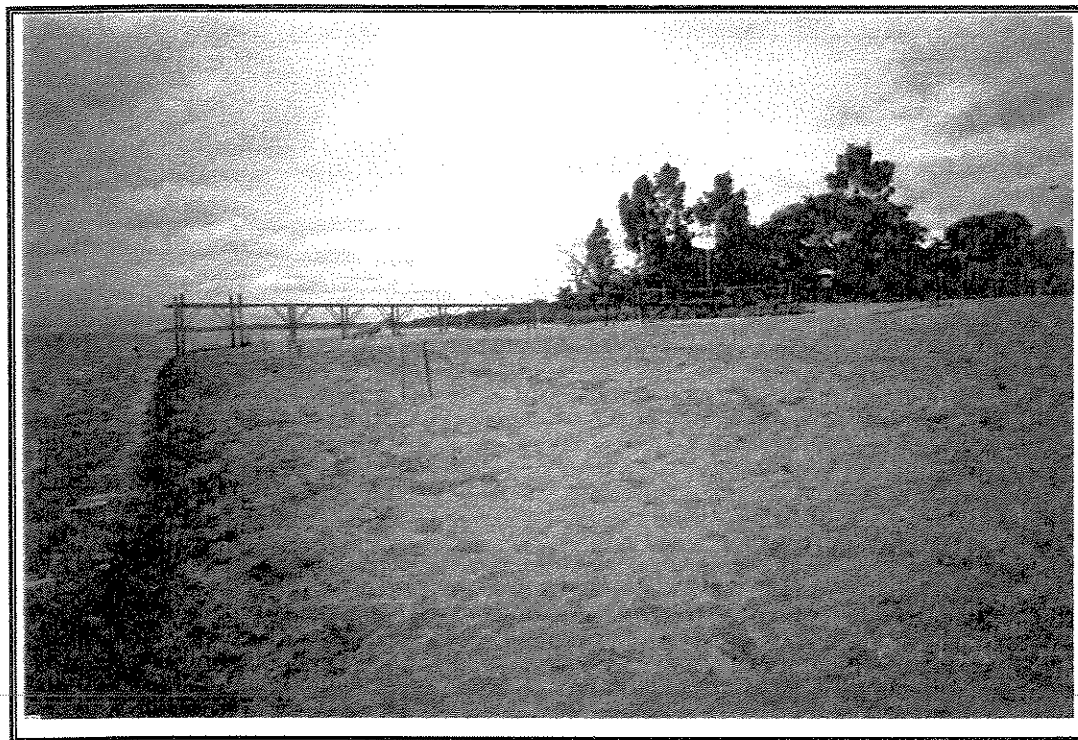


Figura 13. Área de lazer com praia artificial.

Foi constatado em campo, muitas vezes, o desrespeito dos proprietários aos limites de propriedade da CESP, assim como da Legislação Ambiental em vigor, seja pelo avanço de áreas de segunda residência e principalmente por áreas de lazer ou pela agricultura e pecuária.

Ressalva-se também as ações combinadas das estruturas voltadas ao lazer e turismo (áreas com residências, produção de efluentes e resíduos), que atingem em cerca de 65,5% do total dos elementos indutores de impactos. Essas atividades contribuem com o processo de eutrofização do reservatório devido ao lançamento de esgoto in natura, contribuindo desta forma com o crescimento das plantas aquáticas.

O principal indicador de eutrofização das águas de Três Irmãos utilizado neste trabalho é o grande número de ocorrências de plantas aquáticas (Figura 14). A Figura 15 aponta os locais onde foram encontradas macrófitas aglomeradas e a Figura 16 evidencia as áreas ocupadas pelos de aglomerados dessas plantas.

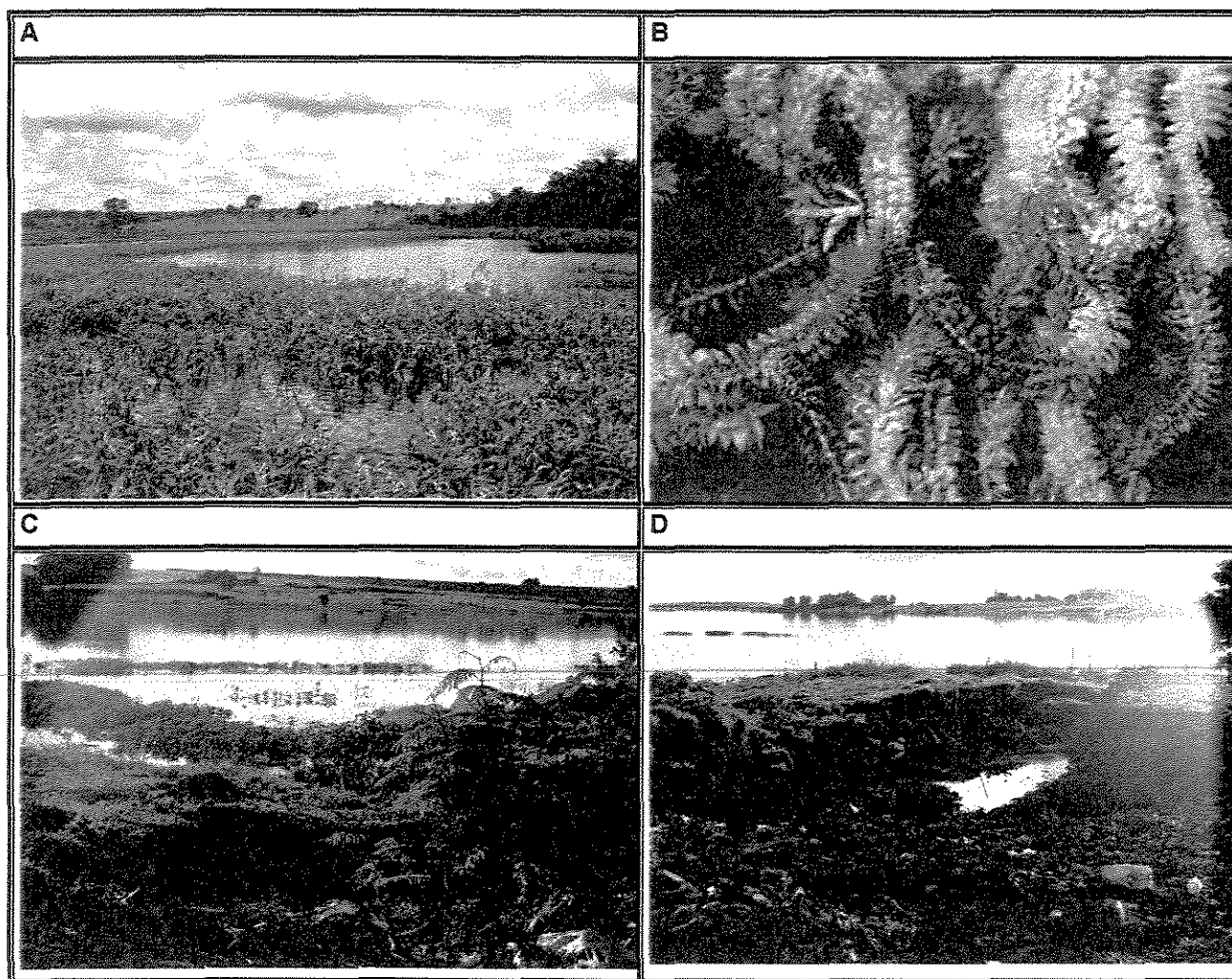


Figura 14. Concentração de macrófitas: a) e b) Diferentes espécies de Macrófitas; c) e d) Cordão de macrófitas em área assoreada pelos processos erosivos ocorrentes no município de Pereira Barreto.

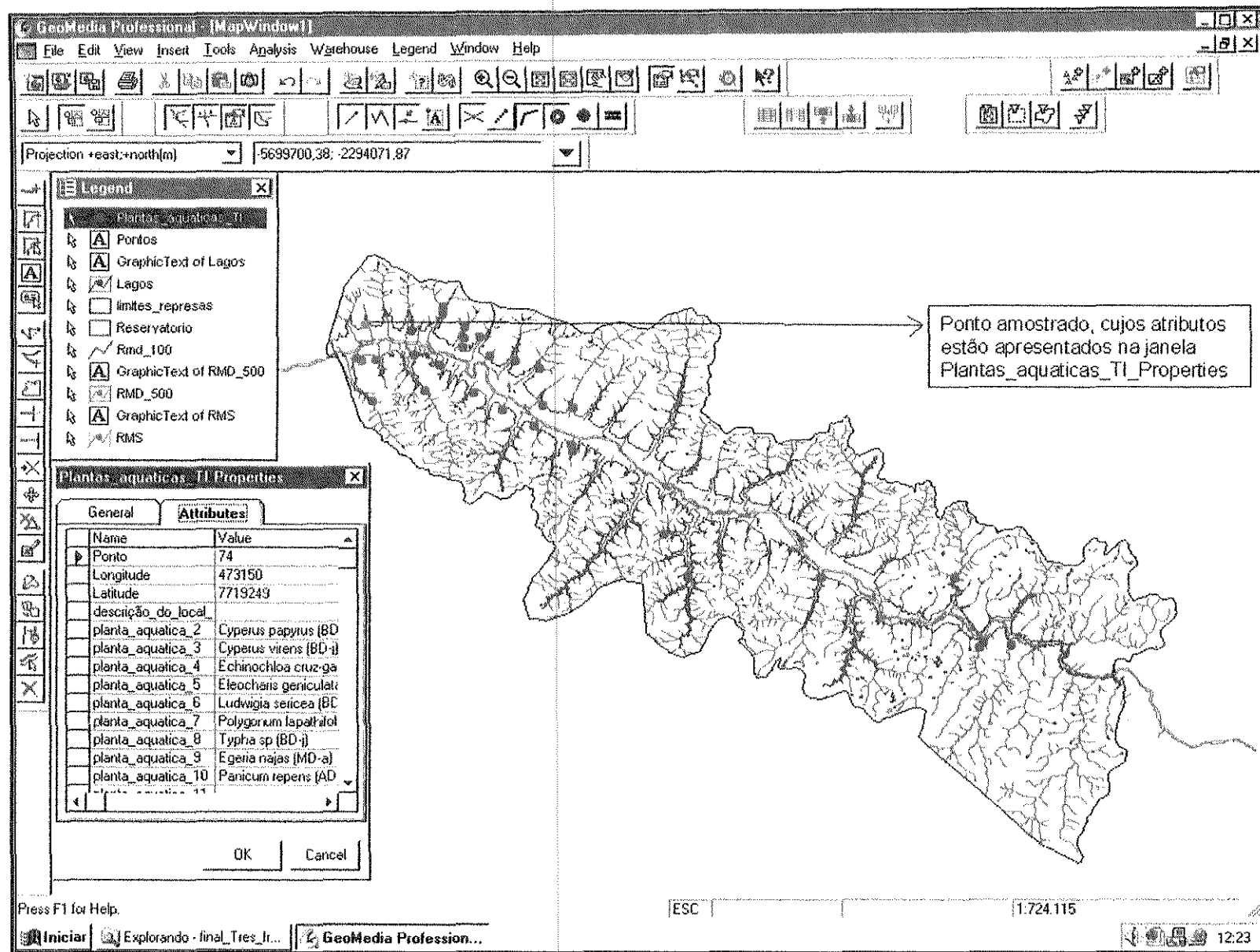


Figura 15. Caracterização dos pontos de ocorrência de plantas aquáticas.

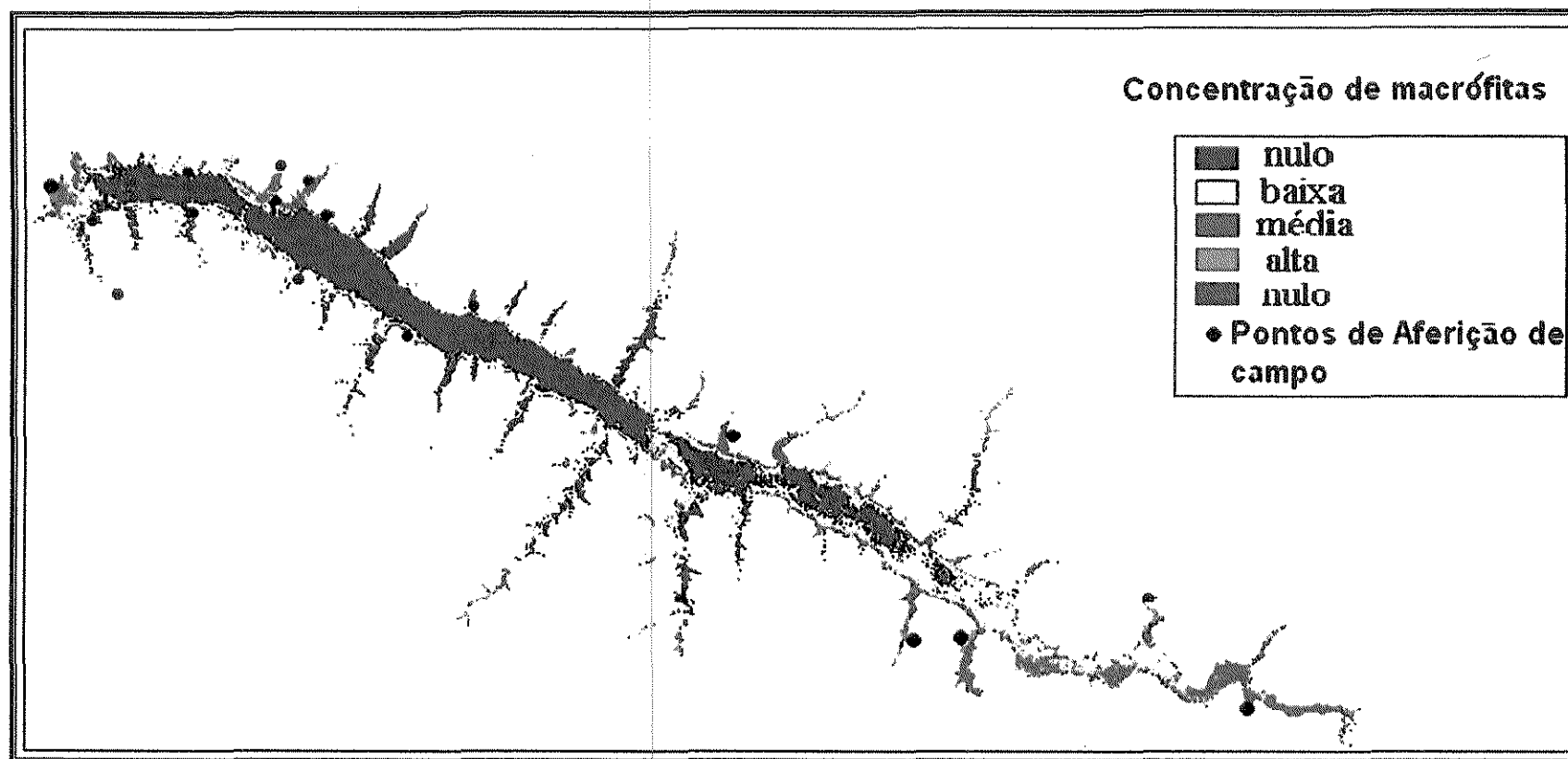


Figura 16. Prováveis áreas de concentração de plantas aquáticas no reservatório de Três Irmãos.

As figuras 15 e 16 evidenciam uma grande distribuição e diversidade de espécies de macrófitas ao longo do reservatório, porém com mais concentração junto a barragem, fator que causa sérios problemas ao funcionamento da usina. A diversidade é bastante grande, diferente de outros reservatórios eutrofizados como Salto Grande, em Americana (SP), que apresenta duas a três espécies. TURCO (2000), identificou para este trabalho, espécies que foram consideradas como um atributo de classificação com forme apresenta a figura 15 (Plantas_aquáticas_TI_properties). Essas espécies formam mosaicos, algumas vezes resultantes de um outro impacto, como assoreamento, conforme citado na figura 14. Os amplos espaços ocupados pelas macrófitas sobre a lâmina d'água são mais evidentes junto a barragem e nos primeiros afluentes, de acordo com a (Figura 16).

Em uma área de 4.460 km² foram identificados, 70 pontos de ocorrência de plantas aquáticas. Dentre estes pontos foram registradas 52 espécies de plantas aquáticas. Das espécies encontrada as que tiveram maior porcentagem de ocorrência foram: *Egeria najas* com 16%, *Eleocharis mínima*, *Brachiaria mutica* com 12% e *Echinochloa cruz-pavoni*, *Fimbristylis miliaceae*, *Ludwigia sericea*, *Polygonum lapathifolium* com 10%, identificadas por TURCO, (2000). Pela distribuição dos pontos de ocorrência, pode-se afirmar que as plantas aquáticas ocorrem, com maior incidência, na margem esquerda do rio Tietê, concentrando-se nos municípios de Pereira Barreto, Andradina e Araçatuba. Na margem direita do rio Tietê a concentração dos pontos está no município de Pereira Barreto. Apenas nesse município, em ambas as margens do rio Tietê, registrou-se 17 pontos de ocorrência de plantas aquáticas, sendo que, dentre estes pontos, foram 137 ocorrências de indivíduos, ou seja, esse valor corresponde a 62,5% das ocorrências em toda a área de estudo. Neste caso, a maior concentração de pontos, em toda a área municipal, encontra-se nas proximidades de seu perímetro urbano. Outra localidade de grande incidência está no município de Sud Mennucci, sendo que todos os pontos encontram-se em canais de primeira e segunda ordem. Os conflitos encontrados na Área de Influência Direta ao reservatório de Três Irmãos que contribuem para a proliferação de plantas aquáticas, estão principalmente relacionados aos problemas de manejo do uso do solo, contaminação dos cursos fluviais por

atividades urbanas (principalmente efluentes líquidos) e áreas rasas devido ao assoreamento. Uma das maiores preocupações quanto a agropecuária refere-se as culturas anuais produzidas nas proximidades das margens do reservatório, que representam risco de contaminação da água devido ao escoamento superficial que transporta resíduos químicos, provenientes da adubação e da aplicação de defensivos agrícolas. Junto as áreas ribeirinhas encontram-se extensas áreas de pastagem e culturas, nas quais, seu manejo indevido, através da sobrelotação dos pastos, a não utilização de sistemas de conservação dos solos, não recuperação da fertilidade dos solos e o uso de agrotóxicos, resulta num quadro preocupante, que exige atenção

No entanto, é necessário fazer uma ressalva. O mapa de plantas aquáticas não é muito eficaz para demonstrar estas concentrações de macrófitas, pois os trabalhos de campo e a observação das imagens evidenciaram que algumas vezes ocorre confusão de interpretação, como áreas assoreadas sendo classificadas como núcleos de macrófitas de baixa intensidade. Seriam necessários estudos mais aprofundados e específicos, para delimitar com certeza as regiões com baixa, média e alta concentração de macrófitas. Desta forma, este mapa deve ser entendido como “áreas de probabilidade” de ocorrência e concentração de macrófitas.

Um dos impactos de maior preocupação, que deve contribuir para os valores percentuais verificados para a incidência de plantas aquáticas são a erosão e assoreamento, com 70 ocorrências ou 52,58% dos impactos identificados. As erosões ocorrem nas margens do reservatório de Três Irmãos sob diferentes formas como laminar, em sulcos, ravinas, voçoroca e desbarrancamento por embate de onda e decorrentes do manejo inadequado do solo (Figuras 17).

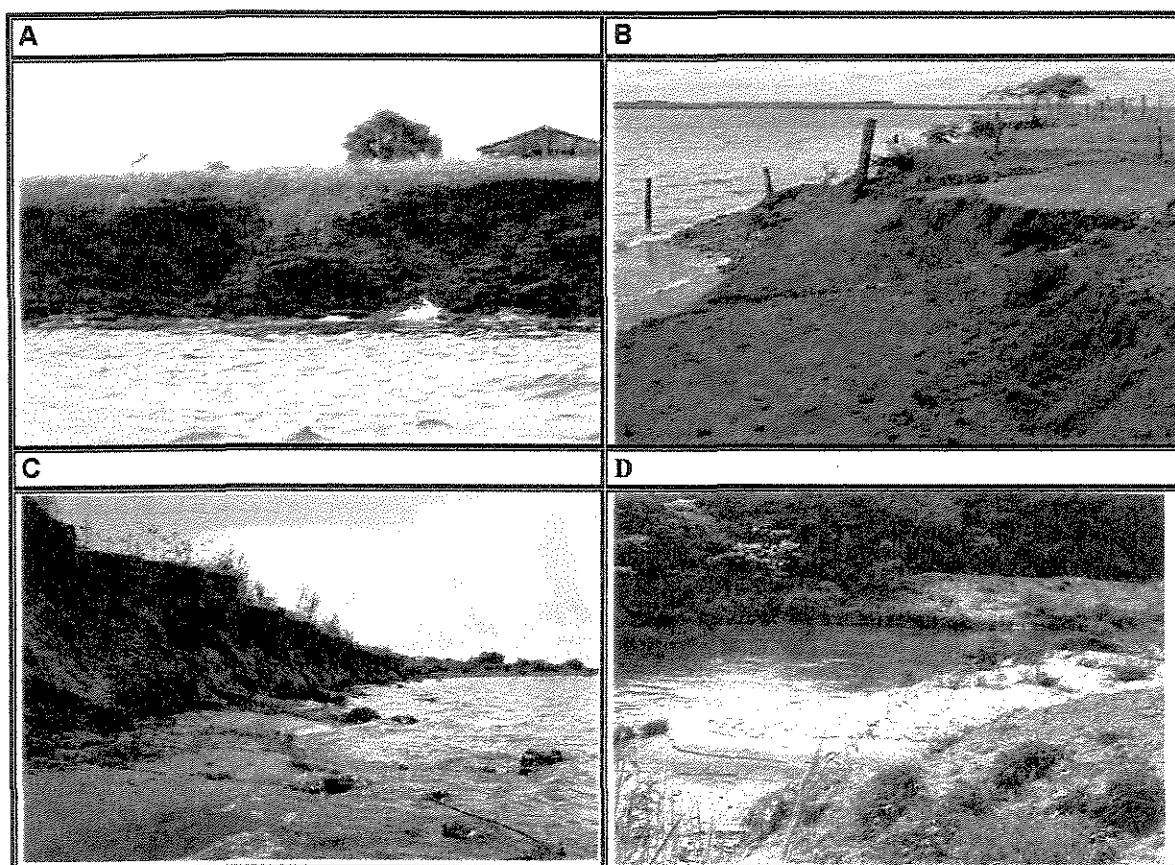


Figura 17. Processos erosivos e assoreamento: a) e c) Desbarrancamento, provocada pelo embate de onda; b) Desbarrancamento provocado por pisoteio de gado; d) Assoreamento.

A perda de cobertura vegetal ocorre, basicamente, devido ao alagamento das árvores, enquanto que a contaminação do solo ocorre pela ocorrência de bota-fora e lixão (Figura 18). Como já citado em CESP (2001) e SANTOS (2002) os baixos percentuais de perda de cobertura vegetal deve-se ao fato de que grande parte da mata ciliar, mata mesófila e cerrado da região já haviam sido desmatados antes da própria construção da usina. O estímulo a agricultura irrigada e as atividades de lazer afetam os remanescentes da borda do reservatório, mas a ação integrada da CESP e do DPRN local, objetivando preservá-los, recuperá-los acabou assegurando valores que denotam pouca influência para a região de estudo.

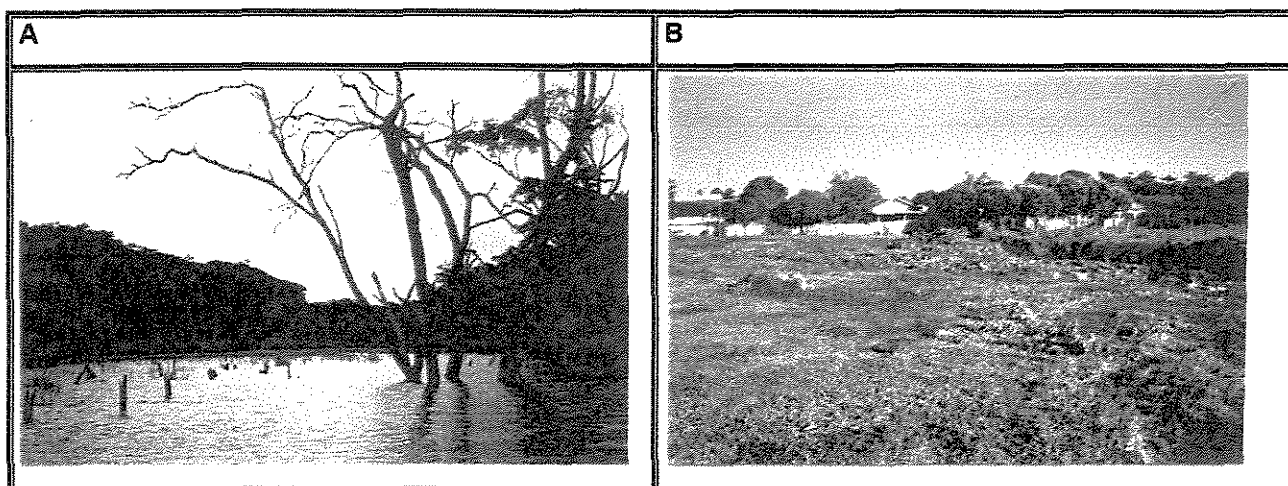


Figura 18. Perda da cobertura e contaminação do solo: A) Área não destocada. B) Despejo de material em Pereira Barreto

A alteração da drenagem verificada em campo ocorreu por assoreamento e barramento do canal de drenagem para construção de açude, enquanto que a contaminação por efluentes e resíduos sólidos, acontecem em função dos núcleos urbanos, por presença de instalação de redes de esgotos clandestinas, lançamento de efluentes líquidos *in natura* e materiais descartáveis (Figura 19).

Estes impactos que geram poluição dispersa e difusa no espaço causam grandes transtornos para a usina, mas nada mais são do que as consequências estimuladas pela sua própria implantação.

Com relação às áreas industriais na região de Araçatuba, pode-se constatar uma razoável concentração de Usinas de cana e estaleiros.

Em relação à mineração, foram encontrados diversos tipos de explorações, tais como: areia, cascalho, pedra e barro, concentrando-se nas proximidades de Pereira Barreto, Santo Antônio de Aracanguá e Araçatuba (Figura 19).

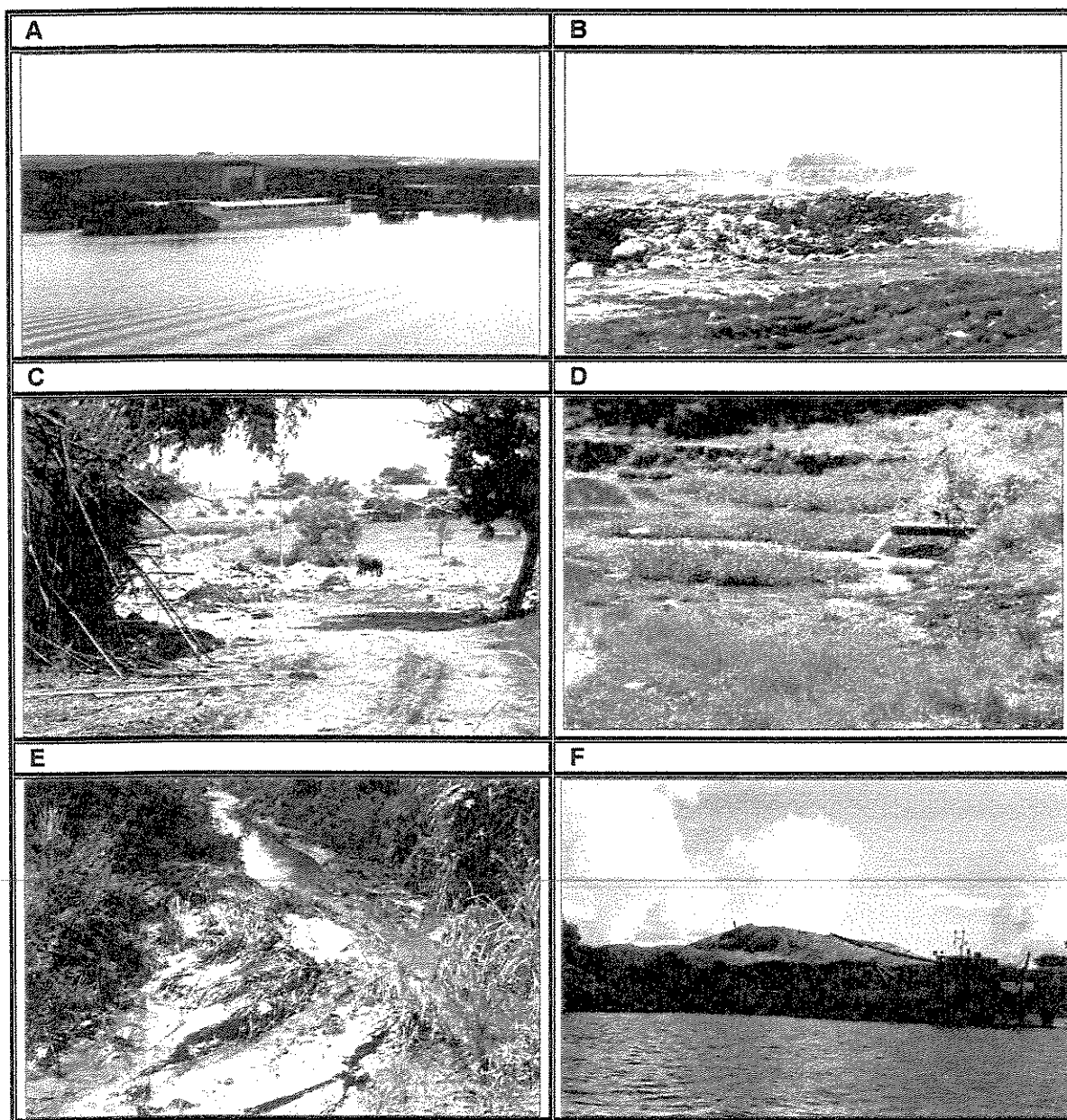


Figura 19. Impactos ambientais diagnosticados em campo: a) Área Industrial (estaleiro); b) e c) contaminação do solo por lixo; d) contaminação por efluentes líquidos; e) assoreamento de canal fluvial, f) Mineração.

Estes impactos diagnosticados em campo estão diretamente ligados com o reservatório, pois estão localizados bem próximos aos cursos d'água e do próprio reservatório, contribuindo desta forma para a degradação e poluição do mesmo.

5.3.2 - Impactos ou Conflitos Potenciais de Uso na Área de Influência Indireta do Reservatório de Três Irmãos

Os conflitos encontrados na Área de Influência Indireta ao reservatório de Três Irmãos estão principalmente relacionados aos problemas de manejo do uso dos solos, junto às áreas de mata ciliar e contaminação dos cursos fluviais por atividades urbanas, principalmente por efluentes líquidos.

A atividade agropecuária, desenvolvida na região, também provoca intensos impactos sobre o reservatório. Deve-se atentar para a pastagem indevidamente manejada, quando há sobrelotação dos pastos, não utilização de sistemas de conservação dos solos, como os terraços em áreas declivosas, e solos de textura média a arenosa e a não recuperação da fertilidade dos solos. Destaca-se a presença de ravinas formadas pela inadequada implantação dos sistemas de terraceamento entre propriedades agrícolas.

Também foram observados em campo problemas resultantes do despreparo de agricultores quanto à construção de açudes, cujos rompimentos provocaram a formação de voçorocas profundas (Figura 20).

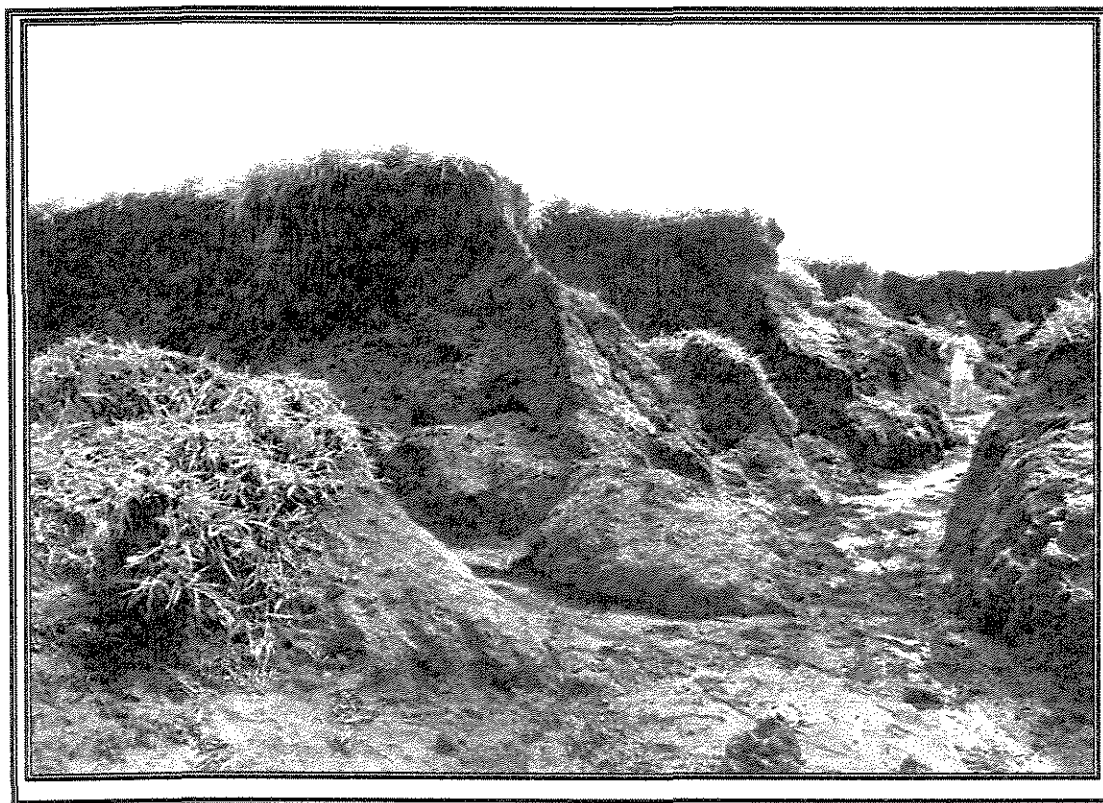


Figura 20. Voçoroca por manejo inadequado do solo.

A mineração de areia tende a alterar o contorno das margens pelo processo de abatimento e deposição do seu material, principalmente onde as águas são rasas e o material é formado por areia fina a muito fina.

A presença de áreas rasas, devido ao assoreamento, implica em alto risco de acidentes de navegação. Da mesma forma, a presença de tocos de árvores cortados rentes ao nível da água, dificulta sua visualização e pelas árvores não destocadas representando sérios riscos à pesca, turismo e transporte náutico.

Os efluentes e resíduos urbanos representam outro grave conflito para o reservatório, onde os cursos d'água que passam pelos municípios se apresentam impróprios para o uso e em alguns casos são despejados *in natura* nos afluentes do reservatório ou mesmo no próprio.

A Figura 21 representa os impactos observados em campo com seus conflitos potenciais de uso.

Nesta figura foram acrescentados os impactos identificados também na área de influência direta, com objetivo de apontar a somatória de impactos que recaem sobre o reservatório.

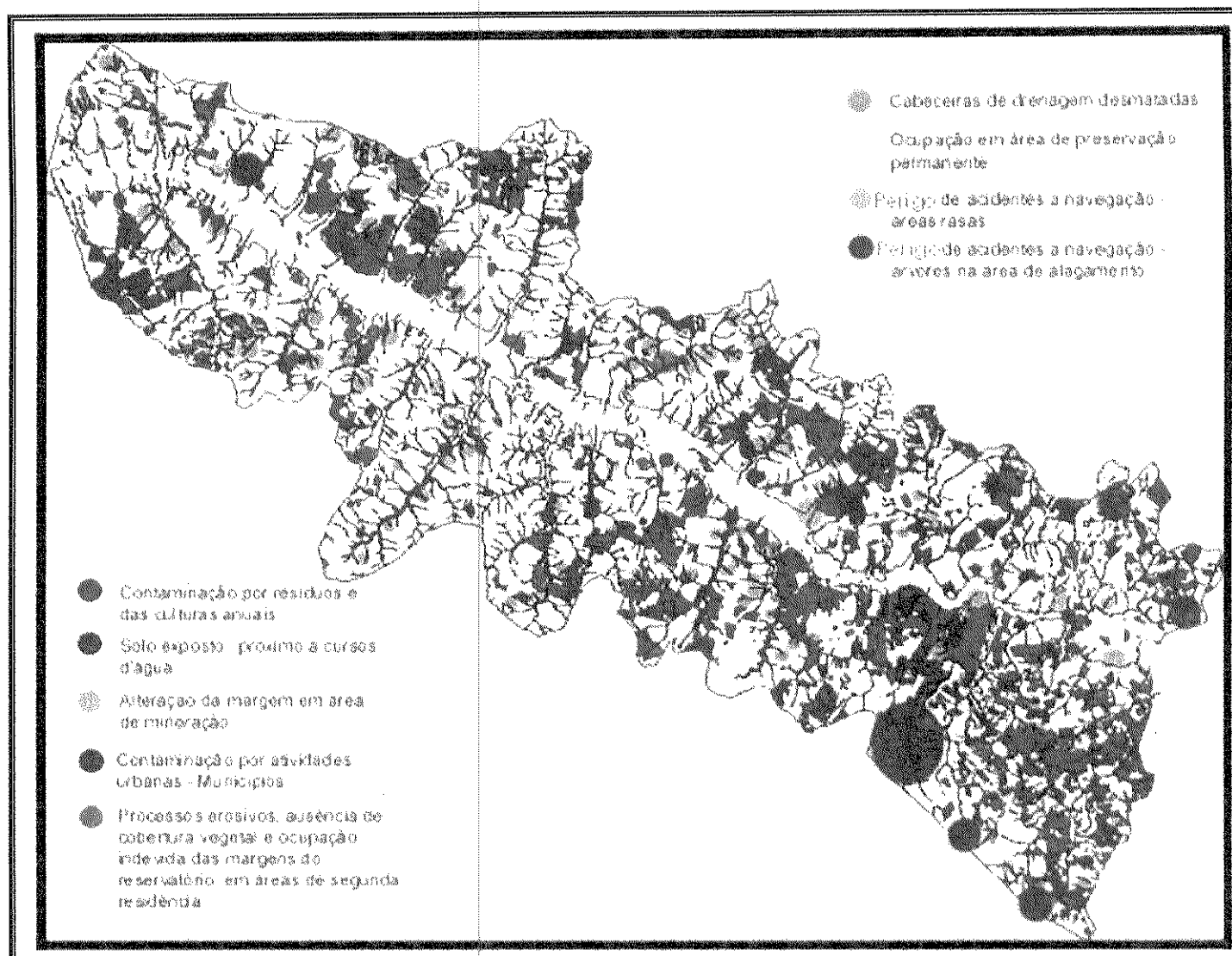


Figura 21. Impactos Ocorrentes ou Conflitos Potenciais de Uso na Área de Influência Indireta do Reservatório de Três Irmãos.

Porém, devemos esclarecer que as áreas de conflitos não têm precisão cartográfica, apenas nos auxiliam a evidenciar a somatória e a complexidade dos processos impactantes.

As áreas de conflitos estão relacionadas principalmente onde estão localizados os grandes centros urbanos e nas margens do reservatório, pois estas regiões centralizam diversos tipos de impactos, ocasionando diferentes conflitos como contaminação e degradação do reservatório.

5.3.3 – Levantamento dos Elementos Indutores de Impactos Ambientais e Impactos Reais de Acordo com a Opinião da Comunidade.

A Figura 22 se refere ao croqui que retrata a distribuição das atividades humanas impactantes apontadas para a região, pelas lideranças locais e pela própria comunidade, tanto na zona urbana quanto na rural.

De acordo com a opinião de técnicos locais entrevistados em campo, apesar de algumas atividades estarem fora da área de estudo, elas possuem uma relação direta com o reservatório, pois, muitas delas estão localizadas próximas a cursos d'água e despejam seus efluentes ou retiram água do mesmo, podendo assim, degradar, poluir e contaminar o reservatório.

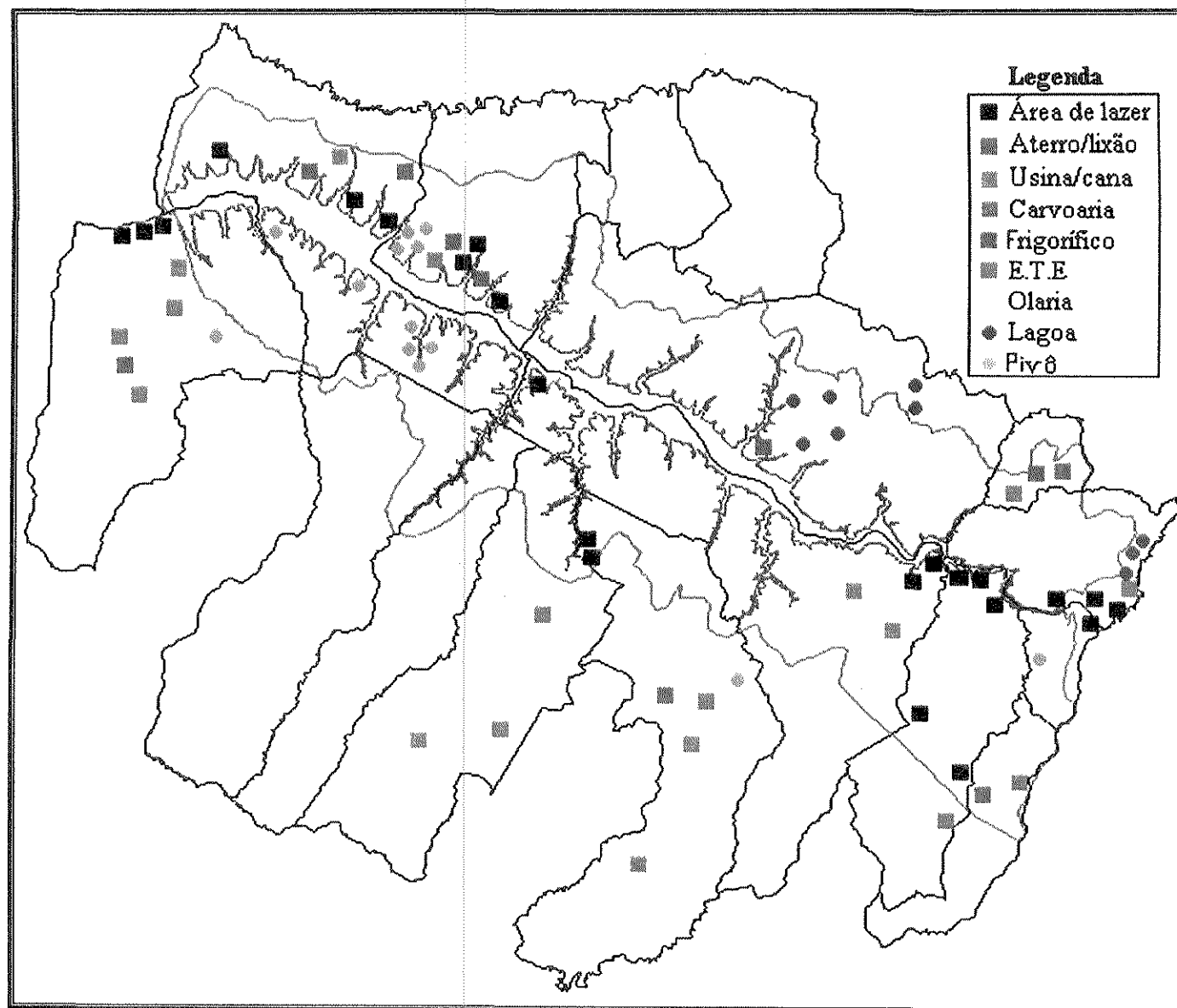


Figura 22. Atividades humanas impactantes sobre o reservatório de Três Irmãos.

Pode-se observar por meio da figura 22 que as lideranças e a população local entrevistadas indicam claramente que os resíduos dos frigoríficos, E.T.E, aterros, lixões e áreas de lazer são elementos indutores de impactos na região e principalmente em relação aos recursos hídricos.

Apesar de algumas atividades não serem impactantes, a população local as considera como tal, pois elas apontam a estética visual e poluição por odor como fonte de impacto, que é o caso das estações de tratamento de esgoto.

5.4-Fragilidade dos Terrenos a Erosão e Assoreamento.

Alem da identificação dos impactos ou de seus elementos indutores é necessário entender a susceptibilidade dos atributos naturais do terreno à erosão. Por essa razão, optou-se por definir a fragilidade, não em relação a cada impacto ou atividades individuais, mas aquele que mostrou ser o mais predominante e de maior magnitude, ou seja, a erosão, como já citado no item 4.2.2.3.

O mapa temático vulnerabilidade a erosão foi classificado quanto à potencialidade vista pela fragilidade do terreno às atividades comuns que ocorrem na área de estudo, sendo classificado em duas grandes manchas, conforme mostra a Figura 23.

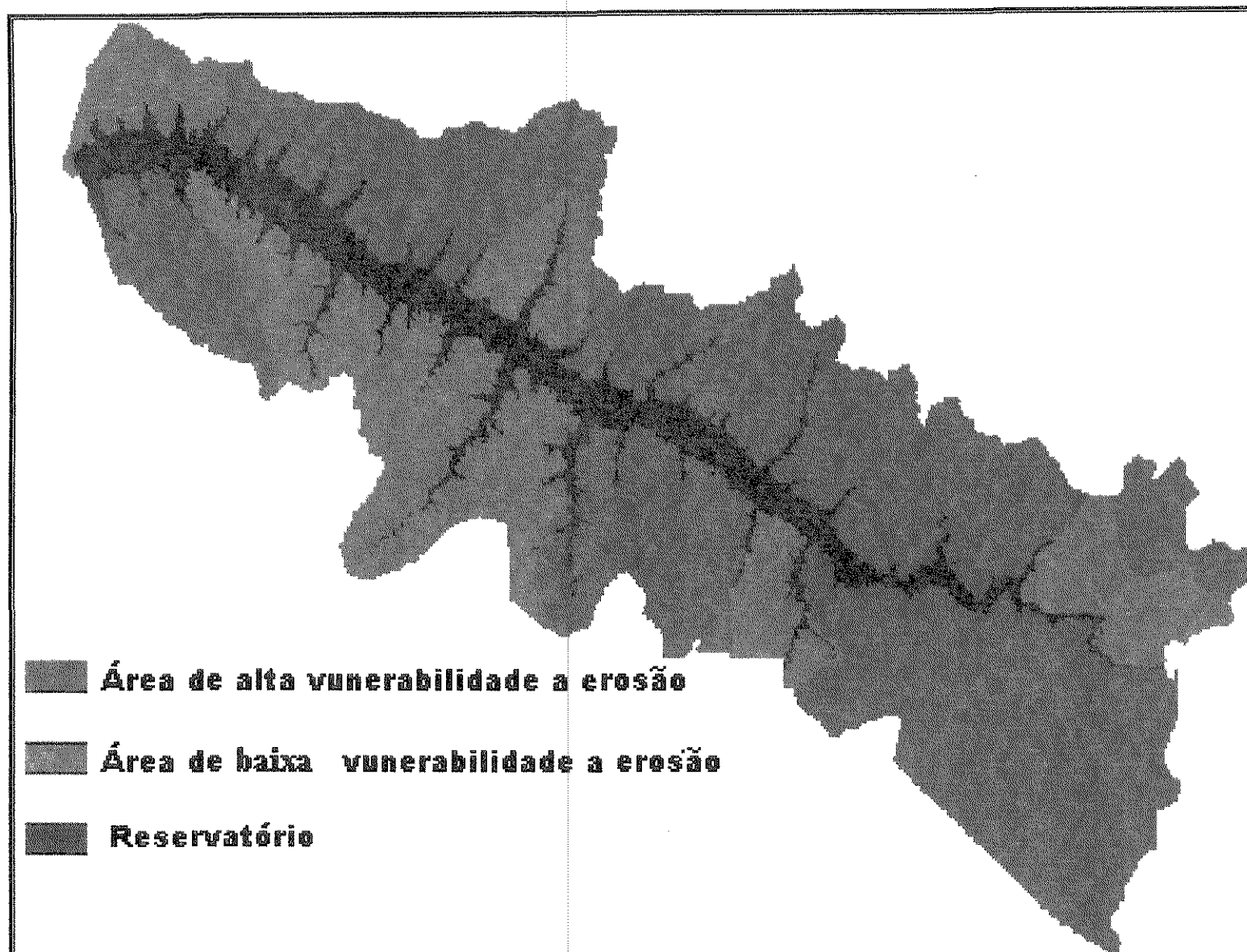


Figura 23. Mapa de Vulnerabilidade a Erosão.

A interpretação dos resultados levou à identificação de dois níveis de potencial de impacto relativo a erosão que, na realidade, refletem as áreas que, potencialmente, mais ou menos contribuem para o assoreamento do reservatório.

Toda área de estudo foi classificada quanto à potencialidade de causar erosão. O nível alto é composto de solos de forte vulnerabilidade à erosão, devida tanto às características do solo quanto à declividade e uso por culturas anuais. O nível alto, de maior risco, aparece nas vertentes das colinas médias e amplas em ambas as margens do reservatório, onde o uso torna o solo vulnerável em praticamente toda a área. Na região de Araçatuba, no lado esquerdo do rio Tietê, apresenta vulnerabilidade elevada devido ao uso por culturas anuais e à grande exposição dos solos.

O nível baixo cobre cerca de um terço da área do reservatório, ao longo de suas margens e caracteriza-se por um relevo de baixa declividade. A importância e características deste nível de prioridade são as mesmas que o nível alto, sendo diferenciado pela intensidade dos tipos de uso da terra.

5.5 – Determinação de Áreas Prioritárias de Ação.

Durante todo o desenvolvimento deste trabalho as informações foram dirigidas para indicar áreas críticas e estabelecer prioridades de ação para minimizar impactos reais e os elementos indutores de impactos ambientais que interferem mais diretamente com a qualidade de água e na proliferação descontrolada de plantas aquáticas no reservatório de Três Irmãos.

Assim, foram levantados dados que pudessem de alguma maneira, informar as condições terrestres das bordas do reservatório, suas consequências, gravidades e priorizar áreas e ações.

Os mapas temáticos foram classificados quanto à potencialidade de causar impactos e sub-divididos em impactos que vieram após a construção do reservatório e os que já existiam antes.

Desta forma foi feito um cruzamento entre os mapas temáticos, onde foram atribuídos pesos conforme o grau de importância dos impactos em relação a sua influência no reservatório (Tabela 18).

Tabela 18. Atribuição dos pesos para os mapas temáticos

Mapas Temáticos	Período Do Impacto	Tipos de Impactos	Pesos
Impactos reais	Impactos diretamente ligados a implantação do reservatório	Proliferação de plantas aquáticas, assoreamento, processos erosivos, perda da cobertura vegetal por afogamento, diminuição da quantidade de água disponível.	2⁷
	Impactos indiretamente ligados ou sem vínculo aparente com a implantação do reservatório	Contaminação do solo e efluentes, perda de solo, alteração da drenagem.	2⁶
Elementos Indutores de Impactos	Impactos diretamente ligados a implantação do reservatório	Casas isoladas de madeira e alvenaria, área de lazer, área de mineração, barracos de comércio.	2⁵
	Impactos indiretamente ligados ou sem vínculo aparente com a implantação do reservatório	Ocupação urbana desordenada, área de empréstimo, agropecuária, canal fluvial, área industrial, estradas, resíduos sólidos e líquidos.	2⁴
Vulnerabilidade e Erosão	Área de alto potencial de impactos ambientais		2³
	Área de médio potencial de impactos ambientais		2²
Impactos identificados pela comunidade	Impactos diretamente ligados a implantação do reservatório	Área de lazer, assentamento, pivô central, piscicultura.	2¹
	Impactos indiretamente ligados ou sem vínculo aparente com a implantação do reservatório	Terminal calcário, carvoaria, olaria, usina de cana, aterro, lixão, E.T.E, lagoas, hortifrutigranjeiro, agropecuária	2⁰

Deste cruzamento foi feito uma reclassificação, dividindo o mapa em três áreas prioritárias de ação para manejo (Figura 24), em ordem decrescente de importância, onde julga-se que o órgão responsável deveria concentrar esforços em relação aos programas de manejo e gerenciamento de borda.

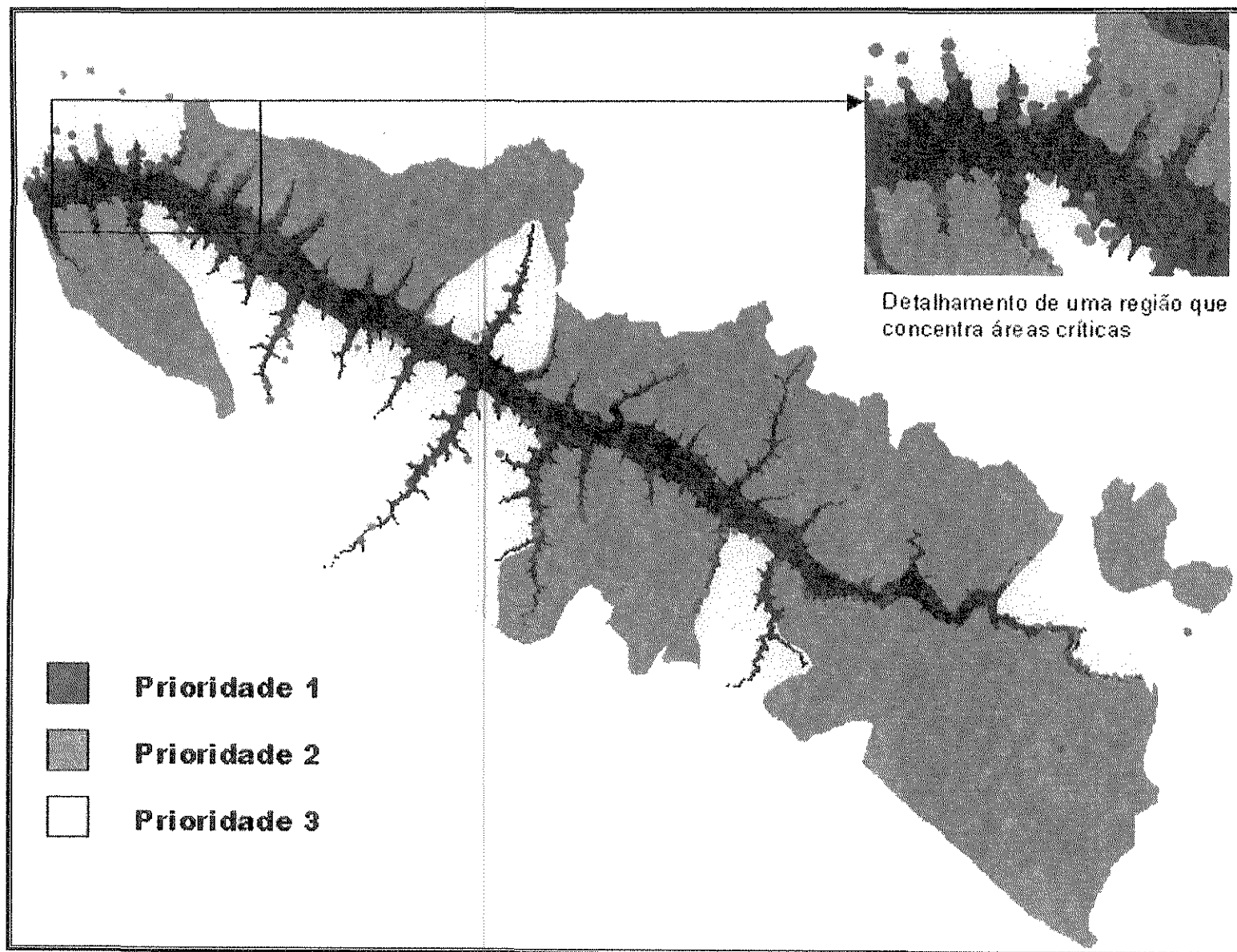


Figura 24. Mapa das áreas prioritárias para manejo.

5.6 - Determinação de Áreas Prioritárias de Ação e Premissas para o Gerenciamento.

Em função do conjunto de dados obtidos pode-se inferir que o reservatório de Três Irmãos é bem complexo. A diversidade de ações humanas e sua distribuição são os problemas a serem enfrentados. A área contém pecuária, agricultura de todo tipo e porte, mineração, turismo, piscicultura, granjas, usinas canavieiras, assentamentos, todos no entorno do reservatório.

Na área de estudo, a implantação do reservatório induziu o estabelecimento de estruturas voltadas para o lazer, que hoje representam a maior incidência de fonte de impacto. Em outras palavras, as principais atividades que hoje influenciam nas características e qualidade da água do reservatório são os loteamentos e construções civis induzidos por ele próprio.

Deve-se ressaltar também que as áreas de mata ciliar e olhos d'água encontram-se desprovidas de vegetação e desprotegidas das intempéries naturais e antrópicas, resultando em soterramentos e assoreamento dos rios.

Junto às áreas ribeirinhas encontram-se extensas áreas de pastagem e culturas, nas quais, seu manejo indevido, através da sobrelotação dos pastos, desconsideração de sistemas de conservação dos solos, não recuperação da fertilidade dos solos e o uso de agrotóxicos, resulta num quadro preocupante, que exige atenção e manejo especial. Assim, os problemas de recuperação são grandes, pois há necessidade de reflorestar, recompor e recuperar vegetação degradada e assegurar que essas ações de manejo estejam suficientemente protegidas das atividades humanas de borda.

Deve-se destacar que a ocupação das áreas que margeiam o entorno de Três Irmãos apresenta algumas particularidades. A primeira refere-se a atividade de pesca

profissional em grandes propriedades, a infinidade de ranchos de pesca às margens dos rios, córregos e da represa, bastante apreciados como área de lazer pela população local, com 'pesque-pagues', tanques-rede e loteamentos atrelados a essa nova paisagem, cuja infra-estrutura para o esgotamento sanitário é desconhecida pelos órgãos responsáveis pelo saneamento das cidades.

Algumas cidades estão implementando complexos voltados ao turismo nas margens da represa, com loteamentos de alto padrão. Sem dúvida, criam-se impactos decorrentes da quantidade de tanques e de peixes sobre a cadeia alimentar dentro do reservatório, bem como sobre o desenvolvimento de plantas aquáticas. É necessário gerenciar junto às Prefeituras locais para se ter um cadastro mínimo dessas interferências, presentes e futuras, bem como controlar este tipo de ocupação. Deve-se também atentar que as prefeituras municipais, especificamente daqueles municípios que são banhados pela represa, têm grande interesse em explorar o turismo.

Outra grande preocupação relaciona-se as culturas anuais e semi-perenes produzidas nas proximidades das margens do reservatório, que podem representar risco de contaminação da água devido ao escoamento superficial que transporta resíduos químicos, provenientes da adubação e da aplicação de defensivos agrícolas. Novamente, alerta-se que ocorre uso de agrotóxicos de alta toxicidade no entorno do reservatório. Por esta razão, somada ao hábito da queima e exposição do solo pelos agricultores, são consideradas áreas prioritárias para manejo aquelas que tem culturas anuais, pastagem e, especificamente, cana-de-açúcar.

6 - PRINCIPAIS CONCLUSÕES

- A.** As mudanças de uso das margens do reservatório de Três Irmãos induziram impactos que, reconhecidamente, afetam a operação ou manejo do aproveitamento da usina e, portanto, devem ser interpretados em estudos de planejamento regional como parte do processo de avaliação.
- B.** O método proposto neste estudo para identificação e quantificação de impactos localizados foi eficaz no sentido de permitir uma avaliação mais pormenorizada dos efeitos adversos sobre o meio e os reservatórios, que assim conduzem as alternativas de manejo mais específicas para a própria usina hidrelétrica. Sugere - se que a proposta metodológica seja estendida aos outros reservatórios da região, que tem conformações de terreno e usos da terra semelhantes.
- C.** As qualificações dos impactos, conduzem a uma melhor interpretação da dinâmica dos processos impactantes, ampliando assim as possibilidades das análises comumente feitas em planejamentos ambientais.
- D.** Entre os impactos ambientais, a quantificação de plantas aquáticas, bem como sua relação com os processos indutores de impacto, necessitam de aprimoramento metodológico.

- E. A avaliação conjunta dos impactos qualificados pelas suas características de ação e pela avaliação da dinâmica dos processos impactantes permitiu concluir que a somatória dos impactos de pequena magnitude podem causar mais danos que uma ação individualizada de maior efeito, tanto ao recurso hídrico como a própria usina hidrelétrica.
- F. Apesar de ser esperado que a formação de grandes lâminas d'água induzam ao lazer e turismo, de forma geral, os estudos ambientais prévios à instalação de uma usina hidroelétrica não estabelecem planejamentos ou planos de manejo para essas futuras atividades. Assim, desconsideram critérios ambientais adequados para as futuras implantações de borda, no manejo adequado do solo a exigência de infra-estruturas básicas de saneamento. A ausência de um plano gerencial resulta em consequências danosas a usina hidrelétrica e custosa para a instituição responsável
- G. Em suma, este trabalho ressalta que ação gerencial voltada para usina hidrelétrica, não se deve ater, exclusivamente, aos impactos consequentes a sua implantação, mas também aqueles que resultam da própria alteração do meio, induzido por ela. Em outras palavras, para cada ação originária desse tipo de empreendimento há uma reação do meio como uma adaptação da nova realidade, mas na maioria das vezes, resulta em um impacto negativo à própria usina e seu reservatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACIESP. **Glossário de Ecologia**. Publicação ACIESP nº 57. ACIESP – Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1987.
2. ACKERMAN, W. C. **Man-made lakes**: their problems and environmental effects: American Geophysical Union, 1973, 847 p.
3. ASSIS, RUI BRASII. **Gerenciamento de Bacias Hidrográficas: Descentralização**. In: *Análise Ambiental: estratégias e ações*. Sânia Maria Tauk-Tornisielo; Nivar Gobbi; Celina Foresti; Solange Terezinha Lima. ed. T.A. Queiroz LTDA, Fundação Salim Farah Maluf, Centro de Estudos Ambientais – UNESP, Rio Claro, SP, 1995.

4. **Avaliação de Impacto Ambiental**. GOUVÊA, Y.M.G, ACKER, Francisco Thomas Van, SÁNCHEZ, Luis Enrique... *et al.* São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1998, 84p. (Documentos Ambientais)
5. BAHIA (Governo). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos - SSRH, Companhia de Desenvolvimento do Vale do Paraguaçu - DESENVALE, **Aproveitamento Múltiplo Pedra do Cavalo – Impactos Ambientais**, Bahia, 1984. s/p.
6. BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed., Ícone, 1999. 355p.

7. BITAR, O. Y. *et al.* **Estudos de impacto ambiental e a geologia.** In: O meio físico em estudos de impacto ambiental, boletim nº 56, Instituto de Pesquisa Tecnológica - IPT, 1990, p.1-2.
8. BRAGAGNOLO, N. & PARCHEN, A. C. A Erosão e a Conservação de solos no Paraná. Circular Técnica, nº 10, EMATER, Curitiba, PR, 1991. 20 p.
9. BURSZTYN, M.A.A. **Gestão Ambiental: Instrumentos e Práticas.** Brasília: IBAMA, 1994, 175p.
10. CAMPANHOLA, C., LUIZ, A. J. B., JÚNIOR, A. L. **O Problema Ambiental no Brasil: agricultura.** pg. 265-281, In: Economia do Meio Ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Ademir Ribeiro Romeiro; Bastiaan Philip Reudon; Maria Lúcia Azevedo Leonardi, org. – Campinas, SP: UNICAMP. IE, 1996.
11. CANTER, L. **Environmental impact assessment,** Oklahoma, McGraw Hill Inc. **Methods for EIA: theory and application,** 1977, 331 p.
12. CAUBET, C.G. & FRANK, B. **Manejo Ambiental em Bacia Hidrográfica: o caso do rio Benedito(Projeto Itajaí).** Das reflexões teóricas às necessidades concretas. Florianópolis, SC, 1993, Fundação Água Viva, 52p.
13. CESP- Companhia Energética de São Paulo **Manejo de reservatórios do Estado de São Paulo.** São Paulo, 1986.
14. CESP- Companhia Energética de São Paulo. **Estudos de Impacto Ambiental da UHE Três Irmãos.** São Paulo, - Companhia Energética de São Paulo 1990. 232p.

15. CESP - Companhia Energética de São Paulo, Grupo de Gestão Territorial – Núcleo de Estudo de Plantas Aquáticas (Laboratório de Planejamento Ambiental), Dep. Saneamento e Ambiente – UNICAMP. Campinas, SP, 2000.
16. CESP- Companhia Energética de São Paulo, 2001.(www.cesp.com.br)
17. CESP- Companhia Energética de São Paulo, 2002.(www.cesp.com.br)
18. CODASP - Companhia de Desenvolvimento Agrícola de São Paulo, 2003.
(www.codasp.sp.gov.br)
19. CONAMA, Resolução CONAMA n.º 001 de 23 de janeiro de 1986 (Regulamenta a exigência de estudo de impacto ambiental para o licenciamento ambiental de projetos).
20. CUSTÓDIO, H. B. “Avaliação de Impacto Ambiental no Direito Brasileiro”, São Paulo, Revista de Direito Civil, 45:72, 1988.
-
21. DIAS, LEDA NEIVA. **Estudo integrado da bacia hidrográfica do Reservatório Passaúna (Araucária-Paraná-Brasil), considerando a inter-relação da ocupação dos solos com a qualidade das águas.** Dissertação (Mestrado), Escola de Engenharia de São Carlos – USP, São Paulo, 1997.
22. DIEFFY, P.J.B. **The development and practice of EIA concepts in Canada.** Ottawa, Environment Canada, 1975. n.p. (Occasional Papers 4).
23. ESPÍNDOLA, E.L.G.; SILVA, J.S.V.; MARINELLI, C.E.; ABDON, M.M. (org.). **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho: Uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar.** São Carlos, SP. 2000, 188p.

24. **Exploração do Rio Tietê (Barra do Rio Jacaré-Guassú ao Rio Paraná).** 3ª edição, 1930, São Paulo, edit. Typographia Brasil.
25. **FEARO – Revised guide to the Federal Environmental Assessment and Review Process.** FEARO - Federal Environmental Assessment Review Office. Environ. Assess. Rev., Canadá, 1979, 12 p.
26. **FERNANDES, E.N. Sistema inteligente de apoio ao processo de avaliação de impactos ambientais de atividade agropecuárias.** Viçosa, MG: UFV, 1997. 122p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
27. **FLEISCHFRESSER, VANESSA. Manejo das águas, conservação do solo e controle da poluição em microbacias hidrográficas: Análise da experiência paranaense,** pg. 337-384. In: Economia do Meio Ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais. Ademir Ribeiro Romeiro; Bastiaan Philip Reudon; Maria Lúcia Azevedo Leonardi, org. – Campinas, SP: UNICAMP. IE, 1996.
28. **FRANÇA, A.C., et al. Manejo Integrado de Bacias Hidrográficas,** Série Pesquisa e Desenvolvimento, 067, São Paulo-CESP, 1992, 21p.
29. **FREIRE, OCTAVIO. Uso Agrícola do Solo: Impactos ambientais.** In: Análise Ambiental: estratégias e ações. Sônia Maria Tauk-Tornisiello; Nivar Gobbi; Celina Foresti; Solange Terezinha Lima. ed. T.A. Queiroz LTDA, Fundação Salim Farah Maluf, Centro de Estudos Ambientais – UNESP, Rio Claro, SP, 1995.
30. **GENOVEZ, A.I.B.; GENOVEZ, A.M. E SANTOS, R.F. Barragens e meio ambiente no estado de São Paulo-Brasil.** In: 5º Congresso da ÁGUA, Lisboa, Portugal, 25 a 29 de Setembro de 2000. (cd rom)

31. GODOI FILHO, J.D. **Políticas públicas**. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE UNIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE, 5, 1992, Belo Horizonte, Mg, **Anais...** Brasília: IBAMA, 1992, p. 131-141.
32. HORBERRY, J. **Status and application of EIA for development**, Gland, Conservation for Development Center, 1984. 86 p.
33. Lima, A.L.B. , TEIXEIRA, H.R., SANCHES, L.E. **A Efetividade da Avaliação de Impacto Ambiental no Estado de São Paulo: uma análise a partir de estudos de caso**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1995, 87 p.
34. LIMA, A.L. & SANTOS, R.F. **Ações e processos indutores de impactos ambientais no reservatório de Três Irmãos (São Paulo, Brasil)**. In: V Congresso de Ecologia do Brasil, Porto Alegre R.S, 04 a 09 de Novembro de 2001.(cd rom)
35. **MANUAL de Avaliação de Impactos Ambientais (MAIA)**. Curitiba: SUREHMA/GTZ, 1999.
36. METZGER, Jean Paul. **Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica**. In: Anais Acadêmico Brasileiro de Ciências, 1999, 71 (3-I), pag 445 –463.
37. MOREIRA, Iara V. Dias. **Avaliação de Impacto Ambiental – Instrumento de Gestão**. Cadernos FUNDAP, S.P, 1989, 9 (16): p. 54-63.
38. MOREIRA, Iara V. Dias. **Vocabulário básico de Meio Ambiente**. R.J Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 1990. 243 p.
39. MOREIRA, Iara V. Dias. **Avaliação de Impacto Ambiental**. Rio de Janeiro, 1992, 102 p.

40. MUNN, R.E. **Environment impact assessment**. Toronto, John Wiley & Sons, 1979. 190 p. Theory and application of modelling in EIA. In: **Environmental impact assessment**. The Hague, Martinus Nijhoff, 1983. p. 281-91. (NATO/ASI Series D. Behaviour and Social Sciences n.º 14).
41. PASCHOAL, ADILSON D. **Uso Agrícola do Solo: Impactos ambientais, perspectiva e soluções**. In: **Análise Ambiental: estratégias e ações**. Sônia Maria Tauk-Tornisielo; Nivar Gobbi; Celina Foresti; Solange Terezinha Lima. ed. T.A. Queiroz LTDA, Fundação Salim Farah Maluf, Centro de Estudos Ambientais – UNESP, Rio Claro, SP, 1995.
42. JORGENSEN, S. E. e VOLLENWEIDER, R. A. **PRINCÍPIOS PARA O GERENCIAMENTO DE LAGOS: Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos**, vol. 1, tradução Dino Vannuci; editor da série em português José Galizia Tundisi, , ILEC; IIE; UNEP, São Carlos, São Paulo, 2000, 202p.
43. RAW, J.G. **Concepts of environmental impact analysis**. In: J.G.Raw; D.C. Wooten, **Environmental impact analysis handbook**. McGraw-Hill, 1980, New York.
44. ROHDE, Geraldo Mario. **Estudos de impacto ambiental**. Porto Alegre: CIENTEC, 1988. 42 p. (Boletim técnico, 4).
45. ROMANINI, P.U. & SHIMIZU, G.Y. **Alterações ecológicas provocadas pela construção da barragem de Uhe de Rosana sobre o baixo rio Paranapanema, SP/PR**, (Série de divulgação e informação), São Paulo, 1994, 153p.
46. ROSA, L.P., SIGAUD, L., MIELNIK, O. **Impactos de Grandes projetos Hidrelétricos e Nucleares** (Aspectos econômicos, tecnológicos, ambientais e sociais), 1988 São Paulo, editora Marco Zero, 199 p.

47. SÁNCHEZ, Luis.E. **A diversidade de conceitos de impacto ambiental e avaliação de impacto ambiental segundo diferentes grupos profissionais.** In: VII Encontro Anual da Seção Brasileira da IAIA-Internacional Association for Impact Assessment. 1998, RJ. 16 p.
48. SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. **Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: Projeto de recuperação, conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas.** 2 ed. rev., e ampl. Florianópolis: EPAGRI, Santa Catarina, 1994, 384p.
49. SANTOS, Marcos Antonio, **Construção de Cenários em Ambiente SIG para Avaliar Mudanças de Uso das Terras Induzidas por Usinas Hidrelétricas na Região Agrícola de Andradina,** Campinas, SP: 2002. 128p. Mestrado (Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
50. SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil.** Viçosa, MG: UFV, 1994, 309p Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa.
51. SILVA, E. **Técnicas de Avaliação de Impactos Ambientais.** CPT. Viçosa, MG, 1999, 64p.
52. TEIXEIRA, M.G. *et al.* **Análise dos relatórios de impactos ambientais de grandes hidrelétricas no Brasil.** In: **Previsão de Impactos.** São Paulo: EDUSP, 1998, 163-186p.
53. TUNDISI, J. **Developments in Ecology in Brazil.** In: Handbook of world developments in Ecology. Ed J. Kormondy. Greenwood Press, 1978.

54. TUNDISI, J. **Construção de Reservatórios e Previsão de Impactos Ambientais no Baixo Tietê: Problemas limnológicos.** São Paulo – IG, USP, Biogeografia, vol: 13, 1978.
55. TURCO, J. E. P, **Identificação de Macrófitas no Reservatório de Três Irmãos,** *In:* Grupo de Gestão Territorial – Núcleo de Estudo de Plantas Aquáticas (Laboratório de Planejamento Ambiental), Dep. Saneamento e Ambiente – UNICAMP. Campinas, SP, 2000.
56. VILLELA, SHEILA HOLMO. **Avaliação sócio-econômica de impactos ambientais devidos à implantação e operação da usina hidrelétrica “Três Irmão”, no rio Tietê – Aplicação do “Modelo Interpretativo da Inserção Regional de UHEs”, elaborado pela ELETROBRAS.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos-USP, 1992. 123p.
57. VLADUT, T. **Reservoirs and the Environment.** Int. Water Power and Dam Construction, March 1998.
-
58. WATHERN, P. **Environmental impact assessment. Theory and practice.** 1988, Unwin Hyman, London.
59. WORLD COMMISSION ON DAMS. **Dams and Development: a new framework for decision-making: the report of the world commission on dams.** London: EARTHSCAN, 2000, 404p.

ABSTRACT

Many environmental impacts were caused by the implantation of hydroelectric in Brazil among the decades of 50 and 80. In Sao Paulo State the great reservoirs add a superior area of 6.500Km² of flooded areas, representing 2,6% of the surface of the State. The importance of that energy for the social and economical Brazilian's development is evident. However, the construction of great barrages and their reservoirs that aims for the man's social and economical benefits, it interferes in the environment, causing impacts. One of the principal environmental impacts refers to the alteration of the landscape of the margins for the induction of human activities that is linked with the presence of the reservoirs. Passed some years, this new landscape results in new impacts that, for your time, act about the quality of the water of the own reservoir. This is the case of the reservoir of Três Irmãos that, since your construction in November of 1993, it is suffering a great number of impacts, mainly in relation to the use and occupation of the earth. For this reason, this work intends to evaluate, to qualify and to quantify the types of current environmental impacts of human actions around the reservoir, which, in some way, changes your natural characteristics, decreasing your time of useful life. The identification and quantification of these impacts were accomplished, mainly, with the fieldwork where the impacts were mapped through GPS (Global Positioning System) and with the elaboration of thematic maps that were crossed through SIG (System of Geographical Information). The results allowed to make a relation of the types of impacts happened with the use type, pointing the elements induction of impacts and the real current impacts of the human interventions and of the characteristics of fragilities of the elements that compose the environment; around the reservoir. This way delimiting priority areas for reservoir's management.

Key words: reservoir, environmental impacts, hydroelectric plant.