

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO - SANEAMENTO E AMBIENTE

CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NO PLANEJAMENTO DA
PISCICULTURA. ESTUDO DE CASO: JUQUIÁ, SP

HELDER BICALHO CARVALHAIS

Campinas - SP

Janeiro de 1998

C253c

34141/BC

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO - SANEAMENTO E AMBIENTE

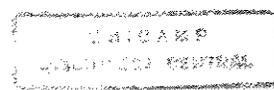
CONSERVAÇÃO AMBIENTAL NO PLANEJAMENTO DA
PISCICULTURA. ESTUDO DE CASO: JUQUIÁ, SP

Aluno: Helder Bicalho Carvalhais

Orientadora: Prof.a. Dra. Rozely F. dos Santos

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas, como parte integrante dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração em Saneamento e Ambiente.

Campinas - SP
Janeiro de 1998



9813000

UNIDADE	8C
N.º CHAMADA:	UNICAMP
	C253c
	34141
	395/98
	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	88,11,00
DATA	05/06/98
N.º CPD	

CM-00112427-5

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

C253c	<p>Carvalhais, Helder Bicalho Conservação ambiental no planejamento da piscicultura. Estudo de caso: Juquiá, SP / Helder Bicalho Carvalhais.--Campinas, SP:[s.n.], 1998.</p> <p>Orientadora: Rozely Ferreira dos Santos Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil.</p> <p>1. Planejamento ambiental. I. Santos, Rozely Ferreira. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil. III Título.</p>
-------	--

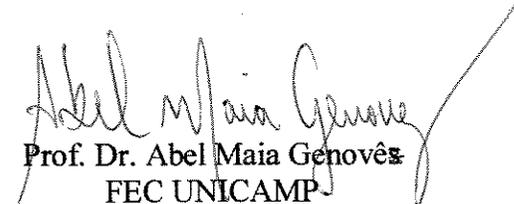
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL**

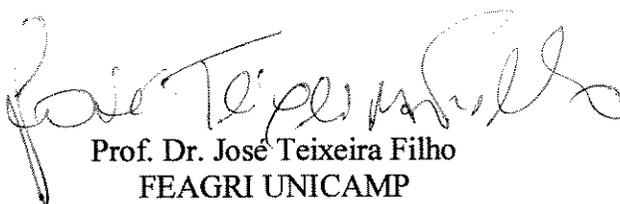
**Conservação Ambiental no Planejamento da Piscicultura.
Estudo de caso: Juquiá, SP.**

Helder Bicalho Carvalhais

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:


Prof. Dra. Rozely Ferreira dos Santos
Presidente e Orientadora - FEC UNICAMP


Prof. Dr. Abel Maia Genovés
FEC UNICAMP


Prof. Dr. José Teixeira Filho
FEAGRI UNICAMP

Campinas, 27 de janeiro de 1998.

Alesto que esta é a versão definitiva
da dissertação; data: 27/04/98

Prof. Dr. 
Matrícula: 24.972-6

Para Fabiana,

pelo incentivo, carinho e compreensão

A meus pais Lauro e Cleyde,

que mesmo a distância sempre
foram grandes incentivadores.

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Professora Rozely Ferreira dos Santos, por toda sua paciência e dedicação durante a realização deste trabalho.

Aos professores, funcionários e estagiários do Laboratório de Saneamento da FEC, pelo auxílio nas análises realizadas.

Aos Professores Abel, Ana e Bresaola pela contribuição para o enriquecimento deste trabalho.

Aos amigos da Mansão Azul, onde tudo começou.

A AQUAJU e a UNIDAS, pelo apoio durante os trabalhos de campo.

Ao DAEE, pelos dados fornecidos.

A todos que de alguma contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE ANEXOS	VIII
LISTA DE ABREVIATURAS	IX
APRESENTAÇÃO.....	X
RESUMO	XII
ABSTRACT.....	XIII
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. OBJETIVO GERAL	3
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. ÁGUA E DESENVOLVIMENTO: MUDANÇA DE PARADIGMA NA CIÊNCIA E NA SOCIEDADE	4
3.2. PLANEJAMENTO AMBIENTAL.....	9
3.2.1. <i>Conceitos</i>	9
3.2.2. <i>Etapas do Planejamento</i>	10
3.3. GEOTECNOLOGIA APLICADA AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL	14
3.3.1. <i>Sensoriamento Remoto e Planejamento Ambiental</i>	14
3.3.1.1. Níveis de Aquisição de Dados	15
3.3.1.2. Utilização de Produtos de Sensoriamento Remoto em Nível Aéreo	15

3.3.1.3.Utilização de Produtos de Sensoriamento Remoto em Nível Orbital	17
3.3.1.4.Resolução Espacial e Escala de Trabalho	18
3.3.1.5.Resolução Espectral	19
3.3.2. <i>Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento Ambiental</i>	22
3.3.2.1.Evolução da Tecnologia de Geoprocessamento	22
3.3.2.2.Aplicação de Sistemas de Informações Geográficas em Planejamento Ambiental	23
3.3.2.3.Organização de um Banco de Dados	26
3.3.2.4.Limitações do Uso do SIG em Planejamento Ambiental.....	27
3.3.3. <i>A Piscicultura como Alternativa de Desenvolvimento Regional</i>	28
3.3.3.1.Qualidade de Água para a Piscicultura	29
3.3.3.2.Natureza de Impactos Ambientais na Piscicultura.....	30
3.3.3.3.Localização de Áreas para Implantação da Piscicultura	40
3.3.3.4.Estudo de Impactos Ambientais na Piscicultura	42
3.3.4. <i>Piscicultura e Planejamento</i>	43
4. ÁREA DE ESTUDO.....	45
5. METODOLOGIA.....	48
5.1. AVALIAÇÃO DE OBJETIVOS E METAS VOLTADAS À PISCICULTURA.....	48
5.2. DEFINIÇÃO DO CENÁRIO POTENCIAL PARA A PISCICULTURA.....	48
5.2.1. <i>Identificação dos Indicadores do Meio Ligados à Piscicultura</i>	50
5.2.2. <i>Definição do Cenário Potencial para Piscicultura Através da Análise Integrada dos Indicadores</i>	53
5.3. CENÁRIO REAL E SUA RELAÇÃO COM O CENÁRIO POTENCIAL PARA A PISCICULTURA.....	54
5.3.1. <i>Identificação de Acertos e Conflitos</i>	54
5.3.2. <i>Identificação dos Impactos Localizados</i>	55

5.4. DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS, E DIRETRIZES FINAIS PARA A PISCICULTURA	55
5.4.1. <i>Seleção de Alternativas Locacionais</i>	55
5.4.2. <i>Formulação de Diretrizes Finais</i>	56
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
6.1. AVALIAÇÃO DE OBJETIVOS E METAS	57
6.2. DEFINIÇÃO DO CENÁRIO POTENCIAL.....	58
6.2.1. <i>Indicadores do Meio Ligados à Piscicultura</i>	58
6.2.2.1. Solos	59
6.2.2.2. Cobertura vegetal e uso da terra	59
6.2.2.3. Geomorfologia	62
6.2.2.4. Qualidade da água	64
6.2.3. <i>Definição do Cenário Potencial para Piscicultura Através da Análise Integrada dos Indicadores</i>	81
6.2.3.1. Ponderação dos indicadores e das classes mapeadas.....	81
6.2.3.2. Definição do Cenário Potencial	89
6.3. RELAÇÃO ENTRE O CENÁRIO POTENCIAL E ATUAL PARA A PISCICULTURA: ACERTOS E CONFLITOS.....	94
6.4. DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E DIRETRIZES FINAIS PARA A PISCICULTURA	99
6.4.1. <i>Seleção e Hierarquização de Alternativas Locacionais</i>	99
6.4.2. <i>Formulação de Diretrizes Finais</i>	100
7. CONCLUSÃO.....	102
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	104
ANEXO 1.....	115

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3.1 ETAPAS DO PLANEJAMENTO AMBIENTAL	13
FIGURA 3.2 A MELHOR BANDA OU COMBINAÇÃO DE BANDAS EM TERMOS DE EXATIDÃO OBTIDOS NO PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO.	22
FIGURA 3.3 EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DE SIG.....	23
FIGURA 4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO - MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - VALE DO RIBEIRA.	47
FIGURA 5.1 - PROCESSOS ENVOLVIDOS NA METODOLOGIA DE TRABALHO	49
FIGURA 6.1 MAPA DE SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO	61
FIGURA 6.2 MAPA DE COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA DA ÁREA DE ESTUDO.	623
FIGURA 6.3 MAPA DE GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO.....	65
FIGURA 6.4 MAPA DE QUALIDADE DE ÁGUA DA ÁREA DE ESTUDO, SEGUNDO METODOLOGIA DE FARIAS (1984).....	67
FIGURA 6.5 GRÁFICO DE REPRESENTAÇÃO DOS VALORES DE PH ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP	69
FIGURA 6.6 VALORES DE PH ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP	71
FIGURA 6.7 - VALORES DE CONDUTIVIDADE ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.....	72
FIGURA 6.8 VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.....	73
FIGURA 6.9 - VALORES DE TURBIDEZ ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.....	75

FIGURA 6.10 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.....	76
FIGURA 6.11 VALORES DE FÓSFORO TOTAL ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.....	78
FIGURA 6.12 MAPA INTERMEDIÁRIO DE POTENCIAL PEDOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DE ESTUDO PARA PISCICULTURA	90
FIGURA 6.13 MAPA DE POTENCIAL DA ÁREA DE ESTUDO PARA A PISCICULTURA.....	92
FIGURA 6.14 MAPA DE ÁREAS DE OCORRÊNCIA DOS EMPREENDIMENTOS DE PISCICULTURA NA ÁREA DE ESTUDO	96
FIGURA 6.15 MAPA DE ÁREAS DE OCORRÊNCIA DOS EMPREENDIMENTOS SOBREPOSTO AO POTENCIAL PARA PISCICULTURA	97

LISTA DE TABELAS

TABELA 3.1 ESCALAS (MÁXIMAS) DE TRABALHO EM FUNÇÃO DA RESOLUÇÃO ESPACIAL	19
TABELA 3.2 CARACTERÍSTICAS ESPECTRAIS DOS SENSORES HRV-SPOT (XS) E LANDSAT 5 (TM).....	21
TABELA 3.3 PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL QUE UTILIZAM O SIG. 25	
TABELA 3.3 (CONTINUAÇÃO) PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL QUE UTILIZAM O SIG.....	26
TABELA 3.4 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA CULTIVO DE ESPÉCIES TROPICAIS.	29
TABELA 3.5 CONFLITOS DA PISCICULTURA COM OUTRAS ATIVIDADES ECONÔMICAS E SOCIAIS.	31
TABELA 3.6 EFEITOS DE EFLUENTES DE FAZENDAS DE PISCICULTURA OBSERVADOS EM UMA PESQUISA DE 200 FAZENDAS NA FINLÂNDIA.....	32
TABELA 3.7 EFEITOS DE EFLUENTES DE FAZENDAS DE PISCICULTURA OBSERVADOS EM UMA PESQUISA DE 141 FAZENDAS NO REINO UNIDO.....	33
TABELA 3.8 CARACTERÍSTICAS DE EFLUENTES DE TANQUES DE PISCICULTURA, COMPARADAS A EFLUENTES DOMÉSTICOS.....	33
TABELA 3.9 IMPACTOS DE OBRAS CIVIS - PERCENTUAIS DE IMPACTOS IDENTIFICADOS.....	41
TABELA 6.1 OBJETIVOS DOS SEGMENTOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE DE PISCICULTURA.....	57

TABELA 6.2 ÍNDICES ATRIBUÍDOS À QUALIDADE DE ÁGUA EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE VEGETAÇÃO E USO DA TERRA.	66
TABELA 6.3 VALORES DE PH ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.....	69
TABELA 6.4 VALORES DE TEMPERATURA ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.	70
TABELA 6.5 VALORES DE CONDUTIVIDADE ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.	72
TABELA 6.6 VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.	73
TABELA 6.7 VALORES DE TURBIDEZ ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.	74
TABELA 6.8 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.	76
TABELA 6.9 VALORES DE FÓSFORO TOTAL ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.	77
TABELA 6.10 VAZÕES MÉDIAS ANUAIS.....	80
TABELA 6.11 PONDERAÇÃO DOS INDICADORES.....	81
TABELA 6.12 PESOS DAS CLASSES DE PEDOLOGIA	83
TABELA 6.13 PESOS DAS CLASSES DE GEOMORFOLOGIA.....	84
TABELA 6.14 PESOS DAS CLASSES DE COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA.....	85
TABELA 6.15 REAGRUPAMENTO DAS CLASSES DOS INDICADORES	88

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - ANEXO FOTOGRÁFICO DE IMPACTOS IDENTIFICADOS EM CAMPO.....	115
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS

APA	Área de Proteção Ambiental
CRH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DEPRN	Departamento de Proteção aos Recursos Naturais
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
ONU	Organização das Nações Unidas
RAP	Relatório de Avaliação Preliminar
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TM	Thematic Mapper
MSS	Multispectral Scanner System
SISCOB	Sistema Informatizado de Monitoramento da Cobertura Vegetal
AQUAJU	Associação de Aquacultores de Juquiá
TBI	Trent Biotic Index
pH	Potencial de Hidrogênio

APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento deste trabalho tem como ponto básico a preocupação gerada com a utilização dos recursos hídricos sem o subsídio das etapas de um planejamento adequado, que auxiliem o tomador de decisão quanto à viabilidade da instalação de projetos que utilizem este recurso em uma região. Foram levados em consideração para esta discussão aspectos teóricos e práticos. Os teóricos estão relacionados às etapas que envolvem um planejamento. Para que seja elaborado um plano de exploração sustentável, de acordo com os conceitos definidos na AGENDA 21 (1992), se faz necessário o cumprimento de determinados etapas que vão, desde a definição de objetivos e metas, até a avaliação de alternativas de alocação para um projeto. No entanto, o que se nota é a passagem da etapa de diagnóstico diretamente para o estabelecimento de diretrizes, ignorando-se as demais fases que compõem o processo de planejamento. Este fato tem como consequência o comprometimento da decisão a ser tomada, uma vez que não são geradas alternativas que auxiliem o decisor.

O aspecto prático está relacionado com a atual realidade dos recursos hídricos da área selecionada para estudo: o Vale do Ribeira. Esta é uma região carente de alternativas de desenvolvimento e que vem, nos últimos anos, descobrindo na piscicultura uma maneira de mudar este quadro. No entanto, a instalação de tais projetos vem sendo feita de forma indiscriminada, sem obedecer qualquer tipo de planejamento, o que é preocupante, mesmo tratando-se de uma região sem maiores problemas de disponibilidade de água. Começam a surgir indicadores de que a situação deve ser controlada, para que o equilíbrio da região seja mantido.

Este trabalho propõe a definição de um arcabouço metodológico que proporcione ao tomador de decisão uma maior confiabilidade na definição da viabilidade de instalação de projetos desta natureza. Pretende-se dar um enfoque prático para o trabalho, cuja eficiência será avaliada em um estudo de caso na região indicada.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a definição da viabilidade de instalação de empreendimentos de piscicultura no município de Juquiá - SP, sob a perspectiva de conservação ambiental. Para tanto foram avaliadas a potencialidade e fragilidade da área de estudo, de acordo com os princípios de planejamento ambiental, definindo normas e critérios para a implantação de projetos desta natureza. Utilizando um Sistema de Informações Geográficas - SIG, foi elaborado o cenário potencial da região para o desenvolvimento desta atividade, baseado na análise integrada dos indicadores físico-bióticos indicados pela bibliografia. Os impactos referentes a esta atividade foram identificados e os resultados mostraram que estes eram causados pela falta de técnica na construção das barragens e viveiros. Seguindo a seqüência de etapas do planejamento ambiental, foram definidas e hierarquizadas alternativas locacionais e propostas algumas diretrizes para a mitigação / solução destes impactos.

ABSTRACT

The main objective of this paper is study the viability of implementation of fish farms in Juquiá municipality - SP, under a conservationist perspective. Using a Geographic Information System - GIS, a potential cenary was built concerning the development of this activity, based on physical-environmental parameters. The impacts related to the activity were identified and its analisis has shown the building tecnichs of dams and ponds as the main cause of them. Following the sequence of environmental planning, location alternatives were defined and hierarchized, and some directions for the mitigation and solution of these problems were proposed.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de atividades produtivas, sejam elas de qualquer natureza, requer sempre a utilização de recursos naturais, muitas vezes explorados de forma desarticulada, que levam ao rompimento de um "estado" de equilíbrio estabelecido. A procura da manutenção deste "estado" na relação entre o homem e o meio ambiente torna-se, a cada dia, uma atividade essencial para a garantia da sobrevivência de gerações futuras. As relações existentes entre os vários componentes deste sistema nem sempre são conhecidos, o que nos leva a questionar até que ponto eles podem ser manipulados. A questão principal então é: qual o limite de interferência suportado pelo sistema sem que o equilíbrio seja rompido?

De uma maneira geral, a definição destes limites sempre foram desconhecidos. Tal desconhecimento levou, num primeiro momento, à adoção de medidas exploratórias desordenadas, que levaram sistemas ambientais inteiros à falência, com o esgotamento de recursos como solo, água, minerais, entre outros. A constatação de que os recursos naturais são finitos, levou posteriormente, à adoção de uma postura radicalmente oposta, ou seja, adotou-se a preservação total como saída para garantia da sobrevivência.

No entanto, o crescimento rápido da população registrado nas últimas décadas, gerou um aumento na pressão para utilização dos recursos naturais, seja para o atendimento da demanda de água e de alimentos ou, novamente, justificado pela necessidade de criação de alternativas de desenvolvimento econômico. Cabe lembrar que este fato ocorreu principalmente nos países ditos subdesenvolvidos, que haviam se transformado em "reservas ambientais", e paradoxalmente, em fonte de recursos naturais aos olhos dos países desenvolvidos, onde tais recursos já haviam se extinguido, encontravam-se próximos do fim, ou tornaram-se inviáveis economicamente.

Diante disto cria-se um ponto de discussão: Como explorar sem destruir? Como não romper o equilíbrio natural de um sistema, entendido aqui como o estado em que este se encontra sem a intervenção humana, explorando racionalmente, garantindo a manutenção daquela fonte de recursos por tempo indefinido? Tem início uma nova fase, na qual se começa a planejar o uso de um recurso. O planejamento passa a ser encarado como uma saída para a administração de um consenso entre o desenvolvimento desejado e o uso de forma racional dos recursos. Experiências mal sucedidas tornam-se exemplos para não serem repetidas em outras partes do Planeta. Passamos a viver em um ambiente de situações conflitantes, onde atitudes radicais de destruição ou de total preservação não são soluções adequadas aos problemas encontrados. A utilização racional dos recursos naturais torna-se uma saída equilibrada como objetivo de otimizar a exploração de tais recursos por um longo período.

O planejamento ambiental passa a ser visto então como uma alternativa no entendimento da estrutura, das funções e das mudanças de um sistema, que permite propor alternativas mais racionais de exploração do meio. Empregando suas técnicas torna-se possível a antecipação de situações, e agregando-se a tudo isto o valor de conhecimentos anteriores, o resultado obtido visa garantir o suporte de sistemas e a sobrevivência das gerações futuras.

Seguindo este princípio, este trabalho deverá analisar a aquacultura, atividade produtora que utiliza a água como recurso fundamental para seu desenvolvimento. Tal atividade vem se tornando importante alternativa econômica, sem no entanto, ser acompanhada da análise de sua sustentabilidade ambiental.

Neste contexto, pretende-se analisar a instalação de projetos de piscicultura, avaliando as potencialidades e fragilidades de uma área de estudo de acordo com princípios de planejamento ambiental, e definindo normas e critérios para a implantação de projetos desta natureza.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é avaliar o potencial da área do município de Juquiá, localizado no Vale do Ribeira, para a implantação e desenvolvimento de projetos de piscicultura, baseado em uma estrutura metodológica de planejamento ambiental, que auxilie na definição de uma política racional conservacionista de localização de tais empreendimentos.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para tanto deverão ser alcançados os seguintes objetivos específicos:

- Analisar aspectos físicos e bióticos e definir critérios que auxiliem na tomada de decisão quanto à sustentabilidade do ambiente em relação à esta atividade;
- Definir os diferentes potenciais da área de estudo para a implantação de projetos de piscicultura, sob o ponto de vista ambiental;
- Identificar os impactos causados em função da instalação de projetos;
- Mostrar os acertos e conflitos encontrados na região em relação à projetos já instalados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. ÁGUA E DESENVOLVIMENTO: MUDANÇA DE PARADIGMA NA CIÊNCIA E NA SOCIEDADE

Segundo BRANCO (1975) e TEIXEIRA (1993), a primeira metade deste século no Brasil foi marcado pela ausência de uma política de usos múltiplos dos recursos hídricos, havendo somente a preocupação de aproveitamento hidroelétrico onde fosse possível.

TEIXEIRA (1993) coloca que mesmo com o surgimento dos conceitos de “usos múltiplos” e “objetivos sociais” na década de sessenta, outros tipos de usos para a água ainda continuaram em segundo plano. Somente na região Nordeste se notava a tentativa de mudar este quadro, a partir da criação da SUDENE em 1959, quando vários planos diretores e de viabilidade de projetos de irrigação foram empreendidos no setor de recursos hídricos. Durante as décadas de 70 e 80, apesar da implantação e elaboração de muitos projetos em barragens e de irrigação, ocorre um retrocesso na perspectiva da instalação do processo de planejamento devido à total multiplicidade de órgãos oficiais executores e à confusa estrutura de decisão.

Na década de setenta, a ONU (1976) definiu como principais categorias de uso da água, as seguintes classes:

- **Infra-estrutura social:** Usos gerais disponíveis para a sociedade nos quais a água entra como bem de consumo final;
- **Agricultura, florestamento e aquacultura:** Uso da água como bem de consumo intermediário, visando a criação de condições ambientais adequadas para o desenvolvimento de espécies animais ou vegetais de interesse ambiental e econômico para a sociedade;
- **Indústria:** Uso em atividades industriais ou energéticas;

Já na década de oitenta o pensamento dos profissionais de recursos hídricos passa a ser voltado para o bem estar econômico-social (TEIXEIRA, 1993). Inicia-se uma fase de construção de reservatórios, que possuem as mais diversas finalidades, entre as quais se destacam, a recreação, transporte, produção de biomassa, irrigação e suprimento de água (TUNDISI, 1988).

Segundo TUNDISI & BARBOSA (1981), nesta etapa pode-se considerar duas linhas básicas de investimento na construção de reservatórios no Brasil:

- Grandes reservatórios para a produção de energia;
- Pequenos reservatórios com a finalidade de produção de proteína a partir de piscicultura;

Para estes autores, os grandes reservatórios estão localizados principalmente nas regiões Sul e Sudeste, e os pequenos na região Nordeste. No entanto, nos últimos anos se nota uma mudança neste quadro, com a alteração da política de instalação de grandes reservatórios na região Sul / Sudeste devido, entre outros fatores, aos grandes impactos que estes causam ao meio ambiente, bem como em função dos altos custos de construção. Um outro fato que comprova a alteração deste quadro, é a instalação de um número cada vez maior nos últimos anos, de projetos de pequeno e médio porte destinados à piscicultura na região Sul/ Sudeste e também de projetos de irrigação.

A década de noventa vem sendo caracterizada pela necessidade de se encontrar alternativas de desenvolvimento, que tem como consequência uma intensificação no uso dos recursos hídricos, tanto no que se refere a quantidade quanto a variedade de formas de utilização. Esta situação levou ao estabelecimento de uma relação conflituosa entre os vários usuários, e destes com o ambiente, que passa a não satisfazer suas necessidades.

Torna-se evidente a necessidade do estabelecimento de normas capazes de "organizar" um ambiente como o descrito, onde as atividades humanas devem se adaptar aos limites da capacidade do meio ambiente de

absorver seus impactos, em benefício das gerações atuais e futuras (DIEGUES, 1989).

A elaboração de documentos como a AGENDA 21 (1992), que contém propostas de ações a serem implementadas a partir do início da década de 90, se prolongando pelo século 21, representa uma forte tentativa de se modificar a estrutura existente a nível mundial. Em seu texto ficou definido que "...são necessários planejamento e administração integrados de todos os tipos de recursos da água para solucionar problemas da crescente e ampla escassez e da gradual destruição desses recursos em muitas regiões. Planos de desenvolvimento racional precisam abranger usos múltiplos, incluindo: suprimento de água e saneamento, agricultura, indústria, desenvolvimento urbano, geração de força hidráulica, pesqueiros fluviais, transporte e recreação, ao mesmo tempo conservando a água e minimizando o desperdício..."

Adota-se então o modelo de desenvolvimento sustentável sugerido pela AGENDA 21, que propõe a plena integração das questões do meio ambiente e do desenvolvimento na tomada de decisão dos governos em políticas econômicas, sociais, fiscais, energéticas, agrícolas, comerciais, de transporte e outras, com uma ampla participação do público. As leis e regulamentos específicos de cada país passam a ser os mais importantes instrumentos para a transformação de políticas ambientais e de desenvolvimento em ações efetivas, não apenas através dos métodos de controle e comando, mas também como uma estrutura de planejamento econômico e aparelhamento de mercados.

LANGEWANG (1991) afirma que para definição de uma política, o desenvolvimento sustentável deve ser definido em termos de estratégias para o desenvolvimento sócio-econômico, de forma que a qualidade de vida seja garantida, evitando a super exploração e não ultrapassando a capacidade regenerativa do ambiente.

Este mesmo autor define desenvolvimento sustentável como um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a direção do desenvolvimento tecnológico, e as mudanças institucionais estão harmonizadas e aumentam o potencial de satisfação das necessidades humanas atuais e futuras.

Neste sentido, o Estado de São Paulo possui uma demonstração concreta da preocupação vigente de se tentar resolver questões do aproveitamento múltiplo, conservação, proteção e recuperação dos recursos hídricos do estado, através da elaboração do Primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. Este plano representa um primeiro estudo dos recursos hídricos de forma conjunta, com definição de programas a serem implantados nas unidade físico ambientais definidas (planos de bacias hidrográficas). Tais planos constituem os instrumentos de realização da Política Estadual de Recursos Hídricos e têm como objetivo estabelecer as diretrizes, em nível estadual e inter-regional, de atuação da administração pública nas questões que envolvam os recursos hídricos (CRH, 1990).

No entanto, TEIXEIRA (1993) lembra que a implantação de um sistema de gestão de recursos hídricos define mudanças significativas de postura, atitudes e comportamento da administração pública e dos usuários, tratando-se de um processo político e social, devendo ser conduzido como tal.

A mudança do modelo de desenvolvimento, que passa a ser sustentável, está levando à uma mudança do comportamento da sociedade, no que se refere à definição de políticas de exploração de recursos naturais. A ampla participação das comunidades na tomada de decisão é um ponto de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável (AGENDA 21, 1992).

O ambiente em que as decisões eram tomadas, sem a efetiva participação das comunidades, começa a ser alterado, não somente por iniciativa de órgãos legisladores, mas também pela imposição da sociedade,

que exige que suas opiniões sejam respeitadas em questões que os afete diretamente, sejam elas econômicas, sociais, ambientais ou culturais.

Além disto, a necessidade da retomada do desenvolvimento econômico aliado à preservação ambiental tem levado o poder público a pensar novas formas de implementar seus projetos em conjunto com a sociedade, promovendo a reforma de instituições e de procedimentos gerais apropriados para a realização e avaliação de planos (TEIXEIRA, 1993).

A participação dos diversos setores sociais - movimentos populares e ONG's ambientalistas, vêm contribuindo de forma decisiva na conscientização da população em questões ambientais. As denúncias formuladas por estes movimentos já interferem e pressionam as autoridades para reavaliar projetos e políticas que não lhes são benéficos.

A grande preocupação é saber até que ponto o Estado está preparado para responder às questões que agora vem sendo formuladas pela sociedade.

A dinâmica de um sistema pode ser definida através das interações que ocorrem entre os vários fatores extremamente variados que os compõem e as diversas atividades desenvolvidas, sejam elas naturais ou antrópicas, chegando a estabelecer ou definir padrões de comportamento entre os diversos participantes deste processo. O caráter complexo desta dinâmica leva a imaginar os problemas que causariam a alteração de algum destes fatores que a determina, como por exemplo a instalação de uma nova atividade, diferente das outras historicamente praticadas em uma região ou mesmo a exploração de forma indevida de um recurso deste sistema . Tais alterações poderiam ser positivas ou negativas para o sistema, interferindo na qualidade de vida dos indivíduos que ali vivem.

Este fato leva à questão que sempre persegue a quem administra ou gerência um determinado sistema: como garantir a qualidade de vida de uma população, estabelecendo uma evolução sócio-econômica de caráter ambiental.

Dentro dessas premissas, o planejamento ambiental vem se mostrando como uma eficiente ferramenta para auxiliar no entendimento do processo de como uma nova atividade pode influenciar na dinâmica de um sistema “aparentemente estabilizado”. Através de métodos normalmente utilizados neste processo, torna-se possível a determinação da melhor forma de utilização dos recursos naturais disponíveis de uma região, indicada como alternativas locacionais, temporais e funcionais para instalação de uma nova atividade, atreladas à diretrizes gerais básicas. No entanto, existe um grande desafio que é determinar a estrutura de planejamento mais adequado para responder à questão.

3.2. PLANEJAMENTO AMBIENTAL

3.2.1. Conceitos

São muitas as definições encontradas para planejamento, (LISELLA, 1977; SAHOP, 1978; FERRARI, 1979; CONYERS & HILLS, 1984; FRIEDMANN, 1987; ZAHN, 1983) no entanto, o que se nota de comum entre elas é a necessidade de se definir de forma clara os objetivos e metas, do espaço e tempo de aplicação do planejamento a ser elaborado, a divisão do processo em etapas e a visão de continuidade sugerindo que o processo de planejamento deva ser permanente. A síntese do pensamento destes autores sobre planejamento poderia ser definido como um processo contínuo de coleta, organização e análise de informações, visando uma tomada de decisão que represente a melhor alternativa para o aproveitamento de recursos naturais, que promovam a melhoria e desenvolvimento da sociedade.

Segundo LEE *et al.* (1985), na década de 50 nos Estados Unidos surge a preocupação de se avaliar impactos ambientais causados por grandes obras estatais, sob o ponto de vista dos aspectos sociais, predominando portanto, o procedimento metodológico de custo benefício. Já nas décadas de 70 e 80, a

preservação de recursos naturais passam a ter importante papel na discussão da qualidade de vida da sociedade, e a questão ambiental passa a ser amplamente contemplada, o que levou ao surgimento dos primeiros planos ambientais integrados. O processo de planejamento passa a ser, portanto, aplicado ao meio ambiente, onde os elementos a serem analisados se referem ao meio natural e antrópico, e visam a melhoria da qualidade de vida.

Os objetivos e metas de um planejamento ambiental estão sempre ligados à proteção, conservação e controle dos recursos naturais, através das diferentes instrumentos de planejamento como os Zoneamentos, Relatórios de Avaliação Prévia / Estudos de Impacto ambiental / Relatórios de Impacto Ambiental (RAP/EIA/RIMAs), Planos de Bacias Hidrográficas, Áreas de Proteção Ambiental (APAs) ou Planos Diretores (SANTOS, 1994).

O espaço comumente usado para a atuação dos planejamentos ambientais é a bacia hidrográfica. Porém a bacia é uma área preliminar de estudo, uma vez que ela é normalmente ampliada em função de estudos das relações ambientais, que ultrapassam os limites hidrográficos (SANTOS, 1994).

O tempo de aplicação dos planejamentos varia em função de objetivos, alternativas e interesses políticos e da sociedade. No Brasil, de forma geral, estes períodos variam de 4 a 10 anos (SANTOS *et al*, no prelo).

3.2.2. Etapas do Planejamento

De acordo com SOUZA (1981), planejamento é um processo que envolve pesquisa, análise, e síntese. A pesquisa tem como objetivo reunir e organizar dados de forma a facilitar sua interpretação, que devem ser analisados à luz de projetos ou problemas específicos até se obter conclusões.

A síntese refere-se a aplicação dos conhecimentos alcançados sob a forma de tomada de decisão.

Para se cumprir estas etapas, de forma geral, o planejamento apresenta-se como um processo elaborado em fases que evoluem sucessivamente. Cada fase possui componentes, métodos e produtos específicos. Por ser um processo contínuo, as fases se encadeiam e se realimentam através das informações obtidas passo a passo.

Embora os planejamentos freqüentemente tenham como objetivo avaliar e apontar caminhos para um destino mais adequado de um espaço, a seqüência de fases usadas para um determinado fim é variável. Isto se deve à existência de diversas concepções de planejamento, diferentes objetivos e várias estruturas metodológicas.

Para RODRIGUES (1994), o planejamento ambiental compõe-se de 6 fases que objetivam implementação metodológica e operativa, análise e sistematização de indicadores ambientais, diagnóstico do meio com identificação dos impactos, riscos e eficiência de uso, a elaboração de um modelo de organização territorial, proposição de medidas e instrumentação de mecanismos de gestão.

SANTOS (1997) apresenta um processo de planejamento (FIGURA 3.1) dividido em 8 fases: definição de objetivos, estrutura organizacional, diagnóstico e avaliação de acertos e conflitos, integração e classificação de informações, identificação de alternativas, seleção de alternativas e tomada de decisão, diretrizes e monitoramento. Nesta proposta há uma oitava fase referente a opinião pública, que se interconecta com todas as outras, mesmo aquelas essencialmente técnicas.

Para cada etapa há um conjunto de métodos que podem ser utilizados para se obter o produto desejado. A definição de objetivos, por exemplo, só será concreta à medida que são avaliadas as propostas para a área de estudo de, pelo menos, três vertentes: de quem contrata o planejamento, do executor do planejamento e dos órgãos e organizações ambientais que têm poder de

interferência na região. É necessário que haja um consenso mínimo sobre os propósitos, a ética e a viabilidade técnica, administrativa, operacional e política dos objetivos finais. O consenso pode ser obtido através de métodos comumente baseados em NGT (Nominal Group Technique) e Ad Hoc, selecionados de acordo com os perfis ou representatividades dos grupos.

O diagnóstico utiliza, frequentemente, análise espacial, enquanto que a identificação, qualificação, quantificação e hierarquização dos impactos e conflitos, ocorrem através de métodos voltados à avaliação de impacto ambiental, como listagens e matrizes.

A definição de alternativas de ação em planejamentos ambientais se dá, de forma comum, através do cruzamento de informações e dados do meio ambiente. Para tanto, os instrumentos mais utilizados são o Sensoriamento Remoto, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), e os Sistemas Globais de Posicionamento (GPS).



Figura 3.1 Etapas do planejamento ambiental

FONTE: SANTOS (1997)

3.3. GEOTECNOLOGIA APLICADA AO PLANEJAMENTO AMBIENTAL

Geotecnologia é a nova terminologia aplicada para definir o conjunto de ferramentas tecnológicas capazes de prover informações sobre os recursos terrestres a um baixo custo e com alta eficácia e acurácia. Sua origem data da década de 60 com o início da utilização da aerofotogrametria no monitoramento de recursos naturais. Já na década de 70 esta coleta de informações passa a ser executada também pelos satélites, e na década de 80 junta-se à estas tecnologias, advindo do significativo avanço da informática, os sistemas computacionais de informações geográficas e os sistemas de posicionamento de satélites (IMAGEM, 1994).

Portanto, a Geotecnologia é dividida em :

- Técnicas de Sensoriamento Remoto;
- Sistemas de Informações Geográficas (SIG);
- Sistemas de Posicionamento Global (GPS);

3.3.1. Sensoriamento Remoto e Planejamento Ambiental

O Sensoriamento Remoto pode ser definido como a aplicação de determinados dispositivos os quais, colocados em aviões ou satélites, permitem obter informações acerca de objetos ou fenômenos na superfície da terra (NOVO, 1989, SLATER, 1980).

As técnicas de Sensoriamento Remoto evoluíram primariamente a partir de necessidades militares. A astronomia, a geofísica e a aerofotogrametria clássica forneceram os elementos adicionais. Atualmente essas técnicas estão sendo utilizadas para identificar, mapear e cadastrar os recursos naturais da Terra e controlar sua utilização pelo homem. Nos últimos anos, as pesquisas em Sensoriamento Remoto têm produzido ferramentas cada vez mais sofisticadas,

ampliando sua aplicabilidade a uma grande gama de problemas ecológicos, urbanos e de recursos naturais.

A aplicação do Sensoriamento Remoto deve ser visto não só como uma forma de se “desenhar” os contornos, mas também como uma maneira de se ter uma visão global, com vantagens cartográficas, diferentes de métodos anteriores ao desenvolvimento de técnicas espaciais.

3.3.1.1. Níveis de Aquisição de Dados

Em Sensoriamento Remoto são definidos três níveis de coleta de dados, baseados na razão da altitude do sensor em relação ao alvo, chamados genericamente de: 1) nível de laboratório ou de campo, referente aos dados coletados na faixa aproximada de 0 m a 20 m de altitude; 2) nível de aeronave ou semi-orbital, para a faixa de 300 m a 3000 m; e 3) nível orbital, para a faixa de 400 Km a 36.000 Km (NOVO, 1989).

3.3.1.2. Utilização de Produtos de Sensoriamento Remoto em Nível Aéreo

As informações deste nível são adquiridas por sensores aerofotográficos ou imageadores, colocados em aeronaves (aerolevantamentos). A escolha deste nível de aquisição está normalmente relacionada a estudos de pequenas áreas, facilidade e periodicidade de obtenção, nível de detalhamento, e possibilidade de estereoscopia (SPENCER, 1978; SCHULER & DISPERATI, 1988).

As aplicações de produtos fotográficos (fotografias aéreas), encontram-se relacionadas a trabalhos em áreas urbanas e estudos ambientais, servindo como fonte de informação para a definição de zoneamentos, planejamento de sistemas de transporte e urbanismo (FRANÇOSO *et al*, 1993), planejamento de espaços livres urbanos de usos coletivos (ESCADA & KURKDJIAN, 1993), verificação de ocupação irregular de áreas (ZIMMERMANN & LOCH, 1993, SCHULER *et al*,

1993) entre outros. KROPOV e YAKOVLEVA (1994) em estudo feito de avaliação de utilização de filmes pancromáticos atuando na região do espectro eletromagnético de 0,54 a 0,65 μm para identificação de alvos, afirmam que em termos de diferenciação de feições, este produto possui uma boa resposta, identificando de forma satisfatória áreas florestadas, áreas de agricultura, corpos de água, rodovias e linhas de transmissão.

WARNER (1990) afirma em seu trabalho que alguns aspectos devem ser considerados ao se utilizar fotos aéreas para estudos ambientais. São eles: 1) escala: para estudos deste gênero, um fator importante é o tamanho dos objetos, e esta informação só tem valor quando se tem a grandeza escala bem definida. 2) estabilidade da câmara: variações neste parâmetro implicam em alteração de outras características (ex. escala, exatidão). No entanto, sua influência se torna mais significativo conforme aumenta a escala. 3) subjetividade de interpretação humana: o delineamento de alvos naturais é de difícil definição, o que tem influência na fotointerpretação e torna todo o processo conceitualmente arbitrário.

NAITHANI (1990) fez uma análise da possibilidade de produtos orbitais de alta resolução virem a substituir as fotos aéreas em mapeamentos de escala igual ou superior a 1:25.000, sugerido em KONECNY (1987). Para esta análise foram utilizados dados obtidos pelo satélite SPOT, com resolução espacial de 20 m, escala 1:50.000 e fotos aéreas de mesma escala. Comparadas as resoluções de pixel e fotogramétrica, concluiu-se que para os sistemas orbitais apresentarem o mesmo nível de informação que o aéreo, seria necessário que eles possuíssem uma resolução espacial equivalente a 0,5m, ou seja, bem maior do que as existentes atualmente. Isto implicaria em órbitas muito mais baixas que as ocorrentes atualmente e na geração de um grande volume de dados no recobrimento de grandes áreas. Tal informação leva a crer que as fotos aéreas, apesar do grande avanço tecnológico a nível orbital, continuarão sendo utilizadas para estudos de maior detalhe, bem como servindo de material de apoio a mapeamentos realizados utilizando imagens orbitais, fornecendo parâmetros para a interpretação de tais dados.

Os levantamentos aéreos realizados com sensores imageadores são menos comuns que os aerofotográficos. Possuem como limitação a instabilidade das plataformas, o que influencia na qualidade do produto obtido, uma vez que a imagem neste formato é formada linha por linha (NOVO, 1989).

3.3.1.3. Utilização de Produtos de Sensoriamento Remoto em Nível Orbital

Desde 1972 os satélites de observação da terra têm fornecido uma excepcional oportunidade para adquirir, automaticamente, informações de todo o globo terrestre, tendo como principais características:

- caráter multiespectral;
- diferenciação radiométrica;
- capacidade de revisitação;
- possibilidade de estereoscopia;
- formato dos dados;
- capacidade de generalização e síntese;

Aspectos qualitativos do ambiente são de extrema importância quando se trata da aplicação destes produtos na elaboração do diagnóstico ambiental, uma vez que a avaliação a ser feita se baseia em tais informações.

DENÈGRE (1994) afirma que, sob este aspecto, os mapas-imagem produzidos são bem mais expressivos e fidedignos que os mapas convencionais, além de apresentarem vantagens econômicas e de rapidez de elaboração. No entanto, os sistemas atuais apresentam algumas limitações em suas características de resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal, que levam a dificuldades na definição de feições na superfície da terra, conseqüentemente, influenciando no resultado do diagnóstico. Em um trabalho deste gênero, torna-se fundamental a análise quali e quantitativa dos componentes do ambiente, e para isto as características espaciais e espectrais dos sensores se destacam como fundamentais.

Serão discutidas a seguir, questões relacionadas a estas características e mostradas algumas soluções encontradas por autores para contornar as limitações impostas por estas.

3.3.1.4. Resolução Espacial e Escala de Trabalho

O objetivo proposto para um trabalho define o tipo de dado a ser utilizado e, para tanto, aspectos como escala e resolução espacial têm fundamental importância, visando obter o maior número de informações possíveis de um alvo. Baseado nisto, torna-se primordial o estabelecimento de uma relação “ideal” entre estes dois aspectos, uma vez que a aparência de um objeto se altera conforme variam a escala e resolução (SIMONETT, 1983). Segundo este autor, a grandeza escala é definida como a relação matemática entre o tamanho do objeto representado em mapas, em fotografias aéreas ou em outro dado medido remotamente, e o tamanho real do objeto. Para FOX (1992), a escala é um atributo fundamental na maioria dos problemas de manejo de recursos naturais tanto para a implementação de um programa quanto para o mapeamento, e sua seleção apropriada é influenciada pela resolução espacial dos dados obtidos. A TABELA 3.1 apresenta uma relação entre resoluções de vários sensores e as respectivas escalas “ideais” de trabalho, sugeridas por DENÈGRE (1994).

Analisando este quadro, vê-se que a escala de maior detalhe utilizando imagens orbitais ficaria em torno de 1:25.000, enquanto que no outro extremo a escala de maior abrangência ficaria em torno de 1:200.000. Segundo FOX (1994), para estudos de planejamento deve ser adotada uma aproximação “estágio por estágio”, ou seja, os estudos devem ser realizados da escala mais abrangente para a menos abrangente.

3.3.1.5. Resolução Espectral

Resolução espectral é determinada, segundo SIMONETT (1983), pela largura das bandas dos canais utilizados, ou seja, as pequenas faixas do espectro às quais o sensor recebe informações. Uma alta resolução espectral equivale a um conjunto de estreitas bandas que, coletivamente, são capazes de fornecer a assinatura espectral de objetos específicos. Ainda segundo este autor, sistemas que utilizam bandas estreitas tendem a adquirir dados com uma baixa relação sinal/ruído, o que diminuiria sua resolução radiométrica. No entanto, tal problema pode ser superado com o aumento do tempo de observação sobre o alvo durante o imageamento.

TABELA 3.1 ESCALAS (MÁXIMAS) DE TRABALHO EM FUNÇÃO DA RESOLUÇÃO ESPACIAL

Sensor	Escala indicada
Landsat MSS	1:200.000
Landsat TM	1:50.000
SPOT-P	1:25.000
KATE-200	1:100.000
KFA-1000	1:25.000
Câmera métrica	1:50.000

FONTE: ADAPTADO DE DENÈGRE (1994)

KARTESIS (1990) analisou em seu trabalho dados do sensor TM-Landsat 5 para determinar qualitativamente e quantitativamente sua utilidade e potencial para classificar várias categorias de recursos naturais (vegetação, corpos de água, áreas alagadas, entre outros). Foram testadas todas as bandas espectrais do sensor TM, bem como várias combinações de conjuntos de bandas. A

definição destes conjuntos foi baseada na decisão de se testar dados TM que: a) tivessem aproximadamente a mesma sensibilidade espectral de dados MSS e SPOT; b) pertencessem somente à região visível do espectro; ou c) fossem representativos das três regiões do espectro (i.e. visível, infravermelho próximo e infravermelho médio). Cada conjunto de dados foi então classificados em 9 diferentes categorias (conjunto de combinações de bandas), utilizando para isto um classificador Gaussiano de máxima verossimilhança. A exatidão dos resultados obtidos foi medida para comprovar o grau de confiabilidade dos mesmos, isto é, o nível de acerto na classificação dos alvos gerado pela utilização das diferentes combinações de bandas (FIGURA 3.2).

A análise destes dados indicam que a banda 5 forneceu a melhor informação espectral individual neste experimento, apresentando um percentual de exatidão de 57,2%. A combinação das bandas 4 e 5 elevaram este valor para 87,6%. A adição da banda 3 à combinação anterior elevou o resultado para 88,9%, considerado pelo autor como razoável para fins de diferenciação de tipos florestais. A combinação de todas as bandas 1,2,3,4,5 e 7 (exceto a termal) resultaram em um percentual de 92,4% de exatidão. Portanto a melhor combinação com o menor número de bandas foi a que agrupou as três principais regiões do espectro (visível, infravermelho próximo e infravermelho distante), seguida pela típica combinação de três bandas de dados MSS e SPOT. O pior nível de exatidão foi obtido quando foram combinadas duas ou três bandas do visível (62%).

HILL & AIFADOPOULOU (1990) afirmam que mesmo com o sistema LANDSAT-5 possuindo mais informação espectral que o sistema SPOT a localização e a largura das bandas dos canais espectrais no visível e infravermelho próximo deles são similares, e podem ser utilizados para combinação de dados. Esta prática de combinação de dados de diferentes sensores resolvem, de forma relativamente eficiente, problemas com resolução espacial, discutidos no item anterior, e também problemas de resolução espectral. Com isto torna-se possível a utilização das melhores características de cada um dos sensores: a resolução espacial do sistema HRV-SPOT e a

resolução espectral do sistema TM-LANDSAT 5 (HILL & AIFADOPOULOU, 1990; MARACCI & AIFADOPOULOU, 1990; FORESTI, 1990; entre outros), ou mesmo de dados do modo pancromático e multiespectral do SPOT, como realizado por EHLERS (1990) e ALVES *et al* (1993). A TABELA 3.2 mostra um resumo das características espectrais destes sensores.

A integração dos dados de diferentes sensores é realizada utilizando a técnica de transformações no espaço de cores (transformações IHS), descritas em DUTRA *et al* (1986).

TABELA 3.2 CARACTERÍSTICAS ESPECTRAIS DOS SENSORES HRV-SPOT (XS) E LANDSAT 5 (TM).

Banda espectral	Largura da banda (um)
TM1	0,066
XS1	0,082
TM2	0,081
XS2	0,045
TM3	0,067
XS3	0,090
TM4	0,128
TM5	0,216
TM7	0,252

FONTE: ADAPTADO DE HILL (1990)

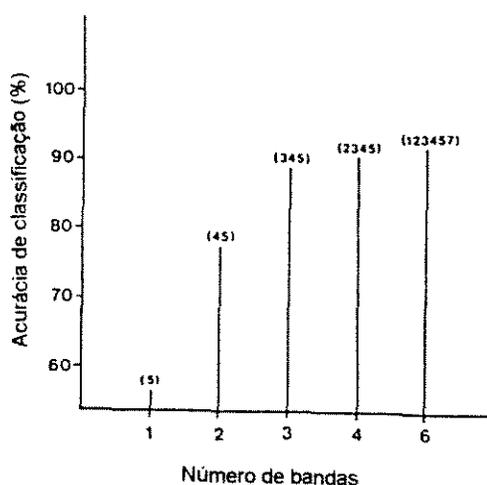


FIGURA 3.2 A MELHOR BANDA OU COMBINAÇÃO DE BANDAS EM TERMOS DE EXATIDÃO OBTIDOS NO PROCESSO DE CLASSIFICAÇÃO.

FONTE: KARTESIS (1990)

3.3.2. Geoprocessamento Aplicado ao Planejamento Ambiental

3.3.2.1. Evolução da Tecnologia de Geoprocessamento

Segundo CÂMARA & FREITAS (1995), a primeira geração de SIG (sistema de informação geográfica), cujo desenvolvimento se inicia na década de 80, caracteriza-se por sistemas herdeiros da tradição de cartografia automatizada, cujo paradigma típico de trabalho é o mapa (chamado de “plano de informação”).

A utilização desta classe de sistemas era ligada principalmente em projetos isolados, para a realização de inventários, e que na maior parte das vezes, não tinha a preocupação de gerar arquivos digitais de dados.

A *segunda geração* de SIGs surgiu no início da década de 90 e caracteriza-se por sistemas concebidos para uso em conjunto em ambientes

cliente-servidor. Geralmente tais sistemas funcionam acoplados a gerenciadores de bancos de dados, e incluem pacotes adicionais para processamento de imagens.

Os autores prevêem para o final da década de 90, o aparecimento de uma *terceira geração* de SIGs. Esta geração será herdeira do enorme interesse dos usuários em redes locais e remotas de computadores, e no uso do WWW (World Wide Web). Estes sistemas deverão seguir os requisitos de interoperabilidade, de maneira a permitir o acesso de informações espaciais por SIGs distintos. A Figura 3.3 mostra a evolução dos Sistemas de Informações Geográficas.

3.3.2.2. Aplicação de Sistemas de Informações Geográficas em Planejamento Ambiental

Segundo DENÈGRE (1994), os avanços dos estudos geográficos realizados neste final de século devem seguir basicamente três objetivos: 1) promover um melhor conhecimento do mundo real; 2) um melhor "manejo" dos recursos naturais, renováveis ou não; e 3) uma melhor proteção ao meio ambiente, atribuindo responsabilidades para desastres naturais ou tecnológicos. É importante destacar que, os dois últimos itens estão relacionados de alguma forma às condições do mundo de amanhã, e confirma a necessidade de se estabelecer uma consciência da importância do planejamento ambiental.

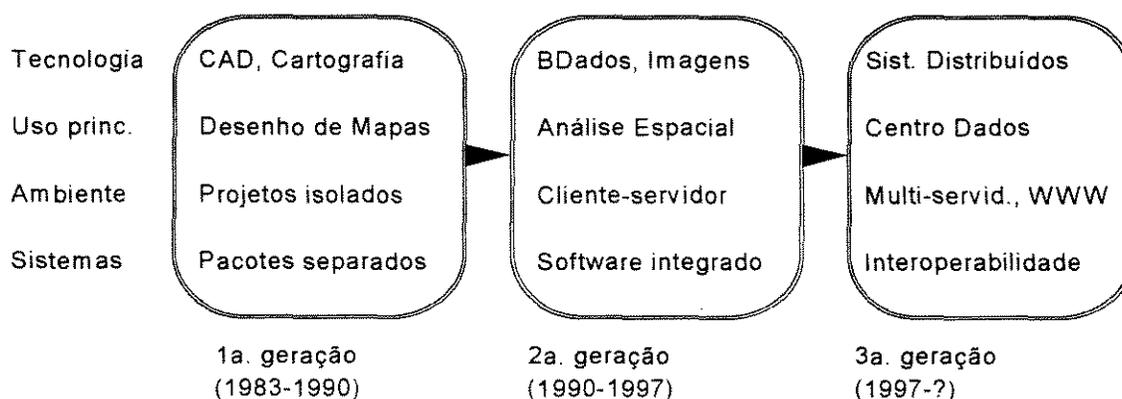


FIGURA 3.3 EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DE SIG

FONTE: KARTESIS (1990)

Conscientes destes problemas, a tecnologia de informações geográficas obteve significativos progressos nas duas últimas décadas. O desenvolvimento de uma "cartografia informatizada", bem como a observação da superfície da terra por satélites levou a uma aquisição e processamento sistemático de informações geográficas. Quando estas tecnologias são combinadas com técnicas de gerenciamento de uma base de dados, temos como resultado um sistema de informações geográficas (SIG). A aplicação de tais tecnologias resultam em novos mapas e novas formas de mapeamento, bem como em dados quantitativos de qualquer tema, desde que possível de ser espacializado.

Segundo DENÈGRE (1994) a definição de um SIG poderia ser "um sistema computacional composto por hardware, software e procedimentos concebidos para suportar a captura, gerenciamento, manipulação, análise, modelagem e "display" de dados georreferenciados para a solução de problemas de planejamento e gerenciamento".

Muitos são os autores que afirmam que o SIG é uma ferramenta viável para estudos do meio ambiente, planejamentos ambientais e gerenciamento de recursos naturais (RAUSCHER & COONEY, 1986; THIEME *et al.*, 1987; COVINGTON *et al.*, 1988; RYKIEL, 1989; FOLSE *et al.*, 1990; LAI, 1990; LOEHLE & OSTEEN, 1990; MOORE *et al.*, 1991; SLOCOMBE, 1993; SRINIVASAN & ARNOLD, 1994). A TABELA 3 mostra algumas funções que estes autores atribuem ao SIG no processo de elaboração de um planejamento ambiental.

Com a utilização do SIG na elaboração de planejamentos, verifica-se uma evolução em relação aos antigos planejadores, que ao analisar as várias relações envolvidas no processo de planejar, desconsideravam esta "espacialização" das informações.

TABELA 3.3 PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL QUE UTILIZAM O SIG

PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTOS	EXEMPLOS DE FUNÇÕES ATRIBUÍDAS AO SIG
Avaliar os elementos que compõem o meio	<ul style="list-style-type: none"> • apresentar dados temáticos de forma espacial • representar e gerar classificações de florestas • expressar, espacialmente, processos físicos, biológicos e populacionais • definir estabilidade de encostas
Analisar fatos dentro de uma abrangência temporal	<ul style="list-style-type: none"> • representar a história da dinâmica do uso da terra • avaliar a dinâmica histórica regional • avaliar causas e conseqüências históricas de desmatamentos • representar a evolução ou expansão agrícola • mapear as perdas territoriais de tipos de produção • mapear vocações territoriais e impactos ambientais temporais
Relacionar os fatos	<ul style="list-style-type: none"> • cruzar informações politemáticas, com produção de mapas-síntese • avaliar a dinâmica do uso da terra em relação a declividade e altitude • interpretar áreas de plantio em relação ao clima, solo e declividade
Elaborar prognósticos	<ul style="list-style-type: none"> • determinar possíveis causas de impacto e prever futuras conseqüências ambientais • medir e inferir sobre a qualidade dos recursos naturais • definir cenários futuros

FONTE: SANTOS *et al* (no prelo) (Continua)

TABELA 3.3 (CONTINUAÇÃO) PROCEDIMENTOS EM PLANEJAMENTO AMBIENTAL QUE UTILIZAM O SIG

Definir zonas ou territórios	<ul style="list-style-type: none"> • zonedar territórios de acordo com regras preestabelecidas
	<ul style="list-style-type: none"> • identificar áreas de proteção, de refúgios ou habitat exclusivos • definir de áreas de visão aprazível para lazer • planejar rotas ou percursos adequados dentro de uma região • selecionar áreas de pastagem
Elaborar alternativas de ação	<ul style="list-style-type: none"> • apresentar alternativas mitigadoras ou de resolução de conflitos • elaborar planos de reflorestamento • obter alternativas para manejo de recursos, como o manejo de vegetação considerando-se atributos estruturais das florestas relacionados a outros mapas. • monitorar o ambiental, como controle do fogo ou propagação de desertificação

FONTE: SANTOS *et al* (no prelo)

3.3.2.3. Organização de um Banco de Dados

Organizar um banco de dados é, na realidade, modelar de forma interativa o ambiente em que se trabalha. Se o conjunto de dados for insuficiente ou mal organizado, sem dúvida o resultado será inadequado (SANTOS *et al.*, no prelo). A capacidade de um SIG de construir e manter grandes bases de dados espaciais para elaboração de planos ambientais é considerado por CÂMARA & FREITAS (1995) um de seus principais atributos. Tal característica veio solucionar também, o que para LOH & RYKIEL Jr. (1992) era um fator limitante

nas tomadas de decisões no gerenciamento de recursos naturais: a habilidade de permanente assimilação de informações. Para estes autores há a necessidade evidente de um sistema que permita a documentação das razões que levaram à tomada de uma determinada decisão, que causaram a escolha de uma determinada ação ou política a ser selecionada dentre outras alternativas.

Grande parte dos planejamentos ambientais estão baseados em informações temáticas, que muitas vezes são superestimadas, constituindo grandes bancos de dados que muitas vezes são subtilizados, devido ao grande volume de informações desnecessárias (PABLO *et al.*, 1992). Para evitar tal situação, PIRES *et al.* (1996) afirma que o uso do SIG pressupõe um trabalho anterior de modelagem da realidade a ser avaliada durante o planejamento ambiental, que considere apenas os aspectos relevantes à aplicação. FARIAS (1986), KÜCHLER & ZONNEVELD (1988), e ZONNEVELD & FORMAN (1990), consideram ser possível fazer o reconhecimento e seleção dos principais indicadores da paisagem da área de estudo baseado em uma análise global dos cenários e também através de uma seleção de parâmetros ambientais que melhor respondam sobre a qualidade do meio frente aos objetivos propostos. Tal fato tem como conseqüência a redução do conjunto de dados, e também a redução dos custos envolvidos nesta etapa. No entanto, RYKIEL *et al.* (1984) alertam que a redução dos dados deve ser criteriosa, para que não sejam tiradas conclusões distorcidas da realidade.

Como conseqüência desta evolução nota-se que os planejamentos realizados com base estrutural na análise espacial têm apresentado cada vez melhores resultados, utilizando-se de métodos que têm se mostrado eficientes para diagnósticos.

3.3.2.4. Limitações do Uso do SIG em Planejamento Ambiental

A utilização de um SIG na coleta e análise de dados é sem dúvida quase ilimitada. No entanto, MOORE *et al.* (1991) alerta para a limitação destes sistemas quando o aspecto a ser analisado não se comporta de forma discreta.

Segundo exemplo do próprio autor, a vegetação não ocorre no meio ambiente como classe de dados discreta, mas sim variando através de um gradiente ambiental.

Outro aspecto a ser considerado na aplicação de SIG em planejamento ambiental, e talvez o mais problemático, segundo SANTOS *et al.* (no prelo), refere-se à incorporação da opinião da comunidade atingida por tal plano no que se refere a perspectivas, anseios, comportamento étnico, entre outros aspectos não espacializáveis. Tal fato torna-se relevante uma vez que a participação da comunidade é uma das premissas dentro do processo de planejamento.

No entanto, para as atividades que têm relação direta com o espaço, isto é, cujos atributos associados a elas são possíveis de serem espacializados, o uso de sistemas como o SIG auxiliam de forma definitiva na escolha das melhores alternativas de localização, bem como de seus impactos. Entre as atividades que possuem relação espacial está a piscicultura, cuja localização deve estar diretamente associada à parâmetros "espacializáveis" como: rede hídrica, declividade, tipo de solo, formação geológica, clima, mata ciliar, entre outros.

3.3.3. A Piscicultura como Alternativa de Desenvolvimento Regional

Atualmente, as atividades que dependem da qualidade dos recursos naturais, como por exemplo a piscicultura, se vêm forçadas a se adequarem às técnicas e políticas de desenvolvimento para garantir sua sustentabilidade.

É neste sentido que a atividade piscicultura será analisada neste trabalho, visando uma análise da natureza de impactos ambientais causados, sua extensão, e a questão de locação de projetos.

Cabe ressaltar que as informações sobre este tipo de atividade possui poucas fontes atualizadas que tenham como enfoque principal a questão ambiental. Portanto, nas seções que seguem, as informações foram baseadas principalmente no livro de PILLAY (1992), que representa a síntese de

conhecimentos atualizados e adaptados aos conceitos de desenvolvimento sustentável aplicados à piscicultura.

3.3.3.1. Qualidade de Água para a Piscicultura

A qualidade da água para piscicultura está diretamente relacionada à espécie cultivada (PILLAY, 1992). Desta forma, nesta seção serão apontados somente os parâmetros indicados na bibliografia como mais importantes em relação à avaliação de impacto ambiental na piscicultura. A TABELA 3.4 mostra os valores considerados ideais, baseados em experimentos de toxicidade realizados para peixes tropicais por PROENÇA E BITTENCOURT (1994) e PORTO et al (1991).

TABELA 3.4 PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA PARA CULTIVO DE ESPÉCIES TROPICAIS.

Parâmetro	Valores Ideais
pH	entre 7 e 8
Temperatura	entre 20 ° e 30 °
Alcalinidade	entre 20 e 300 mg/l
Oxigênio dissolvido	acima de 3 mg/l
Sólidos totais	até 10g/l
Fósforo total	0,02 mg/l
Condutividade	Acima de 1 us
Turbidez	Até 100 UNT

FONTE: PROENÇA & BITTENCOURT (1994) e PORTO et al (1991).

3.3.3.2. Natureza de Impactos Ambientais na Piscicultura

- **Conflitos com Outros Usos**

A natureza e extensão dos impactos ambientais da piscicultura dependem da localização e tipo de fazenda, bem como da técnica de produção empregada.

Como a localização das fazendas tem de ser baseada no acesso à água, a escolha normalmente cai sobre áreas úmidas ou alagadas, uma vez que outras porções de terra normalmente são aproveitadas para agricultura, quando possível.

KESTEMONT (1995) afirma que de forma geral, os impactos causados pela piscicultura estão intimamente relacionados ao procedimento de produção. No entanto, coloca que esta atividade gera conflitos com outras atividades econômicas e recreativas (TABELA 3.5).

- **Descargas de Efluentes**

De forma geral, a literatura indica que o cultivo de peixes não apresenta nenhum problema em relação a lançamento de efluentes, uma vez que a troca de água do tanque se dá de forma constante (volume de entrada = volume de saída) durante o período de engorda (BUTZ, 1988, In: KESTEMONT, 1995). Normalmente ocorre a descarga de efluentes do tanque para o ambiente somente em época de despesca (PILLAY, 1992; SHIREMAN & CICHRA, 1994; KESTEMONT, 1995), quando é necessário melhorar a qualidade da água do tanque, ou por transbordamento devido a excesso de chuva (SHIREMAN & CICHRA, 1994).

KESTEMONT (1995) aponta as principais alterações físico-químicas causadas pela descarga da água dos tanques: modificação da temperatura da água e vazão; aumento na concentração de sólidos suspensos, nitrogênio, fósforo e DBO; redução da concentração de oxigênio dissolvido; alteração da potabilidade da água devido ao uso de pesticidas e antibióticos; geração de

sedimentos ricos em matéria orgânica; ocorrência de "blooms" de algas; modificação da estrutura biótica; poluição genética; e aumento do risco de dispersão de doenças.

TABELA 3.5 CONFLITOS DA PISCICULTURA COM OUTRAS ATIVIDADES ECONÔMICAS E SOCIAIS.

Conflitos por recursos	Referências
Piscicultura vs. Pesca: uso de área destinada a pesca	BEVERIDGE (1995); POLLNACK (1992)
Piscicultura vs. Agricultura: uso de terras cultiváveis; água para irrigação; fertilizantes orgânicos	LITTLE & MUIR (1987)
Piscicultura vs. Atividades recreativas: pesca, natação, remo, degradação estética	BEVERIDGE (1995); GOWEN (1992)

FONTE: ADAPTADO DE KESTEMONT (1995).

Este mesmo autor sugere a adoção de medidas simples para a minimização dos efeitos apontados anteriormente: a) promover a purificação dos detritos; b) não alimentar os peixes próximo ao monge de saída; c) uso de substratos sólidos próximo ao monge de saída, onde a despesca é realizada; d) melhorar a técnica de despesca.

Basicamente os efluentes que seguem para o corpo d'água receptor consiste em duas partes: uma sólida e uma solúvel. Efluentes sólidos se apresentam na forma de sólidos suspensos ou se acumulam no sedimento, e consistem principalmente de componentes de carbono e nitrogênio. A parte solúvel normalmente é derivada de: produtos metabólicos ou produtos resultantes da decomposição de efluentes sólidos.

O efeito destes efluentes no corpo d'água receptor varia consideravelmente, baseado nas condições locais. Alguns dos efeitos da descarga de efluentes em corpos d'água são mostrados nas TABELAS 3.6 e 3.7.

Apesar dos tipos de efluentes produzidos em tanques de piscicultura serem basicamente similares, existem diferenças quantitativas e qualitativas dos componentes, dependendo das espécies cultivadas e do tipo de cultivo adotado.

GERGEL & KRATOCHVIL (1989), MANZ *et al.* (1988) e BARANOVA & SAKHAROV (1988) consideram que os sistemas extensivo e semi-extensivo, sejam não poluidores. A TABELA 3.8 mostra as características de efluentes de tanques, comparadas a efluentes domésticos, segundo KESTEMONT (1995).

Os principais tipos de efluentes produzidos em tanques podem ser descritos como: 1) resíduos de alimentos e matéria fecal; 2) produtos metabólicos e 3) resíduos de biocidas. Os efluentes derivados da alimentação e metabolismo estão sujeitos à variação sazonal, dependendo da condição climática, especialmente temperatura da água.

TABELA 3.6 EFEITOS DE EFLUENTES DE FAZENDAS DE PISCICULTURA OBSERVADOS EM UMA PESQUISA DE 200 FAZENDAS NA FINLÂNDIA.

Tipo de efeito	Número de casos identificados
• Eutrofização	22
• Aumento da concentração de fósforo	15
• Queda na concentração de Oxigênio Dissolvido	9
• Aumento da ocorrência de "blooms" de algas	8
• Aumento de macrófitas	3
• Aumento da turbidez da água	2
• Alteração de odor	2
• Restrição de potabilidade da água	1
• Morte de peixes	1

FONTE: ADAPTADO DE SUMARI (1982). IN: PILLAY (1992)

TABELA 3.7 EFEITOS DE EFLUENTES DE FAZENDAS DE PISCICULTURA OBSERVADOS EM UMA PESQUISA DE 141 FAZENDAS NO REINO UNIDO.

Tipo de efeito	Número de casos identificados
• Aumento da concentração de sólidos suspensos	17
• Aumento da ocorrência de "blooms" de algas	3
• Ocorrência de fungos	3
• Ocorrência de limo	1
• Alteração de Odor	1

FONTE: ADAPTADO DE SOLBE (1982). IN: PILLAY (1992)

TABELA 3.8 CARACTERÍSTICAS DE EFLUENTES DE TANQUES DE PISCICULTURA, COMPARADAS A EFLUENTES DOMÉSTICOS.

Parâmetros (mg/l)	Água de rio	Efluente de piscicultura		Esgoto doméstico
DBO	1-5	3-20	5-20	300
Nitrogênio Total	1-2	0,5-4	0,5-5	75
Amônia	-	0,1-0,5	0,1-1	60
Fósforo Total	0,02-0,1	0,05-0,15	0,05-0,26	20
Sólidos totais	-	5-50	5-50	500

FONTE: KESTEMONT (1995)

A natureza da fauna a jusante dos tanques de piscicultura é obviamente influenciada pela concentração de oxigênio, natureza do substrato e disponibilidade de alimento, bem como pelos efluentes lançados dos tanques. A fauna em áreas com baixa concentração de oxigênio à jusante dos tanques é dominada por invertebrados, que podem regular seu consumo de oxigênio independentemente da concentração existente na coluna d'água. Existem índices

para expressar o grau de poluição a jusante dos tanques (WOODIWISS, 1964; SOLBE, 1982). Uma pesquisa no Reino Unido realizada por SOLBE (1982) mostrou, através da aplicação do Índice TBI (Trent Biotic Index), que praticamente não havia alteração da qualidade da água a jusante de tanques de piscicultura.

Uma outra forma de se avaliar o impacto da descarga de efluentes nos rios é através da mudança no número de peixes destes corpos d'água receptores. Alterações na qualidade da água podem ser causadoras da alteração da composição dos recursos pesqueiros, especialmente das espécies que requerem água de alta qualidade e altas concentrações de oxigênio, conforme parâmetros definidos na TABELA 3.4. Em pesquisa dos efeitos de fazendas de piscicultura na Europa, ALABASTER (1982) constatou não haver nenhuma alteração na qualidade dos recursos pesqueiros naturais na maioria dos casos estudados, provavelmente devido ao fato de que o impacto dos efluentes era tão pequeno e localizado que não chegava a alterar a composição do estoque natural de peixes.

Um estudo da Universidade STIRLING (1990) afirma que existem evidências de que fazendas de piscicultura podem estimular a produção de peixes a jusante no rio.

• Resíduos Químicos

Além dos efluentes provenientes de processos naturais e restos de alimentos, os efluentes de tanques de aquacultura podem conter remanescentes químicos usados na desinfecção dos tanques, controle de pestes e predadores ou ainda para tratar doenças. A natureza e extensão do uso de substâncias químicas dependem muito da localidade, natureza e intensidade do tipo de operação dos tanques, e da frequência de ocorrência de doenças. Os efeitos da descarga de substâncias químicas nos efluentes não são considerados significativos nos corpos d'água receptores, uma vez que na maioria dos casos, a descarga ocorre ocasionalmente, e em baixas concentrações.

Substâncias químicas utilizadas em tanques podem ter efeitos letais ou subletais em diferentes organismos no ambiente. O uso de antibióticos cresceu significativamente nos últimos anos, mesmo tendo sua eficiência questionada. Como a resistência a antibióticos pode ser transmitida de uma bactéria para outra, existe o risco de transferência de resistência a antibiótico para bactérias normais ao intestino humano, se bactérias resistentes a antibióticos forem ingeridas em grande quantidade.

Apesar de existir a possibilidade da transmissão de infecções patogênicas de tanques infectados para espécies nativas, não existe registro de que tal fato tenha ocorrido. Por outro lado, existem muitos casos de infecções transmitidas de espécies nativas para tanques de piscicultura.

Biocidas são comumente utilizadas em tanques para o controle de predadores, insetos e ervas daninhas, geralmente antes do início do povoamento do tanque. Como não são realizadas descargas dos tanques antes que a toxicidade desapareça, torna-se muito pouco provável que as toxinas cheguem ao ambiente externo.

• Hipernutrição e eutrofização

Hipernutrição e eutrofização são os dois principais processos resultantes da descarga de efluentes. Por hipernutrição se entende qualquer aumento substancial mensurável na concentração de nutrientes dissolvidos, e por eutrofização se entende como o conseqüente aumento no crescimento do fitoplâncton e na produtividade. Em ambientes de água doce o fósforo é considerado o mais importante fator limitante.

A qualidade dos efluentes gerados por um tanque é significativamente influenciada pelo volume da produção anual, o tempo de retenção da água, profundidade e temperatura, forma e tipo de alimentação, e até pela operação de limpeza dos tanques.

Em áreas de baixa turbulência e de grande aporte de matéria orgânica, a interface sedimento / coluna d'água pode também se tornar anóxica. Nesta

situação de falta de oxigênio desenvolvem-se processos anaeróbios, e o sedimento torna-se redutor. O resultado desta situação é a produção de amônia, metano e H_2S , que em certas concentrações, podem levar à danificação das guelras dos peixes, culminando com o aumento da mortalidade de indivíduos do tanque.

A hipernutrição pode levar a um aumento da produção primária e à uma produção constante de fitoplâncton. A utilização de nutrientes pelo fitoplâncton pode ser afetada pela turbidez e disponibilidade de luz.

“Blomms” de algas especialmente as tóxicas produzidas em função dos altos níveis de nutrientes podem também causar danos ao ambiente, sendo causa de mortandade de peixes em tanques. Estes “blooms” de algas causam alteração na composição das espécies do fitoplâncton e redução no número de organismos que compõem a alimentação das espécies cultivadas. Além disto, o consumo de oxigênio pelas densas comunidades de algas durante a noite podem resultar em baixos níveis de concentração de oxigênio, na ausência de oxigênio para renová-lo. Este consumo é ainda maior em situação de degradação de grandes massas de algas, que promovem o crescimento de macrófitas indesejáveis. Outro possível efeito de “blooms” de algas é a formação de toxinas de algas, que podem acumular nos organismos cultivados.

- **Introdução de espécies exóticas**

Apesar dos cuidados tomados em tanques no que se refere a fuga de espécies cultivadas para o meio ambiente, tal fato, quando ocorre, pode causar efeitos adversos. Além da competição com a fauna local, existe o perigo da hibridização e redução da diversidade genética. A introdução inadvertida de doenças trazidas por espécies exóticas é um perigo particularmente sério.

A razão para que isto aconteça é em função de existirem somente poucas espécies consideradas “domesticadas”, para as quais a tecnologia avançou de tal forma que proporciona ao criador alguma certeza de sucesso. Além disto,

eventualmente espécies locais disponíveis podem enfrentar problemas como aceitação para consumo, ou não serem adequadas à atividades pesqueiras.

O efeito ecológico mais importante da introdução de uma espécie para um novo ambiente é a influência sobre a fauna e flora locais. Porém a previsão dos efeitos da introdução de uma espécie, normalmente, é impossível, uma vez que raramente existem dados ecológicos comparativos antes e depois da introdução.

Algumas espécies podem não encontrar condições favoráveis para reprodução, e não se tornarão uma espécie dominante. Outros sob as mesmas condições, podem reduzir e até eliminar espécies da fauna local por competição ou predação.

Outro efeito relacionado à introdução de espécies é a transmissão de doenças. A incidência de doenças em tanques pode ser também explicada pela alta densidade de animais se comparados à densidade natural, e pela diferença na qualidade da água. Uma forma identificada de espalhamento de doenças é a utilização de um mesmo curso d'água por várias propriedades, ou seja, uma propriedade a jusante pode sofrer a contaminação de uma propriedade localizada a montante do mesmo rio. Outra forma de contaminação é através do despejo de carcaças de peixes mortos e contaminados no curso d'água.

- **Beleza Cênica**

A diminuição da beleza cênica, e a redução de áreas de recreação são de especial importância em função de sua implicação social e atitudes públicas. A estratégia organizacional adotada para desenvolvimento pode ter grandes impactos sócio culturais e econômicos nas populações locais. Por outro lado, quando bem concebidos e mantidos, estes sistemas parecem se integrar à paisagem, e em muitos casos contribuem para o embelezamento da paisagem.

- **Transmissão de Doenças por vetores associados à represamentos**

Tanques com águas estagnadas representam um ambiente favorável para a reprodução de mosquitos. Cabe lembrar que estes insetos são transmissores potenciais de agentes patogênicos, por exemplo da malária (*Plasmodium*). Como quase todas as espécies de mosquitos procriam na água, o projeto e a operação dos tanques devem levar em consideração a necessidade de prevenir a procriação de mosquitos.

Manter a profundidade do tanque a pelo menos 1m, e declividade acentuada das margens para evitar áreas rasas, propícias à procriação dos mosquitos são duas ações preventivas eficazes.

Outra doença é a esquistossomose, causada pelo agente *Schistosoma mansoni*, que possui parte do seu ciclo de vida na água.

Duas formas eficientes de combater a esquistossomose são: 1) evitar águas contaminadas como fontes de abastecimento e incentivar a adesão dos habitantes a manter hábitos de higiene pessoal e comunitária; e 2) controlando a infestação de caramujos.

- **Questão Sócio-Cultural-Econômica**

Tradicionalmente em várias partes do mundo, uma criação familiar de peixes era uma marca de prestígio social. Senhores feudais do oeste da Índia, orgulhosamente convidam seus hóspedes para pescar em seus tanques.

Crenças e práticas religiosas afetaram de várias formas o desenvolvimento da piscicultura. Os primeiros tanques de criação de peixes na Europa medieval estavam associados com casas monásticas e se tornaram silos de armazenamento. Seguidores do budismo na Índia e Sri Lanka desencorajam o consumo de peixe, e conseqüentemente, a criação de peixe para alimentação. Situação contrária ocorre na Europa, cujas fazendas de cultivo de peixes não conseguem atender à demanda existente na época de Natal.

Independente das razões culturais, um aspecto positivo, indiscutivelmente, é o reconhecimento deste alimento como 'comida saudável", com uma demanda cada vez maior. Em países em desenvolvimento este alimento é visto como uma saída para melhorar a condição nutricional da população rural, além da promoção de novos empregos, atração de investimentos estrangeiros, bem como a transferência de tecnologia por parte de países tradicionais atuantes nesta área.

- **Impactos de Obras Civis**

O impacto de obras civis foi analisado por SOUZA *et al* (1997), em 09 fazendas de piscicultura no Vale do Ribeira- SP, cujos resultados, principais impactos identificados nos empreendimentos estudados, são mostrados na TABELA 3.9. Neste trabalho foram consideradas as várias etapas relacionadas à construção de estruturas destinadas ao desenvolvimento da piscicultura, independente da técnica utilizada na formação dos lagos (barramentos ou escavações). Para se chegar a estes resultados, foram identificadas os principais parâmetros associados aos impactos, e atribuídos pesos de importância e magnitude a cada um deles, em cada uma das fases de construção. A seguir foram calculados os pesos totais de cada um dos parâmetros e ações, que relacionados entre si, geraram os percentuais de importância dos impactos em cada um dos empreendimentos.

O autor analisando os resultados, identificou que a erosão é responsável pelo maior impacto na implantação de tanques ou barramentos. Uma consequência direta deste tipo de impacto é o assoreamento, tanto dos tanques quanto do curso d'água, receptor final dos sedimentos. Em alguns casos a erosão ocorreu em razão da falta de estabilidade dos taludes das barragens e tanques, devido a utilização de declividades mais acentuadas do que as indicadas para este fim.

Um outro fator identificado, consequência direta da construção inadequada, é a invasão de espécies exóticas à região, causada pelo estouro

destas estruturas em situações de picos de vazão, em épocas de chuvas, e também pela inexistência de estruturas de retenção dos indivíduos cultivados.

Segundo os autores, a maioria dos impactos podem ser evitados, através de um acompanhamento técnico, que fiscalize principalmente as etapas de movimentação de terra, e a execução da tubulação de drenagem.

3.3.3.3. Localização de Áreas para Implantação da Piscicultura

A seleção de locais para instalação de tanques é a base mais importante para o pleno desenvolvimento da piscicultura. No entanto, sabe-se que existem poucas informações disponíveis para auxílio à tomada de decisão.

PILLAY (1992) define como critérios básicos para a alocação deste tipo de atividade as seguintes características: o tipo de sistema de cultivo a ser empregado; a área máxima a ser ocupada pelo empreendimento; a produção máxima admissível em relação aos parâmetros permitidos para os efluentes a serem gerados; as medidas sanitárias a serem adotadas; e os impactos sociais e ambientais eventualmente causados pela atividade. Já PROENÇA & BITTENCOURT (1994) consideram aspectos como: topografia do terreno, tipo de solo, avaliação quali e quantitativa da água, tipo de vegetação do local, dados meteorológicos, tipo de projeto, espécies a serem cultivadas, tipo de manejo adotado, e também fatores de infra-estrutura como facilidade de acesso à comercialização.

TABELA 3.9 IMPACTOS DE OBRAS CIVIS - PERCENTUAIS DE IMPACTOS IDENTIFICADOS.

Atividade	Empreendimento									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	média
Definição de local	6,3%	11,4%	23,9%	12,9%	8,0%	9,6%	13,2%	16,2%	9,4%	12,3%
Definição do posicionamento	8,2%	10,3%	2,3%	9,6%	8,7%	9,0%	10,1%	9,0%	5,5%	8,1%
Limpeza da vegetação	5,9%	2,2%	2,3%	0,0%	1,5%	2,6%	0,0%	0,0%	3,4%	2,0%
Nivelamento e retirada de material impróprio	2,0%	1,5%	1,1%	4,8%	1,8%	4,5%	0,0%	1,9%	2,6%	2,2%
Impermeabilização	3,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%
Movimentação de terra	6,6%	13,7%	6,8%	12,5%	13,1%	8,4%	5,7%	12,4%	3,8%	9,2%
Compactação	9,5%	9,6%	15,9%	11,8%	12,7%	9,3%	10,7%	14,8%	13,2%	11,9%
Estabilidade das encostas	9,2%	9,6%	11,4%	11,4%	10,9%	8,4%	9,4%	9,0%	13,2%	10,3%
Manutenção do maciço	7,9%	8,9%	4,5%	10,0%	10,5%	10,0%	0,0%	3,8%	8,1%	7,1%
Área inundada	5,3%	6,3%	0,0%	3,7%	4,7%	0,0%	8,2%	0,0%	0,0%	3,1%
Drenagem individual	10,2%	13,7%	18,2%	7,7%	16,4%	21,2%	22,6%	16,2%	14,5%	15,6%
Drenagens pluviais	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	10,2%	1,9%	3,8%	0,0%	6,8%	2,5%
Drenagem final	9,9%	0,0%	5,7%	6,6%	4,4%	8,7%	13,2%	7,6%	6,8%	7,0%
Captação da água	8,2%	12,9%	5,7%	3,7%	0,0%	3,9%	0,6%	7,1%	2,1%	4,9%
Condução da água	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%	2,5%	3,8%	10,6%	2,2%

FONTE: SOUZA *et al* (1997).

Em relação aos impactos ambientais associados a este tipo de atividade, PILLAY (1992) afirma que os sistemas semi intensivo e extensivo possuem muitas características favoráveis, apesar de serem sistemas que ocupam áreas maiores. As principais características positivas deste sistema são: o tempo maior de retenção da água nos tanques, que minimizam o impacto das descargas de efluentes; a redução da demanda por água através da prevenção de desperdícios causados por vazamentos dos tanques através de reforço das barragens e dos fundos dos tanques; aproveitamento da matéria orgânica dos tanques como fertilizantes de plantações, e possibilidade de policultura de espécies combinadas, com hábitos alimentares compatíveis para melhorar a utilização da produtividade primária e reduzir a descarga de nutrientes. No entanto, segundo PILLAY (1992), a melhor forma de se minimizar os efeitos adversos deste tipo de atividade é identificando, previamente, os impactos que ela causará ao ambiente, através da aplicação de métodos de avaliação de impactos.

3.3.3.4. Estudo de Impactos Ambientais na Piscicultura

O estudo de impacto ambiental, que envolve a análise de interações potenciais do projeto com a qualidade ambiental, tem seu início na década de 70, quando o NEPA (National Environment Policy Act) exige a avaliação interdisciplinar sistemática de efeitos ambientais potenciais para todos os projetos financiados pelo governo nos Estados Unidos.

De forma geral, o EIA poderia ser definido como uma ferramenta de auxílio à tomada de decisão, que constitui um estudo das conseqüências de uma alteração proposta sobre o meio ambiente, comparando várias alternativas e identificando a que seja a melhor combinação de benefícios econômicos e ambientais (PILLAY 1992).

Os empreendedores nem sempre vêm de forma positiva a necessidade para a realização de um EIA por razões econômicas e técnicas, seja pelos altos custos para a realização do EIA, bem como com a alegação de que este instrumento não é adequado para a tomada de decisão. No entanto, para

piscicultura, o que parece predominar é a crença de que tal atividade causa poucos e pequenos impactos, que permanecem por um curto tempo em uma área limitada, não necessitando, portanto, de maiores estudos.

UNEP (1988) sugere a adoção de métodos flexíveis de avaliação, que podem ser desenvolvidos com as informações ambientais disponíveis e conhecimento limitado e de pequenos custos. Tais métodos estariam baseados na observação de efeitos ambientais em projetos análogos.

PILLAY (1992) defende a adoção de EIA somente para aqueles empreendimentos que poderão causar maiores impactos, proporcionando uma economia de tempo, esforço e dinheiro. Para tal sugere uma metodologia baseada na análise prévia da necessidade de ser realizado o EIA ou não. Uma vez comprovada, seria definido o grau de detalhamento deste, baseado, principalmente, no que ele classifica de “critérios simples” como tamanho e localização, e também na comparação deste com projetos similares.

Estudo de impacto ambiental é um instrumento de planejamento sujeito a alterações em seus conceitos e formas de operação. Para que esta prática não se torne um fator de desestímulo para os empreendedores, tornam-se necessários ajustes nas instituições responsáveis pela exigência de execução e análise de tais estudos, bem como adequações da legislação vigente.

3.3.4. Piscicultura e Planejamento

A piscicultura, apesar de ser uma atividade muito antiga, ainda possui aspectos pouco explorados, principalmente no que se refere à sua interferência sobre o meio ambiente. Até hoje muito se pesquisou a respeito de técnicas para aumentar a produção, cruzamentos genéticos de espécies, formas de cultivo, entre outros temas. Porém, pouco existe na literatura abordando a questão da necessidade da sustentabilidade de tais projetos diante dos recursos naturais utilizados em tal atividade.

A realidade atual da piscicultura não é mais a de simplesmente construir os tanques e aguardar a produção. A sociedade torna-se cada vez mais exigente

no que se refere às questões ambientais e econômicas. E o que efetivamente existe sobre isto?

Torna-se evidente, portanto, a necessidade da definição de um arcabouço metodológico fundamentado em bases teóricas, que garanta o sucesso de tal atividade através de sua sustentabilidade ambiental. A adoção da prática de planejamento ambiental pode ser a diferença entre sucesso e fracasso. Tecnologias devem ser aplicadas para a redução de impactos adversos, equacionando possíveis conflitos com outros usos, estabelecendo um canal de comunicação com a sociedade e, principalmente, definindo uma política de atuação que esteja em sintonia com as necessidades atuais e futuras de uma atividade cada vez mais difundida.

Para a formulação de tal política, no entanto, são necessárias pesquisas adequadas e análises que identifiquem impactos, para que possam ser propostas diretrizes, baseadas em informações confiáveis, que garantam o uso adequado dos recursos naturais.

4. ÁREA DE ESTUDO

O processo de ocupação territorial da região do Vale do Ribeira teve início no século XVII com a descoberta de ouro, que foi o responsável pela sustentação da economia de toda área até o início do século XVIII. Desde então, somente em 1920 uma nova atividade voltou a ter importância econômica para a região, introduzida pelos imigrantes japoneses : o cultivo de chá e café. Essas se concentraram no município de Registro, transformando-o no principal centro econômico do Vale do Ribeira (SMA, 1990). Outros fatores que contribuíram para a ocupação territorial do Vale foram o início da exploração da pesca em escala comercial e a introdução da bananicultura, que predominou como principal fonte de renda da região, por vários anos (SMA, 1990).

No entanto, nos últimos três anos, este quadro vem sendo alterado, havendo uma proliferação muito rápida de projetos de piscicultura na região, especialmente no município de Juquiá, que apresenta uma densidade de represamentos bem maior do que outras regiões do Vale.

Tal iniciativa parece ter incentivo do Estado, preocupado com a carência de alternativas de desenvolvimento para a região, que apresenta "problemas" para instalação de outros tipos de atividades, seja em função do tipo de relevo acidentado, dos altos valores das precipitações, da baixa fertilidade do solo, ou mesmo pela preocupação em proteger a parcela mais significativa de área de Mata Atlântica, que ainda resta no Estado.

A concentração destes empreendimentos na região de Juquiá, juntamente com o grande interesse local em criar uma alternativa de desenvolvimento, levou a criação de duas associações de piscicultores no município, a AQUAJU e a UNIDAS. Estas associações têm como objetivo principal organizar a atividade na região, através da orientação para a implantação de novos projetos (processos de licenciamento), criação de novos mercados consumidores, fornecimento de assistência técnica aos associados, ou seja, desenvolvendo o papel de "organização não governamental" para a questão da piscicultura em Juquiá e região.

Apesar destas iniciativas, o que se nota é um crescimento rápido, e muitas vezes desordenado, destes projetos. A outorga de uso da água é concedida pelo DAEE, que se baseia em relações de dimensão do projeto e dados de vazão para emitir parecer. Não existe o questionamento se o local destinado para o projeto apresenta condições físicas e ambientais ideais para instalação de uma atividade desta natureza, ou mesmo se este tipo de atividade não está entrando em conflito com outras formas de utilização dos recursos naturais da região.

Além disto, o DEPRN (Departamento de Proteção aos Recursos Naturais), responsável pela fiscalização da cobertura vegetal da região, começa a ter problemas de controle de desmatamento para a construção de tanques destes projetos, similar ao que já havia enfrentado anteriormente com as culturas de chá e café na região do Vale (comunicação pessoal). Outro dado relevante é o fato de pescadores amadores estarem pescando peixes totalmente exóticos à região, indicando uma possível alteração na cadeia alimentar dos rios, provenientes de fugas ocorridas dos tanques de criação. Estes dados são os melhores indicativos da situação que está se instalando na região, e apontam a necessidade de um estudo "criterioso" para avaliação de tais projetos.

Devido aos fatos descritos, e o grande interesse por parte das associações locais de piscicultores em terem um documento técnico, em que poderiam passar a se basear para a orientação da implantação de tal atividade, o município de Juquiá, mostrado na FIGURA 4.1, se mostrou ser a área mais indicada para o desenvolvimento deste trabalho.

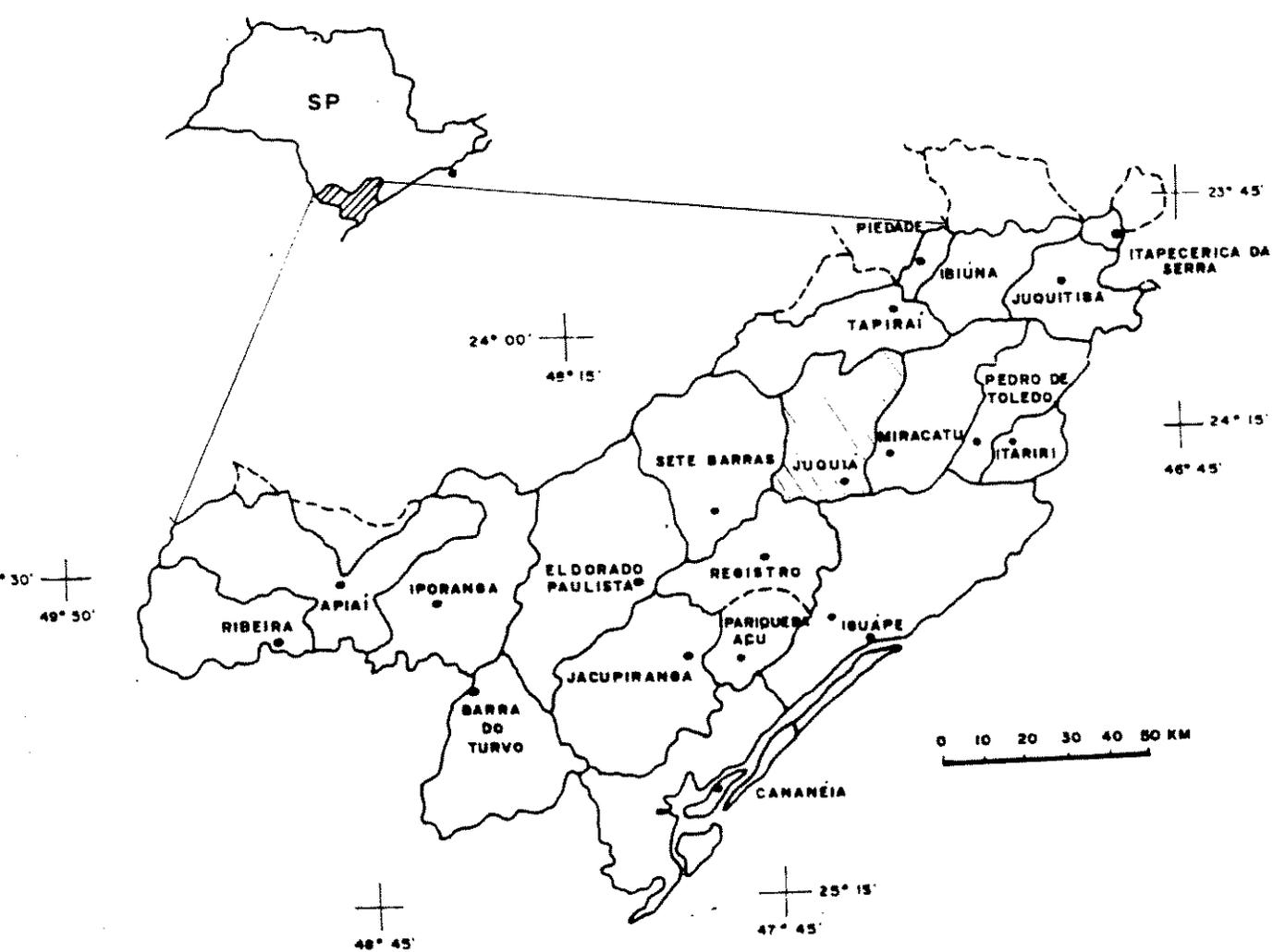


FIGURA 4.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO - MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - VALE DO RIBEIRA - SP

5. METODOLOGIA

A metodologia foi estruturada em quatro macro processos (FIGURA 5.1): 1) definição de objetivos e metas; 2) definição do cenário potencial; 3) definição do cenário real; e 4) definição de alternativas locacionais e de diretrizes gerais.

5.1. AVALIAÇÃO DE OBJETIVOS E METAS VOLTADAS À PISCICULTURA.

Para a avaliação dos objetivos é necessário a definição dos interesses dos vários segmentos envolvidos na atividade de piscicultura, de forma a se estabelecer metas conciliadoras entre eles. Para tanto foi utilizado o método de questionamento direto (entrevistas Ad Hoc), com o agente planejador (SMA), fiscalizador (DEPRN), licenciador (DAEE), e a opinião da comunidade local (AQUAJU e UNIDAS).

5.2. DEFINIÇÃO DO CENÁRIO POTENCIAL PARA A PISCICULTURA

A definição do cenário potencial foi baseada na identificação e avaliação das potencialidades e fragilidades ambientais da área de estudo, através de indicadores ambientais, que se referem predominantemente aos meios físico e biótico. A partir do mapeamento destes indicadores, foram gerados mapas temáticos georreferenciados, que definiram o cenário potencial. Na elaboração destes mapas temáticos e para a análise integrada, foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas desenvolvido pelo INPE.

METODOLOGIA

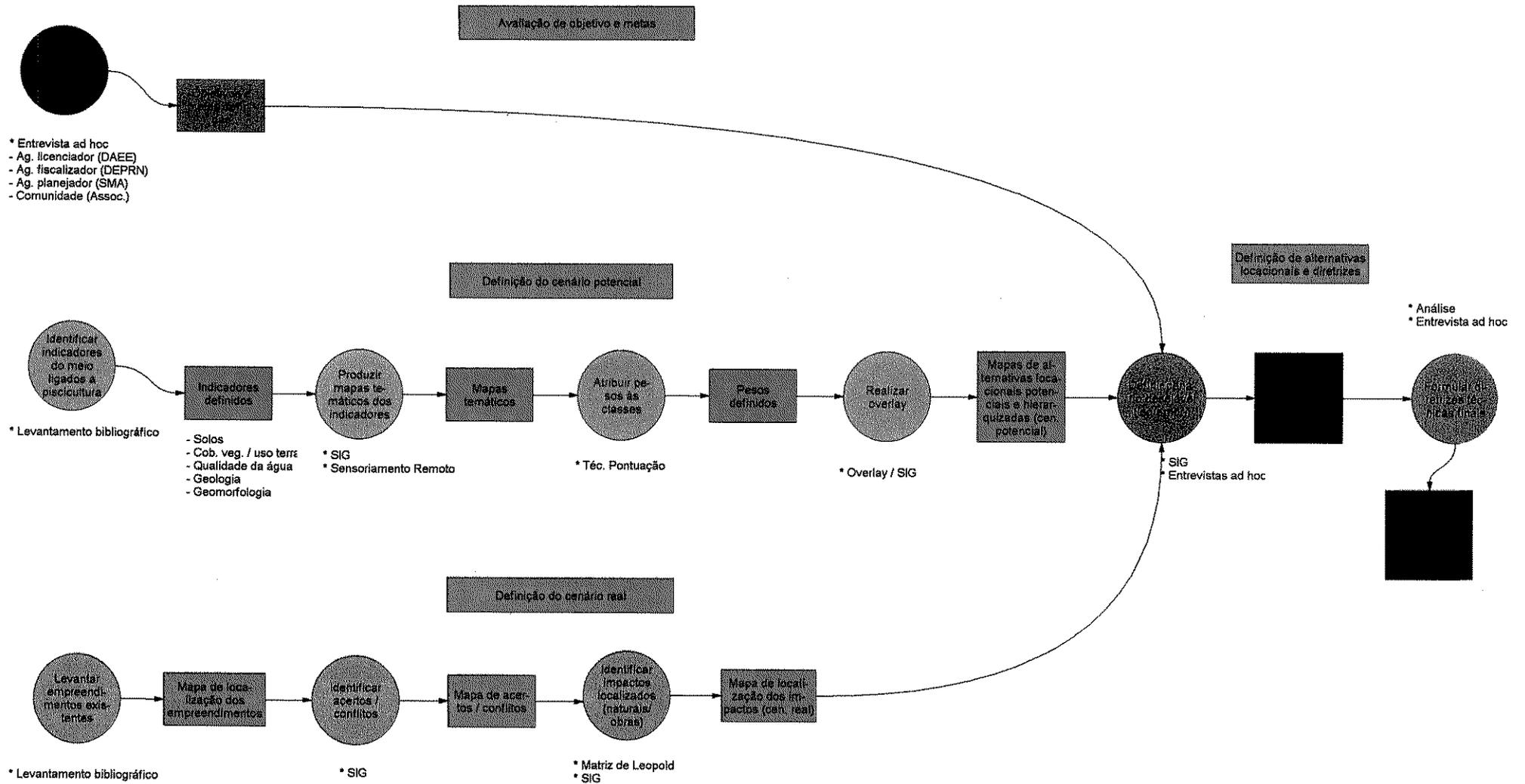


FIGURA 5.1 - PROCESSOS ENVOLVIDOS NA METODOLOGIA DE TRABALHO.

5.2.1. Identificação dos Indicadores do Meio Ligados à Piscicultura

Para a identificação dos indicadores, foi realizado um levantamento bibliográfico indicativo das características ambientais que podem influenciar a instalação de projetos de piscicultura. Tais parâmetros foram selecionados de acordo com sua relação direta com a piscicultura, e posteriormente transformados em mapas temáticos. Os indicadores apontados na bibliografia foram: qualidade de água, solos, cobertura vegetal e uso da terra e geomorfologia.

- **Qualidade de água**

A avaliação qualitativa da água necessária ao abastecimento dos tanques e viveiros é, sem dúvida, o fator primordial na implantação de um projeto de piscicultura (PROENÇA & BITTENCOURT, 1994).

Para a coleta de informações deste indicador foi realizado um trabalho de campo, uma vez que levantamentos preliminares indicaram a inexistência de informações disponíveis na escala de detalhamento exigida para este indicador.

Foram realizadas 10 coletas de amostras, analisadas posteriormente no Laboratório da FEC, dos seguintes atributos: oxigênio dissolvido (O.D.), turbidez, sólidos totais, pH, temperatura, condutividade e fósforo total. Estes parâmetros foram definidos por levantamento bibliográfico. As coletas foram realizadas em duas épocas do ano (período seco e chuvoso), em cinco propriedades distintas, para a comparação da qualidade da água em diferentes períodos. Os pontos escolhidos se localizavam na entrada de água que abastece os tanques, e no ponto de saída desta, quando retorna ao curso original do rio. As análises foram sempre realizadas um dia após a coleta, devido à distância da área de estudo ao laboratório, localizado na UNICAMP. Para tanto, foram tomados os cuidados normais de fixação e conservação das amostras em baixa temperatura.

Para a realização das análises foram seguidos os procedimentos descritos em AWWA (sd). Os resultados obtidos nas duas coletas foram tabelados, e

posteriormente comparados aos padrões indicados pela bibliografia para esta atividade.

Para a localização correta dos pontos de amostra nos dois períodos realizados, foi utilizado um GPS (Global Positioning System), marca TRIMBLE.

Devido a indisponibilidade de dados referentes a qualidade de água dos rios da área de estudo, a classificação das águas destes baseou-se na metodologia sugerida por FARIAS *et al* (1984), que classifica os cursos de água baseado no tipo de pressão antrópica incidente sobre eles.

- **Solos**

O conhecimento do solo é primordial para subsidiar um programa adequado de desenvolvimento regional compatível com a preservação ambiental (LEPSCH, 1992). Segundo PROENÇA & BITTENCOURT (1994), as características do solo determinam a viabilidade da instalação de tanques para piscicultura em uma determinada região. No entanto, cabe lembrar que a relação entre estes atributos não é linear, ou seja, o fato de uma região apresentar, por exemplo, um determinado tipo de solo inadequado para a implantação da atividade, não impossibilita que tal atividade seja desenvolvida. Isto porque podem ser adotadas medidas preventivas para tornar viável esta ocupação.

Foram utilizados neste trabalho os mapas produzidos por LEPSCH (1992) em escala 1:50.000, resultantes do detalhamento realizado, baseado em fotos aéreas, dos mapeamentos produzidos originalmente em escala 1:250.000 por LEPSCH *et al* (1988), e 1:100.000 por SAKAI *et al* (1983).

Os mapas obtidos foram digitalizados, compondo um plano de informação no SIG, para posterior cruzamento e análise com outros planos.

- **Cobertura vegetal e uso da terra**

A análise da cobertura vegetal e do uso do solo constituem parâmetros importantes para a análise e avaliação de impactos da ação antrópica. O

mapeamento destes indicadores representa o retrato da situação atual. Tal conhecimento é de fundamental importância para a implementação de programas de conservação e também de exploração de recursos naturais. (SANTOS, 1992).

Para esta análise foram utilizados os mapas de cobertura vegetal e do uso da terra elaborados para o Macrozoneamento do Vale do Ribeira, realizado pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Estes mapas foram elaborados a partir da utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto para a interpretação de imagens obtidas pelo satélite LANDSAT-5, sensor TM, impressas em papel por processo fotográfico, bandas 3, 4 e 5, composição colorida, na escala 1:50.000.

A interpretação das imagens para composição dos mapas foi realizada através da utilização de mesas que, pela transposição da luz, realça os padrões adquiridos pelo satélite da superfície terrestre. Desta forma torna-se possível a delimitação de áreas na imagem que apresentam o mesmo padrão (cor, tonalidade e textura), determinando assim as diferentes categorias de cobertura vegetal e uso da terra. Nestes mapas foram analisados atributos de qualidade e classificação da cobertura vegetal, e para o uso da terra foram mapeadas as culturas e reflorestamentos.

Os mapas obtidos foram digitalizados utilizando mesa digitalizadora, compondo um plano de informação no SIG, para posterior cruzamento e análise com outros planos.

- **Geomorfologia**

A geomorfologia mostra os tipos de relevos que ocorrem no território de estudo, e caracteriza a compartimentação topográfica do local para subsidiar a escolha das melhores áreas para a instalação dos empreendimentos. Este aspecto pode determinar a viabilidade econômico-financeira do investimento, no que se refere aos trabalhos de movimentação de terra. Em regiões planas, de baixa declividade, tal trabalho é minimizado, ao passo que áreas acidentadas exigirão maior volume de terraplanagem.

Para tanto, foi utilizado o mapeamento realizado por PIRES NETO (1992), a partir da interpretação de fotografias aéreas em escala 1:60.000, transpostos para cartas topográficas escala 1:50.000.

Os mapas de geomorfologia obtidos foram digitalizados, compondo um plano de informação no SIG, para posterior cruzamento e análise com os demais mapas temáticos.

5.2.2. Definição do Cenário Potencial para Piscicultura Através da Análise Integrada dos Indicadores

Para a definição do cenário potencial à implantação de empreendimentos de piscicultura, foi realizada uma análise integrada dos indicadores mapeados na etapa anterior, através da aplicação do método de "overlay", em ambiente de SIG. Cada indicador 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.

No entanto, foi considerado que para o cruzamento dos mapas dos indicadores, as classes de cada um deles deveria ter diferentes pesos, pois algumas são mais relevantes que outras, em relação à viabilidade de instalação de empreendimentos na região. Ou seja, estes pesos deveriam refletir a importância de uma determinada classe em relação as demais, por serem consideradas mais adequadas para o desenvolvimento de uma determinada atividade. Foram então atribuídos pesos a cada uma das classes mapeadas, segundo a opinião de especialistas da área, para que o caráter subjetivo e passível de críticas deste procedimento fosse minimizado.

Foi utilizada neste trabalho a Técnica de Pontuação descrita em FARIAS *et al* (1984). Para a aplicação desta técnica, cada classe de um determinado indicador apresentou um valor de potencialidade em função de sua aptidão à atividade de piscicultura, que variou de 1 a 5. Também foram considerados valores de importância de cada um dos indicadores, numa escala de 1 a 5. Como

esta técnica baseia-se na análise das notas atribuídas pelos especialistas, o peso final dado a cada indicador representa o resultado da somatória dos valores relativos de cada um dos avaliadores.

Após a ponderação e definição da regra, foi realizado o “overlay” dos mapas elaborados anteriormente, gerando mapas intermediários, que também foram cruzados entre si. O mapa resultante mostra o cenário potencial da região para a instalação de projetos de piscicultura, segundo os critérios previamente estabelecidos.

Desta forma foram levantadas as alternativas locacionais e hierarquizadas, baseado nos indicadores definidos anteriormente.

5.3. CENÁRIO REAL E SUA RELAÇÃO COM O CENÁRIO POTENCIAL PARA A PISCICULTURA

5.3.1. Identificação de Acertos e Conflitos

Nesta etapa do trabalho foram mapeados os empreendimentos já instalados na área de estudo, e identificados os acertos e conflitos de localização destes em relação à potencialidade da área de estudo para esta atividade, definida na etapa anterior. Desta forma, foram localizados os empreendimentos localizados em áreas classificadas com baixo potencial, entendido como um conflito, e os empreendimentos localizados em áreas de médio e alto potencial, entendido como acertos.

Os dados necessários para localização dos tanques de piscicultura em funcionamento foram levantados junto às associações de aquacultores locais, e posteriormente plotados sobre o mapa de cenários potenciais, utilizando o SIG como ferramenta.

Ao final desta fase, obteve-se o mapa que subsidiou a discussão para o estabelecimento de diretrizes a serem adotadas para a área de estudo, visando o desenvolvimento da piscicultura na região.

5.3.2. Identificação dos Impactos Localizados

A localização dos impactos foi obtida através de visitas a campo, quando foram realizadas as coletas para análise de qualidade de água. Foram tiradas fotografias, e a localização dos pontos foi plotada sobre o mapa da área de estudo.

Além dos impactos ao meio natural, neste trabalho também foram analisados os impactos causados pelas obras civis. Esta análise foi baseada no trabalho desenvolvido por SOUZA *et al* (1997), que identifica os impactos em 09 empreendimentos de piscicultura na região do Vale do Ribeira.

A identificação destes impactos também subsidiou a definição de diretrizes para o desenvolvimento da atividade na região.

5.4. DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS, E DIRETRIZES FINAIS PARA A PISCICULTURA

5.4.1. Seleção de Alternativas Locacionais

Nesta fase do trabalho foi criado mais um cenário além do real e potencial, a este momento já estabelecidos: o cenário desejável. Como dentro de planejamento ambiental, uma das premissas a serem cumpridas é a incorporação da opinião do público que será atingido pelo resultado do trabalho, foi elaborado este cenário, que representa a compatibilização dos cenários levantados, sob o ponto de vista ambiental.

Este cenário apresenta as alternativas locais hierarquizadas para a instalação de empreendimentos de piscicultura. A hierarquização foi baseada na pontuação obtida na análise integrada dos indicadores, e considerando aspectos relevantes à atividade como existência e estado de vias de acesso às áreas, e qualidade da água dos rios da região.

5.4.2. Formulação de Diretrizes Finais

Após a seleção e a hierarquização das alternativas locais, foram elaboradas as diretrizes finais, que guiarão o desenvolvimento da piscicultura na área de estudo.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1. AVALIAÇÃO DE OBJETIVOS E METAS

Através da realização de entrevistas com representantes de cada um dos segmentos envolvidos na atividade de piscicultura, verificou-se a forte segmentação dos agentes envolvidos no que se refere a definição de uma política de viabilização do desenvolvimento da atividade de piscicultura. O resultado destas entrevistas é mostrado na TABELA 6.1, que apresenta os principais objetivos de cada um destes agentes.

TABELA 6.1 OBJETIVOS DOS SEGMENTOS ENVOLVIDOS NA ATIVIDADE DE PISCICULTURA.

AGENTE	AÇÃO	PRINCIPAIS OBJETIVOS
SMA	Planejador	- Criar alternativas econômicas para a comunidade em bases sustentáveis;
DEPRN	Fiscalizador	- Controlar desmatamentos ilegais ampliados com a atividade de piscicultura;
DAEE	Outorga de uso da água	- Regular o uso da água utilizada pelos piscicultores;
AQUAJU / UNIDAS	Representação do segmento	- Criar alternativa econômica para a população;

Basicamente somente o agente planejador e a associação possuem, a princípio, visões semelhantes. Porém o que se nota é uma posição "radical" de ambas as partes. Com a justificativa de alcançar o objetivo proposto, a "comunidade piscícola" muitas vezes ignora os limites impostos pelos demais agentes, ou o agente planejador inviabiliza a realização de qualquer atividade, em razão do excesso de legislações incidentes sobre uma área, ou por um ato

legal demasiadamente restritivo, que não considera as realidades locais. O DEPRN, por exemplo, apesar de não se colocar contrário à piscicultura, é visto como um agente que dificulta o desenvolvimento da atividade na região.

Evidencia-se a inexistência de uma visão integrada de desenvolvimento e conservação, causada por políticas setoriais, que por sua vez geram conflitos de diretrizes e sobreposição de atribuições e atividades das diversas instituições atuantes.

Por estas razões, este trabalho considerou como objetivo do planejamento, o estabelecimento de um cenário que conciliasse as necessidades econômicas da população e a sustentabilidade ambiental, acreditando que, num futuro próximo, os órgãos terão que ter competências específicas porém dentro de objetivos comuns e integrados. A definição deste objetivo foi resultante da discussão, com especialistas ambientais e em piscicultura, do cenário descrito anteriormente.

6.2. DEFINIÇÃO DO CENÁRIO POTENCIAL

6.2.1. Indicadores do Meio Ligados à Piscicultura

Foram selecionados na literatura atributos de natureza física e biótica que fossem espacializáveis, e que representassem os principais indicadores quanto à viabilidade de instalação de projetos de piscicultura. São eles: qualidade da água, geomorfologia, solos, cobertura vegetal e uso da terra.

Os mapas temáticos gerados em ambiente SIG representam a distribuição dos indicadores na área do município de Juquiá - SP na escala 1:200.000, porém possuem informação compatível com a escala 1:50.000.

6.2.2.1. Solos

A FIGURA 6.1 mostra a distribuição dos tipos de solos da região. O solo predominante na região norte da área de estudo é do tipo cambissolo. Segundo LEPSCH (1992) este solo é do tipo não-hidromórfico, cujas características ainda são pouco desenvolvidas, pois o tempo de atuação dos fatores de formação de solos foi relativamente curto. Na região central ocorrem solos mais variados, porém com o predomínio do tipo podzólico, cujas características para esta área são a baixa fertilidade natural devido a pobreza em nutrientes, e a alta acidez.

Nas áreas de várzeas pode-se notar a ocorrência de solos do tipo gleizado e orgânico. Os gleizados são solos hidromórficos, cujo potencial está condicionado aos riscos de inundação das áreas abrangidas por este tipo de solo, ou à possibilidade de drenagem destas regiões, uma vez que este tipo de solo ocorre ao longo das planícies de inundação dos rios. Possui fertilidade natural bastante variável. Os orgânicos por sua vez também são solos hidromórficos que aparecem em condições de extremo encharcamento, onde as taxas de acúmulo de restos vegetais é maior que a sua decomposição, propiciando desta forma, a formação de turfas.

Na produção deste mapa as 55 classes originalmente mapeadas por LEPSCH (1992), foram reclassificadas em 9 grupos, com o objetivo de se obter unidades mais abrangentes para análise. Foram agrupadas as variações mapeadas de um mesmo tipo de solo.

6.2.2.2. Cobertura vegetal e uso da terra

As condições adversas de topografia e relevo têm contribuído para a preservação da vegetação natural do município de Juquiá, que apresenta extensas áreas de cobertura vegetal natural. A FIGURA 6.2 apresenta a distribuição da cobertura vegetal e o uso da terra nesta região.

SANTOS (1992) define tecnicamente as classes de cobertura vegetal e uso da terra mapeadas. A fisionomia predominante ao norte da área de estudo é a mata densa, íntegra, tipicamente representada pela Mata Atlântica, que apresenta uma vegetação arbórea densa, com dossel contínuo e eventuais irregularidades de origem natural. Na região central ocorre a mata alterada, que também apresenta uma vegetação arbórea densa, porém com dossel irregular devido a intervenções antrópicas, com a nítida eliminação de indivíduos arbóreos.

Mapa de Pedologia

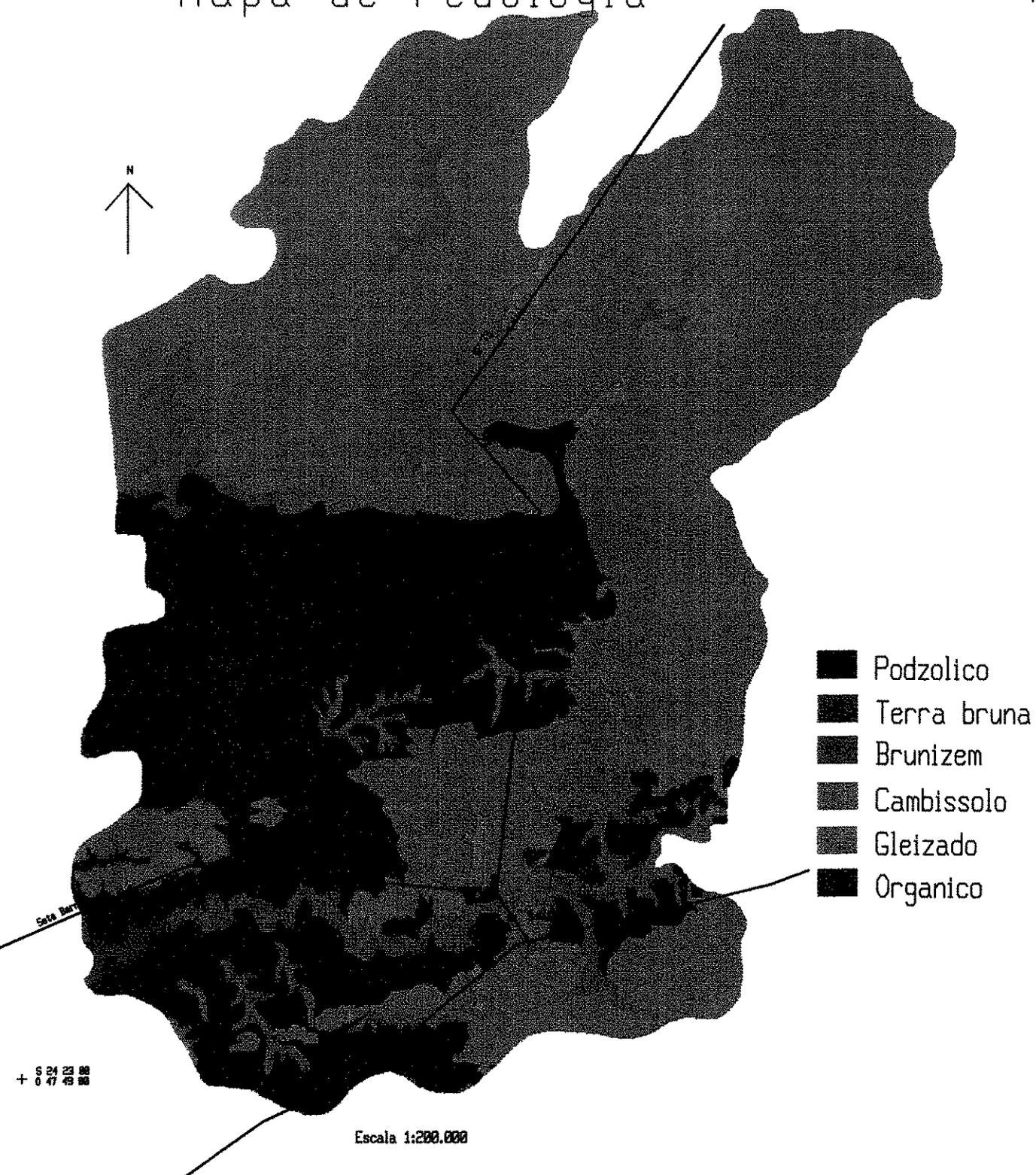
S 24 02 00
+ 0 47 27 00

FIGURA 6.1 - MAPA DE SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO

Na região sul, a menos preservada, ocorre uma combinação de mata alterada, com vegetação de várzea e mata degradada. A mata degradada caracteriza-se pela vegetação arbórea com dossel descontínuo, com forte intervenção antrópica e grande ocorrência de pequenas árvores e arbustos entre a vegetação original. A vegetação de várzea é composta por cobertura vegetal de composição variável, em estado íntegro ou alterado, que ocorrem ao longo dos diques marginais e em locais de inundação periódica.

Em relação ao uso da terra, observa-se a maior ocupação da região centro-sul da área de estudo, sendo o principal eixo do município situado próximo à rodovia Régis Bittencourt, principal corredor de escoamento da produção da região. Ao longo desta rodovia estão situadas inúmeras pequenas e médias propriedades que possuem a cultura de banana, chá e maracujá como principais atividades econômicas. A pecuária também possui alguma representatividade para a economia local, porém somente quando considerada conjuntamente com a produção de bubalinos. Nas margens dos rios observa-se a predominância da cultura da banana. Na região norte, as condições mais adversas de relevo, solos e a precariedade dos corredores de escoamento dificultam a instalação de atividades agrícolas, ocorrendo, no entanto, alguma produção de banana e o desenvolvimento de outras pequenas atividades agrícolas.

6.2.2.3. Geomorfologia

A FIGURA 6.3 apresenta o mapeamento geomorfológico da área de estudo. Pode-se verificar que o relevo da região possui uma combinação de montanhas, morros, morrotes e planícies, definidas em PIRES (1992).

Segundo PIRES (op. cit.), as montanhas apresentam topos estreitos agudos e rochosos, e declividade variando de 30 a 50%. Seus vales são erosivos em "V" abertos profundos.

Os morros possuem topos estreitos, com vales erosivos em "V" nas cabeceiras e planícies fluviais estreitas interrompidas por soleiras. A declividade nesta unidade varia entre 20 e 40%.

Os morrotes caracterizam-se pelos vales erosivos acumulativos, e tipicamente nesta região ocorrem os chamados morrotes em meia laranja, que são formas isoladas circulares por planícies fluviais amplas que possuem canais aluviais meandranes. A declividade desta unidade varia de 20 a 40%.

As planícies compreendem as planícies fluviais e baixos terraços, são terrenos planos, com declividade menor que 2%, estando associadas a áreas alagadas, com predomínio de processos deposicionais.

6.2.2.4. Qualidade da água

O município de Juquiá está localizado na 5ª Zona Hidrográfica do Estado de São Paulo. Conforme discutido anteriormente, não existem dados de qualidade de água para as microbacias que compõem a área de estudo. Portanto, o mapa mostrado na FIGURA 6.4, corresponde ao resultado da aplicação do método sugerido por FARIAS *et al* (1984), de classificação da qualidade dos cursos de água do município baseado na pressão antrópica sofrida por este, gerando assim o mapa potencial de qualidade ambiental. Para tanto, foram adotados os índices mostrados na TABELA 6.2, que relacionam as classes de vegetação e uso da terra que abrangem os rios à qualidade atribuída àquele segmento.

Mapa de Geomorfologia

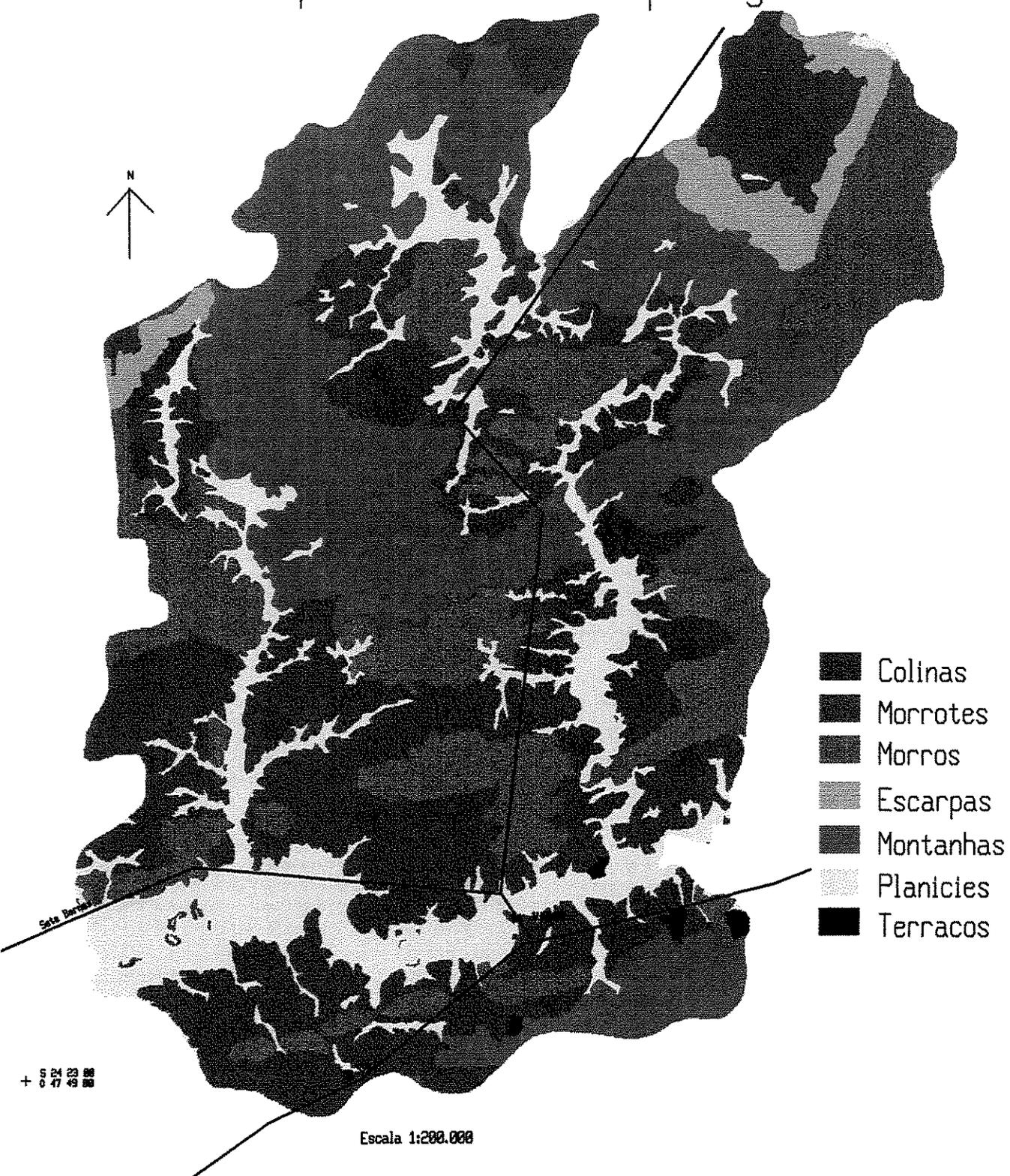
S 24 02 08
+ 0 47 27 08

FIGURA 6.3 - MAPA DE GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO.

TABELA 6.2 INDICATIVOS ATRIBUÍDOS À QUALIDADE DE ÁGUA EM FUNÇÃO DAS CLASSES DE VEGETAÇÃO E USO DA TERRA.

Indicativo de Qualidade de água	CLASSE
3	Mata íntegra
	Mata alterada
	Mata degradada
2	Vegetação arbustivo arbórea
	Vegetação de várzea
	Série sucessional
	Reflorestamento
1	Bananicultura
	Outras culturas
	Campo antrópico
	Solo exposto
	Área urbana / periurbana

Mapa indicativo de qualidade de agua

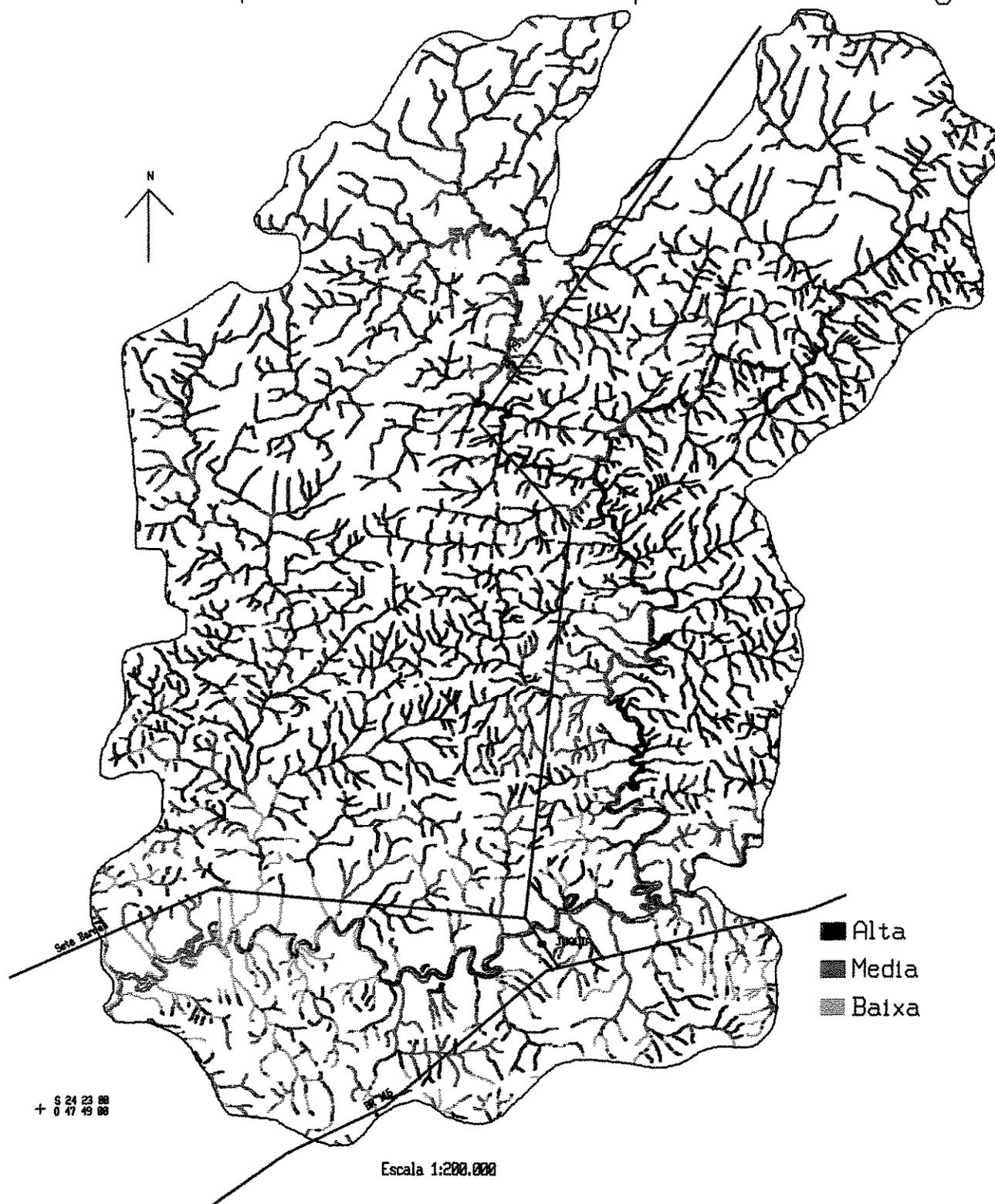
S 24 02 9
+ 0 47 27 08

FIGURA 6.4 - MAPA DE QUALIDADE DE ÁGUA DA ÁREA DE ESTUDO, SEGUNDO FARIAS (1984).

A qualidade da água apresentou relação direta à distribuição da vegetação na área de estudo. A região norte do município, que possui grandes maciços de mata preservados, apresentou uma qualidade de água melhor. Em direção ao sul, ocorre a degradação da vegetação natural e conseqüentemente da qualidade da água, sendo que no extremo sul, região ocupada por empreendimentos agropecuários, a qualidade apresenta-se bem inferior em relação ao norte.

Em virtude da ausência de dados, caracterizou-se a qualidade da água de entrada e de saída de 05 empreendimentos localizados na área de estudo. Para tanto foram realizadas duas coletas em cada um destes empreendimentos (entrada e saída de água dos tanques), em duas épocas do ano (Agosto / 1996 e Fevereiro / 1997), totalizando 20 amostras.

Os empreendimentos visitados, foram indicados pelas associações AQUAJU e UNIDAS por representarem a variedade dos sistemas de produção da área de estudo, tanto em dimensões quanto em técnicas de construção. Porém a localização destes empreendimentos não é exatamente indicada dentro da área do município por questões de sigilo, solicitada pelos proprietários. De forma geral, estes empreendimentos possuem tanques com dimensões variando entre 1 e 18 ha, construídos na forma de barramentos do curso do rio ou desvio deste para alimentação de água dos tanques. Os sistemas de produção variam com o tamanho das propriedades, sendo os sistemas semi-extensivo / extensivo os normalmente adotados pelos proprietários. A alimentação dos peixes é realizada através do fornecimento de ração do tipo extrusada, que garante que não seja jogada uma quantidade excessiva no tanque, causando um aumento da matéria orgânica, uma vez que este tipo de ração possui a característica de boiar sobre a água. Os tipos de peixes mais cultivados na região são (nomes vulgares): Carpa húngara, Pacu, Tambacu e Tilápia, considerados mais aceitos nos mercados consumidores.

Os resultados obtidos nesta análise são apresentados a seguir nas TABELAS 6.3 a 6.10 e nas FIGURAS 6.5 a 6.11. Nos gráficos a sigla ent_sec e ent_chu referem-se às medidas realizadas na entrada dos tanques durante as estações seca e chuvosa respectivamente, e sai_sec e sai_chu, às medidas

realizadas nas saídas dos tanques nas estações seca e chuvosa respectivamente.

- pH

Os valores de pH são mostrados na TABELA 6.1, e o respectivo gráfico na FIGURA 6.5.

TABELA 6.3 VALORES DE PH ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Ph	PROPRIEDADE				
	1	2	3	4	5
ent_sec	6,20	6,74	6,96	6,73	6,72
sai_sec	6,71	7,10	7,12	6,72	7,14
ent_chu	7,33	6,75	7,29	6,95	6,87
sai_chu	6,77	6,96	7,06	7,10	7,28

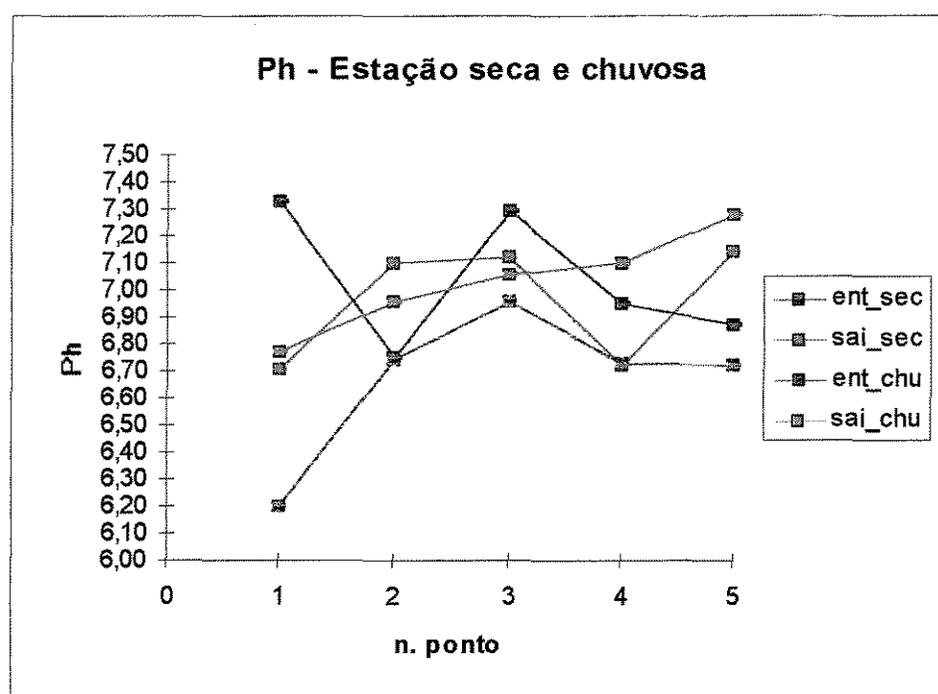


FIGURA 6.5 - GRÁFICO DE REPRESENTAÇÃO DOS VALORES DE PH ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

O pH encontrado nas duas coletas em todas as propriedades apresenta-se dentro da faixa considerada ótima para aquacultura, definida entre 6 e 9, segundo PROENÇA & BITTENCOURT (1994). Somente na propriedade 1 houve uma dispersão maior dos valores de pH, devido provavelmente ao grande tamanho do tanque (6 ha), que dificultava o controle deste fator. As demais propriedades, como apresentavam tanques de menor dimensão, têm um controle de pH mais eficiente.

- **Temperatura**

Os valores de temperatura são mostrados na TABELA 6.4, e o respectivo gráfico na FIGURA 6.6.

TABELA 6.4 VALORES DE TEMPERATURA ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Temperatura (C)	PROPRIEDADE				
	1	2	3	4	5
ent_sec	21,0	24,5	27,0	24,0	24,0
sai_sec	24,0	25,5	27,0	25,0	25,0
ent_chu	27,0	26,0	27,0	27,0	25,0
sai_chu	27,0	27,0	27,0	27,0	27,0

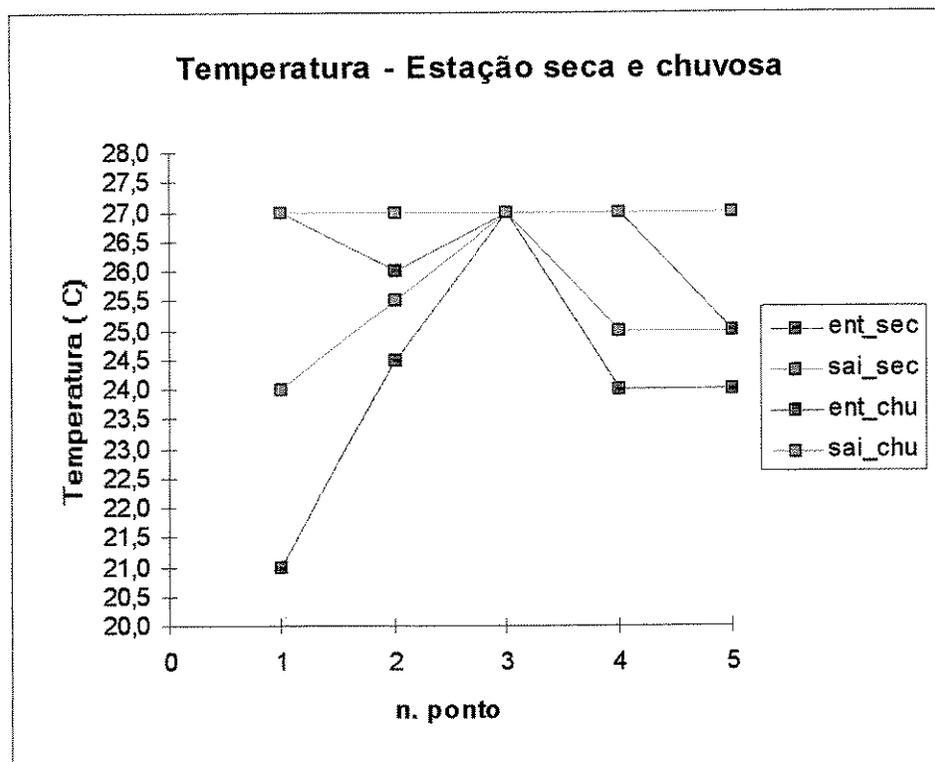


FIGURA 6.6 - VALORES DE TEMPERATURA ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

As temperaturas encontram-se dentro da faixa ideal de conforto térmico (entre 20 e 30° C) para crescimento de espécies tropicais, (cf. PROENÇA & BITTENCOURT, 1994). Mais uma vez a grande dimensão do tanque da propriedade 1 influenciou na estabilização da temperatura ao longo deste. A pequena variação entre a temperatura de entrada e saída identificada na coleta do período de chuvas deve-se ao fato de que o céu encontrava-se nublado durante a coleta, contribuindo para uma menor variação da temperatura.

- **Condutividade**

Os valores de condutividade são mostrados na TABELA 6.5, e o respectivo gráfico na FIGURA 6.7.

TABELA 6.5 VALORES DE CONDUTIVIDADE ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Condutividade (uS)	PROPRIEDADE				
	1	2	3	4	5
ent_sec	93,2	57,4	163,2	86,6	82,4
sai_sec	96,6	120,2	80,8	80,8	158,2
ent_chu	111,6	56,6	269,7	93,2	96,6
sai_chu	94,9	138,2	138,2	79,1	183,2

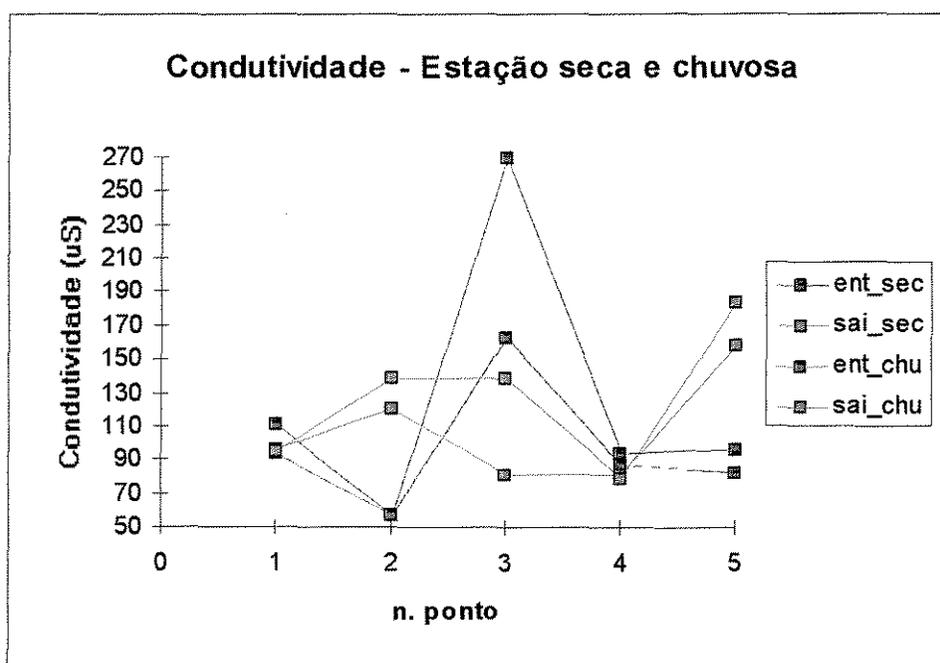


FIGURA 6.7 - VALORES DE CONDUTIVIDADE ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

A condutividade apresentou variação pequena nas propriedades 1 e 4, média nas propriedades 2 e 5, e alta na propriedade 3. Por se encontrarem em área onde não ocorre agricultura, os tanques não estão sujeitos à águas enriquecidas de pesticidas ou fertilizantes, portanto estas variações provavelmente estão associadas à litologia e/ou pedologia da região.

Segundo PORTO et al. (1991) a condutividade das águas superficiais é bastante variada, não se podendo esperar que haja uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos dissolvidos totais, porque as águas naturais não são soluções simples.

- **Oxigênio Dissolvido**

Os valores de oxigênio dissolvido são mostrados na TABELA 6.6, e o respectivo gráfico na FIGURA 6.8.

TABELA 6.6 VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

O.D. (g/l)	PROPRIEDADE				
	1	2	3	4	5
ent_sec	0,005	0,004	0,006	0,005	0,005
sai_sec	0,005	0,006	0,008	0,004	0,003
ent_chu	0,005	0,007	0,004	0,004	0,006
sai_chu	0,004	0,005	0,007	0,006	0,006

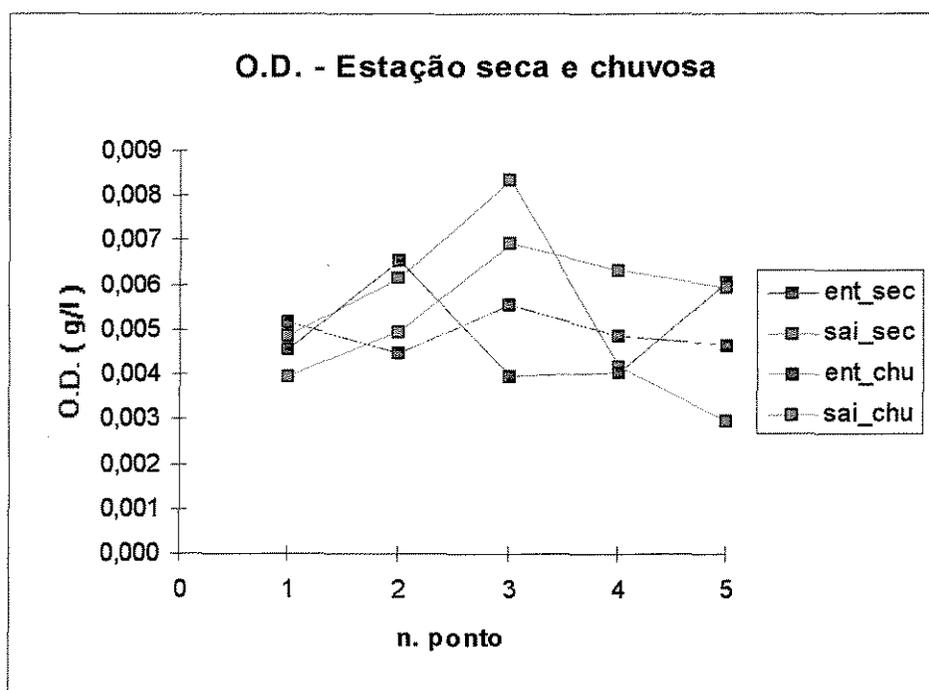


FIGURA 6.8 - VALORES DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Os níveis de oxigênio dissolvido apresentaram-se, de forma geral, estáveis tanto no período de seca quanto no período de chuvas, ocorrendo uma

variação maior na propriedade 3. Cabe ressaltar que em todas elas os tanques eram equipados com aeradores mecânicos, o que contribuía para a manutenção dos níveis de oxigênio. A propriedade 3, por apresentar tanques de menor dimensão e uma concentração menor de peixes/ m², apresentou níveis mais altos de O.D. No entanto, em todas as propriedades, os níveis de O.D. encontravam-se acima do valor de 3 mg/l, considerado um teor suportável para os peixes, segundo PROENÇA & BITTENCOURT (1994).

- **Turbidez**

Os valores de turbidez são mostrados na TABELA 6.7, e o respectivo gráfico na FIGURA 6.9.

TABELA 6.7 VALORES DE TURBIDEZ ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Turbidez (UNT)	PROPRIEDADE				
	1	2	3	4	5
ent_sec	39,30	4,77	14,00	6,93	12,90
sai_sec	19,20	14,30	109,00	12,90	22,70
ent_chu	37,70	8,77	39,60	9,47	7,86
sai_chu	24,40	25,10	90,80	24,90	32,10

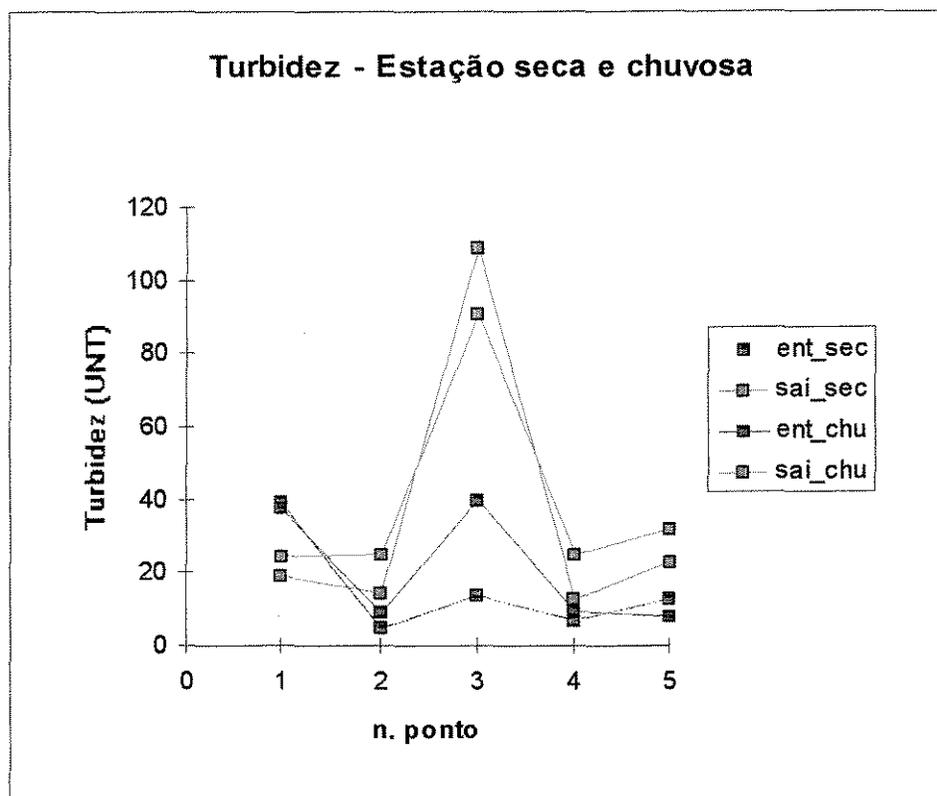


FIGURA 6.9 - VALORES DE TURBIDEZ ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Os níveis de turbidez encontrados nos tanques apresentaram-se praticamente inalterados nas duas coletas em todas as propriedades, com exceção da propriedade 3, que sempre apresentou níveis mais altos. A espécie de peixe cultivada (carpa húngara), que possui o hábito de revolver o fundo, seria a causa de tais valores. PORTO et al (1991) cita que no Brasil admite-se que águas naturais que possuam turbidez de até 100 UNT podem ser utilizadas para abastecimento urbano, demonstrando que os valores deste parâmetro encontrado nestas propriedades encontram-se dentro de padrões aceitáveis, com exceção da água de saída na estação seca da propriedade 3.

• **Sólidos Totais**

Os valores de sólidos totais são mostrados na TABELA 6.8, e o respectivo gráfico na FIGURA 6.10.

TABELA 6.8 VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Sól. Totais (g/l)	PROPRIEDADE				
	1	2	3	4	5
ent_sec	5,362	0,007	0,605	3,009	7,755
sai_sec	3,342	1,928	10,006	1,017	2,014
ent_chu	3,596	5,892	1,476	2,333	1,611
sai_chu	1,005	0,010	1,020	0,013	0,064

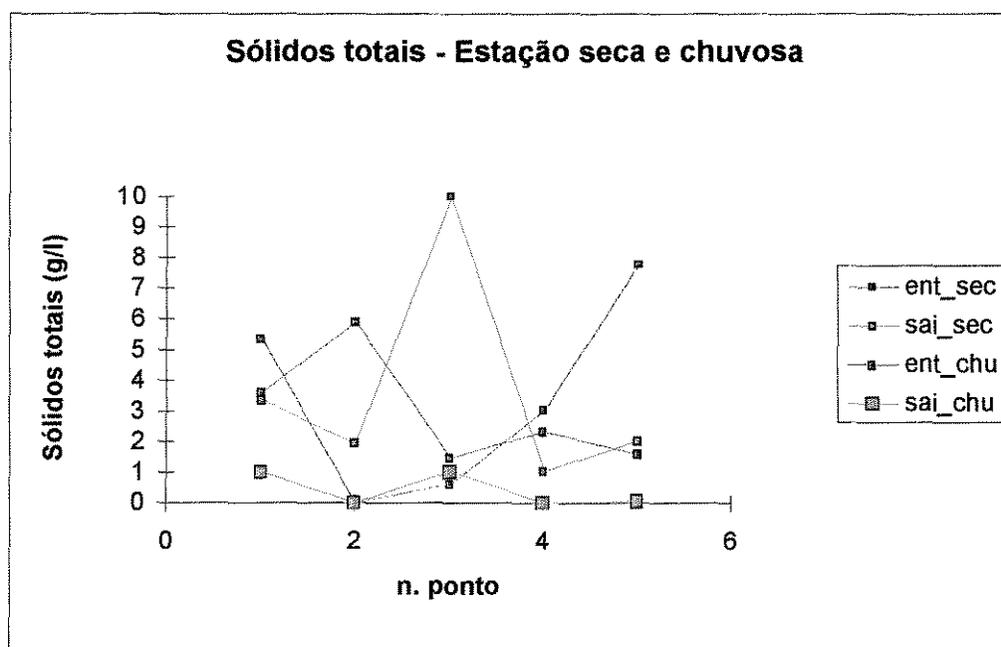


FIGURA 6.10 - VALORES DE SÓLIDOS TOTAIS ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Este parâmetro foi o que apresentou o comportamento mais disperso entre todos, não sendo possível estabelecer uma relação de proporcionalidade com o parâmetro de turbidez, que era esperado. Segundo PROENÇA & BITTENCOURT

(1994) as espécies de peixes tropicais suportam teores de até 10 g/l, sendo que o nível ideal situa-se abaixo de 2 g/l. Portanto, todos os tanques se apresentam dentro desta faixa. A propriedade 3 mais uma vez apresenta o nível mais alto na coleta realizada na saída do tanque durante o período de seca. Mais uma vez o hábito de revolver o fundo da espécie cultivada estaria contribuindo para os elevados níveis de sólidos em suspensão em relação aos demais.

- **Fósforo Total**

Os valores de fósforo total são mostrados na TABELA 6.9, e o respectivo gráfico na FIGURA 6.11.

TABELA 6.9 VALORES DE FÓSFORO TOTAL ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

Fósforo (mg/l)	PROPRIEDADE				
	1	2	3	4	5
ent_sec	0,18	0	0,01	0,01	0,01
sai_sec	0,05	0,02	0,16	0,01	0,08
ent_chu	0,16	0,04	0,21	0,08	0,04
sai_chu	0,10	0,08	0,30	0,13	0,30

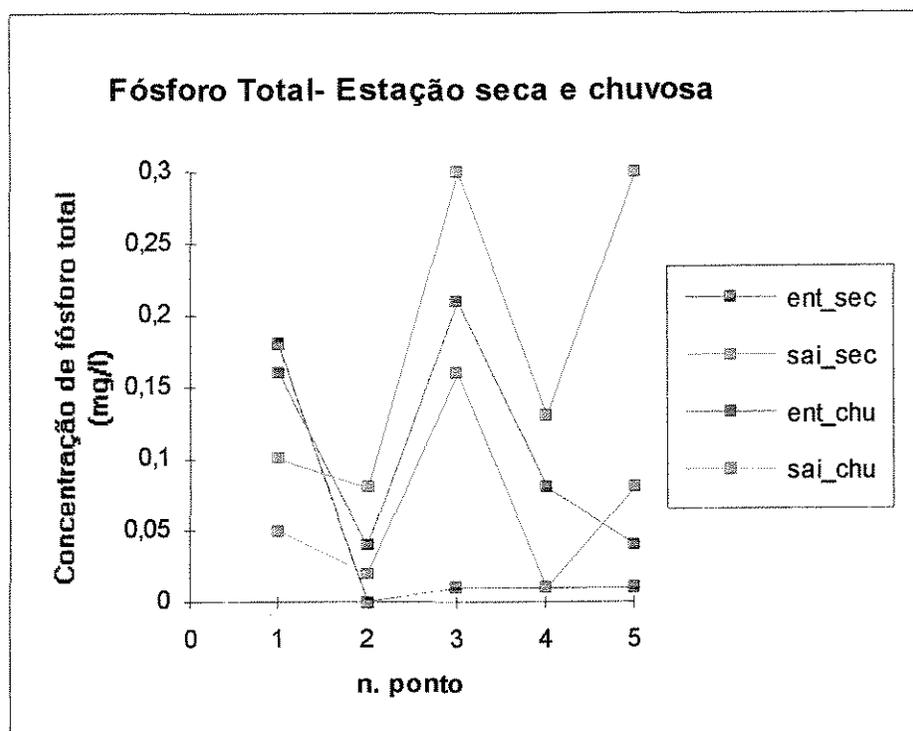


FIGURA 6.11 - VALORES DE FÓSFORO TOTAL ENCONTRADOS EM 5 PROJETOS DE PISCICULTURA ANALISADOS NO MUNICÍPIO DE JUQUIÁ - SP.

O comportamento dos níveis de fósforo encontrados nas saídas dos tanques tanto na estação seca quanto na chuvosa apresentou um comportamento bem definido. O nível encontrado nos tanques de saída do período de seca foram sempre inferiores aos do período da chuva.

Os níveis de fósforo encontrados nas entradas dos tanques no período de seca apresentaram-se como os mais baixo de todos, com exceção da propriedade 1. Já os níveis detectados nas entradas dos tanques no período de chuva foram sempre superiores aos do período de seca, com exceção da propriedade 1.

Tais resultados sugerem a contribuição do sistema para a estabilização deste parâmetro, devido ao comportamento notado nos níveis de saída. Mais uma vez a propriedade 3 apresenta níveis mais elevados do que as demais.

Segundo PROENÇA & BITTENCOURT (1994) um nível de fósforo de 0,02 mg/l previne a floração de algas, mas concentrações menores que 0,003 mg/l indicam nichos ecológicos deficientes em fósforo.

Com a análise dos resultados obtidos, verificou-se a boa qualidade da água utilizada para abastecimento dos tanques e comprovou-se também a boa qualidade da água que sai dos tanques de cultivo destes 05 empreendimentos.

Em relação ao aspecto quantitativo da água dos rios que compõem as microbacias da área de estudo, a TABELA 6.10 mostra uma regularidade de vazão medida nos 05 postos do DAEE, ao longo dos últimos 10 anos. Os valores mostrados representam as médias anuais dos postos, localizados dentro da área do município de Juquiá, dos rios Juquiá, Açungui e São Lourenço. Pode-se verificar que os menores valores foram verificados no ano de 1992 e as maiores vazões no ano de 1996. A ausência de algumas médias na TABELA 6.10 é devido à forma de cálculo das médias pelo sistema do DAEE, que não o faz quando um dado diário não é registrado, e conseqüentemente a média mensal e anual não são calculadas.

TABELA 6.10 VAZÕES MÉDIAS ANUAIS (m³/s)

ANO	Porto de Goiaba	Juquiá	Barra do Acungui	Sítio Jaborandi	Capela do Porto
	<i>(Rio Juquiá)</i>	<i>(Rio Juquiá)</i>	<i>(Rio Juquiá)</i>	<i>(Rio S. Lourenço)</i>	<i>(Rio Açungui)</i>
1987	70,2	120,3	68,0	51,2	22,1
1988	80,5	140,2	76,3	56,0	28,5
1989	83,5	158,1	78,2	66,6	26,2
1990	68,0	118,0	65,5	46,9	21,7
1991	83,0	132,5	77,8	51,4	25,5
1992	58,9	92,2	57,1	35,3	20,3
1993	71,7	111,5	64,5	49,1	23,9
1994	65,4	119,4	---	---	22,2
1995	71,0	128,8	65,6	---	27,0
1996	93,2	174,9	---	89,9	28,8

FONTES: DAAE

6.2.3. Definição do Cenário Potencial para Piscicultura Através da Análise Integrada dos Indicadores

6.2.3.1. Ponderação dos indicadores e das classes mapeadas

Foi realizado o cruzamento das informações obtidas levando-se em consideração o grau de importância (peso) dos indicadores, e também o potencial que cada uma das classes mapeadas apresentava em relação à atividade (TABELA 6.11). Estes pesos, por sua vez, foram obtidos a partir da relativização das notas de 1 a 5, atribuídas a cada uma das classes pelos dez especialistas na área ambiental consultados. Os resultados destas ponderações são mostrados nas TABELAS 6.12 a 6.14.

TABELA 6.11 PONDERAÇÃO DOS INDICADORES

PESO	INDICADOR
80	Geomorfologia
60	Pedologia
40	Cobertura vegetal e uso da terra

Para a pedologia, as classes de solos tipo Latossolo, Cambissolo e Podzólico obtiveram os maiores pesos, enquanto que os tipos Podzol, Orgânico e Litólico foram indicados como os menos adequados ao desenvolvimento da atividade. Segundo PROENÇA E BITTENCOURT (1994), os solos com maior percentual de argila são os que apresentam características técnicas mais adequadas à execução das obras de viveiros de piscicultura. Já os solos orgânicos e os essencialmente pedregosos por apresentarem alta capacidade de infiltração de água, tornam-se inadequados à atividade, inviabilizando a escavação de viveiros. Um outro fator que contribuiu para este resultado foi a

maior aptidão de alguns dos tipos de solos da região para o desenvolvimento de agricultura.

Cabe destacar que existem soluções que podem viabilizar tecnicamente a execução de viveiros em solos ditos inadequados, porém isto implica em ônus adicionais ao investimento e ao ambiente, em função da necessidade da impermeabilização dos viveiros com material de empréstimo, além de exigir uma compactação mais criteriosa.

TABELA 6.12 PESOS DAS CLASSES DE PEDOLOGIA

Classes	analista a 1	analista 2	analista 3	analista 4	analista 5	analista 6	analista 7	analista 8	analista 9	analista 10	Peso relativizado
Latossolo	4	5	4	4	5	3	4	4	4	3	0,16
Podzólico	5	4	5	4	4	5	5	4	5	5	0,18
Terra bruna	2	2	3	2	1	2	3	2	3	2	0,08
Podzol	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,04
Brunizem	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2	0,06
Cambissolo	4	3	4	5	4	4	4	5	4	4	0,16
Gleizado	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	0,10
Orgânico	1	2	3	3	2	1	2	3	2	1	0,08
Litólicos	1	2	1	1	1	2	1	1	1	2	0,05
Aluviais	2	3	2	2	2	3	2	3	2	3	0,09
	25	26	28	26	24	24	26	26	27	26	1,00

TABELA 6.13 PESOS DAS CLASSES DE GEOMORFOLOGIA

Classes	analista	Peso relativizado									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Colinas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,06
Morrotes	2	2	1	2	1	1	2	1	2	2	0,09
Morros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,06
Cristas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,06
Escarpas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,06
Montanhas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,06
Rampas	3	4	2	3	4	4	2	3	3	2	0,18
Planícies	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,30
Terraços	2	2	2	2	2	4	3	2	2	2	0,14
	17	18	15	17	17	19	17	16	17	16	1,00

O resultado desta ponderação mostra as planícies como áreas mais indicadas ao desenvolvimento da piscicultura, seguidas pelas áreas de rampas e terraços. Evidentemente esta classificação está relacionada à declividade de cada uma destas classes, indicadas anteriormente neste trabalho. Todos os tipos de relevo considerados nesta ponderação ocorrem na região do Vale do Ribeira.

Este indicador está intimamente ligado aos custos de instalação de um empreendimento, uma vez que define o nível de movimentação de terra para a construção dos viveiros, a distribuição destes no terreno, e também gastos relacionados a infra-estrutura como tubulações, estradas de acesso, e transporte de energia elétrica.

TABELA 6.14 PESOS DAS CLASSES DE COBERTURA VEGETAL E USO DA TERRA

Classes	analista	Peso relativizado										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Mata íntegra	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,12
Mata alterada	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	0,12
Mata degradada	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	0,11
Veg. arb. arbórea	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,10
Veg. várzea	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,10
Série sucessional	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0,10
Campo antrópico	5	5	4	5	4	4	5	5	4	4	4	0,11
Solo exposto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,02
Reflorestamento	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0,07
Bananicultura	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,05
Outras culturas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0,05
Área urbana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,02
Área periurbana	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,02
	41	41	41	42	40	39	41	42	41	41	41	1,00

As classes de mata receberam os maiores pesos principalmente por estarem relacionadas à qualidade das águas dos rios. Nota-se um decréscimo dos pesos à medida que a cobertura vegetal encontra-se mais degradada ou ausente. As áreas urbanas e periurbanas foram consideradas as menos indicadas para a instalação dos empreendimentos.

As classes de todos os indicadores foram posteriormente reagrupadas em 03 grupos (alto, médio e baixo potencial), com o objetivo de definir áreas com diferentes potenciais para a piscicultura. Para esta redistribuição foi considerado que estas apresentavam distribuição linear, uma vez que os especialistas sempre atribuíram notas de 1 a 5 para as diferentes classes. Desta forma os intervalos de valores de pesos que definiram as novas classes foram constantes para cada indicador, conforme mostra a TABELA 6.15.

TABELA 6.15 REAGRUPAMENTO DAS CLASSES DOS INDICADORES

INDICADOR	INTERVALOS DEFINIDOS	Potencial	CLASSES AGRUPADAS
Vegetação / Uso	0,020 - 0,049	Baixo	Solo exposto Bananicultura Outras culturas Área urbana Área periurbana
	0,050 - 0,079	Médio	Reflorestamento
	0,080 - 0,120	Alto	Mata íntegra Mata alterada Mata degradada Veg. arb. arbórea Veg. de várzea Série sucessional Campo antrópico
Geomorfologia	0,060 - 0,139	Baixo	Colinas Morrotes Morros Cristas Escarpas Montanhas Terraços
	0,140 - 0,219	Médio	-
	0,220 - 0,300	Alto	Planícies
Pedologia	0,040 - 0,089	Baixo	Terra bruna Podzol Brunizem Orgânico Litólicos Aluviais
	0,090 - 0,139	Médio	Gleizado
	0,140 - 0,180	Alto	Latossolo Podzólico Cambissolo

Analisando-se o resultado da reclassificação dos indicadores obtido, observa-se a tendência entre os especialistas de dividirem as classes dos indicadores sempre em duas grandes categorias, de alto e baixo potencial. A categoria médio potencial sempre abrange a menor área entre as classes dos indicadores. Na reclassificação da geomorfologia esta categoria não aparece devido a não ocorrência da classe rampa na área de estudo.

6.2.3.2. Definição do Cenário Potencial

Com base nos pesos atribuídos e na reclassificação adotada, foi realizado o cruzamento da pedologia com a geomorfologia, gerando o mapa intermediário de potencial pedológico-geomorfológico para a piscicultura (FIGURA 6.12). Posteriormente este mapa foi cruzado com o de cobertura vegetal e uso da terra, dando origem ao mapa de potencial da área de estudo para a piscicultura, mostrado na FIGURA 6.13.

Pedologia X Geomorfologia - Potenciais

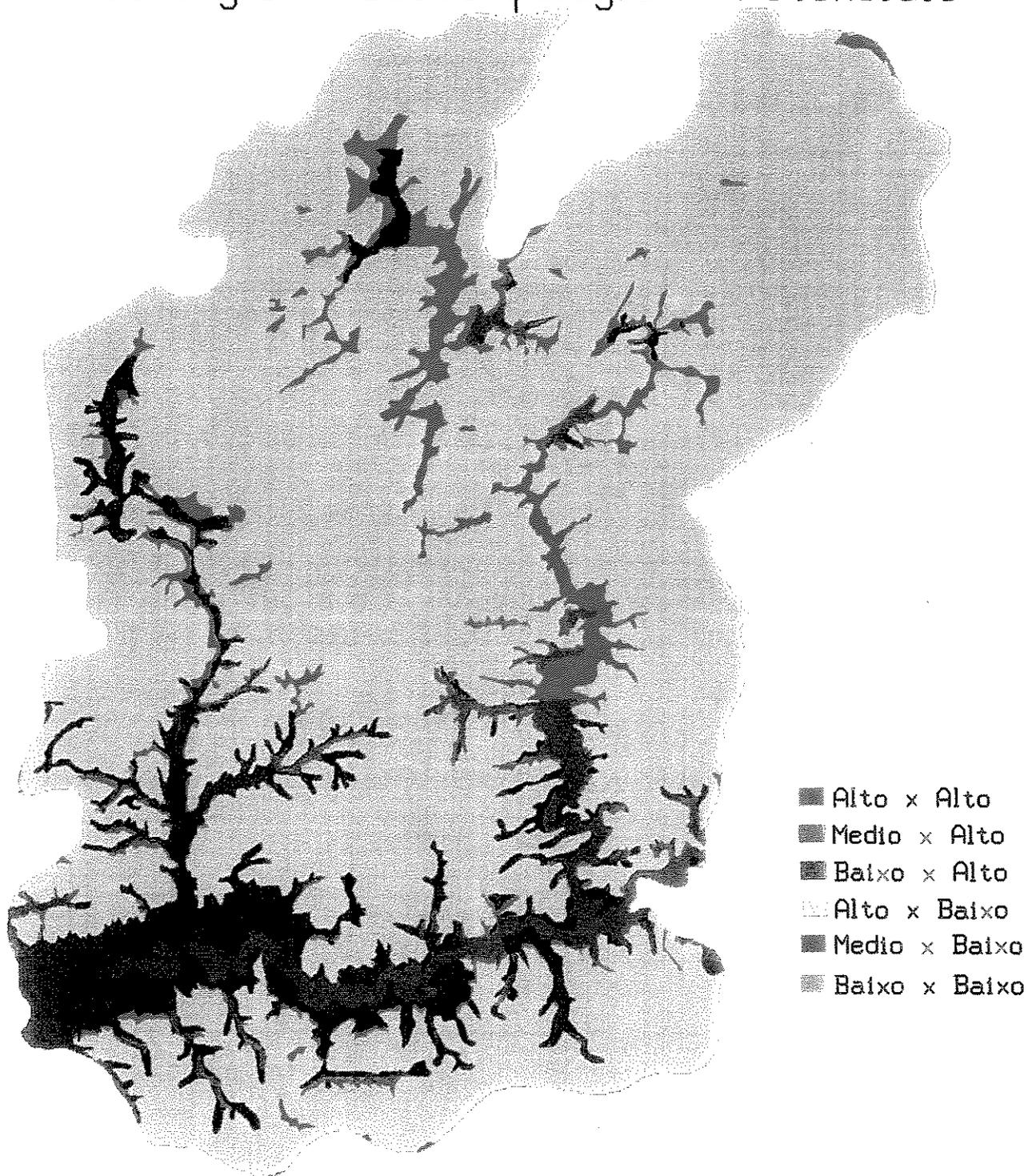


FIGURA 6.12 - MAPA INTERMEDIÁRIO DE POTENCIAL PEDOLÓGICO-GEOMORFOLÓGICO PARA PISCICULTURA DA ÁREA DE ESTUDO.

As áreas de maior potencial pedológico-geomorfológico concentraram-se na região norte, resultantes da combinação de solos tipo latossolo, podzólico ou cambissolo, com as áreas de planície. Na região sul houve o predomínio da categoria baixo / alto potencial, resultante da combinação de solos do tipo terra bruna, podzol, brunizem, orgânico, litólicos ou aluviais com áreas de planícies. Nesta região também ocorre um corredor da categoria médio / alto, resultante da combinação de solo tipo gleizado com área de planície, novamente determinado pelo tipo de solo, em razão da não ocorrência da categoria médio para a geomorfologia.

O mapa de potencial da área de estudo para a piscicultura é mostrado na FIGURA 6.13. Este mapa é resultante do cruzamento do potencial pedológico-geomorfológico com a cobertura vegetal e uso da terra. Nesta etapa, o indicador intermediário (potencial pedológico-geomorfológico) recebeu como peso a média dos pesos dos indicadores, e suas classes foram ponderadas de 1 a 9, sendo que a classe alto / alto recebeu o maior peso (9), e a baixo / baixo o menor peso (1).

A área foi dividida em 5 categorias de potencial para a piscicultura: excelente, bom, médio, baixo e muito baixo. Destas somente a categoria muito baixo potencial não ocorreu.

O mapa indica o predomínio da categoria "bom potencial", definido pela combinação do potencial pedológico-geomorfológico alto / baixo com o potencial alto da vegetação-uso da terra. A categoria de potencial excelente concentra-se ao norte da área de estudo, resultante da combinação do potencial alto pedológico-geomorfológico com o potencial alto de vegetação-uso da terra. Ao sul concentra-se a categoria de médio potencial, determinado pela combinação do potencial pedológico / geomorfológico alto / baixo com o potencial baixo de vegetação-uso. As áreas de baixo potencial concentraram-se ao extremo sul da área de estudo, como resultado da combinação do potencial baixo / baixo pedológico-geomorfológico com o potencial baixo de vegetação-uso.

Mapa de potencial para a piscicultura

S 24 82 86
+ 0 47 27 86

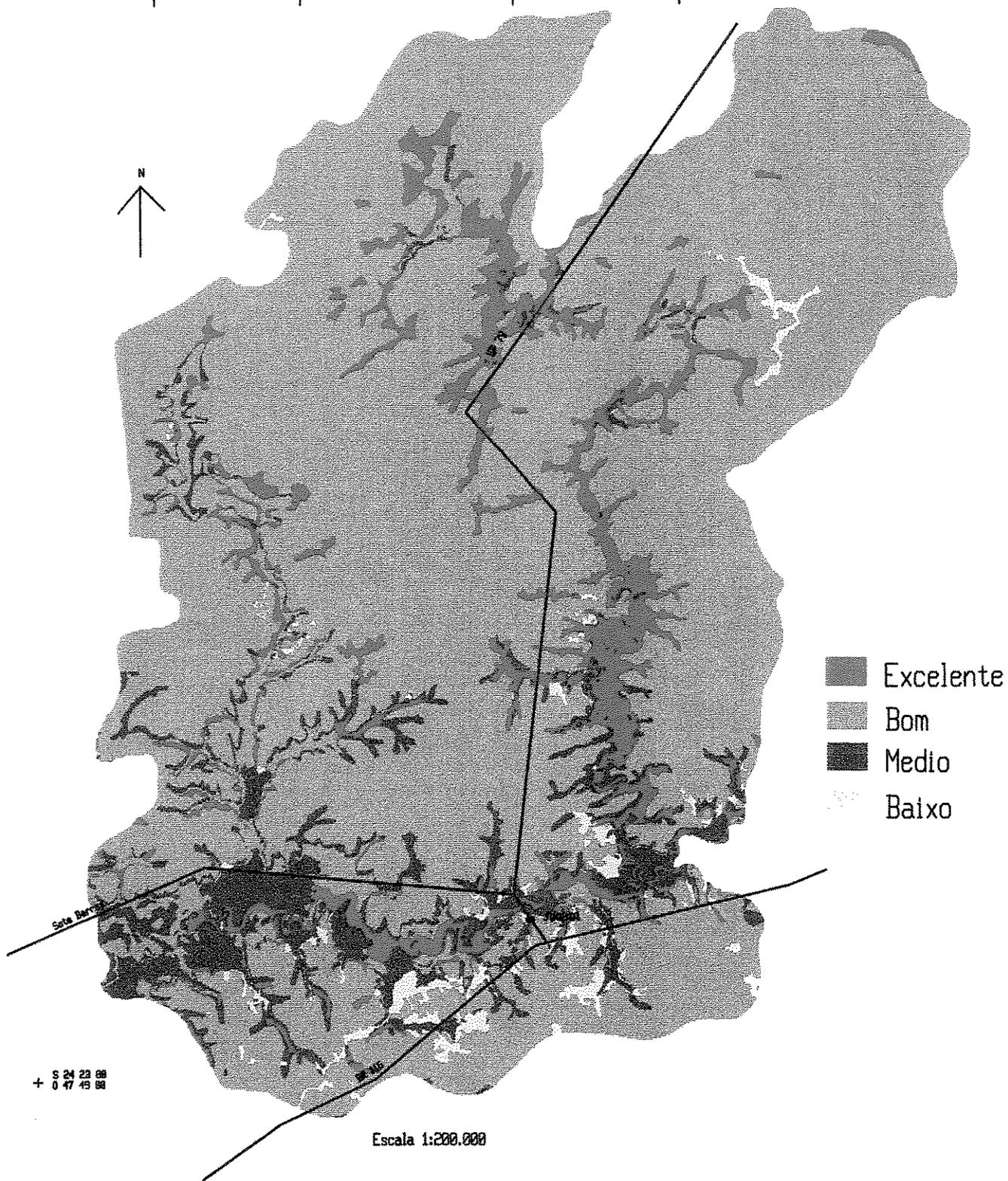


FIGURA 6.13 - MAPA DE POTENCIAL DA ÁREA DE ESTUDO PARA A PISCICULTURA.

Nesta análise verifica-se a relação direta do potencial da área para a piscicultura com o tipo de vegetação ocorrente. Na região norte da área de estudo predominam as áreas de mata densa, com uma transição em direção ao sul para mata alterada / degradada e o uso intenso da terra no extremo sul.

A diferença no rigor de definição dos limites das classes durante o mapeamento destes indicadores, muitas vezes gerou fragmentos de categorias não representativos na escala de trabalho, devendo ser desconsideradas na análise deste mapa.

Apesar de não ter sido escopo deste trabalho a realização de uma análise de proximidade das áreas de maior potencial de piscicultura em relação às principais vias de acesso, o resultado aponta a existência desta correlação, sendo um fato extremamente positivo para a atividade, levando-se em conta a necessidade de escoamento rápido da produção, por tratar-se de um produto altamente perecível.

De forma geral, as áreas encontradas não podem ser agrupadas em zonas distintas, porém apresentam uma certa organização em corredores. Esta distribuição apresenta algumas vantagens como: centralização da atividade porém sem adensamento, construção de infra-estrutura para incremento e escoamento da produção beneficiando um maior número de empreendimentos, e melhores possibilidades de execução de programas de monitoramento de qualidade de água.

Também se corrobora a confirmação da proposta das associações locais de piscicultores, de transformar a via que liga Juquiá a Sete Barras na "Estrada do Peixe", uma vez que este eixo encontra-se inserido em um região de potencial médio a bom, além da proximidade à sede municipal de Juquiá e da principal via de acesso da região, a BR 116.

6.3. RELAÇÃO ENTRE O CENÁRIO POTENCIAL E ATUAL PARA A PISCICULTURA: ACERTOS E CONFLITOS

A FIGURA 6.14 mostra as áreas de ocorrência de empreendimentos de piscicultura na área de estudo. As áreas foram definidas a partir de informações das associações de piscicultores de Juquiá. Como pode ser visto, as áreas de ocorrência encontram-se dispersas no município, muitas vezes distantes das principais vias de acesso. Deve-se ressaltar que alguns dos principais impactos observados em campo, como erosão e assoreamento, estão muito ligados a construção e operação de vias de acesso mal planejadas e mal conservadas. A erosão aqui referida é localizada pontualmente em diversos locais da infraestrutura construída, sendo que não foi objeto deste trabalho a análise da erosão da microbacia do curso de água no qual se localiza o empreendimento.

A FIGURA 6.15 apresenta a sobreposição das áreas de ocorrência de empreendimentos sobre o mapa de potenciais da área para a piscicultura. Observa-se que a maior parte dos empreendimentos encontram-se em áreas de bom potencial, considerados como acertos de localização. Somente a região extremo Sul do município (FIGURA 6.14) encontra-se inserida em uma região de baixo potencial, indicando um conflito de localização. Basicamente, o que determina o baixo potencial desta área é o indicador uso da terra, uma vez que esta área apresenta alta concentração de atividades agrícolas.

Apesar dos empreendimentos estarem, de forma geral, bem localizados em termos de potencial à atividade piscicultura, durante as visitas de campo realizadas, foram identificados impactos no meio físico-biótico relacionados principalmente a erosão, assoreamento dos cursos de água, invasão de espécies exóticas, e desmatamentos. Então, considerando que os empreendimentos estão localizados em regiões que apresentam condicionantes ambientais favoráveis à implantação da atividade, a ocorrência dos impactos pode ser principalmente atribuída a problemas nos processos construtivos das instalações, como os identificados por SOUZA *et al* (1997) na análise de nove empreendimentos de piscicultura na região do Vale do Ribeira - SP.

Neste trabalho os autores identificam os seguintes impactos negativos mais freqüentes na região, tanto nos empreendimentos construídos no curso do rio (barragens), quanto nos construídos fora do curso do rio (tanques): o assoreamento dos cursos de água, o povoamento dos rios por espécies exóticas à região, e a erosão, sempre causados por problemas de construção das instalações.

Estes autores identificam como principal problema de construção a execução da drenagem individual. Nos empreendimentos por ele visitados, foram verificados vários problemas relacionados com os monges (estruturas utilizadas para controlar o nível da água do reservatório) apresentando sistemas de escoamento deficientes. Tal fato pode levar ao extravasamento e rompimento da barragem, causando a fuga de espécies exóticas, e mesmo contribuindo para o assoreamento do curso de água. Outro problema identificado foi em relação a tubulação de drenagem que traspassa o aterro. No caso de vazamentos nesta estrutura o aterro pode ser bastante danificado, podendo também chegar ao rompimento. A erosão, causadora de problemas de assoreamento, foi identificada pelo autor nos seguintes pontos da obra: no corte não planejado realizado em morros, para extração de material de empréstimo para a construção das barragens; e nos taludes de montante dos diques, causada por falta de estabilidade devido a alta declividade utilizada e falta de compactação. Desta forma, o material utilizado na construção das barragens e tanques é transferido para dentro destes, que por sua vez os transfere para os cursos de água.

Pode-se constatar em campo que a definição do local é outra atividade impactante. Segundo os autores op. citados, a instalação de tanques em vales que possuam taludes mais acentuados que o indicado, apresentam problemas de erosão e riscos de extravasamento, uma vez que em regiões com declividades mais fortes as vazões maiores são atingidas mais facilmente.

Áreas de ocorrência de empreendimentos

+ 9 24 82 88
+ 0 47 27 88

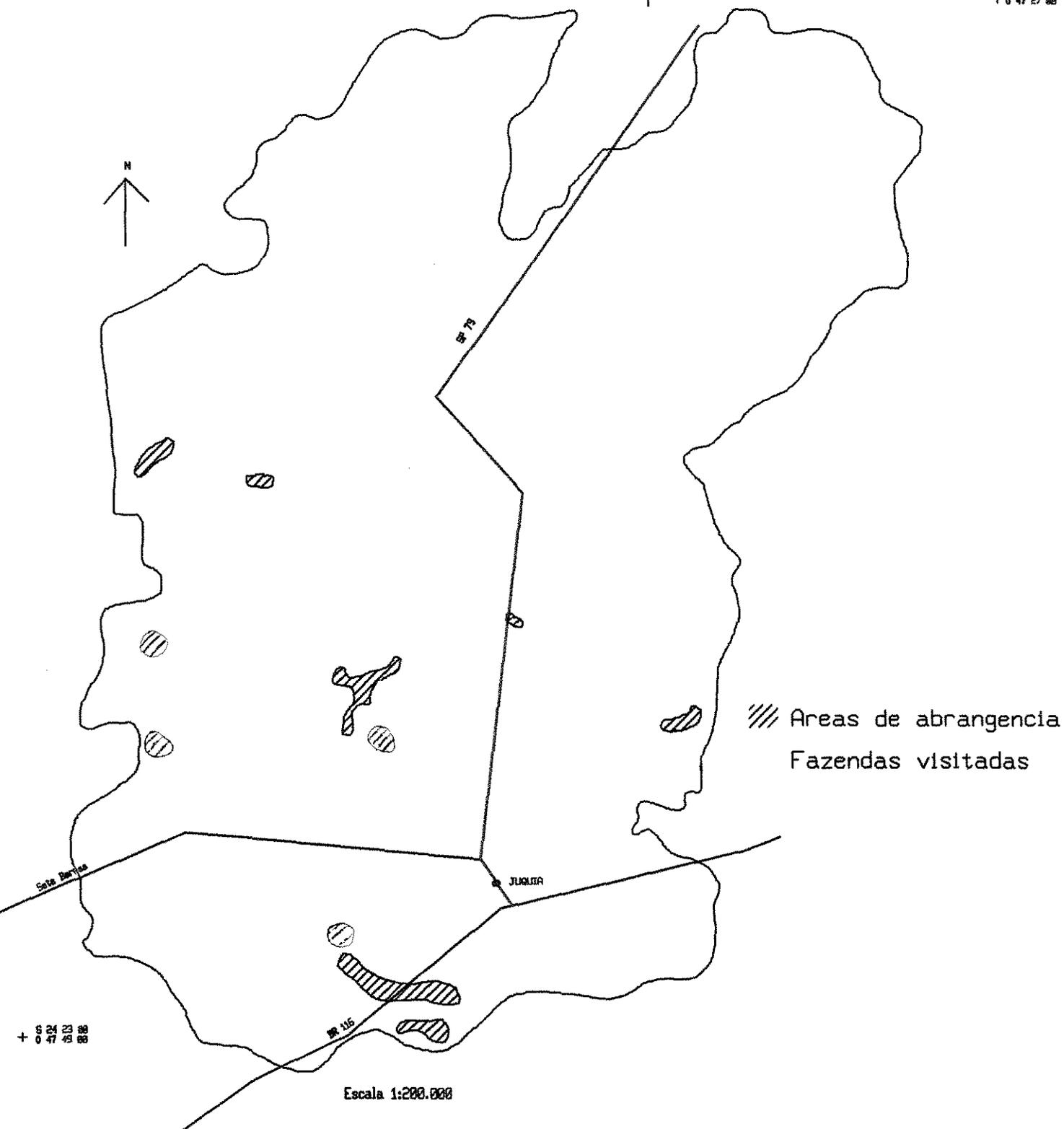


FIGURA 6.14 - MAPA DE ÁREAS DE OCORRÊNCIA DOS EMPREENDIMENTOS DE PISCICULTURA NA ÁREA DE ESTUDO.

Cenário potencial e real

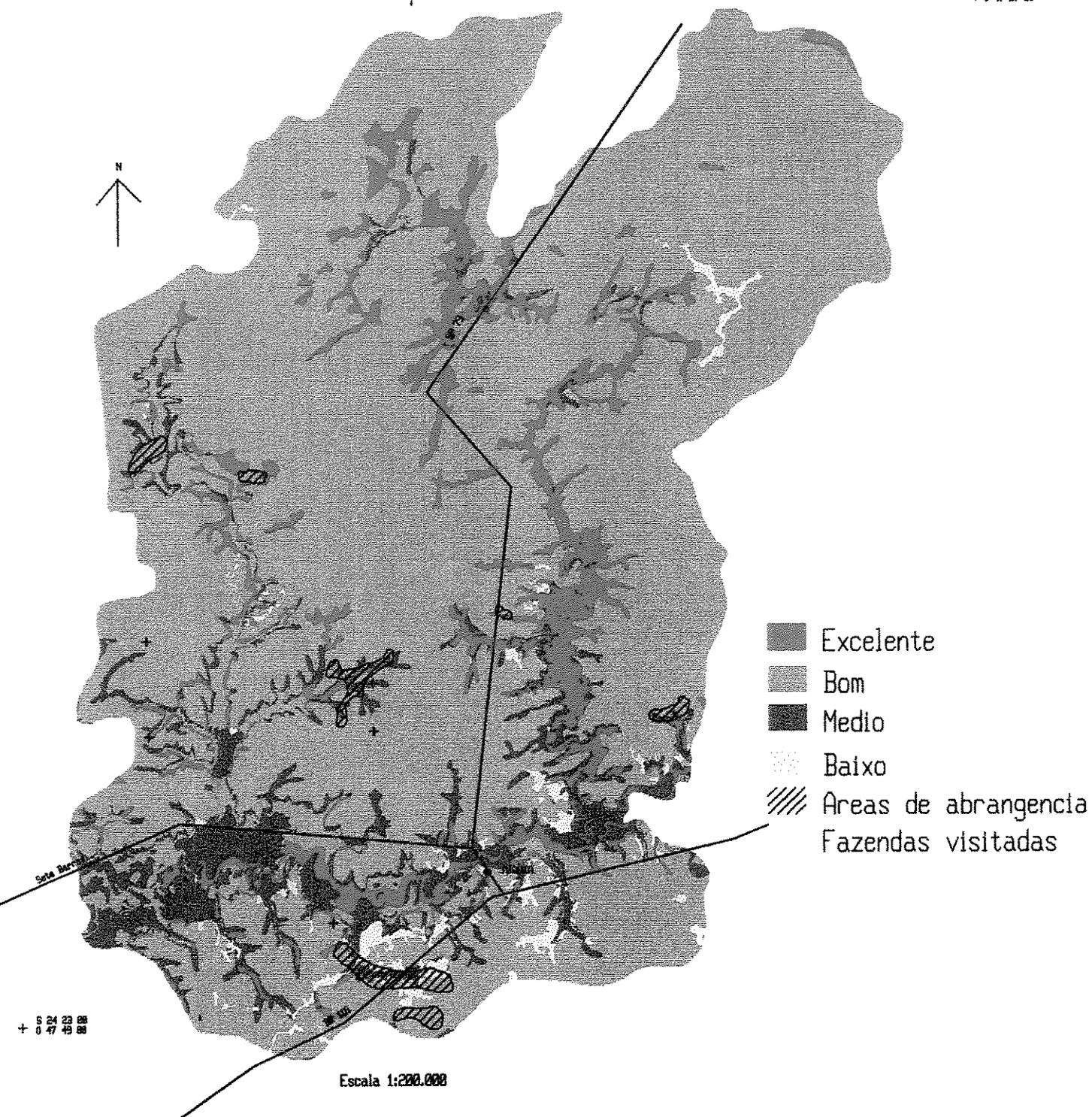
S 24 23 88
+ 0 47 27 88

FIGURA 6.15 - MAPA DE ÁREAS DE OCORRÊNCIA DOS EMPREENDIMENTOS SOBREPOSTO AO POTENCIAL PARA A PISCICULTURA.

A utilização de técnicas inadequadas de compactação pode ser causadora de rompimentos e conseqüente fuga de espécies exóticas dos tanques. O custo associado a esta etapa da construção é atribuída pelo autor, como principal fator limitante, o que leva à utilização de equipamentos inadequados, de menor custo, nesta etapa da obra.

Como já citado, outra atividade impactante observada foi a construção de estradas vicinais de acesso, para o escoamento da produção. Muitas vezes não são respeitados os padrões mínimos nos cortes de morros, gerando taludes instáveis, sujeitos à erosão e quebra em épocas de chuvas.

Em todos os empreendimentos visitados em campo foram verificados os problemas de construção acima mencionados. Este fato vem reforçar a afirmação de que a origem dos impactos gerados por esta atividade está diretamente ligada às técnicas de construção utilizadas, uma vez que todos eles encontram-se em áreas de médio a bom potencial para a piscicultura. O ANEXO1 ilustra os principais impactos identificados.

De forma conclusiva, pode-se afirmar que, em relação ao aspecto da conservação dos principais atributos físico-bióticos da região em estudo, há a possibilidade de instalação desta atividade em grande parte da área de estudo, desde que se considere os aspectos técnicos de construção indicados por SOUZA *et al* (1997).

A seguir são definidas as melhores áreas para a instalação de empreendimentos, bem como indicadas as medidas a serem adotadas para o pleno desenvolvimento desta atividade no município.

6.4. DEFINIÇÃO DE ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E DIRETRIZES FINAIS PARA A PISCICULTURA

6.4.1. Seleção e Hierarquização de Alternativas Locacionais

A definição e hierarquização de alternativas locacionais é resultante da interpretação do mapa de potenciais para a piscicultura, elaborado no item 6.2.3.2. Nesta análise foram considerados, além da distribuição dos potenciais encontrados da área de estudo, os aspectos de qualidade de água e facilidade de acesso.

Desta forma, as melhores áreas para implantação de empreendimentos de piscicultura localizam-se nas zonas classificadas com excelente potencial para a piscicultura, na região leste / norte do município, paralela a rodovia SP 79, que apresenta boa qualidade de água e encontram-se dispostas em forma de corredor, característica extremamente positiva, conforme discutido anteriormente.

Em seguida ficam as áreas na região sul do município, em direção à Sete Barras. Esta área além de possuir classificação de potencial médio a excelente, possui duas importantes vias de acesso, e localização próxima a Juquiá. A qualidade da água nesta região apresenta-se mais baixa em relação à anterior, causado pela ausência de vegetação. No entanto, empreendimentos localizados nesta região desempenharão um papel importante no controle deste indicador, pois poderão servir de instrumentos para o monitoramento da qualidade da água que vem da parte superior da bacia. Outro aspecto que deve ser considerado para esta área é a declividade do terreno, que requer atenção especial para os riscos de inundação.

A região oeste / norte do município apresenta-se como a terceira melhor área para o desenvolvimento da atividade. Apesar de também ocorrerem áreas de potencial médio a excelente e a boa qualidade da água, esta região do município apresenta o aspecto infra-estrutura mais desfavorável em relação às áreas apontadas anteriormente. As vias de acesso existentes são estradas locais

estreitas, normalmente em precárias condições de manutenção. Em função do aspecto perecível do produto, as vias de acesso devem garantir um escoamento rápido e seguro da produção.

Em último classifica-se a região extremo sul do município, onde há a maior concentração de áreas de baixo potencial, causadas pela intensa ocupação da área por empreendimentos de agricultura.

6.4.2. Formulação de Diretrizes Finais

As diretrizes a serem apresentadas foram estabelecidas com o objetivo de orientar as ações dos empreendedores de forma promover o desenvolvimento da atividade de piscicultura na região, sem prejuízo ao meio físico e biótico.

Na análise dos resultados, observou-se que o principal problema associado à atividade está relacionado às técnicas de construção, uma vez que os condicionantes físicos e bióticos definiram um cenário favorável ao desenvolvimento da atividade. Para amenizar e / ou solucionar os conflitos identificados, foram sugeridas as seguintes diretrizes:

- Criar um comitê de licenciamento e fiscalização de empreendimentos formado por representantes das vertentes envolvidas (DAEE, SMA, DEPRN, IBAMA, e ASSOCIAÇÕES), visando a definição de uma política de desenvolvimento da piscicultura na região baseada em objetivos comuns;
- Realizar acompanhamento técnico em todas as etapas da implantação do empreendimento, desde o planejamento até a operação;
- Realizar obras de infra-estrutura básica, como melhoria em vias de acesso e transmissão de energia elétrica, nas áreas que apresentaram potencial favorável ao desenvolvimento da piscicultura na região oeste do município;
- Estabelecer um sistema de monitoramento da qualidade da água dos rios da região, de forma a garantir ou melhorar os níveis hoje encontrados;

- Implantar programas de preservação das áreas de nascentes, de mata natural e de relevante interesse ecológico,;
- Implantar programas de recuperação da vegetação em áreas próximas aos rios (matas ciliares);
- Incentivar o cultivo de espécies locais em escala comercial;

7. CONCLUSÃO

Através dos dados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que os indicadores selecionados mostraram-se eficientes para a definição do potencial da área de estudo para a implantação da atividade. Através do cruzamento deste cenário com o cenário real, verificou-se que os empreendimentos hoje instalados encontram-se em áreas de médio a excelente potencial.

Foram identificados impactos ao meio físico e biótico nos empreendimentos visitados em campo, apesar da localização destes em áreas com potencial favorável à implantação desta atividade. O principal fator causador destes impactos foi identificado na utilização de técnicas inadequadas na construção das barragens e viveiros dos empreendimentos.

O cenário potencial definido sugere a criação de um corredor de desenvolvimento da atividade na região leste do município, indicada como principal área de desenvolvimento desta atividade. A região sul da área também apresentou condições favoráveis à piscicultura, encontrando-se próxima às principais vias de acesso da região, importantes para o escoamento da produção. Áreas de baixo potencial para a piscicultura foram localizadas no extremo sul do município, devido, principalmente, ao uso da terra por atividades de agricultura, com o cultivo de banana, chá e maracujá.

Em relação a disponibilidade e qualidade de água, a região apresenta uma densa rede hídrica, que oferece água de boa qualidade para a piscicultura. Cabe destacar o resultado da análise da água utilizada nos tanques dos 05 empreendimentos visitados, que confirmam, para estes empreendimentos, a manutenção da qualidade pela atividade, em níveis aceitáveis para sua utilização em outros fins. Relacionado a este aspecto, o trabalho de campo demonstrou que tanques de menores dimensões apresentam uma maior facilidade para a manutenção dos parâmetros de qualidade da água, bem como agilizam a despesca (retirada dos peixes) para comercialização.

Desta forma, pode-se afirmar que foram atingidos os objetivos propostos para este trabalho, cuja metodologia mostrou-se adequada para a realização de estudos de planejamento ambiental.

A escala original adotada no trabalho de 1:50.000 pareceu ser perfeitamente aplicável aos objetivos definidos, permitindo a identificação e hierarquização das melhores áreas para o desenvolvimento da atividade.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio ambiente e Desenvolvimento. Resumo em português. Secretaria de Estado do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. São Paulo, 1992, 46 p.

ALABASTER, J.S. Report of EIFAC. Workshop on fish farm effluents. In: PILLAY, T.V.R. Aquaculture and Environment, Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992, 189 p.

ALVES, A.R., LAPOLLI, E.M., LUZ, V.J.P. Integração de imagens multiespectral e pancromática SPOT visando ao estudo de áreas urbanas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., Curitiba, 1993. Anais. v.1, p. 001-006.

AWWA - APHS. Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 15º edição. New York.

BEVERIDGE, M.C.M. Cage and pen fish farming. Carrying capacity models and environmental impact. In: Kestemont, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture*, 129:347-372, 1995.

BRANCO, C. Energia Elétrica e o Capital Estrangeiro no Brasil. Alfa Omega, 1975, 136 p.

BUTZ, I. Situation of fish-farm effluents in Austria. In: KESTEMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture*, 129:347-372, 1995.

- CÂMARA, G. & FREITAS, U.M. Perspectivas em sistemas de informação geográfica. In: Simpósio sobre CAD/CAM e Computação Gráfica, SOBRACON, São Paulo, 1995. Anais v.1, p 030-035.
- CONYERS, D. & HILLS, P. An introduction to Development Planning in the Third World. Chichester, John Wiley & Sons, 1984, 271 p.
- COVINGTON, W.W., WOOD, D.B., YOUNG, D.L., DYKSTRA, D.P., GARRET, L.D. TEAMS: A decision support system for multiresource management. *Journal of Forestry*, 86:25-33, 1988.
- CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS. Plano Estadual de Recursos Hídricos : primeiro plano do Estado de São Paulo. DAEE, São Paulo, 1990, 137 p.
- DENÈGRE, J. Technological progress in geographical research: recent developments in satellite remote sensing and geographical information systems. *Mapping Sciences and Remote Sensing*, 31(1):3-12, 1994.
- DUTRA, L.V. & MENESES, P.R. Aplicação da transformação IHS para realce de cores em imagens LANDSAT. In: Simpósio Latino-americano de Sensoriamento Remoto, 1., Gramado, 1986. Anais. V.1, p.675-681.
- EHLERS, M. Application of SPOT data for regional growth analysis and local planning. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 56(2):175-180, 1990.
- ESCADA, M.I.S. & KURKDJIAN, M.L.N.O. Utilização de tecnologia de Sensoriamento Remoto para o planejamento de espaços livres urbanos de uso coletivo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., Curitiba, 1993. Anais. v.1, p. 48-55.

- FARIAS, A.C. (coord.). Guia para la Elaboracion de Estudios del Meio Fisico: Contenido y Metodologia. Ministerio de Obras Publicas e Urbanismo. Universidade de Valencia, Centro de Estudios de Ordenacion del Territorio y Medio Ambiente, 1984, 580 p.
- FERRARI, C. Curso de Planejamento Municipal Integrado. 2a ed. São Paulo, 1979, 631 p.
- FOLSE, L.J., MUELLER, H.E., WHITEAKER, A.D. Object-oriented simulation and geographic information systems. Application in Natural Resource Management, 4:41-47, 1990.
- FORESTI, C. Proposta metodológica para o estudo ambiental e da estruturação do espaço urbano em áreas metropolitanas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 6., Manaus, 1990. Anais. v.2, p. 336-340.
- FOX, J. The problem of scale in community resource management. Environmental Management, 16(3):289-297, 1992.
- FRANÇOSO, M.T., FREITAS, M.A.R.R., MELLO, H.M.C.F. Sensoriamento Remoto como fonte de dados para Sistemas de Informação Geográfica aplicados ao transporte e urbanismo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., Curitiba, 1993. Anais. v.1, p. 62-67.
- FRIEDMAN, J. Planning in the Public Domain: From Knowledge Action Princeton University Press, Princeton, 1987, 501 p.
- GOWEN, R.J. Aquaculture and the environment. In : KESTEMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. Aquaculture, 129:347-372, 1995.

- HILL, J. & AIFADOPOULOU, D. Comparative analysis of Landsat-5 TM and SPOT HRV-1 data for use in multiple sensor approaches. *Remote Sensing of Environment*, 34(1):55-70, 1990.
- IMAGEM SENSORIAMENTO REMOTO. Relatório Técnico do Projeto SISCOB. Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Mato Grosso. São José dos Campos. 1994.
- KARTESIS, M.A. The utility of digital Thematic Mapper data for natural resources classification. *International Journal of Remote Sensing*, 11(9):1589-1598, 1990.
- KESTEMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture*, 129:347-372, 1995.
- KONECNY, G. Evaluation of SPOT imagery an analitical photogrammetric instruments. *Photogrammetric Engeneering and Remote Sensing*, 53(9):1227-1238, 1987.
- KROPOV, P.A. & YAKOVLEVA, S.A. Information yield from forest images in different spectral bands. *Mapping Sciences and Remote Sensing*, 31(2):124-126, 1994.
- KÜCHLER, A.W. & ZONNEVELD, I.S. (eds). Vegetation Mapping. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1988, 635 p.
- LAI, P. Feasibility of geographic information systems approach for natural resource management. *Environment Management*, 14(1):73-80, 1990.
- LANGEWANG, F. Strategies for sustainable socio-economic development in environmental planning. *Trends in Analytical Chemistry*, 10(10):303-309, 1991.

- LEE, N., WOOD, C.M., GAZIDELLIS, V. (eds). Arrangements for Environmental Impact Assessment and their Training Implications in the European Communities and North America: Country Studies. Occasional Paper n.13. University of Manchester, Dep.of Town and Country Planning. Manchester, 1985, 311 p.
- LEPSCH, I.F. Memorial Descritivo de Pedologia. Relatório de Macrozoneamento do Vale do Ribeira. Secretaria de Estado de Meio Ambiente - Coordenadoria de Planejamento Ambiental / ENGECORPS. São Paulo. 1992.
- LEPSCH, I.F., SAKAI, E. PRADO, H., RIZZO, L.T.B. Levantamento de reconhecimento com detalhes da região do Rio Ribeira do Iguape, no Estado de São Paulo: mapa preliminar escala 1:250.000. Instituto Agrônômico de Campinas. Campinas. 1988 (não publicado).
- LITTLE, D. & MUIR, J. A guide to integrated warm water aquaculture. In: KESTEMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture*, 129:347-372, 1995.
- LISELLA, F.S. Environmental Health Planning Guide. World Health Organization, Genova, 1977, 64 p.
- LOEHLE, C. & OSTEEN, R. IMPACT: An expert system for environmental impact assessment. *AI Applications*, 4(1):35-43, 1990.
- LOH, D.K. & RYKIEL, JR. E.J. Integrated resource management systems: coupling expert systems with data base management and geographic information systems. *Environmental Management*, 16(2):167-177, 1992.

- MARACCI, G. & AIFADOPOULOU, D. Multi-temporal remote sensing study of spectral signatures of crops in Thessaloniks test site. *International Journal of Remote Sensing*, 11(9):1609-1615, 1990.
- MOORE, D.M., LEES, B.G., DAVEY, S.M. A new method for predicting vegetation distributions using decision tree analysis in a geographic information system. *Environmental Management*, 15(1):59-71, 1991.
- NAITHANI, K. Can satellite images replace aerial photographs? A photogrammetrist's view. *ITC Journal*. (1), p. 29-31, 1990.
- NOUR, E.A.A. Procedimentos de Análises Físico-Químicas e Exames Microbiológicos para Águas de Abastecimento e Residuárias. Apostila de curso. Campinas: UNICAMP. Departamento de Hidráulica e Saneamento, 1996, 92 p.
- NOVO, E.M.L.M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. 2.ed. Edgard Blücher Ltda, 1989, 308 p.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *The Demand for Water Resources*. Water Series. v.3. 1976.
- PABLO, C.L., MARIN, A.P., BARTUREN, R., NICOLAS, J.P., PINEDA, F.D. Design of an information system for environmental planning and management (SIPA). *Journal of Environmental Management*, 40(3): 231-243, 1992.
- PILLAY, T.V.R. Aquaculture and Environment, Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992, 189 p.

- PIRES, F., MEDEIROS, C.B., SANTOS, R.F. Um ambiente computacional de apoio à concepção de aplicações geográficas. GIS Brasil 96 - II Congresso e Feira para usuários de geoprocessamento. Anais. V.1. 1996.
- PIRES NETO, A. Memorial Descritivo de Geomorfologia. Relatório de Macrozoneamento do Vale do Ribeira. Secretaria de Estado de Meio Ambiente - Coordenadoria de Planejamento Ambiental / ENGEORPS. São Paulo. 1992.
- POLLNACK, R.B. Multiuse conflicts in aquaculture. Sociocultural aspects. In: KESTEMONT, P. Different systems of carp production and their impacts on the environment. *Aquaculture*, 129:347-372, 1995.
- PROENÇA, C.E.M. & BITTENCOURT, P.R.L. Manual de Piscicultura Tropical. IBAMA, Brasília, 1994, 196 p.
- RAUSCHER, H. & COONEY T.M. Using expert system technology in a forestry application: The CHAMPS experience. *Journal of Forestry*, 84:14-17, 1986.
- RODRIGUES, J.M.M. Planejamento ambiental como campo de ação da Geografia. In: LEAL, A.C. Meio Ambiente e Urbanização na Microbacia da Areia Branca - Campinas. Rio Claro: UNESP, 1995. 155 p. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ecologia, UNESP, 1995.
- RYKIEL, JR. E.J. Artificial intelligence and expert systems in ecology and natural resource management. *Ecological Modelling*, 46:3-8, 1989.
- RYKIEL, JR. E.J., SAUNDERS, M.C., WAGNER, T.L., LOH, D.K., TURNBOW, R.H., HU, L.C., PULLEY, P.E., COULSON, R.N. Computer-aided decision making and information accessing in pest management systems. *Journal of Economic Entomology*, 77:1073-1082, 1984.

SAKAI, E., LEPSCH, I.F., AMARAL, A.Z. Levantamento pedológico de reconhecimento semidetalhado da região do Rio Ribeira do Iguape, no Estado de São Paulo, escala 1:100.000. Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas. 1983

SAHOP - SECRETARIA DE ASENTAMIENTOS HUMANOS y OBRAS PUBLICAS.
Glossário de Términos sobre Asentamientos Humanos. México, 1978, 175 p.

SANTOS, R.F. Planejamento Ambiental - Curso apostilado. UNICAMP. Campinas. Departamento de Hidráulica e Saneamento, 1994.

SANTOS, R.F. Memorial Descritivo de Uso do Solo. Relatório de Macrozoneamento do Vale do Ribeira. Secretaria de Estado de Meio Ambiente - Coordenadoria de Planejamento Ambiental / ENGECORPS. São Paulo. 1992.

SANTOS, R.F. Planejamento ambiental - Apostila do curso Planejamento Ambiental, DSA/FEC/UNICAMP. 1997.

SANTOS, R.F., CARVALHAIS, H.B., PIRES, F. Planejamento ambiental e sistemas de informações geográficas., UNICAMP. Campinas, 1997. (Revista CIG, no prelo).

SCHULER, C.A.B. & DISPERATI, A.A. Sobre o uso de fotografias aéreas convencionais (P & B e falsa-cor) e 35 mm (coloridas) verticais no mapeamento florestal em uma área teste na região metropolitana de Curitiba. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 5., Natal, 1988. Anais. p. 627-636.

- SCHULER, C.A.B.; SCHULER, M.B.; MARQUES, A.P.D.; LINS, F.C. Degradação ambiental versus expansão urbana - constatação temporal por fotografias aéreas verticais (Pancromáticas, P & B e 35 mm). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7., Curitiba, 1993. Anais. v.1, p. 135-143.
- SHIREMAN, J.V. & CICHRA, C.E. Evaluation of aquaculture effluents. *Aquaculture*, 123:55-68, 1994.
- SIMONETT, D.S. Manual of Remote Sensing. 2.ed. American Society of Photogrammetry. Virginia, 1983. p. 19-29.
- SLATER, P.N. Remote Sensing Optics and Optical Systems. Addison-Wesley Publishing Company. Massachusetts, 1980, 575 p.
- SLOCOMBE, D.S. Environmental planning, ecosystem science, and ecosystem approaches for integrating environment and development. *Environmental Management*, 17(3):289-303, 1993.
- SMA - SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Proposta de Educação Ambiental para o Vale do Ribeira. São Paulo., 1990, 49 p.
- SOLBE, J.F. Fish-farm effluents: A United Kingdom Survey. 1982. In: PILLAY, T.V.R. Aquaculture and Environment, Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992, 189 p.
- SOUZA, M.A. Planejamento em crise. *Revista Espaço e Debates*. 1981.
- SOUZA, R.T., SANTOS, R.F., GENOVEZ, A.I.B., GENOVEZ, A.M. Impactos ambientais decorrentes da construção de instalações para piscicultura em Juquiá e região. Relatório FAPESP. Bolsa de Iniciação Científica. FEC UNICAMP. Campinas. 1997.

- SPENCER, R.D. Map intensification from small format camera photography. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 44(6):697-707, 1978.
- SRINIVASAN, R. & ARNOLD, J.G. Integration of a basin-scale quality model with GIS. *Water Resources Bulletin*, 30(3):453-462, 1994.
- STIRLING, UNIVERSITY OF; INSTITUTE OF FRESHWATER ECOLOGY, INSTITUTE OF TERRESTRIAL ECOLOGY. Fish farming and the Scottish freshwater environment.. 1990. In: PILLAY, T.V.R. Aquaculture and Environment, Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992, 189 p.
- SUMARI, O. A report on fish farm effluents in Finland. In: PILLAY, T.V.R. Aquaculture and Environment, Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992, 189 p.
- TEIXEIRA, A.C. O Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - As dimensões econômica, social e ambiental do planejamento. Projeto de pesquisa para Doutorado- Instituto de Economia. UNICAMP. Campinas. 1993.
- THIEME, R.H., JONES, D.D., GIBSON, H.G., FRICKER, J.D., RESINGER, T.W. Knowledge-based forest road planning. *Applications in Natural Resource Management*, 1:25-33, 1987.
- TUNDISI, J.G. Limnologia e Manejo de Represas. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. v.1. 1988. 506 p.
- TUNDISI, J.G., BARBOSA, F.A.R. Impacto das obras hidráulicas nas bacias hidrográficas. *Interfícies e Documentos*. UNESP, 69:1-27. 1981.

- UNEP. Environmental impact assessment - Basic procedures for developing countries. 1988. In: PILLAY, T.V.R. Aquaculture and Environment, Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992, 189 p.
- VENEZIANI, P. Memorial Descritivo de Geologia. Relatório de Macrozoneamento do Vale do Ribeira. Secretaria de Estado de Meio Ambiente - Coordenadoria de Planejamento Ambiental / ENGECORPS. São Paulo. 1992.
- WARNER, W.S. Accuracy and small format surveys: the influence of scale and object information on photo measurements. ITC Journal (1), p. 24-27, 1990.
- WOODWISS, F.S. A biological system of stream classification used by the Trent River Board. 1964. In: PILLAY, T.V.R. Aquaculture and Environment. Ed. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1992, 189 p.
- ZAHN, C.E. Planejamento Municipal: considerações sobre a sua estruturação, problemas e perspectivas. In: BRUNA, G.C.(org.). Questões de Organização do Espaço Regional. 1983, 253 p.
- ZIMMERMANN, C.C. & LOCH, C. Avaliação da ocupação humana irregular em áreas de marinha, utilizando Sensoriamento Remoto. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 7. Curitiba, 1993. Anais. v.1, p. 172-179.
- ZONNEVELD, I.S. & FORMAN, R.T.T. (eds). Changing Landscapes : An Ecological Perspective. New York, Springer-Verlag, 1990.
- ZONNEVELD, I.S. The land unit, a fundamental concept in landscape ecology. 1. ed. Academic Publishing BV. the Netherlands, 1988, p. 67-86.



Figura 1 - Assoreamento do curso de água I.



Figura 2 - Assoreamento do curso de água II.

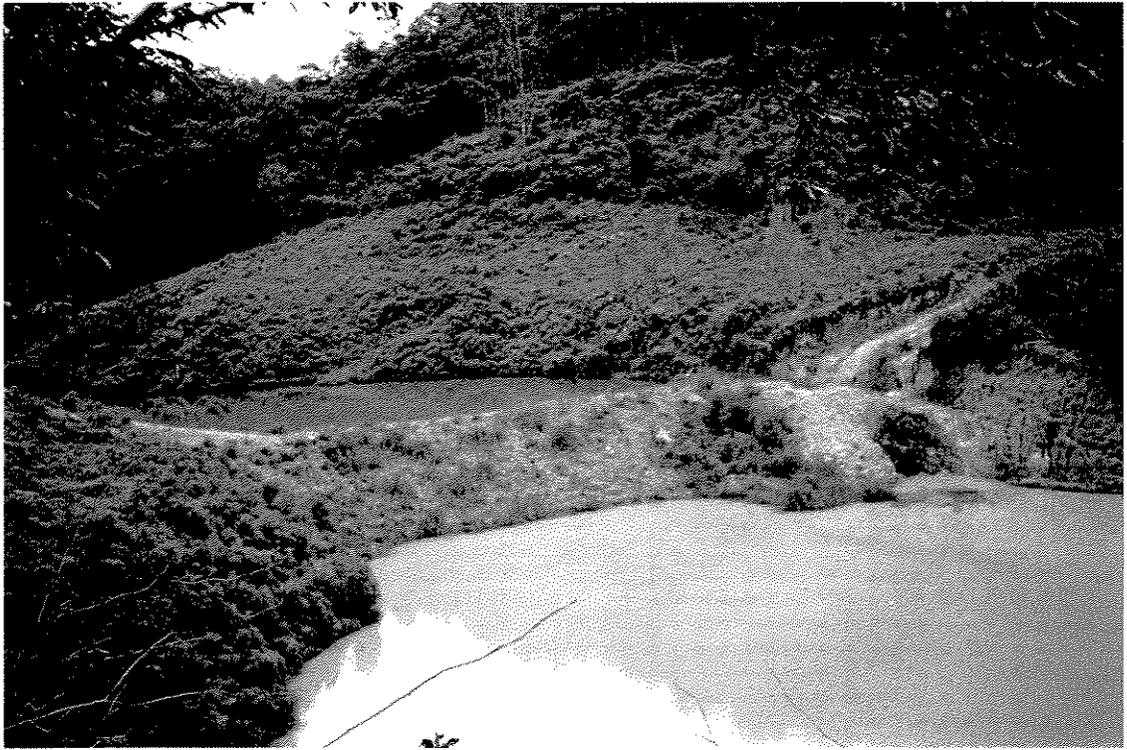


Figura 3 - Assoreamento do curso de água III



Figura 4 - Assoreamento do curso de água IV.



Figura 5 - Desmatamentos para instalação de tanques e infra estrutura I.



Figura 6 - Desmatamentos para instalação de tanques e infra estrutura II.



Figura 7 - Desmatamentos para instalação de tanques e infra estrutura III.



Figura 8 - Desmatamentos para instalação de tanques e infra estrutura IV



Figura 9 - Erosão em taludes de estradas I.



Figura 10 - Erosão em taludes de estradas II.



Figura 11 - Erosão em barragem de abastecimento dos tanques - Período de seca.

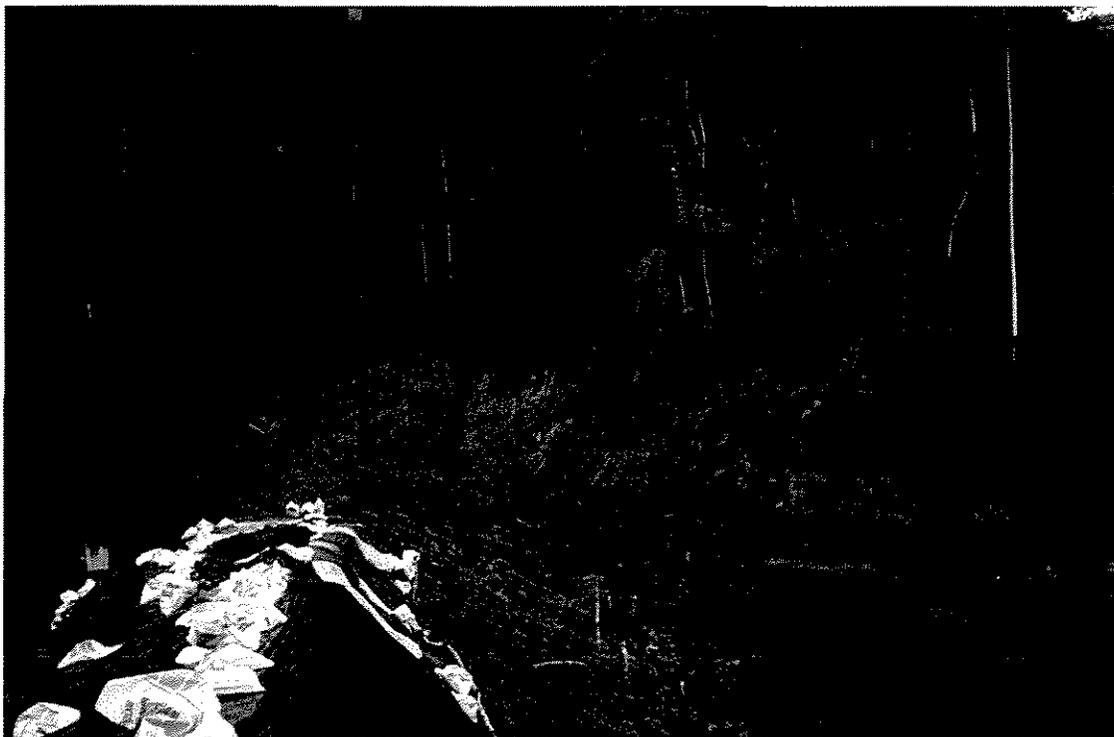


Figura 12 - Erosão em barragem de abastecimento dos tanques - Período de chuva.

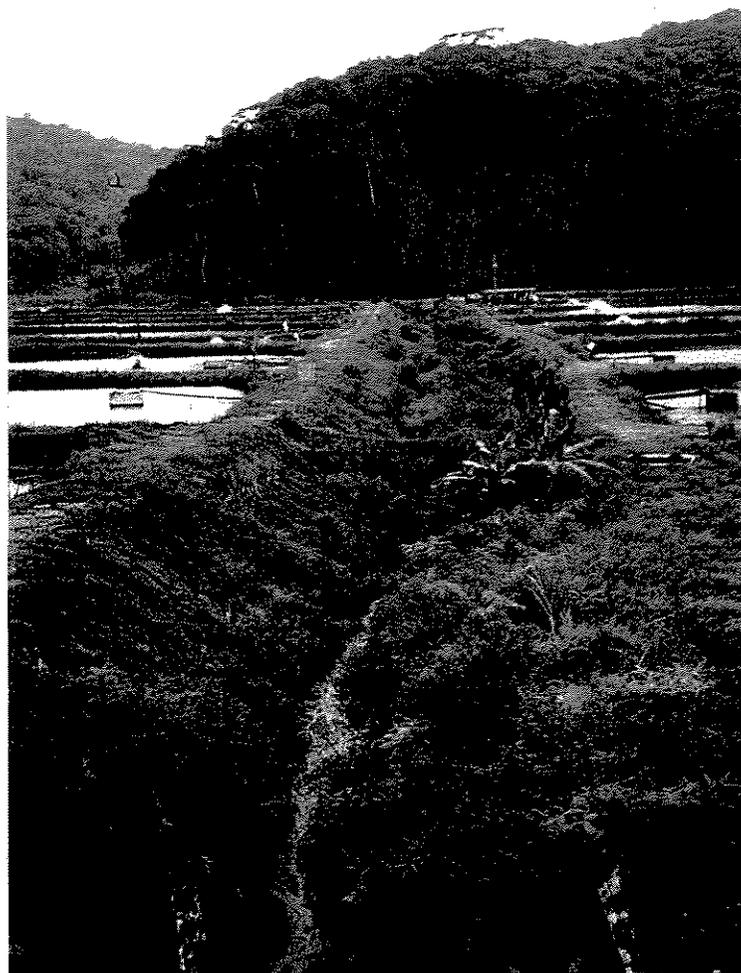


Figura 13 - Erosão e desmatamento causados por empréstimo de material para a construção das barragens e tanques I - Período de chuva.



Figura 14 - Erosão e desmatamento causados por empréstimo de material para a construção das barragens e tanques II - Período de seca.



Figura 15 - Erosão e desmatamento causados por empréstimo de material para a construção das barragens e tanques III.



Figura 16 - Erosão e desmatamento causados por empréstimo de material para a construção das barragens e tanques IV.