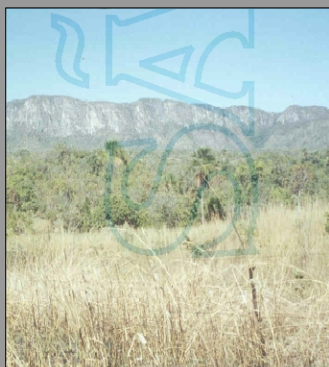
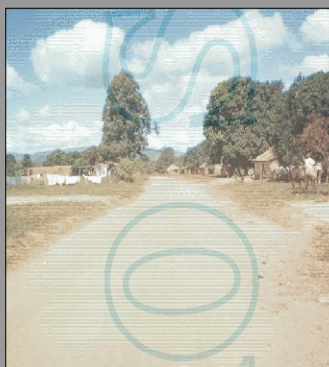
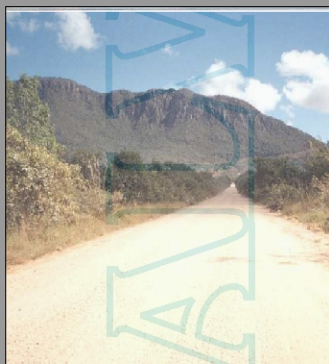


# ENGEVIX



## Estudo de impacto ambiental UHE SÃO SALVADOR

Avaliação de impactos

Volume III



**Companhia Energética São Salvador - CESS**  
**UHE São Salvador**  
**Estudo de impacto ambiental**  
**Avaliação ambiental**

**8788/00-6B-RL-0001-0**

Dezembro/2003

Elab.: MAG/CGM	Verif.: MAG	Aprov.: SBN	Final: SBN
-------------------	----------------	----------------	---------------

## Apresentação

Este documento apresenta o Estudo de Impacto Ambiental – EIA da Usina Hidrelétrica São Salvador (UHE São Salvador) para fins de licenciamento ambiental prévio junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama.

O EIA ora apresentado foi fundamentado nas disposições constantes no Termo de Referência (TR) elaborado pela Coordenação Geral de Licenciamento Ambiental, da Diretoria de Licenciamento e Qualidade Ambiental do Ibama, em abril de 2003. Este documento materializa a reformulação de um estudo anterior, elaborado pela própria Engevix, que foi criticado pelo Ibama em seu Parecer 188/02, emitido em agosto de 2002, no qual tece considerações que levaram à apresentação de um novo documento, em que as complementações são harmonizadas com os conteúdos entendidos como suficientes para o cumprimento ao Termo de Referência novo emitido por aquele órgão em 2003. Essa opção levou em conta a necessidade de fornecer ao órgão licenciador um documento único que abarcasse tanto as críticas apresentadas no citado parecer, como uma adequação ao TR novo, bem como numa análise cuidadosa da equipe desta Engevix no que se refere à solidez das informações apresentadas para o licenciamento.

O documento é organizado em partes, que são compostos por capítulos, e que por sua vez, estão descritos por itens, como segue:

- Parte A – Apresentação e Diagnóstico Ambiental:
  - Capítulo I – Descrição da área de influência, identificação do empreendedor, dados do empreendimento, regulamentação aplicável e planos e programas co-localizados;
  - Capítulo II – Diagnóstico ambiental do meio físico;
  - Capítulo III – Diagnóstico ambiental do meio biótico;
  - Capítulo IV – Diagnóstico ambiental do meio socioeconômico.
- Parte B – Avaliação ambiental:
  - Capítulo I – Análise integrada;
  - Capítulo II – Prognóstico ambiental;
  - Capítulo III - Avaliação dos impactos ambientais;
  - Capítulo IV – Programas ambientais;

Os volumes I e II apresentam a Parte A e os volumes III, IV e V apresentam a Parte B, os anexos e os mapas, cartas-imagem, referências bibliográficas e equipe técnica, respectivamente.

**SUMÁRIO****PARTE A - Volume I**

<b>Capítulo I – Caracterização do empreendimento .....</b>	<b>4</b>
1. Metodologia geral .....	4
1.1 Descrição da área de influência.....	4
1.2 Metodologia geral .....	9
2. Identificação do empreendedor .....	13
3. Dados do empreendimento .....	15
3.1 Caracterização do empreendimento.....	15
3.2 Concepção geral.....	20
3.3 Histórico do empreendimento e alternativas locacionais.....	24
3.4 Justificativa do empreendimento .....	28
3.5 infra-estrutura de apoio à obra .....	41
4. Regulamentação aplicável e planos e programas co-localizados .....	45
4.1 Legislação ambiental .....	45
4.2 Planos e programas co-localizados .....	55
<b>Capítulo II – Meio físico .....</b>	<b>1</b>
1. Metodologia empregada .....	2
2. Geologia .....	4
2.1 Considerações iniciais .....	4
2.2 Unidades litoestratigráficas.....	5
2.3 Aspectos estruturais .....	9
2.4 Levantamento e caracterização dos recursos minerais e jazidas de interesse econômico.....	10
2.5 Condições geológicas e geotécnicas da área de influência direta .....	15
2.6 Sismicidade natural e induzida .....	18
3. Geomorfologia .....	21
3.1 Contexto geomorfológico.....	21
3.2 Geomorfologia da área de influência direta .....	22
3.3 Mapeamento e caracterização das encostas da área de influência direta.....	26
4. Clima .....	28

---

4.1	Caracterização climática.....	29
4.2	Pluviometria .....	31
4.3	Evaporação e evapotranspiração .....	32
4.4	Ventos .....	37
4.5	Temperaturas .....	38
4.6	Insolação .....	41
4.7	Umidade relativa.....	41
4.8	Pressão atmosférica.....	42
4.9	Outros dados da bacia do rio Tocantins .....	42
5.	Solos.....	43
5.1	Classes de solos na área de influência indireta.....	43
5.2	Solos da área de influência direta.....	52
6.	Hidrologia superficial .....	55
6.1	Rede hidrográfica .....	55
6.2	Enchimento do reservatório.....	60
6.3	Produção de sedimentos na bacia e transporte de sedimentos .....	61
6.4	Determinação da curva cota x área x volume.....	65
7.	Hidrogeologia.....	68
7.1	Caracterização dos aquíferos.....	68
7.2	Nível do lençol freático a partir da formação do reservatório.....	70
8.	Qualidade da água .....	74
8.1	Parâmetros para avaliação da qualidade da água.....	74
8.2	Fontes poluidoras .....	82
9.	Usos das águas.....	88
9.1	Navegação .....	88
9.2	Lazer e turismo .....	89
9.3	Agricultura e irrigação.....	90
9.4	Consumo humano e dessedentação de animais.....	90
9.5	Pesca.....	91
9.6	Conflitos de uso.....	91
<b>Capítulo III – Meio biótico .....</b>		<b>1</b>
1.	Metodologia específica .....	2

1.1	Compartimentação da área de estudo.....	2
1.2	Métodos e técnicas empregadas .....	7
2.	Diagnóstico da flora .....	15
2.1	Fitofisionomias presentes na área de influência indireta .....	15
2.2	Fitofisionomias presentes na área de estudo .....	21
2.3	Análises florística e fitossociológica dos sítios amostrais .....	24
2.4	Inventário florestal quali-quantitativo da biomassa lenhosa presente na área de influência direta .....	30
3.	Diagnóstico da fauna .....	36
3.1	Ictiofauna .....	36
3.2	Fauna alada, terrestre e semi-aquática .....	45
3.3	Outras comunidades aquáticas .....	67
4.	Unidades de conservação .....	72
4.1	Parque nacional da Chapada dos Veadeiros .....	72
4.2	Área de proteção ambiental de Pouso Alto .....	73
4.3	Área de proteção ambiental do lago de São Salvador, Paranã e Palmeirópolis .....	74

## Volume II

<b>Capítulo IV – Diagnóstico socioeconômico .....</b>	<b>2</b>	
1.	Aspectos metodológicos .....	3
2.	Dinâmica populacional.....	4
2.1	Preliminares.....	4
2.2	Organização hierárquica dos núcleos urbanos.....	4
2.3	Distribuição populacional.....	8
2.4	Densidade demográfica.....	9
2.5	População por idade e sexo .....	10
2.6	Fluxos migratórios e deslocamentos periódicos .....	17
2.7	Trabalho e renda .....	19
3.	Infra-estrutura .....	26
3.1	Sistema viário .....	26
3.2	Saneamento básico .....	33
3.3	Educação.....	42
3.4	Saúde .....	48

---

3.5	Segurança .....	74
3.6	Energia elétrica.....	76
4.	Uso e ocupação do solo .....	80
4.1	Caracterização da paisagem .....	80
4.2	Mapeamento do uso de solo e identificação dos principais usos rurais .....	83
5.	Caracterização socioeconômica das comunidades afetadas .....	92
5.1	Metodologia e aspectos da pesquisa.....	92
5.2	As cidades na área de influência direta .....	94
5.3	As comunidades e localidades na área de influência direta .....	101
5.4	As propriedades.....	106
6.	Estrutura produtiva e de serviços .....	128
6.1	Principais atividades econômicas exercidas na área de influência indireta.....	128
6.2	Fatores de produção.....	130
6.3	Finanças públicas .....	132
7.	Turismo e lazer .....	136
7.1	Preliminares.....	136
7.2	Paraná .....	136
7.3	Palmeirópolis e São Salvador.....	138
7.4	Cavalcante.....	138
7.5	Minaçu .....	139
8.	Patrimônio histórico, cultural e arqueológico .....	140
8.1	Preliminares.....	140
8.2	Patrimônio histórico e cultural.....	140
8.3	Contextualização arqueológica e etnohistórica da área de influência do empreendimento.....	146
9.	Comunidades indígenas e quilombos.....	151
9.1	Preliminares.....	151
9.2	Presença de comunidades indígenas.....	151
9.3	Comunidades remanescentes de antigos quilombos - Território Kalunga ..	153
10.	Organização social e política.....	158
10.1	Preliminares.....	158
10.2	A organização social e política nos municípios componentes do Estado do Tocantins, da área de influência indireta .....	158

10.3	A organização social e política nos municípios componentes do Estado de Goiás da área de influência indireta .....	169
------	--	-----

## Parte B - Volume III

### Capítulo I - Análise integrada

1.	Bases para uma análise da sensibilidade ambiental do médio rio Tocantins .....	3
1.1	Considerações iniciais .....	3
1.2	Integração dos dados .....	5
2.	A UHE São Salvador no contexto macrorregional .....	10
3.	Efeitos sinérgicos provocados pela implantação da UHE São Salvador .....	21

### Capítulo II - Prognóstico ambiental .....

1.	A região sem o empreendimento .....	2
2.	A região com o empreendimento .....	5
3.	Identificação dos impactos ambientais .....	7

### Capítulo III - Avaliação dos impactos ambientais .....

### Capítulo IV – Programas ambientais

1.	Concepção geral dos programas .....	2
2.	Programas ambientais .....	4
2.1.	Programa de monitoramento climatológico .....	4
2.2.	Programa de monitoramento hidrossedimentométrico .....	5
2.3.	Programa de controle de processos erosivos e monitoramento do lençol freático .....	6
2.4.	Programa de recuperação de áreas degradadas .....	7
2.5.	Programa de acompanhamento das interferências minerárias .....	9
2.6.	Programa de monitoramento sismológico .....	10
2.7.	Programa de monitoramento limnológico e da qualidade da água .....	11
2.8.	Programa de supressão da vegetação e limpeza da bacia de acumulação .....	13
2.9.	Programa de salvamento e conservação da flora .....	15
2.10.	Programa de monitoramento e conservação da ictiofauna .....	16



2.11.	Programa de consolidação de unidade de conservação .....	19
2.12.	Programa de monitoramento e conservação da fauna .....	21
2.13.	Programa de remanejamento da população diretamente atingida .....	24
2.14.	Programa de apoio aos municípios da área diretamente atingida.....	29
2.15.	Programa de comunicação social.....	32
2.16.	Programa de educação ambiental.....	34
2.17.	Programa de saúde .....	36
2.18.	Programa de recomposição da infra-estrutura atingida .....	38
2.19.	Programa de investigação e salvamento do patrimônio arqueológico.....	40
2.20.	Programa de preservação do patrimônio histórico e cultural e paisagístico.....	42
2.21.	Programa de gerenciamento ambiental.....	44
2.22.	Plano de uso e conservação do entorno do reservatório.....	47

## **Volume IV – Anexos A, B, C e D**

**Equipe Técnica**

**Referências Bibliográficas**

**Glossário**

## **Volume V – Mapas de caracterização do empreendimento e do meio físico**

## **Volume VI – Mapas dos meios biótico e socioeconômico, cartas-imagem e figuras do contexto macrorregional**

**Lista de figuras, quadros e tabelas****Parte A - Volume I****Capítulo I. Caracterização do empreendimento**

Figura 1.1	UHE São Salvador localização da área de estudo .....	4
Figura 1.2	Áreas de influência dos meios físico, biótico e socioeconômico .....	5
Figura 1.3	Procedimentos metodológicos gerais para consecução do Eia/Rima da UHE São Salvador .....	10
Figura 3.8	Croqui do canteiro de obras da UHE São Salvador .....	43
Figura 4.1	Mapa - Plano plurianual 2000 – 2003 eixos nacionais de integração e desenvolvimento .....	57
Quadro 1.1	Área total dos municípios da All e áreas atingidas .....	9
Quadro 2.1	Identificação do Empreendedor .....	13
Quadro 3.1	UHE São Salvador ficha técnica .....	16
Quadro 3.2	Obras em andamento ou em motorização .....	33
Quadro 3.3	Projetos com concessão ou autorização - já outorgadas .....	35
Quadro 3.4	Projetos termelétricos priorizados pelo Caet (N/NE e S/SE/CO) .....	36
Quadro 3.5	Projetos indicativos - Hidrelétricos maiores que 30 MW .....	38
Quadro 4.1	Dispositivos legais e normativos correlatos e incidentes .....	45
Tabela 3.1	Divisão de queda - Eletronorte - anos 70 .....	25
Tabela 3.2	Divisão de queda do médio Tocantins Eletronorte - anos 80 .....	26
Tabela 3.3	Taxas de crescimento previstas de consumo da energia e do PIB .....	28
Tabela 3.4	Sistema Sul/Sudeste/Centro-Oeste .....	30
Tabela 3.5	Brasil - Sistema gerador existente .....	30
Tabela 3.6	Projetos ainda não programados até janeiro de 2001 hidrelétricas maiores de 30 MW .....	40
Tabela 3.7	Projetos ainda não programados - Projetos termelétricos .....	40
Tabela 3.8	Uso de pessoal para a implantação da UHE São Salvador .....	44

## Capítulo II – Meio físico

Figura 3.1	Vista geral da área de influência indireta da UHE São Salvador (imagem Landsat TM 7) .....	23
Figura 3.2	Vista geral de trecho da área de influência direta (imagem Landsat TM 7).....	24
Figura 3.3	Ombreira direita do eixo proposto para a barragem da UHE São Salvador .....	25
Figura 3.4	Terraço verticalizado no rio Tocantins, nas proximidades da barragem da UHE Cana Brava.....	26
Figura 3.5	Terraços em patamares no rio Tocantins, nas proximidades do eixo da barragem da UHE São Salvador.....	26
Figura 4.1	Setores climáticos caracterização climática da bacia do Araguaia-Tocantins .....	30
Figura 4.2	Precipitação total - Estação Paranã série 1961 - 1990 .....	31
Figura 4.3	Isoietas médias anuais período de 1913 a 1980 .....	33
Figura 4.4	Evaporação total - Estação Paranã série 1961 - 1990 .....	35
Figura 4.5	Isolinhas de evaporação médias período 1949 a 1980 .....	36
Figura 4.6	Evapotranspiração potencial - Estação Paranã série 1961 - 1990 .....	37
Figura 4.7	Temperaturas média, mínima e máxima Estação Paranã - Série 1961 - 1990 .....	38
Figura 4.8	Isotermas médias anuais para a bacia Araguaia-Tocantins período de 1949 a 1980 .....	39
Figura 4.9	Insolação - Estação Paranã série 1961 - 1990 .....	41
Figura 4.10	Umidade relativa - Estação Paranã série 1961 - 1990 .....	42
Figura 6.1	Curva de permanência de vazões médias mensais .....	59
Figura 6.2	Tempo de enchimento do reservatório da UHE São Salvador .....	61
Figura 6.3	Curva cota x área x volume da UHE São Salvador .....	65
Figura 8.1	Beneficiamento de arroz em Minaçu.....	83
Figura 8.2	Exploração na mina de amianto da Sama .....	83
Quadro 2.1	Processos minerários ativos na área de influência direta da UHE São Salvador .....	14
Quadro 2.2	Principais sismos registrados na área de influência indireta da UHE São Salvador .....	19
Quadro 4.1	UHE São Salvador - Principais características dos subsetores climatológicos na região.....	29
Quadro 5.1	UHE São Salvador área de influência indireta unidades taxonômicas mapeadas.....	43
Quadro 5.2	Avaliação da aptidão agrícola das terras .....	49
Quadro 5.3	Aptidão agrícola das terras associada à erodibilidade dos solos.....	51

Quadro 5.4	Área de influência direta unidades taxonômicas mapeadas .....	52
Quadro 5.5	Área de influência direta avaliação da aptidão agrícola das terras .....	53
Quadro 5.6	Aptidão agrícola das terras e erodibilidade dos solos .....	54
Quadro 6.1	Características dos postos fluviométricos de referência .....	56
Quadro 7.1	Relação das sondagens realizadas .....	71
Quadro 8.1	Localização dos pontos de amostragem de qualidade da água na área de estudo da UHE São Salvador .....	75
Quadro 8.2	Projetos de assentamento do Incra.....	84
Tabela 6.1	Série de vazões médias mensais na UHE São Salvador .....	57
Tabela 6.2	Vazões extremas da UHE São Salvador .....	59
Tabela 6.3	Enchimento do reservatório .....	60
Tabela 6.4	Resultados dos estudos de remanso .....	67
Tabela 8.1	Dados de qualidade da água para o diagnóstico ambiental da UHE São Salvador - Estações seca e chuvosa .....	76
Tabela 8.2	Variáveis de qualidade da água monitoradas na área de influência da UHE Serra da Mesa .....	77
Tabela 8.3	Dados de qualidade da água do monitoramento da UHE Cana Brava .....	79
Tabela 8.4	Esgotamento sanitário na área de influência indireta - 2000 .....	86
Tabela 8.5	Destinação do lixo na área de influência indireta.....	86

## Capítulo III – Meio biótico

Figura 1.1.	Compartimentação geomorfológica mostrando um falhamento na planície de inundação da área de influência direta .....	3
Figura 1.2.	Ilhas fluviais no trecho entre a falha e o eixo proposto para a UHE São Salvador .....	5
Figura 1.3.	Sítios amostrais na área de influência direta da UHE São Salvador e no rio Paranã.....	6
Figura 3.1.	Número de espécies de peixes coletados na área de estudo da UHE São Salvador nas campanhas de seca e de chuva .....	37
Figura 3.2.	Análise de cluster dos pontos de amostragem de ictiofauna na área de estudo .....	39
Figura 3.3.	<i>Podocnemis unifilis</i> (a) na área de influência direta e indivíduos do lagarto <i>Iguana iguana</i> em árvores à beira do rio Paranã: b. Fêmea adulta; c. Jovem com poucas semanas de vida .....	49
Figura 3.4.	Curva de coletor para a herpetofauna registrada na região da UHE São Salvador .....	50

Figura 3.5. Proporção de espécies quanto aos hábitos do inventário de aves da área de influência direta e indireta da UHE São Salvador .....	53
Figura 3.6. Proporção de espécies quanto às guildas alimentares (dieta) para o inventário de aves da área de influência direta e indireta da UHE São Salvador .....	55
Figura 3.7. Curva do coletor para o inventário de aves da área de estudo da UHE São Salvador .....	56
Figura 3.8. Indivíduo adulto de mexeriqueira ( <i>Hoploxypterus cayanus</i> ) .....	58
Figura 3.9. Indivíduo adulto de trinta-réis <i>Sterna superciliaris</i> .....	59
Figura 3.10. Indivíduo adulto de socó-boi - <i>Tigrisoma lineatum</i> - comportamento críptico entre as árvores .....	60
Figura 3.11. Bando de patos-selvagens - <i>Cairina moschata</i> .....	60
Figura 3.12. Indivíduo subadulto de gavião-pedrez - <i>Asturina nitida</i> .....	61
Figura 3.13. Curva de coletor de espécies na área de estudo da UHE São Salvador .....	63
Figura 3.14. Análise de guildas alimentares das espécies de mamíferos amostrados na área de estudo .....	64
Figura 3.15. Ordenamento dos pontos de coleta pela Análise de Componente Principal .....	69
Figura 3.16. Médias e os desvios padrões do número de táxons correspondentes a organismos zooplancônicos registrados na estação seca e na estação chuvosa no canal do rio Tocantins (n=7) e em seus tributários (n=5) .....	71
Tabela 2.1. Relação entre as fitofisionomias e o quantitativo dos diferentes taxa amostrados na área de estudo .....	27
Tabela 2.2. Comparação entre o número de espécies estimados .....	28
Tabela 2.3. Estimativa de produção volumétrica média para lapidação das fitofisionomias inventariadas .....	32
Tabela 2.4. Estimativa de produção volumétrica média para serraria das fitofisionomias inventariadas .....	33
Tabela 2.5. Estimativa de produção volumétrica média de fuste para lenha .....	33
Tabela 2.6. Estimativa de produção volumétrica média de galhada para lenha .....	34
Tabela 2.7. Estimativa de produção volumétrica média para lenha .....	34
Tabela 2.8. Composições qualitativas dos habitats físicos amostrados na área de estudo da UHE São Salvador .....	40
Tabela 3.1. Número de espécies de algas registradas nos pontos de amostragem na área de estudo .....	68

## Volume II

### Capítulo IV – Diagnóstico socioeconômico

Figura 2.1. Rede de polarização das cidades da área de influência indireta em 1987 .....	5
Figura 2.2. Níveis de centralidade das cidades da área de influência indireta em 1993 .....	7

Figura 2.3. Municípios da A II – População urbana e rural em 2000 .....	9
Figura 2.4. Municípios da A II – Densidade demográfica – 2000.....	10
Figura 2.5. Municípios da A II – População total por sexo e faixa etária – 2000 .....	11
Figura 2.6. População de Palmeirópolis por sexo e faixa etária – 2000 .....	12
Figura 2.7. População de Paranã por sexo e faixa etária – 2000 .....	13
Figura 2.8. População de São Salvador do Tocantins por sexo e faixa etária - 2000 .....	14
Figura 2.9. População de Cavalcante por sexo e faixa etária – 2000.....	15
Figura 2.10. População de Minaçu por sexo e faixa etária - 2000 .....	16
Figura 2.11. Rendimento médio mensal da pessoa responsável pelo domicílio – 2000 .....	22
Figura 2.12. Participação (%) da PEA sobre a população total – 2000.....	23
Figura 3.1. Pista de pouso de Paranã.....	29
Figura 3.2. Aeroporto Municipal de Minaçu.....	29
Figura 3.3. Estrada São Salvador - Palmeirópolis - TO-387 à esquerda, condições anteriores à pavimentação. À direita, estrada já pavimentada .....	31
Figura 3.4. Rodoviária – Minaçu .....	32
Figura 3.5. Avenida Maranhão – Minaçu .....	32
Figura 3.6. Captação córrego Cocalzinho – Palmeirópolis .....	37
Figura 3.7. Estação de tratamento de água - Palmeirópolis .....	37
Figura 3.8. Depósito de lixo - Palmeirópolis.....	37
Figura 3.9. Estação de tratamento de água e reservatório – Paranã .....	38
Figura 3.10. Lixão - Paranã .....	38
Figura 3.11. Saneatins – Reservatório São Salvador do Tocantins .....	39
Figura 3.12. Depósito de lixo a céu aberto - São Salvador do Tocantins.....	39
Figura 3.13. Estação de tratamento de água – Cavalcante .....	40
Figura 3.14. Captação Saneago –Minaçu .....	41
Figura 3.15. Reservatório da Saneago – Minaçu .....	41
Figura 3.16. ETE da Vila de Furnas – Minaçu.....	42
Figura 3.17. Aterro sanitário municipal - Minaçu .....	42
Figura 3.18. Número de estabelecimentos de ensino - 2000 .....	44
Figura 3.19. Percentual de matrículas na rede pré-escolar - 2003 .....	47
Figura 3.20. Percentual de matrículas na rede fundamental - 2003.....	47
Figura 3.21. Percentual de matrículas na rede de ensino médio - 2003 .....	48
Figura 3.22. Secretaria de Saúde de São Salvador .....	54
Figura 3.23. Posto de saúde de Palmeirópolis .....	55
Figura 3.24. Hospital de Palmeirópolis (unidade mista) .....	55
Figura 3.25. Hospital de Paranã.....	55

Figura 3.26. Centro de saúde de Minaçu .....	56
Figura 3.27. Gabinete odontológico do centro de saúde de Minaçu .....	56
Figura 3.28. Municípios da All - Número de médicos por mil habitantes .....	59
Figura 3.29. Municípios da All - Sistema de referência de saúde .....	60
Figura 3.30. Municípios da All – Gastos com saúde em 2000 .....	62
Figura 3.31. Coeficiente de mortalidade geral em 2000 .....	65
Figura 3.32. Coeficiente de mortalidade geral de 1996 a 2000 .....	66
Figura 3.33. Coeficiente de mortalidade infantil 1989, 1990, 1994 e 1998 .....	67
Figura 3.34. Triatomíneos capturados em Palmeirópolis e Paranã no intra e no peridomicílio de 1997 a 1999 .....	73
Figura 3.35. Número de casos de tuberculose de 1992 a 2000 .....	74
Figura 3.36. Polícia militar – Palmeirópolis .....	76
Figura 3.37. Polícia civil – Palmeirópolis .....	76
Figura 3.38. Posto telefônico e Celtins – Paranã .....	77
Figura 3.39. Concessionária de Energia Elétrica Celtins - São Salvador do Tocantins .....	78
Figura 4.1. Pastagem semi-intensiva e cerrado .....	84
Figura 4.2. Pastagem plantada .....	85
Figura 4.3. Plantio de arroz .....	85
Figura 4.4. Plantio de milho em terraço fluvial às margens do rio Tocantins .....	86
Figura 5.2. Rio Tocantins, ocupação na margem esquerda .....	119
Figura 5.3. Rio Tocantins, margem direita, captação de água por bomba .....	119
Figura 5.4. Comunidade do córrego do Mato, afluente do rio Tocantins, margem esquerda .....	119
Figura 5.5. Córrego Limoeiro - margem esquerda do rio Tocantins .....	119
Figura 5.6. Região do Escumeiro - uso do rio Tocantins, margem direita .....	120
Figura 5.7. Rio Custódio, margem direita, ocupação ribeirinha .....	120
Figura 5.8. Rio Tocantins, margem esquerda uso do solo .....	121
Figura 5.9. Rio Tocantins, margem esquerda pastagens e dessedentação dos animais .....	121
Figura 5.10. Rio Tocantins, margem direita - Queimada para formação de pasto .....	122
Figura 5.11. Pastagem formada com braquiária .....	123
Figura 5.12. Pastagem formada com braquiária - Período de estiagem .....	123
Figura 5.13. Rio Custódio – Margem direita – Local de travessia por balsa, que atende a comunidade de Custódio e o vilarejo de Rosário .....	124
Figura 5.14. Caminho para a comunidade de Custódio – Meio de transporte .....	125
Figura 5.15. Município de Cavalcante – Meio de transporte .....	125
Figura 5.16. Rio Tocantins, extração de areia .....	126

---

Figura 5.17.Foz do rio Custódio, margem direita, garimpo de ouro .....	126
Figura 5.18.Produção de tijolos .....	127
Figura 5.19.Vila do Rosário – Padrão construtivo típico - Tijolo de adobe .....	127
Figura 5.20.Vilarejo do Rosário – Rancho de pau-a-pique e cobertura de palha.....	127
Figura 5.21.Município de Cavalcante, margem direita do Tocantins fogão a lenha.....	127
Figura 6.1. Composição do PIB municipal - 1996 .....	129
Figuras 10.1 e 10.2 Local da exposição agropecuária de Paranã – Detalhe .....	160
Figura 10.3.Delegacia Regional do Sindicato em Retiro .....	160
Figura 10.4.Sindicato Rural em Palmeirópolis.....	161
Figura 10.5.Escola agrícola - São Salvador .....	163
Figura 10.6.Colégio de tecelagem – Palmeirópolis .....	163
Figura 10.7.Sede da ACIAP .....	165
Figura 10.8.Pioneiros mirins de São Salvador .....	166
Figura 10.9.Coopecred - Paranã .....	167
Figura 10.10.Sindicato dos Trabalhadores Rurais .....	169
Figura 10.11.Sede do Sindicato Indústria da Extração de Minerais não Metálicos.....	170
Figura 10.12.Sede do Sindicato da Construção Pesada.....	170
Quadro 2.1.Municípios da área de influência da UHE São Salvador .....	4
Quadro 3.1.BR-153 – Condições de tráfego .....	27
Quadro 3.2.Principais rodovias na área de influência indireta .....	28
Quadro 3.3.Sistemas informatizados de informação em saúde .....	50
Quadro 3.4.Programas de saúde pública implantados.....	51
Quadro 3.5.Principais problemas de saúde relatados nos municípios.....	63
Tabela 2.1. Distribuição da população urbana e rural – 2000 .....	8
Tabela 2.2. Municípios da AII – Extensão territorial, População e densidade demográfica – 2000 .....	10
Tabela 2.3. Municípios da A II – População total por sexo e faixa etária – 2000 .....	11
Tabela 2.4. População de Palmeirópolis por sexo e faixa etária – 2000 .....	12
Tabela 2.5. População de Paranã por sexo e faixa etária – 2000 .....	13
Tabela 2.6. População de São Salvador do Tocantins por sexo e faixa etária – 2000.....	14
Tabela 2.7. População de Cavalcante por sexo e faixa etária - 2000.....	15
Tabela 2.8. População de Minaçu por sexo e faixa etária em 2000 .....	16
Tabela 2.9. Municípios da A II – população residente - 1980 a 2000 .....	17



Tabela 2.10. Municípios da A II – Taxas geométricas médias anuais de crescimento populacional - 1980 a 2000 .....	18
Tabela 2.11. Pessoas de dez anos, ou mais, de idade, ocupadas na semana de referência, por seção de atividade do trabalho principal - 2000 .....	20
Tabela 2.12. Rendimento médio mensal da pessoa responsável pelo domicílio - 2000 .....	21
Tabela 2.13. População economicamente ativa – 2000 .....	22
Tabela 2.14. Índice municipal de desenvolvimento humano (IDH-M) - 2000 .....	24
Tabela 2.15. Discriminação dos indicadores do IDH-M - 2000 .....	25
Tabela 3.1. Formas de abastecimento de água - 2000 .....	34
Tabela 3.2. Destino dos esgotos sanitários- 2000 .....	35
Tabela 3.3. Destinação do lixo - 2000.....	36
Tabela 3.4. Taxa de alfabetização da população de dez anos e mais de idade, por situação de residência – 2000 .....	43
Tabela 3.5. Estabelecimentos de ensino na área de influência indireta – 2000 .....	44
Tabela 3.6. Número de matrículas na área de influência indireta – 2000.....	45
Tabela 3.7. Número de matrículas na área de influência indireta – 2003.....	46
Tabela 3.8. Municípios da AII - Serviços de saúde vinculados ao SUS .....	53
Tabela 3.9. Recursos físicos, diagnósticos e terapêuticos existentes .....	57
Tabela 3.10. Número de profissionais de saúde por categoria .....	58
Tabela 3.11. Quantidade de médicos nos municípios e proporção em função da população .....	59
Tabela 3.12. Recursos do Sistema Único de Saúde aplicados no período de 1997 a 20061 .....	
Tabela 3.13. Gastos <i>per capita</i> em saúde em 2000.....	62
Tabela 3.14. Número de óbitos de 1996 a 2000 .....	64
Tabela 3.15. Coeficiente de mortalidade geral de 1996 a 2000 .....	65
Tabela 3.16. Coeficiente de mortalidade infantil de 1989 a 1998.....	67
Tabela 3.17. Causas de óbitos em 2000 .....	68
Tabela 3.18. Número de casos de malária de 1987 a 2000.....	70
Tabela 3.19. Número de casos de leishmaniose de 1994 a 2000.....	71
Tabela 3.20. Triatomíneos capturados em Palmeirópolis e Paranã de 1997 a 1999.....	72
Tabela 3.21. Número de casos novos de tuberculose de 1992 a 2000 .....	74
Tabela 3.22. Efetivo de policiais .....	75
Tabela 3.23. Paranã - Consumo e número de consumidores de energia elétrica - 2000 .....	76
Tabela 3.24. Palmeirópolis - Consumo e número de consumidores de energia elétrica - 2000 .....	77
Tabela 3.25. São Salvador do Tocantins - consumo e número de consumidores de energia elétrica - 2000 .....	78

Tabela 3.26. Minaçu - Número de consumidores de energia elétrica - janeiro de 2001 .....	79
Tabela 4.1. Utilização das terras – 1996.....	86
Tabela 4.2. Classificação do Incra para imóveis rurais.....	87
Tabela 4.3. Estrutura fundiária – 1996.....	88
Tabela 4.4. Condição do produtor – 1996.....	89
Tabela 4.5. Projetos de assentamento do incra.....	89
Tabela 4.6. Declaração de uso de práticas de manejo do solo – 1996 .....	91
Tabela 5.1. Propriedades levantadas pelo CSE .....	108
Tabela 5.2. Famílias residentes e não-residentes .....	109
Tabela 5.3. Classes de rendimento em salários mínimos nas propriedades pesquisadas.....	110
Tabela 5.4. Estrutura Fundiária segundo o módulo fiscal de 80 hectares .....	111
Tabela 5.5. Utilização da terra .....	112
Tabela 5.6. Energia elétrica .....	112
Tabela 5.7. Abastecimento de água .....	113
Tabela 5.8. Esgotamento sanitário .....	113
Tabela 5.9. Destino do lixo.....	113
Tabela 5.10. Tipos de cultura .....	115
Tabela 5.11. Pecuária.....	115
Tabela 5.12. Produção .....	115
Tabela 6.1. Efetivos da pecuária - 2002 .....	131
Tabela 6.2. Quantidade produzida lavoura temporária- 2002.....	132
Tabela 6.3. Balanço municipal - 2001.....	132
Tabela 6.4. Coeficientes de participação dos municípios do interior (Decreto-Lei nº 1.881/81).....	133
Tabela 6.5. Fundo de Participação dos Municípios - 2001 .....	134
Tabela 6.6. Repasses constitucionais – Janeiro a novembro de 2003.....	135
Tabela 10.1. Congregação de Dom Bosco – Atividades desenvolvidas .....	164
Tabela 10.2. Programa Pioneiros Mirins .....	166

## Parte B - Volume III

### Capítulo I - Análise integrada

Quadro 1.1 Empreendimentos hidrelétricos previstos no contexto macrorregional .....	4
Figura 1.1. Indicadores e fatores para análise da sensibilidade ambiental da bacia do Tocantins .....	5
Figura 2.1. Detalhe do mapeamento da fragmentação florestal mostrando a área de inserção da UHE São Salvador .....	13

Figura 2.2. Detalhe do mapeamento do efeito de borda mostrando a área de inserção da UHE São Salvador .....	14
Figura 2.3. Detalhe do mapeamento do Fator de Pressão Antrópica mostrando a área de inserção da UHE São Salvador .....	17
Figura 2.4. Detalhe do mapeamento da fragilidade natural mostrando a área de inserção da UHE São Salvador .....	19
Figura 2.5. Detalhe do mapeamento da sensibilidade ambiental mostrando a área de inserção da UHE São Salvador .....	20

## Capítulo II - Prognóstico ambiental

Figura 3.1 Seqüência metodológica utilizada para a avaliação de impactos ambientais da UHE São Salvador .....	7
Quadro 3.1 Ficha de avaliação de impactos .....	9

## Capítulo III - Avaliação dos impactos ambientais

Quadro 1.1.Listagem de impactos e respectiva qualificação segundo os critérios da resolução Conama 001/86.....	3
Quadro 1.2.Matriz de interação dos impactos segundo seu grau de intensidade.....	7
Quadro 1.3.Classificação dos impactos ambientais segundo escore de intensidade .....	8
Quadro 1.4. Relação dos impactos significativos, suas recomendações e programas indicados para sua mitigação.....	10

## Capítulo IV – Programas ambientais

Figura 1.1. Relacionamento entre os programas de ambientais para a UHE São Salvador .....	4
Figura 2.1.Sistema de gerenciamento ambiental.....	45
Figura 2.2.Pré-zoneamento da APA do Lago de São Salvador.....	49

## Volume IV – Anexos A, B, C e D

### Anexo A

Quadro 1. Resultados dos estudos de estabilidade .....	8
--	---

### Anexo B

Quadro 1 Alternativas de utilização das terras de acordo com os grupos de aptidão agrícola .....	5
Quadro 2 Simbologia correspondente às classes de aptidão agrícola das terras .....	6
Quadro 3 Quadro-guia de avaliação da aptidão agrícola das terras região de clima tropical-úmido.....	7
Quadro 4 Porto nacional – Ajuste estatístico de cheias.....	13
Figura 1 Curva regional de vazões específicas .....	14

Quadro 5	Fator de correção .....	15
----------	-------------------------	----

## Anexo C

Quadro 1.	Listagem de espécies de flora identificadas na área de estudo da UHE São Salvador .....	2
Quadro 2.	Cálculos dendrométricos – Grupos de usos de material lenhoso - Inventário florestal da área de influência direta da UHE São Salvador .....	3
Quadro 3.	Lista de espécies de ictiofauna registradas nas campanhas de seca e chuva nos sítios amostrais da área de estudo da UHE São Salvador.....	34
Quadro 4	Espécies de anfíbios encontradas na área de influência do empreendimento .....	39
Quadro 5.	Espécies de lagartos e anfisbenídeos encontradas na área de influência do empreendimento .....	43
Quadro 6.	Espécies de serpentes encontradas na área do empreendimento, com nome popular e registros das outras hidrelétricas no rio Tocantins.....	45
Quadro 7.	Espécies de tartarugas e jacarés encontradas na área do empreendimento, com nome popular e registros das outras hidrelétricas no rio Tocantins.....	49
Quadro 8.	Lista filogenética das espécies de aves da área estudo da UHE São Salvador .....	50
Quadro 9.	Espécies de mamíferos encontradas em quatro inventários efetuados nas áreas de hidroelétricas atuais ou futuras no médio rio Tocantins.....	76
Quadro 10.	Espécies de mamíferos encontradas no inventário realizado na área de estudo da UHE São Salvador .....	80
Quadro 12.	Fitoplâncton da área de estudo na estação seca (setembro/2003).....	82
Quadro 13.	Fitoplâncton da área de estudo na estação chuvosa (novembro/2003).....	86
Quadro 14.	Ocorrência de zooplâncton na estação seca na área de estudo (setembro/2003).....	90
Quadro 15.	Ocorrência de zooplâncton na estação chuvosa na área de estudo (novembro/2003).....	90
Quadro 17.	Zoobentos na estação seca na área de estudo (setembro/2003).....	91
Quadro 18.	Zoobentos na estação chuvosa da área de estudo (novembro/2003).....	91

## Anexo D

Figura 1. Arqueologia

Figura 2. Municípios afetados pela AHE São Salvador

Figura 3. AHE São Salvador - Área de influência direta

Figura 4. Antigo limite político do Estado de Goiás

Figura 5. Áreas arqueológicas

Figura 6. Áreas de pesquisa arqueológica

Figura 7. Carta geral das propriedades

Quadro 1	Sítios arqueológicos registrados pelo projeto bacia do Paranã (projeto integrado de pesquisas arqueológicas da bacia do Paranã) .....	3
Quadro 2	Sítios arqueológicos registrados na área de Serra da Mesa .....	9
Quadro 3	Distribuição dos sítios arqueológicos identificados na área de Cana Brava/GO. ....	14
Quadro 4	Ocorrências arqueológicas registradas na área de Cana Brava/GO .....	15
Quadro 5	Distribuição dos sítios arqueológicos provenientes da pesquisa do Projeto Alto Tocantins .....	19
Quadro 6	Distribuição dos sítios arqueológicos provenientes da Pesquisa do Projeto Serra Geral.....	20
Quadro 7	Distribuição dos sítios arqueológicos provenientes da pesquisa do Projeto Médio Tocantins.....	21
Quadro 8	Distribuição dos sítios arqueológicos provenientes da pesquisa do Projeto Médio Tocantins.....	22



## **Capítulo I - Análise integrada**

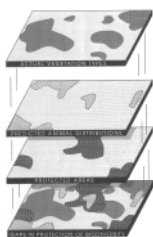
Neste capítulo são dispostos os resultados da análise integrada elaborada a partir do diagnóstico ambiental apresentado na Parte A deste Estudo de Impacto Ambiental - EIA.

## 1. Bases para uma análise da sensibilidade ambiental do médio rio Tocantins

### 1.1 Considerações iniciais

A fim de atender ao disposto no Termo de Referência do Ibama no que se refere à avaliação dos possíveis efeitos sinérgicos entre os aproveitamentos hidrelétricos existentes e planejados, a montante e a jusante da UHE São Salvador, no rio Tocantins foi desenvolvida uma análise da sensibilidade ambiental em um contexto macrorregional do trecho entre a UHE Serra da Mesa e a sua confluência com o rio Araguaia (ver Figura 1 - Localização, Anexo VI). Essa delimitação do trecho para uma análise macrorregional apoiou-se nos seguintes argumentos:

- a altura máxima da barragem (154m) e a área do reservatório (1.784 km<sup>2</sup>) da UHE Serra da Mesa, no alto Tocantins, atuam como importantes fatores de conformação socioambiental do alto Tocantins, o que permite considerá-la como uma região diferenciada da restante de jusante. Do ponto de vista hidrológico, por exemplo, por regularizar a vazão, esse reservatório propicia condições dependentes de sua operação para o trecho de jusante. Do ponto de vista biótico, sua queda nominal impede o intercâmbio gênico de sua fauna aquática, pois não há mecanismos de transposição possíveis para vencer tal desnível;
- ao receber as águas do rio Araguaia, cuja bacia é de 382.000 km<sup>2</sup>, o rio Tocantins passa a assumir características ambientais tipicamente amazônicas e com comportamento hidrológico totalmente diverso do seu alto curso, sendo que o último aproveitamento previsto para esse trecho do rio Tocantins corresponde à UHE Serra Quebrada (Figura 1 - Localização, Anexo VI);
- o trecho depois da confluência com o Araguaia já drena outros estados como o Pará, o Maranhão, o que implica uma maior complexidade para a abordagem dos sinergismos e sua inserção no contexto macrorregional torna-se dispensável em razão da diversificação das interferências ambientais.



Para fins de configuração do quadro ambiental onde se inserem os empreendimentos hidrelétricos no alto Tocantins (Quadro 1.1) e em parte de seu médio curso, a jusante do eixo proposto para a UHE Serra Quebrada, optou-se pela integração dos dados para a avaliação da sensibilidade ambiental da bacia à implantação da UHE São Salvador. Essa integração foi possível transformando os dados disponíveis para a bacia em planos de informação, os quais foram sobrepostos e submetidos a rotinas de geoprocessamento e modelagem no ArcView 8.2.



**Quadro 1.1**  
**Empreendimentos hidrelétricos**  
**previstos no contexto macrorregional**

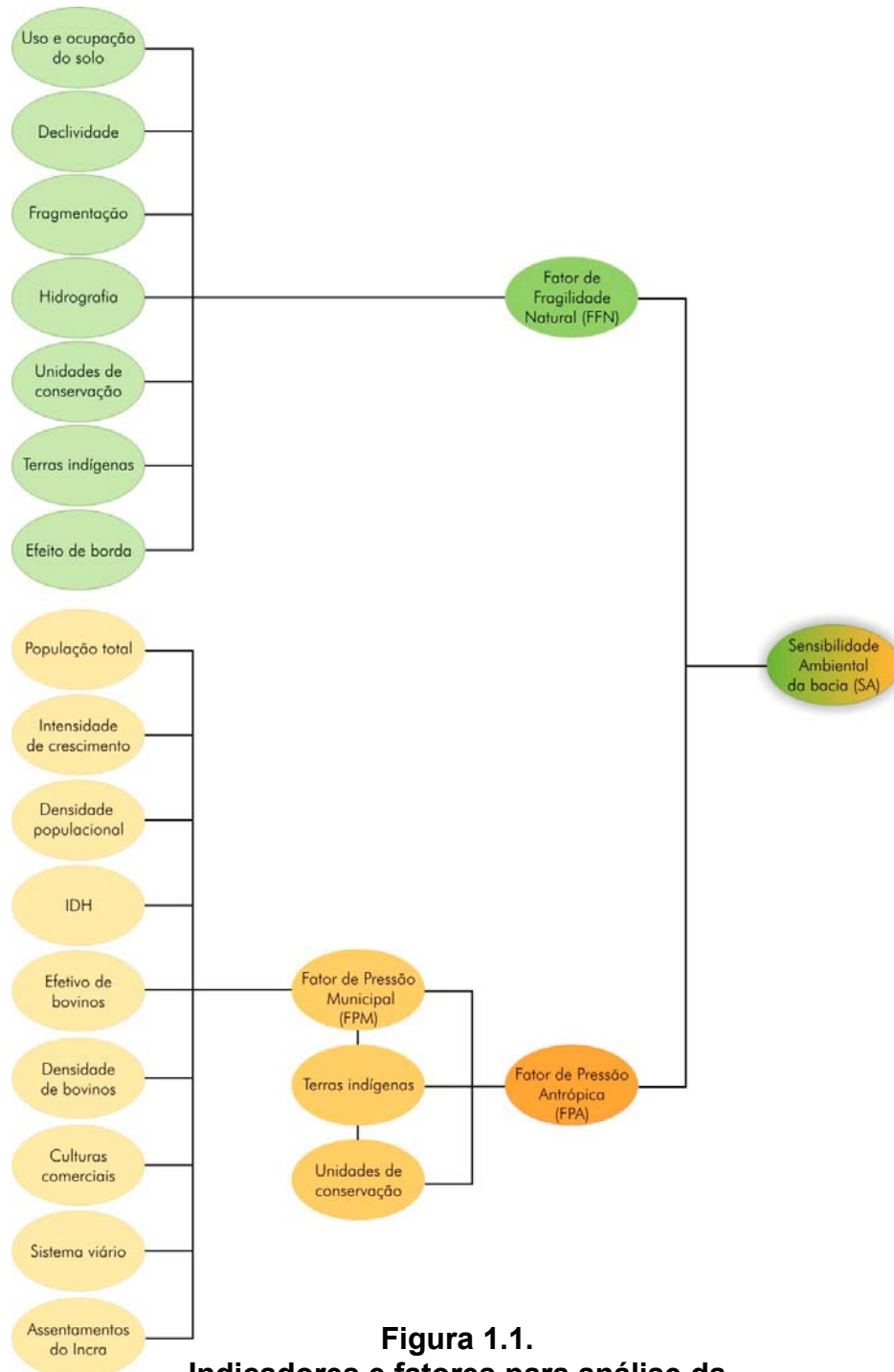
UHE	Rio	Estágio
Serra da Mesa	Tocantins	Implantada
Cana Brava	Tocantins	Implantada
São Salvador	Tocantins	Proposta
Barra do Palma	Paraná	Inventariada
Paraná	Paraná	Inventariada
Peixe-Angical	Tocantins	Licenciamento
Ipueiras	Tocantins	Licenciamento
Lajeado	Tocantins	Implantada
Tupiratins	Tocantins	Licenciamento
Estreito	Tocantins	Licenciamento
Serra Quebrada	Tocantins	Licenciamento

A integração de dados para avaliação da Sensibilidade Ambiental da área de estudo foi dividida em três etapas:

- a) Pré-processamento dos dados - englobou o recorte dos planos de informação de acordo com a área de interesse, a transformação de coordenadas e *datum*, a transformação dos dados vetoriais para *raster* com resolução de 250 metros, a reamostragem de dados de maior resolução para células de 250 metros, a mosaicagem de imagens de satélite, a classificação dessas imagens para confecção de mapas de uso e ocupação do solo e o cálculo de efeito de borda e grau de fragmentação de remanescentes florestais.
- b) Extração dos dados de previsão significantes – foram feitos o cálculo de equidistância de feições espaciais e a reclassificação da imagem. As classes reclassificadas receberam pesos de 0 a 10 de acordo com a sua importância no processo de modelagem. Os critérios foram quanto maior o peso, maior a sensibilidade ambiental da feição classificada em relação àquele plano de informação. Já a importância entre os planos de informação das integrações parciais receberam um valor entre 0 e 100.

## 1.2 Integração dos dados

A Figura 1.1 esquematiza os indicadores socioambientais e como eles foram integrados para a estimativa da sensibilidade ambiental do trecho do rio Tocantins entre a UHE Serra da Mesa e a confluência entre os rios Tocantins e Araguaia.



**Figura 1.1.**  
Indicadores e fatores para análise da sensibilidade ambiental da bacia do Tocantins

A figura mostra como foi realizada a integração dos aspectos naturais e antrópicos na concepção da sensibilidade ambiental da bacia.

Dessa forma, o Fator de Fragilidade Natural - FFN foi processado de acordo com os dados brutos de vegetação e uso do solo (cobertura do solo), dos quais foram extraídos os padrões das formações florestais (matas e cerradões), das áreas agrícolas (pastagem e agricultura), dos solos expostos e áreas de cerrado s.r. conservado. Os pesos variaram, de forma crescente de acordo com o grau de conservação. Isso equivale a dizer que, quanto maior o grau de conservação, maior a contribuição do indicador para o fator de fragilidade natural.

O mapeamento de vegetação e uso do solo (Anexo VI - Figura 2) foi obtido por meio da classificação supervisionada por máxima verossimilhança do sensor Modis/Terra produto MOD13Q1 com resolução espacial de 250 metros (data 10/04/2003).

A declividade da bacia calculada derivou do Modelo Digital de Elevação - DEM fornecido pelo Programa da Nasa intitulado *Shuttle Resource Terrain Model* - SRTM com resolução espacial de 90 metros. Declividades superiores a 20% foram consideradas mais frágeis em termos de bacia, portanto, receberam o maior peso.

Para uma análise do grau de conservação dos remanescentes florestais existentes na bacia, foi calculado o grau de fragmentação desses (Figura 3 - Fragmentação Florestal, Anexo VI). Esse indicador forneceu elementos para uma análise da bacia quanto à existência de potenciais corredores ecológicos em bom estado de conservação. Para tanto, o cálculo da distância interna e externa dos fragmentos florestais levou em conta as classes do mapeamento de vegetação e uso do solo como os fragmentos florestais propriamente ditos e as áreas de cerrado conservado/preservado.

Pela análise do isolamento dos mosaicos, representado pela distância entre os remanescentes florestais fragmentados presentes, é possível avaliar-se o nível de insularização que a fauna vem sofrendo em determinada área. Isso possibilitou uma associação entre flora e fauna da bacia.

No que se refere às possibilidades de conservação da fauna, foi utilizado o indicador efeito de borda (Figura 4, Anexo VI). Tal parâmetro é calculado a partir do índice de circularidade. Este parâmetro funciona como indicador da capacidade de retenção da fauna. Quanto mais perfeitamente circular for um fragmento, menor será o efeito de borda (menor será a relação entre perímetro e área). Espera-se, então, que sistemas dotados de menor relação perímetro/área exibam maior capacidade de retenção de atributos internos (no caso, organismos) quando comparados com sistemas em que esta relação é maior.

O índice de circularidade ( $I_c$ ) é expresso pela relação entre a área e o perímetro de determinado polígono (Christofolletti, 1999; Forman, 1999):

$$I_c = \frac{A}{A_c} = \frac{2\sqrt{\pi A}}{p}$$

onde:

A = área do fragmento considerado;

A<sub>c</sub> = área do círculo com perímetro idêntico ao mesmo fragmento;

p = perímetro.

O índice de circularidade varia de 0 a 1, e quanto mais próximo de 1, melhor a condição dos fragmentos (1 equivale a um círculo perfeito). Utilizou-se a média dos índices de circularidade calculados para toda a área de trabalho e para cada um dos setores.

O índice de circularidade dos fragmentos florestais é uma medida do efeito de borda, ou seja, a alteração na composição de espécies notada em zonas de transição entre um hábitat e outro - floresta/agropecuária, por exemplo - e está fortemente associado à erosão de biodiversidade em florestas tropicais, uma vez que muitas espécies de plantas e animais dependem de condições encontradas somente no interior de extensas florestas, longe das bordas (Lovejoy *et al.*, 1986).

Para este trabalho, calculou-se o efeito de borda entre os fragmentos florestais e áreas de cerrado conservado em relação às demais classes resultantes da classificação supervisionada do sensor Modis/Terra (ver Figura 3 - Efeito de borda, Anexo VI).

A rede hidrográfica utilizada na modelagem foi a disponibilizada pela Agência Nacional de Águas – ANA, em escala 1:1.000.000. A densidade de drenagem possibilitou uma separação dos trechos afluentes ao rio Tocantins e o seu canal, sendo maiores contribuintes para a fragilidade da bacia os primeiros. Tributários mais longos livres permitem uma análise mais acurada das possibilidades de rotas migratórias para espécies aquáticas presentes na bacia.

Outro foco de atenção para a análise macrorregional foi a presença de unidades de conservação e terras indígenas. A análise pautou-se em faixas de distância, que variaram de acordo com a legislação existente de amortecimento de impactos, especialmente para unidades de conservação. Até mil metros de distância, o peso foi maior. Maior que dez mil metros (10 km) – intermediário e maior que cinquenta mil metros (50 km), menor peso. Os polígonos das unidades de conservação foram obtidos, em 2003, junto ao Ibama. Não foi incluso o perímetro da APA do Lago de São Salvador, por esta ter sido criada por decreto estadual, mas ainda não implementada.

Todos esses indicadores foram integrados para a estimativa do Fator de Fragilidade Natural – FFN (Figura 5, Anexo VI).

Para a determinação da pressão antrópica, foram, inicialmente, processados dados para o conjunto dos municípios, o que permitiu o cálculo do Fator de Pressão Antrópica Municipal – FPM (Figura 6, Anexo VI). Esse fator expressa a pressão que cada município exerce sobre os recursos naturais, sendo construído a partir dos elementos relacionados à demografia, às condições sociais, às atividades econômicas e à organização do território.

Os dados relativos à demografia consistiram no tamanho da população total, na intensidade do crescimento populacional e na densidade demográfica. Sobre a dimensão da população, foram evidenciadas as faixas de população, em que, quanto maior a população do município, maior a pressão exercida sobre os recursos naturais. Da mesma forma, analisou-se a intensidade do crescimento populacional, calculada a partir das taxas geométricas de crescimento e que incorpora em seus cálculos, a evolução da população total, urbana e rural. Assim, quanto maior a intensidade do crescimento, também maior a pressão sobre o meio ambiente.

A densidade populacional foi outro fator analisado, relativizando o tamanho da população ao espaço por ela ocupado. Igualmente, quanto maior a densidade, maior seriam as pressões sobre o ambiente.

Para as condições sociais, utilizou-se o Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, como representativo de diversos elementos sociais da população, como condições de saúde, de educação e renda.

Para uma avaliação da relação desse indicador com os fatores de pressão, considerou-se que, quanto maiores os níveis sociais da população, maior a capacidade de consumo, que se traduz em maior pressão sobre os recursos naturais e sua disponibilidade.

Os fatores econômicos considerados voltaram-se para os aspectos relacionados a atividades agropecuárias, por sua relação direta com o uso dos recursos naturais e pela maior disponibilidade de informações desagregadas para municípios. Foram então analisados os efetivos de bovinos - seu número absoluto e a densidade - por ser a atividade predominante na região e cuja intensidade pressiona os recursos naturais. Foram calculadas, ainda, a presença e a intensidade de culturas comerciais, como a soja e a cana-de-açúcar, por necessitarem, em seu desenvolvimento, de insumos e recursos que geralmente pressionam o meio ambiente.

Em relação ao território, foi avaliada a densidade do sistema viário, em que a presença de estradas foi considerada como um facilitador à ocupação do espaço e de sua utilização, sendo portanto, um elemento de pressão sobre o ambiente. Incluiu-se ainda, a presença de assentamentos do Incra, como fator de pressão por representarem formas de aproveitamento das terras e de utilização econômica dos recursos naturais. Destaca-se que, embora iniciativas importantes quanto à sustentabilidade das atividades econômicas e dos assentamentos humanos venham sendo implementadas e incentivadas, para efeito dos estudos, os mesmos foram considerados como elementos de pressão sobre os recursos ambientais.

Na seqüência, para extração do Fator de Pressão Antrópica - FPA (Figura 7, Volume VI), integrou-se essa resultante com perímetros de terras indígenas<sup>1</sup> e unidades de conservação. Diferentemente do assumido para o cálculo do Fator de Fragilidade Natural, esses territórios protegidos para efeito de análise da pressão antrópica foram tratados como condicionantes à ocupação do território. Isto redundou na atribuição de maior peso para a presença da unidade de conservação ou do território indígena, uma vez que a restrição ao uso das terras é um fator de pressão sobre as áreas remanescentes.

A integração entre o Fator de Fragilidade Natural e o Fator de Pressão Antrópica resultou no indicador do grau de Sensibilidade Ambiental da bacia (Figura 8, Anexo VI). Este mapeamento possibilitou uma análise integrada e a avaliação dos possíveis sinergismos ocorrentes com a implantação da UHE São Salvador.

---

<sup>1</sup> Os perímetros foram obtidos na Fundação Nacional do Índio – Funai, atualizado de 2003.

## 2. A UHE São Salvador no contexto macrorregional

O objetivo desta análise é procurar, a partir do diagnóstico ambiental, integrar os vários temas e estudos setoriais, de forma a estabelecer correlações ou relações que se evidenciaram durante o desenvolvimento do presente EIA. A ferramenta para tal foi a análise de sensibilidade ambiental, que permitiu uma visão mais ampla do trecho da bacia onde pretende-se inserir o reservatório da UHE São Salvador. Um viés teórico para a percepção do significado da implantação desse empreendimento hidrelétrico no rio Tocantins foi desenvolvido a partir de uma análise histórica de sua ocupação no contexto macrorregional.

O histórico de ocupação da região é essencial para a compreensão dessas relações ao longo do processo de integração da paisagem natural e as modificações impressas pela presença das culturas humanas.

A primeira grande alteração da paisagem e da ocupação da região, com registros históricos, ocorreu a partir de 1700 quando aconteceram as descobertas minerais na região. A procura por ouro e pedras preciosas foi, em grande parte, realizada por grupos de escravos com habilidades específicas para investigação e localização de áreas de minérios, os chamados “negros de mina”. Essa população marcou intensamente a formação demográfica local, bem como a ocupação territorial, pela manutenção, até os dias de hoje, das áreas dos quilombos Kalunga, na porção norte do atual estado de Goiás, no município de Cavalcante, na área de influência antrópica indireta da UHE São Salvador.

Para a formação dos arraiais e ocupação das terras, as matas eram então abertas cedendo espaço às pequenas vilas, aos locais de armazenamento e transporte, nas beiradas dos rios para facilitar o trabalho de alguns aluviões e nas encostas onde se podia extrair o ouro. Algumas entradas que duravam por meses e anos eram apoiadas por cultivos temporários, desenvolvidos nas áreas mais férteis e de forma provisória e predatória.

Sem maiores preocupações com as atividades consideradas secundárias ao objetivo de extrair as riquezas minerais, penalizava-se todo o processo de implantação dos arraiais, sempre precários, provisórios e inacabados e implementados sem maiores preocupações em otimização do espaço e utilização dos recursos naturais.

A pouca diversificação das atividades econômicas dos arraiais limitavam a capacidade de inserção de trabalhadores livres em atividades assalariadas ou remuneradas por intermédio de trocas ou acordos sobre moradia e alimentação. Por sua vez, os mercados internos não apresentavam um crescimento endógeno sustentado e existiam praticamente em função das lavras.

O desenvolvimento da região de fato só ocorreu muito tempo depois, já no século XX, com a construção de Brasília e com a implantação da rodovia BR-153, que foram os fatores propulsores da integração do Centro-Oeste, consolidada mais recentemente com a emancipação do estado do Tocantins em 1989.

Embora a intenção de integração da região às porções mais dinâmicas do país tenha se manifestado desde os primeiros colonizadores, poucas ações efetivamente foram implementadas até o século XX. Diversos projetos de ligação fluvial pelos rios Tocantins e Araguaia já percorreram o imaginário das forças políticas e militares e empreendedores interessados em explorar o potencial da região, sem, no entanto, alcançarem seus objetivos. A própria integração à então Capitania do Grão-Pará, impossibilitada pela proibição da navegação no rio Tocantins, na década de 1730, revelou-se como o estancamento das intenções de inserção da área em processos mais dinâmicos do ponto de vista econômico e comercial.

Algumas decisões políticas resultaram na manutenção do isolamento do então Norte Goiano, seja pelas dificuldades iniciais de se vencer a natureza e os indígenas, seja pela necessidade do controle do comércio ilegal e posteriormente pela não priorização da área em investimentos e orientações de caráter desenvolvimentista. Estes fatores podem ter significado a conservação da área, que ainda guarda alguns pontos onde a vegetação encontra-se conservada como pode ser observado no vale do rio das Balsas (ver Figura 4 - Grau de fragmentação florestal).

Assim, se por um lado a geologia e os recursos minerais da região foram a força motriz para as primeiras ocupações e intervenções nos ecossistemas, o relevo da bacia muito acidentado, associado ao clima, com regime de chuvas intensas, e com rios de grande porte e acentuado declive que dificultam a navegação a maior parte do ano, tornaram difíceis as ligações da região com as demais áreas do país.

Outra correlação que dificultou o uso das terras além da morfologia acidentada dos vales e afluentes do rio Tocantins, foi a existência de solos de baixa produtividade. Isto é, a predominância de solos litólicos e podzólicos, de baixa aptidão agrícola associados aos longos períodos sazonais de estiagem dificultaram a agricultura e favoreceram a pecuária, com implicações na ocupação, na necessidade de pouca mão-de-obra e na estrutura fundiária, marcada por propriedades de grande extensão e pouco ocupadas.

Uma leitura mais ampla da bacia, em seu contexto macrorregional, permite perceber uma correlação estreita entre esses condicionantes físicos do terreno e os graus de fragmentação elevado na maioria das sub-bacias que compõem o que se convencionou, bem como aos efeitos de borda apresentados pelos mosaicos remanescentes na área.

A porção leste dessa bacia apresenta-se altamente fragmentada (Figura 4 - Grau de Fragmentação, no Anexo VI). As áreas de interflúvio (chapadas) são as mais fragmentadas, especialmente na sub-bacia do rio do Sono, que drena os municípios de Mateiros, Ponte Alta do Tocantins, São Félix do Tocantins e Novo Acordo, principalmente. Já o rio das Balsas, o qual deságua no rio do Sono na divisa entre Novo Acordo, Rio Sono e Aparecida do rio Negro, é o que apresenta o menor grau de fragmentação. O rio das Balsas intercepta relevos bem mais acidentados que o rio do Sono, em suas principais cabeceiras.



Essas assertivas sobre a fragmentação não são dissonantes aos padrões de uso e ocupação observados na área de estudo

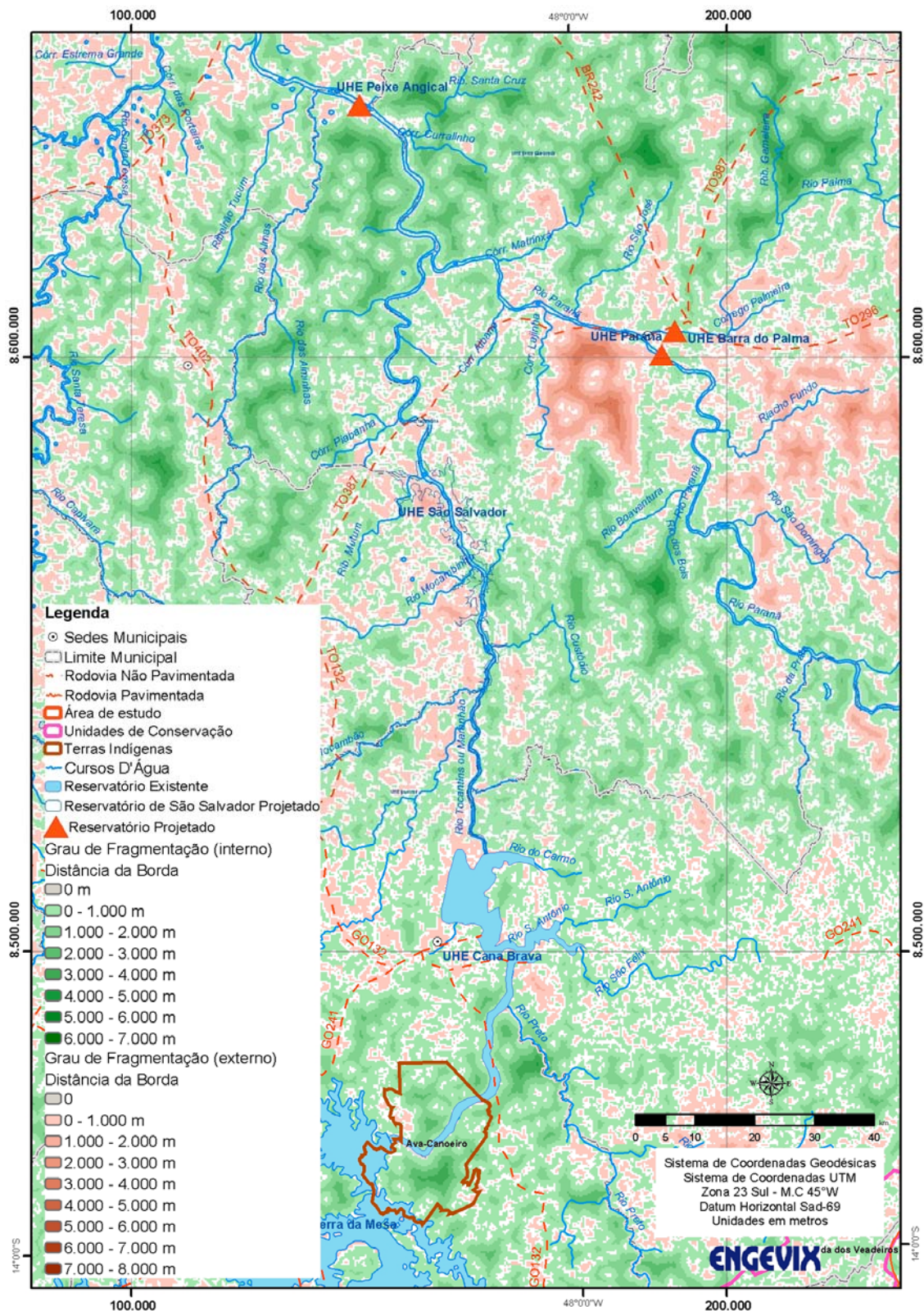
As propriedades na região, como um todo, têm grandes dimensões. A área de influência direta da UHE São Salvador ratifica essa distribuição de tamanho de propriedade, sendo que a área média das propriedades é 760,8 hectares. Além disso, a dificuldade de construção de vias de acesso e sua manutenção tornam difícil o escoamento da produção e a exploração dos recursos naturais. Mesmo na região de Palmeirópolis, por exemplo, onde se dispõe de solos de melhor aptidão não se verifica a intensificação e manutenção de atividades agrícolas.

Essas dificuldades de interligação e o isolamento dessas áreas possibilitaram a manutenção de fragmentos de ecossistemas em bom estado de conservação. Os remanescentes vegetais nativos de Cerrado (cerradão e campo s.r.) na região são resultado da menor intensidade de ocupação econômica. Mesmo na área de influência indireta, ainda podem ser feitos registros biogeograficamente interessantes nas formações florestais ao longo dos tributários do rio Tocantins, mas se concentram em áreas pontuais como na sub-bacia dos rios Mutum (São Luís) e Cana Brava, na margem esquerda (Figura 2.1).

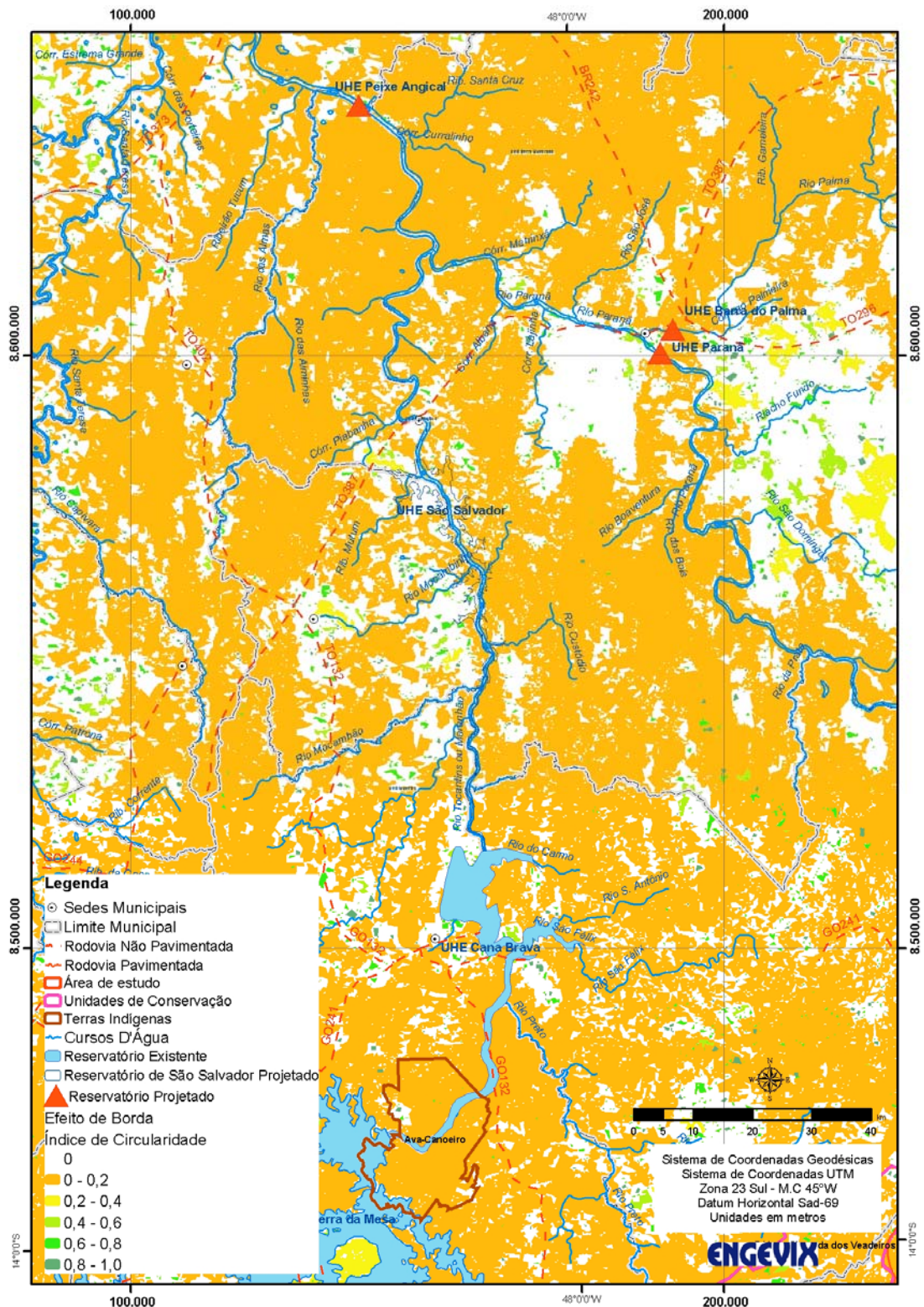
Todavia, esses registros, especialmente relacionados à fragmentação florestal na bacia, demonstram que o vale do rio Tocantins, no geral, apresenta-se em diferentes níveis de fragmentação, os quais podem ser observados no mapeamento de Fragilidade Natural (Figura 5, Anexo VI). A bacia do rio Tocantins está bastante fragmentada, especialmente no seu trecho médio. As circunjunções de empreendimentos como UHE Lajeado, UHE Cana Brava e, fundamentalmente, UHE Serra da Mesa, rodovia Belém-Brasília, entre outros, permitem perceber a pressão antrópica já instalada e em evolução (Figura 6 - Fator de Pressão Antrópica, Anexo VI).

No entanto, as formações que ainda estão em bom estado de conservação são cada vez mais isoladas. A acentuação da presença humana tem maximizado a caça na região e constitui-se em boa medida, na causa da dificuldade no registro de espécies de maior porte como grandes gaviões (harpia). Essas matas, no entanto, ainda estão repletas de mamíferos como macacos, capivaras, antas, ariranhas, tamanduás, veados-mateiro, lontras e gatos-maracajá, como pôde ser demonstrado na Parte A - Capítulo III.

De forma geral, os remanescentes da área de estudo e, especialmente, na área que drena para o futuro reservatório da UHE São Salvador, apresentam efeitos de bordas inadequados à sustentação de uma fauna muito diversa, em especial, restringe a presença de mamíferos carnívoros, os quais necessitam de grandes territórios de vida (Figura 2.2).



**Figura 2.1.**  
**Detalhe do mapeamento da fragmentação florestal mostrando a área de inserção da UHE São Salvador**



**Figura 2.2.**  
**Detalhe do mapeamento do efeito de borda mostrando a área de inserção da UHE São Salvador**

Os rios da bacia apresentam ictiofauna amazônica e grande riqueza de espécies, tanto nos cursos principais, quanto em tributários de menor porte ou em formações lênticas (lagoas marginais, brejos e alagadiços), existindo espécies de hábitos migratórios.

Dados de usinas de montante, a exceção dos da UHE Cana Brava, ainda não estão publicados e disponíveis para uma análise mais acurada. Além do fato de terem sido registradas espécies migratórias na área de estudo, pouco se pode dizer se essa migração tem alcançado o resultado anterior ao enchimento dos reservatórios já instalados na bacia. As informações disponíveis (Silva, 1905; Paiva, 1983) indicam, apenas, uma migração reprodutiva nas primeiras chuvas (outubro-novembro), seguidas de retorno ao final da estação chuvosa (março).

Quanto à organização do espaço, a predominância de grandes propriedades e exploração de pecuária de corte extensivo e pasto plantado influenciou grandemente a organização, a ocupação do espaço, a distribuição geográfica da população, a paisagem, reforçando as características culturais e econômicas da população.

A análise das características dos 126 municípios, que compõem a área macrorregional de inserção da UHE São Salvador, permitiu identificar uma maior pressão sobre os recursos naturais no eixo próximo à BR-153, o que ratifica as tendências estabelecidas desde sua implantação. A capital Palmas coloca-se como um dos centros de irradiação das ações humanas sobre o ambiente. Junto com outros municípios que já registravam processos mais intensos de uso dos recursos naturais, como Porto Nacional, Paraíso do Tocantins, Miracema do Tocantins, Tocantínea e Pedro Afonso, Palmas forma um núcleo de pressão antrópica especialmente relacionada ao crescimento demográfico e também à introdução de culturas comerciais, intensivas em capital, como a soja (ver Figura 6 - Fator de Pressão Antrópica, Anexo VI).

Na porção mais ao sul, a pressão sobre os ecossistemas ocorre pelo uso mais intensivo das terras para pastagens e, em menor escala, para culturas comerciais como a cana-de-açúcar, o milho e a soja. Em Porangatu e Niquelândia, são registrados os maiores rebanhos bovinos entre os 126 municípios, com 300.000 e 220.000 cabeças respectivamente (IBGE, 2002). Porangatu registra o nono maior efetivo do Estado de Goiás, e Niquelândia, o décimo sétimo maior. Peixe e Paranã possuem mais de 100.000 cabeças; enquanto o município de Peixe tem o quarto maior efetivo do Estado do Tocantins, Paranã tem o décimo nono. Esses dados ratificam os resultados da estimativa do Fator de Pressão Municipal (Anexo VI).

Na área de influência indireta da UHE São Salvador, verificam-se fatores pressão que podem ser considerados medianos. O empreendimento localiza-se entre dois focos de maior pressão sobre os recursos naturais - Minaçu, com uma população de 33.608 pessoas e Arraias, com 10.984 pessoas (IBGE, 2000), que apesar de sua população ser menor, apresenta maior uso de seus recursos naturais, com ampliação das áreas com culturas comerciais, como a cana-de-açúcar. Sua produção é a maior do Tocantins.

Nessa área, os núcleos urbanos são pequenos, com exceção de Minaçu, localizado próximo de empreendimentos de mineração e obras de hidrelétricas (Serra da Mesa e Cana Brava). Nos demais municípios, predomina a população rural e são comuns os problemas de infra-estrutura de saúde, de educação, de habitação e de saneamento básico, reflexos, também, do relativo isolamento da região (Figura 2.3). No entanto, a crescente ampliação dos acessos e o esvaziamento do campo têm pressionado a população urbana, reproduzindo a tendência mais geral que vem ocorrendo no resto do país, que é a de crescimento da população urbana e esvaziamento do meio rural.

Pode-se perceber que os investimentos em linhas de transmissão<sup>2</sup>, usinas hidrelétricas<sup>3</sup>, rodovias<sup>4</sup>, ferrovias, hidrovias<sup>5</sup> são fatores de aceleração do processo de integração dessa região. Todavia, é importante destacar que essa integração, inevitavelmente, provoca alterações irreversíveis à paisagem e aos ecossistemas. Exemplos disso são a regularização do rio Tocantins promovida pelos reservatórios, a alteração dos ambientes aquáticos e das comunidades ícticas, a modificação da dinâmica de transporte de sedimentos (que já provoca alteração das praias do rio Tocantins), entre outros.

O que se pode ponderar é a possibilidade de compensações e minimizações desses impactos no âmbito da responsabilidade de cada empreendedor, de forma que não se tornem, a qualquer tempo e pontos de vista, impeditivos irreversíveis do desenvolvimento regional.

Apesar dos inegáveis impactos negativos, podem ser quantificados aspectos positivos como: a melhoria da qualidade de vida resultante deste processo de integração como no município de Minaçu; o desvendar do patrimônio histórico e arqueológico catalisado por esses empreendimentos, como no caso da implantação da linha de transmissão de interligação Norte-Sul, e das UHEs Serra da Mesa, Cana Brava e Lajeado; o resgate de comunidades indígenas e de sua história, como no caso do grupo Ava-Canoeiro também nas UHEs Serra da Mesa e Cana Brava; o avanço do conhecimento da fauna e flora do cerrado; entre outros.

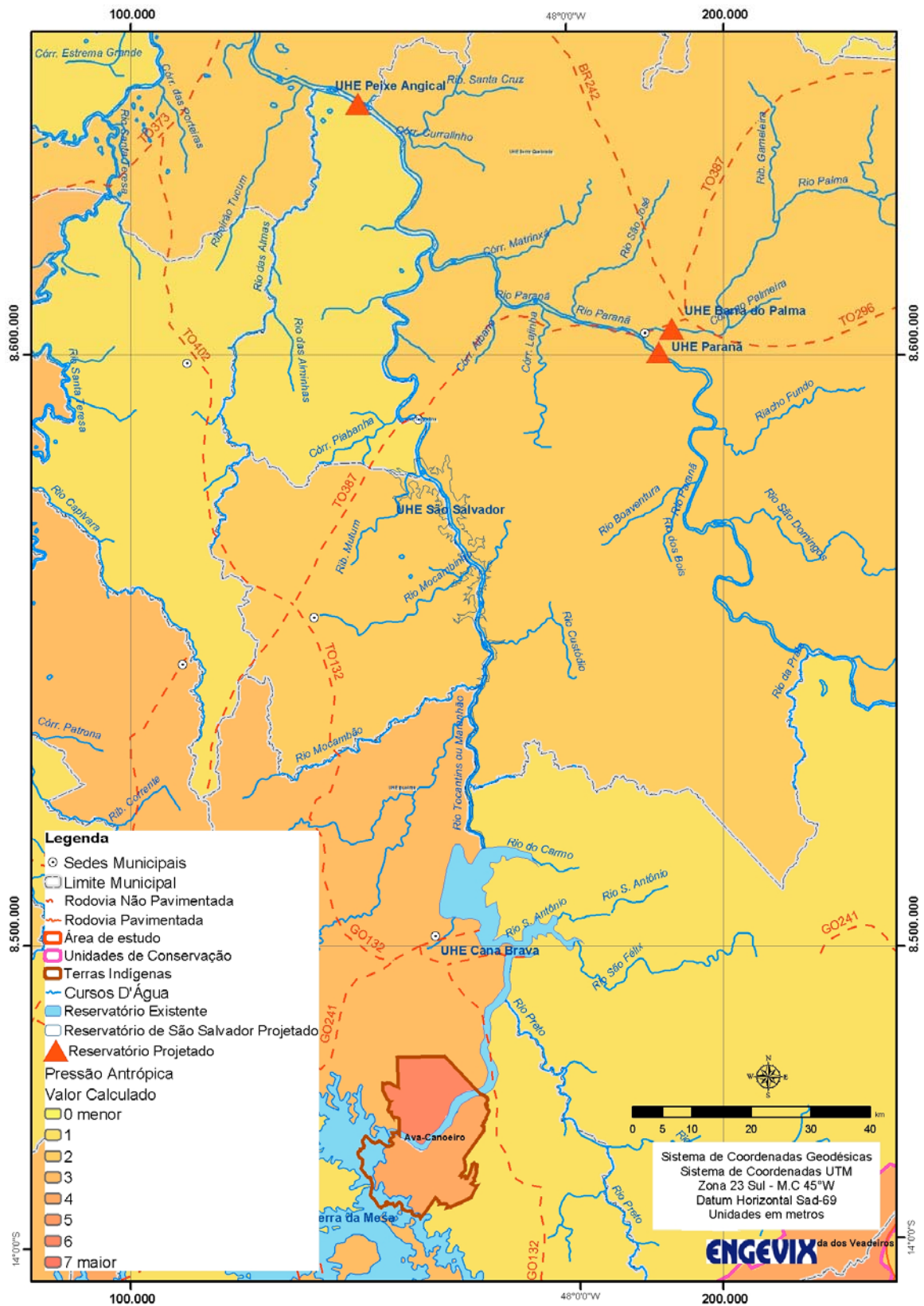
---

<sup>2</sup> Como a recente Linha de 500kV Norte-Sul e a LT de 230kV que ligará SE Cana Brava à SE São Salvador, empreendimento correlato ao ora em estudo.

<sup>3</sup> UHEs Serra da Mesa, Cana Brava, Lajeado e Peixe-Angical (em fase de licenciamento).

<sup>4</sup> Pavimentação de trechos de estradas estaduais e federais na área de influência indireta.

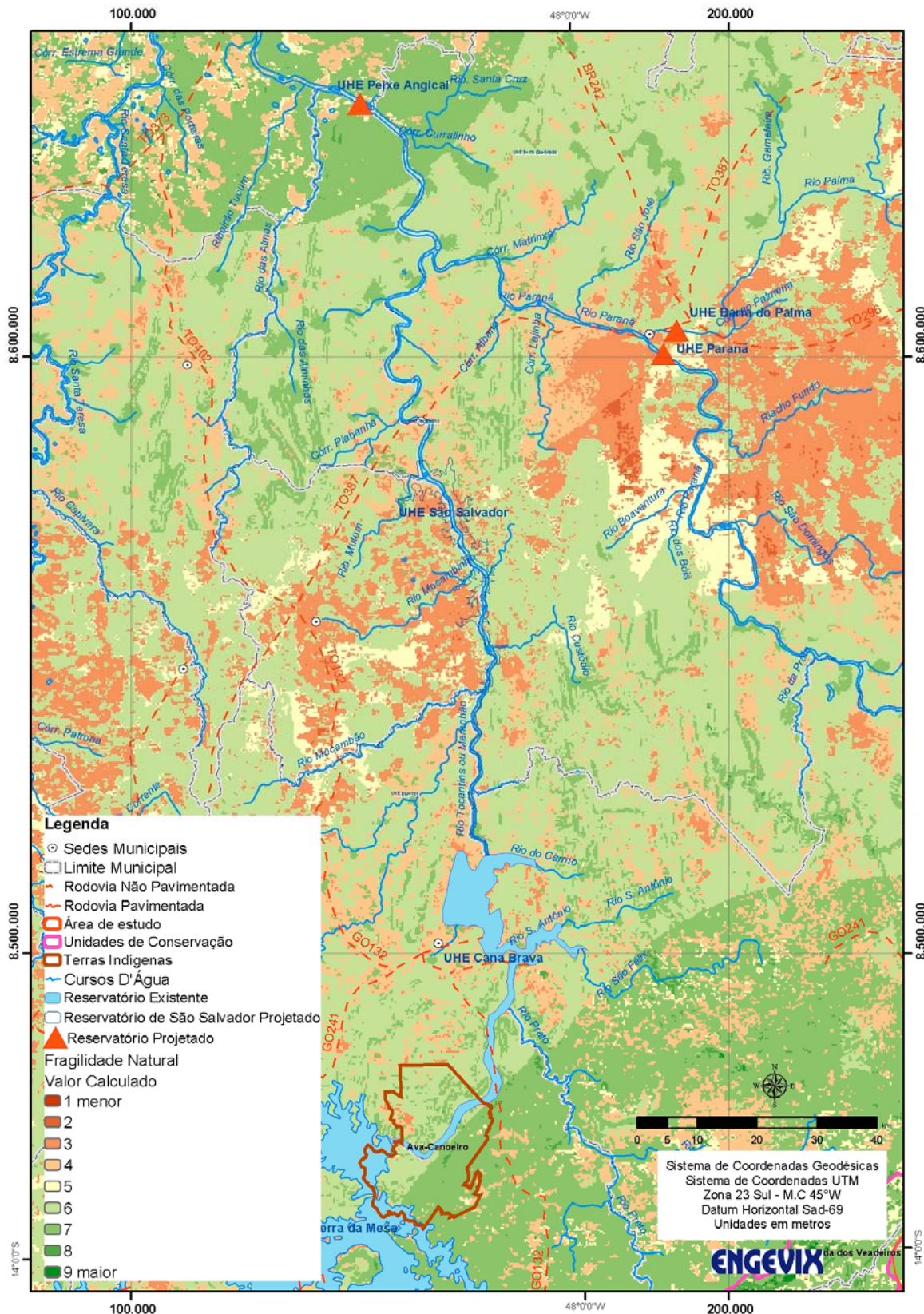
<sup>5</sup> Está em discussão a implantação da hidrovia Araguaia-Tocantins, preconizada como eixo de integração nacional.



**Figura 2.3.**  
**Detalhe do mapeamento do Fator de Pressão Antrópica**  
**mostrando a área de inserção da UHE São Salvador**

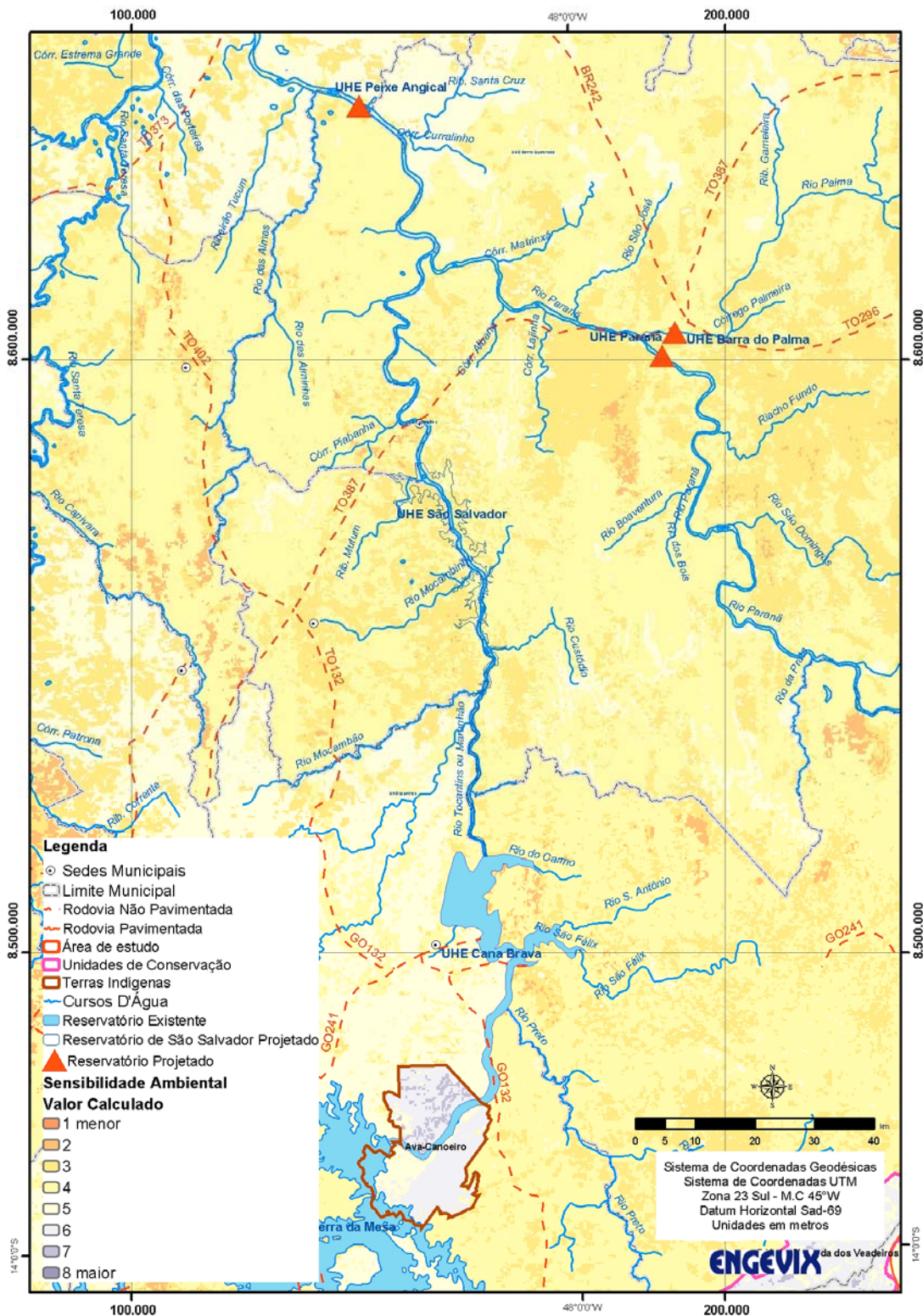
O cruzamento dessas informações do diagnóstico permitiu, então, compreender que a exploração dos recursos naturais da bacia, inclusive do seu potencial hidráulico como a construção de hidrelétricas, vem promovendo a integração dos municípios, com melhoria das vias de acesso e da infra-estrutura de serviços e retirando a região do 'norte de Goiás' de seu isolamento político, econômico e social, que deixou, à margem de oportunidades, a sua população. Por outro lado, a UHE São Salvador se insere nesse processo de aproveitamento dos recursos naturais, contribuindo, a seu tempo, para a interligação daquela região e seu desenvolvimento. Para que isso ocorra de forma sustentável, deverão ser implantadas as medidas e programas ambientais propostas nos estudos ambientais para este tipo de empreendimento na bacia do rio Tocantins. E, fundamentalmente, essas medidas de proteção e conservação dos ecossistemas remanescentes na bacia devem ser pensadas de uma forma global, macrorregional, com a integração dos esforços na implementação das ações ambientais dos diversos empreendimentos implantados, em implantação e a serem implantados.

A integração da fragilidade natural da bacia (Figura 2.4) e a pressão antrópica a que está submetida permite visualizar que a UHE São Salvador está inserida em uma área de sensibilidade intermediária (Figura 2.5). Não sobrepõe qualquer unidade de conservação de proteção integral, estando a mais de 70 km distante do Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros. Seu uso e ocupação denotam características de áreas já antropizadas, como foi descrito no início do presente Capítulo I. Apresenta uma área inundada adicional à calha do rio relativamente pequena - 82,84 km<sup>2</sup>, o que acentua-lhe a viabilidade de implantação de medidas de mitigação. Enfim, a observação da Figura 7 (Anexo VI), que mostra o mapeamento da Sensibilidade Ambiental propiciará ao órgão licenciador uma análise mais ampla do sítio de implantação da UHE São Salvador na bacia do Tocantins.



**Figura 2.4.**  
**Detalhe do mapeamento da fragilidade natural**  
**mostrando a área de inserção da UHE São Salvador**





**Figura 2.5.**  
**Detalhe do mapeamento da sensibilidade ambiental mostrando a área de inserção da UHE São Salvador**

### **3. Efeitos sinérgicos provocados pela implantação da UHE São Salvador**

A implantação de uma barragem para reservação de água para a geração de energia acarreta severas alterações no regime hidrossedimentológico e no meio biótico da bacia. Quanto maior a obra hidráulica construída, mais ampla a modificação das condições naturais preexistentes. Assim sendo, a comparação decorrente do ecossistema modificado com o preexistente às obras apresenta aspectos positivos e negativos.

Os prejuízos decorrentes dos impactos negativos devem ser analisados e avaliados em comparação com os benefícios advindos do empreendimento.

A bacia do médio e alto Tocantins tem sido objeto de diversos estudos para aproveitamento do potencial hidrenergético disponível, que remontam à década de 60. Estas investigações resultaram na implantação das UHEs Serra da Mesa, Cana Brava e Lajeado, atualmente em operação. Destaca-se que no baixo Tocantins, há ainda, a UHE Tucuruí, em operação comercial desde 1984. Para o trecho estudado do Tocantins, existem mais sete aproveitamentos previstos que se encontram em fase de planejamento, licenciamento ou estudo ambiental, como apresentado no Quadro 1.1 (Capítulo I – Parte B), além da UHE São Salvador.

Dentro desse cenário de intervenções em um ambiente natural, mostra-se importante prever os resultados decorrentes da associação simultânea, os efeitos sinérgicos, de vários empreendimentos de geração de energia hidráulica, implantados ou a serem implantados na bacia do rio Tocantins, embora sejam poucos os estudos e metodologias existentes sobre este tema. De fato, o estudo dos efeitos sinérgicos apresenta-se como um processo a ser desenvolvido continuamente, através dos resultados, divulgação e análise dos monitoramentos ambientais promovidos em função da implantação dos aproveitamentos hidrelétricos.

Em relação à UHE São Salvador, observa-se que o regime hidrológico do rio Tocantins mostra-se bem definido, com período de estiagem iniciando em maio/junho e terminando em outubro/novembro e período de cheias entre dezembro e maio, com o trimestre mais chuvoso concentrando-se em dezembro/janeiro/fevereiro.

O início da operação do reservatório da UHE de Serra da Mesa, localizado a montante da UHE Cana Brava (em operação) e UHE São Salvador (proposto), determinou uma modificação deste regime com a atenuação dos eventos de cheias e o aumento das vazões de estiagem proporcionada pela regularização da vazão por este reservatório. Segundo dados de Furnas Centrais Elétricas S. A., cada uma das três unidades geradoras da usina opera com  $400\text{m}^3/\text{s}$ , e somente em situações extremas (e de curta duração) a vazão poderá ficar reduzida (como descrito no Capítulo II, desta Parte B). Cabe destacar que, apesar de a UHE Cana Brava ser a montante do empreendimento proposto ela não afeta o regime hidrológico, pois opera a fio d'água.

A UHE São Salvador será operada a fio d'água, o que não altera as condições do regime fluvial e o regime hídrico a jusante da casa de força. Não haverá, portanto, mudança em seu regime de cheias e estiagens. No entanto, devido à existência de um grande reservatório de regularização a montante, a UHE Serra da Mesa, as condições de regime hídrico do rio Tocantins já são alteradas por este reservatório, e neste caso se refletindo no futuro reservatório de São Salvador, já que o mesmo operará a fio d'água.

No que se refere ao regime de sedimentos também é marcante a alteração provocada pelos reservatórios de montante, da UHE Cana Brava e Serra da Mesa, que reterão a maior parte dos sedimentos do rio Tocantins. Estudos desenvolvidos por Furnas para os dois reservatórios de montante mencionados permitem avaliar eficiência de retenção dos sedimentos em cerca de 95% para Serra da mesa e 60% para Cana Brava.

Isso trará um benefício para o futuro reservatório da UHE São Salvador, aumentando sua vida útil. No entanto, um impacto negativo já se faz presente no rio Tocantins, com a alteração das praias a jusante, que passaram a não ser mais alimentadas pelo transporte de areia, isto é, material de arrasto do rio e que fica retido nesses reservatórios de montante.

Analisando as duas alterações descritas acima (regularização da vazão e retenção de sedimentos), verifica-se que a combinação simultânea desses alterará de forma significativa o aporte de areias (de fundo) nas zonas de depósitos do rio tendo como consequência a gradual redução das praias localizadas a jusante dos empreendimentos.

Com relação ao meio biótico, as implantações das barragens somadas às modificações do regime hidrossedimentológico deverão atuar na composição qualitativa e quantitativa das ictiocenoses, bem como de outros grupos aquáticos do rio em questão.

A formação dos reservatórios reduzem a quantidade de microambientes presentes nos limites do rio resultando na simplificação em termos de diversidade da comunidade residente. Por outro lado, poderá haver um aumento significativo de biomassa com o desenvolvimento de populações de espécies mais aclimatáveis às novas condições ambientais estabelecidas no local. Particularmente destacáveis são espécies como o tucunaré (*Cichla* spp.), piranhas (*Serrasalmus* spp.) que em outros reservatórios do sistema Tocantins-Araguaia (como Serra da Mesa e Tucuruí) apresentaram grande aumento em seus estoques.

A instalação de redes de monitoramento nesse trecho do Tocantins, no âmbito de cada empreendimento, entre a UHE Serra da Mesa e a UHE Lajeado, poderá propiciar registros históricos de alterações ambientais, os quais servirão de base para uma melhor compreensão das relações de causa-efeito de empreendimentos dessa natureza nos rios brasileiros.

Deve-se considerar que as represas são ambientes de alta piscosidade e valor turístico. O bom gerenciamento desse ambiente poderá potencializar o uso do lago com atividades de pesca e lazer.

Espécies reofílicas, como proquilodontídeos, vários pimelodídeos, doradídeos, entre outros, tendem a reduzir significativamente seus estoques a montante, em face da inexistência de áreas para a plena migração destes organismos. O rio Tocantins, em diferentes locais, apresenta pontos de interrupção de deslocamentos de espécies reofílicas, os quais podem ser representados pelas barragens construídas ou por obstáculos físicos como cachoeiras com altura intransponível em condições naturais. De outra forma, sabe-se que a formação do lago da UHE Serra da Mesa, por exemplo, alagou elementos hidrofisiográficos importantes que limitavam o acesso de espécies migradoras ao alto Tocantins.

O estabelecimento de um mecanismo de transposição na UHE São Salvador, isoladamente, pode não trazer benefícios significativos à ictiofauna em termos de resgate de suas rotas migratórias. Entretanto, não existem evidências publicadas da eficácia desses mecanismos. O que existe são especulações e alguns poucos dados disponíveis em literatura da necessidade de recompor a possibilidade de transposição dos peixes que ficariam isolados em trechos de jusante.

Outra questão, levantada por Britski (1994), é que "a construção de escadas eficientes teve sucesso em rios de pequeno porte com barragens relativamente pequenas e condições adequadas à desova a montante. Seria a mesma coisa num rio de grandes proporções com barragem alta, cujo lago artificial se estende por dezenas de quilômetros e que termina no sopé de outra barragem, cujo lago tenha as mesmas características daquele de jusante? Não se sabe."

Esse é o caso da UHE São Salvador, seu remanso vai até a barragem de Cana Brava, a qual por sua vez, avança rio acima no Tocantins a alguns quilômetros da barragem da UHE Serra da Mesa como foi demonstrado no presente tópico.

Generalizar a obrigatoriedade de uma obra, cujo funcionamento resulta de interações entre suas características técnicas (tipo, declividade, vazão, posição em relação ao eixo da barragem) e a natureza da ictiofauna presente, pode incorrer no risco de insucesso e desperdício de recursos, esforços e oportunidades.

Exemplo desse desperdício foram escadas de peixes construídas logo acima de cachoeiras de até 70 m de altura, como a edificada no córrego dos Negros (São Carlos/SP), ou em riachos onde a ictiofauna era composta apenas por espécies sedentárias (Charlier, 1957).

Após a construção das escadas, nenhuma avaliação sistemática foi realizada nesses empreendimentos. Alguns estudos, com conclusões distintas em relação à eficiência dessas facilidades, são, no entanto, encontrados na literatura. Além de não avaliar a eficiência em facilitar a descida dos organismos, esses estudos só informam, entretanto, sobre a eficiência na transposição de barragens ou a capacidade de ascensão das escadas. Não tratam da importância e efetividade dessa transposição para a preservação dos estoques na bacia.

Embora não haja dúvidas quanto à habilidade de muitas espécies migradoras em ascenderem as escadas, mesmo com alturas de 20 m ou mais e alcançarem o reservatório (Borghetti *et al.*, 1994) ou de, uma vez no reservatório, se orientarem em direção aos trechos livres a montante (Agostinho *et al.*, 1993; Agostinho *et al.*, 1994), a seletividade das escadas à transposição da barragem é consenso nos estudos realizados. Além disso, muitas espécies, que sobem a escada, são abundantes ao longo do rio, não sendo motivo de preocupação, como é o caso do curimatá *Prochilodus lineatus*, nos rios do sudeste.

Alguns indicadores mostram que essas obras teriam eficiência duvidosa na preservação ou conservação dos estoques em um cenário de barragens em série, como o da bacia do rio Paraná, ou, futuramente, com o sucessivo barramento do rio Tocantins.

Supõe-se que a maior parte das dezenas de escadas de peixes construídas no Brasil, têm-se revelado, até agora, ineficientes, haja vista terem sido, muitas delas, desativadas. A escada da barragem do rio Mogi-Guaçu (em Cachoeira das Emas - SP) é sempre citada como exemplo de eficiência. Entretanto, não existem estudos que evidenciem os impactos sobre as populações de peixes reofílicos, a montante e a jusante, quando as barragens são desprovidas de escadas ou as possuem, mas são ineficientes.

A ausência total de mecanismos de transposição de peixes poderá ocasionar redução de algumas espécies de peixes a montante da barragem. Entretanto, não há nenhuma evidência científica de extinção de espécies em nenhum caso.

Outros fatores determinados pelas ações antrópicas, como a destruição da vegetação marginal/ciliar, a retificação de cursos d'água, o assoreamento dos rios, a extinção das várzeas, a poluição, as atividades de mineração, a sobrepesca, a ausência de fiscalização, a introdução descontrolada de espécies exóticas, concorrem para essa mesma redução de algumas espécies de peixes regionais. Tendo em conta que esses fatores geralmente ocorrem simultaneamente onde são construídas barragens, torna-se mais complexo determinar a porcentagem dos efeitos atribuíveis a cada um deles separadamente.

Mesmo que alguns rios tributários dessa bacia possam se constituir em zonas promissoras para a desova, as grandes espécies migradoras da bacia requerem áreas sazonalmente alagadas para o desenvolvimento inicial. Acresce-se que a maioria dessas áreas são reguladas pelos reservatórios ou foram drenadas para o aproveitamento agrícola.

Diferentemente dos salmonídeos do hemisfério Norte, com base nos quais as escadas são, geralmente, projetadas no Brasil, os grandes migradores da América do Sul têm deslocamento descendente passivo de seus ovos e larvas a partir do local de desova, geralmente as partes mais altas de grandes tributários, até as partes mais baixas, onde a várzea é mais extensa (se não alagada pelo reservatório).

Embora os dados científicos sobre esse assunto sejam restritos e incipientes, é esperado que as escadas subtraíam do estoque de jusante um grande número de reprodutores, não promovam sua reposição pelo recrutamento e tenham benefícios duvidosos aos estoques do trecho a montante, especialmente quando inexistem áreas relevantes de várzeas (criadouros naturais), ou ocorrem em uma cascata de reservatórios.

É pouco provável que as larvas atravessem as águas lânticas do reservatório, onde a visibilidade e o número de pequenos predadores são elevados. Mesmo na suposição de amplas áreas ainda livres a montante, o que não ocorre com o reservatório de São Salvador, que permitissem o desenvolvimento inicial dos alevinos, seria difícil prever uma migração descendente por dezenas e, às vezes, centenas de quilômetros dos jovens de grandes migradores, com hábitos essencialmente reofílicos.

Vale lembrar ainda que o rio Paranã pode estar exercendo um papel de rota alternativa para essas espécies reofílicas amostradas, especialmente, em função das evidências apontadas no sítio localizado naquele afluente do rio Tocantins. Em termos de porte é o maior nas proximidades da UHE São Salvador e está a jusante da barragem ora em estudo. Uma vez que as usinas de montante não possuem estrutura para transposição dos peixes, propiciar seu deslocamento até essa barragem não trará muitos benefícios ao processo reprodutivo.

Quanto aos aspectos socioeconômicos, afora os efeitos multiplicadores sobre a economia, relacionados aos investimentos e a geração de empregos e renda decorrentes dos mesmos, a movimentação de novos contingentes populacionais poderá representar uma aceleração das inter-relações culturais, motivando o surgimento de novos padrões, costumes e comportamentos. Já são presentes alguns movimentos sociais, que têm se organizado em função da presença de outros empreendimentos hidrelétricos no alto Tocantins, podendo estender-se também para a região de São Salvador.

As interferências sobre as propriedades rurais, ao promover o deslocamento de famílias e processos de negociação e relocação, tendem a estimular comportamentos especulatórios, muitas vezes engendrados por agentes externos à região. Dado o reduzido contingente populacional diretamente atingido, espera-se que os efeitos potencializados pela UHE São Salvador sejam igualmente reduzidos, em relação às pressões sobre os mercados fundiário e habitacional da região.

A perda das áreas e dos laços historicamente construídos pode imprimir uma mudança social repentina às comunidades, o que dificulta a adaptação a novas situações. Do mesmo modo, a supressão das áreas de cultivo de subsistência

pressiona ainda mais as poucas alternativas das populações menos favorecidas ali residentes.

Nas cidades de São Salvador e Palmeirópolis, espera-se uma maior pressão sobre sua infra-estrutura e sobre sua população. As notícias de construção de outros empreendimentos hidrelétricos na bacia e a efetiva construção e operação da UHE Serra da Mesa e da UHE Cana Brava, mais recentemente, reascenderam as expectativas da população da região. Em face da proximidade com Minaçu, cidade que conviveu com a construção daquelas usinas, é possível que trabalhadores desta se dirijam a São Salvador com o objetivo de encontrarem empregos na obra anunciada.

Esse movimento, por um lado, mostra-se positivo por proporcionar maior atividade econômica local e, por outro, pode representar um fator de pressão sobre São Salvador e Palmeirópolis e de disputa sobre as vagas aos empregos a serem gerados.

Todas as pesquisas geradas pelos estudos dos aproveitamentos hidrelétricos desenvolvidos no rio Tocantins constituirão um extenso banco de dados ambientais, sendo necessário, para tanto, esforços conjuntos dos responsáveis pela geração das informações, bem com das instituições que as recebem e as analisam, do ponto de vista técnico, acadêmico e de sua inserção nos processos de licenciamento ambiental em reuni-las e torná-las disponíveis para uma análise mais detalhada desses sinergismos.

São dados e informações inéditas e de grande importância para o país. A interação desses estudos resultará, certamente, em um documento abrangente da bacia do rio Tocantins.

Do que se pôde depreender dos estudos e mapeamentos apresentados, a área de inserção da UHE São Salvador apresenta-se em uma situação ambiental já fragilizada pela inserção de outros aproveitamentos para geração de energia hidrelétrica e não pode ser visto como um empreendimento único no rio Tocantins, mas sim como um dentro de uma divisão de quedas já otimizada nos levantamentos de viabilidade técnica desenvolvidos na bacia. É uma queda de cerca de 900 m até Lajeado, que apresenta como peculiaridade principal uma seqüência de aproveitamentos que devem ser vistos em sua totalidade de forma a subsidiar o processo decisório que se seguirá à apresentação do presente EIA.