



APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO PEIXE

ESTUDOS DE VIABILIDADE

ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

VOLUME 5 – AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

NOVEMBRO/2000



EDP *Brasil*



FURNAS

ENGEVIX

APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO PEIXE


ESTUDOS DE VIABILIDADE






ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL - EIA

VOLUME 5 – AVALIAÇÃO DE IMPACTOS

NOVEMBRO/2000

REVISÃO						
N	DATA	POR	DESCRIÇÃO	APR	DATA	APR

			
PROJ.	C	MA	DATA 30/11/2000
DES.	C	C	VISTO
VER. DES.	E	E	VISTO
VER. PROJ.	M	S	APROV.
RESPONSÁVEL TÉCNICO PEDRO DIEGO JENSEN		Nº CREA 87583/D	UF
GERENTE DE CONTRATO MARCELO LEITE BARBOSA DE SÁ		Nº CREA 51734/D	UF SP
APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO PEIXE			
ESTUDOS DE VIABILIDADE			
VOLUME 5			
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS			
ESCALA	SUBSTITUI		
	SUBSTITUÍDO		
Nº THEMAG 6235-01-GL-830-RT-00563			REVISÃO R-0

						
CELTINS	EDP	FURNAS	ENGEVIX	Nº CELTINS		REVISÃO
				Nº FURNAS		REVISÃO

ÍNDICE

	Pag.
1. INTRODUÇÃO	1
2. METODOLOGIA	2
3. O EMPREENDIMENTO E AS AÇÕES GERADORAS DE IMPACTOS	4
3.1. Planejamento	4
3.2. Aquisição das Áreas para Implantação do Aproveitamento.....	5
3.3. Adequação de Acessos e Instalação de Canteiro e Acampamento.....	5
3.4. Operação do Canteiro e do Acampamento	6
3.5. Abertura e Exploração de Jazidas e Áreas de Empréstimo.....	6
3.6. Desvio do Rio.....	7
3.7. Construção da Barragem, do Vertedouro e da Tomada d'Água - Casa de Força.....	8
3.8. Enchimento do Reservatório	9
3.9. Conclusão da Obra	10
3.10. Operação da Barragem e da Usina.....	10
4. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS	12
4.1. Aspectos Gerais.....	12
4.2. Definição dos Fatores Ambientais.....	12
4.3. Identificação dos Impactos.....	18
5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS.....	26
5.1. Aspectos Gerais.....	26
5.2. Matrizes de Caracterização de Impactos	26
5.3. Impactos sobre o Meio Físico	32
5.4. Impactos sobre o Meio Biótico	42
5.5. Impactos sobre o Meio Sócio-Econômico	55
5.6. Medidas Mitigadoras, Compensatórias ou de Monitoramento	68
6. SELEÇÃO DOS IMPACTOS MAIS IMPORTANTES	70

1. INTRODUÇÃO

Este relatório faz parte dos Estudos de Impacto Ambiental do AHE Peixe, compostos pelos Diagnósticos dos Meios Físico, Biótico e Sócio-Ecônomico, pelo presente volume de Avaliação de Impactos e por Programas Ambientais, onde são detalhadas as medidas mitigadoras ou compensatórias aos impactos.

A construção e operação do Aproveitamento Hidrelétrico de Peixe, com o conseqüente barramento do rio Tocantins e a formação do reservatório, causarão impactos significativos sobre o meio ambiente físico, biótico e sócio-econômico da região.

Identificar esses impactos, caracterizá-los, hierarquizá-los e propor medidas para mitigação ou compensação dos mesmos, são os objetivos deste relatório.

No Capítulo 2 é apresentada de forma resumida a metodologia para identificação e avaliação dos impactos.

No Capítulo 3 são relacionadas as ações do empreendimento, que poderão gerar impactos, abrangendo as fases de construção, enchimento do reservatório e operação da usina, permitindo, desta forma, que no capítulo seguinte sejam estabelecidas relações de causa/efeito entre os impactos e as ações impactantes.

No Capítulo 4 são identificados os impactos, seguindo duas técnicas complementares:

- A Matriz de Interação, que permite a verificação dos impactos prováveis, pelo cruzamento das ações do empreendimento com os fatores do ambiente. Para isso são previamente definidos os fatores ambientais, recortes do meio que facilitam a análise.
- A Matriz de Identificação de Impactos: onde, a partir da matriz anterior e do conhecimento de especialistas, são listados os impactos negativos e positivos, causados pelas intervenções requeridas pelas obras nas várias fases do empreendimento.

Uma vez obtida a relação de impactos prováveis, no Capítulo 5 é realizada a avaliação dos mesmos, mediante preenchimento da Matriz de Caracterização, que qualifica os impactos previstos. São também apresentados textos descritivos resumidos, que explicam a qualificação e, quando possível, quantificam os impactos. No final do capítulo é apresentada uma listagem de medidas mitigadoras ou compensatórias aos impactos negativos detectados.

Essas medidas se consubstanciam em programas sócio-ambientais, através dos quais pretende-se criar mecanismos coerentes e ordenados, destinados a minimizar ou compensar as perdas provocadas pelo empreendimento e, quando possível, potencializar seus benefícios.

Finalmente, no Capítulo 6 é apresentada a seleção dos impactos mais importantes.

2. METODOLOGIA

As técnicas utilizadas na avaliação foram compostas de forma a identificar, organizar, analisar e comparar as informações sobre os impactos ambientais do empreendimento, de forma a permitir uma avaliação o menos subjetiva possível, enfatizando a descrição e qualificação, mas apresentando, sempre que possível, dados quantitativos.

Os métodos utilizados são citados a seguir:

- Metodologias Espontâneas (Ad Hoc), baseadas no conhecimento empírico de especialistas no assunto e/ou na área em questão;
- Metodologia de Listagem (Check-List), para identificação dos impactos, a partir do diagnóstico ambiental;
- Matrizes de Interação, relacionando as ações impactantes do empreendimento com os fatores (componentes) ambientais que podem ser impactados;
- Modelos de Simulação, utilizados, especificamente neste caso, para análise da qualidade de água do futuro reservatório;
- Mapas de Superposição (Overlay Mapping), técnica cartográfica utilizada na localização e abrangência de impactos relacionados a aptidão e uso do solo, vegetação e outros.

Através da combinação dos métodos de avaliação citados acima, foram desenvolvidos os trabalhos de elaboração desta avaliação, de acordo com os seguintes passos:

- Sistematização das características do projeto, seus objetivos e técnicas construtivas, identificando e descrevendo as **ações do empreendimento** que poderão gerar impactos;
- Sistematização do meio ambiente de forma a definir os **fatores ambientais**, componentes do meio, que poderão sofrer transformações com a implantação e operação do empreendimento;
- Elaboração de **Matriz de Interação** – correlacionando as ações do empreendimento com os fatores ambientais, numa relação de causa/efeito;
- Elaboração de **Matriz de Identificação de Impactos** – a partir de Matriz de Interação e do conhecimento dos especialistas;
- Preenchimento da **Matriz de Caracterização**, qualificando os impactos;
- Elaboração das **descrições e quantificações dos impactos**;
- **Proposição de medidas mitigadoras e compensatórias**;
- **Seleção dos impactos mais importantes**, através de reunião da equipe multidisciplinar que desenvolveu os estudos.

A presente avaliação tem como objetivo principal contribuir para a análise da viabilidade ambiental do empreendimento e a consequente indicação de medidas de prevenção, recuperação ou compensação dos impactos ambientais significativos.

3. O EMPREENDIMENTO E AS AÇÕES GERADORAS DE IMPACTOS

A primeira etapa no processo de análise dos impactos ambientais é a identificação das ações do empreendimento que promoverão interferências no ambiente.

Neste capítulo são descritas as ações ligadas à construção, enchimento do reservatório e operação, agrupadas de forma a facilitar a identificação dos impactos.

3.1. Planejamento

A construção de uma Usina Hidrelétrica requer uma longa fase de planejamento que vai desde o Inventário da Bacia Hidrográfica até o Projeto Básico.

Esse processo é normatizado pelas seguintes entidades federais: ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e ANA (Agência Nacional de Águas) e CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

As principais fases dos estudos de engenharia e ambientais são apresentadas na Tabela 3.1

ESTUDOS DE ENGENHARIA	ESTUDOS AMBIENTAIS	LICENÇAS AMBIENTAIS APROVAÇÃO DOS ESTUDOS
Inventário da Bacia Hidrográfica (Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas – Eletrobrás – 1997)	Estudos Ambientais do Inventário (Manual de Inventário Hidrelétrico de Bacias Hidrográficas – Eletrobrás – 1997)	Aprovação do Estudo de Inventário ANEEL
Estudos de Viabilidade (Instruções para Estudos de Viabilidade de Aproveitamento Hidrelétrico – Eletrobrás – DNAEE – abril 1997)	EIA/RIMA Resoluções CONAMA, com destaque à resolução 001/86	Aprovação do Estudo de Viabilidade: ANEEL Licença Prévia – LP – Órgãos Ambientais Licitação do Potencial Concessão ANEEL
Projeto Básico (Diretrizes para Elaboração de Projeto Básico de Usinas Hidrelétricas – Eletrobrás- outubro 1995)	Projeto Básico Ambiental Resoluções CONAMA, com destaque às resoluções 006/87 e 237/97	Autorização de Construção ANEEL Licença de Instalação – LI – Órgãos Ambientais
Projeto Executivo	Implantação dos Programas de Monitoramento, Compensação e Mitigação dos Impactos Ambientais	Licença de Operação – LO – Órgãos Ambientais

Tabela 3.1 – Fases de Estudo, Licenças e Aprovações

Os estudos de engenharia e ambientais para planejamento de um Aproveitamento Hidrelétrico requerem uma série de trabalhos de campo e escritório, que demoram anos até se conseguir uma definição sobre a viabilidade técnica e ambiental do aproveitamento, existindo ainda o processo de licitação e concessão antes do início das obras.

3.2. Aquisição das Áreas para Implantação do Aproveitamento

Deverão ser adquiridas as áreas necessárias para:

- implantação da barragem, do vertedouro, da casa de força, e dos canais de restituição;
- formação do reservatório, incluindo faixas marginais para sobrelevação durante as cheias, e área de preservação de acordo com Medida Provisória nº 1956-52 de 26/07/2000;
- construção de acessos, canteiro de obras, acampamento, vila residencial e subestação elétrica;
- exploração de jazidas de materiais naturais de construção, como pedra, areia e argila.

A área total a ser adquirida é estimada em 325 km².

As áreas para implantação das estruturas principais e auxiliares deverão ser adquiridas antes do início das obras. As ilustrações “Arranjo Geral – Planta”, “Localização de Áreas de Empréstimo – Planta” e “Arranjo do Canteiro de Obras, Subestação e Acessos – Planta”, mostram a localização dessas áreas.

O reservatório é mostrado no desenho anexo “Reservatório”, sendo que deverá ser adquirida a área ocupada pela envoltória da cheia normal ($Q = 9.500 \text{ m}^3/\text{s}$) e da faixa de preservação (Medida Provisória 1956-52 de 26/07/2000).

3.3. Adequação de Acessos e Instalação de Canteiro e Acampamento

O acesso para as obras, pela margem direita do Tocantins, deverá envolver a adequação de estradas de fazenda ou a construção de um trecho novo ligando o eixo da barragem com a estrada asfaltada TO-280 que liga Peixe a São Valério da Natividade.

A execução dos acessos implicará basicamente na adequação de estradas existentes, com alguma alteração de traçado e de rampas.

A localização do canteiro de obras e acampamento pode ser vista na Ilustração “Arranjo do Canteiro de Obras, Subestação e Acessos – Planta”.

As principais instalações do canteiro são: central de concreto, oficinas de manutenção, depósitos de combustíveis, armazéns, almoxarifados, carpintaria, pátio de armação e pátio de pré-moldados.

O acampamento (escritórios do empreiteiro e do empreendedor), e alojamentos para trabalhadores solteiros, estão previstos em área elevada nas proximidades das estruturas de concreto, na margem direita do Tocantins.

Servirão de apoio para a construção as cidades de Peixe, Gurupi e São Valério da Natividade.

A instalação do canteiro e do acampamento implicará na execução de cortes e aterros para regularização do terreno e na execução de sistemas de drenagem para as águas pluviais. Os taludes dos cortes e dos aterros deverão ser protegidos da erosão das águas de chuva.

3.4. Operação do Canteiro e do Acampamento

A construção da obra ocupará um contingente de aproximadamente 3.500 homens no pico das obras.

Uma parte deste pessoal (solteiros) deverão morar no acampamento, do lado das obras, e poderão ter contatos com os vizinhos rurais e com os habitantes de Peixe, São Valério e Gurupi nas horas de folga e nos fins de semana.

O restante dos funcionários deverá morar em São Valério da Natividade, Peixe e Gurupi e se deslocar diariamente para a obra.

Como o canteiro será localizado ao lado das obras, em terrenos a serem adquiridos pelo empreendedor, os efeitos ambientais das operações industriais (seleção de agregados, fabricação de concreto, preparo de armaduras, formas, premoldados, etc.) terão pouca influência sobre as propriedades e núcleos vizinhos.

A fabricação de concreto, por outro lado, exigirá a chegada ao canteiro de materiais não obtidos localmente, como cimento e aço de construção, o que aumentará o tráfego de carga na rodovia Belém-Brasília, na ligação dessa com Peixe e São Valério da Natividade, e na estrada que une Palmas com Natividade, Arraias e o Distrito Federal.

Da mesma forma, a montagem dos equipamentos eletromecânicos da Casa de Força implicará no transporte de peças de grandes dimensões desde os locais de fabricação.

3.5. Abertura e Exploração de Jazidas e Áreas de Empréstimo

Os materiais naturais necessários para a construção da barragem são, basicamente, solo argiloso para as ensecadeiras e aterros, rocha para concreto e enrocamento, e areia para concreto. Esses materiais foram pesquisados nas proximidades da obra, dando-se preferência às jazidas que se encontram na área do futuro reservatório, de forma a acarretar o menor número possível de interferências e não necessitar de medidas de recuperação ambiental.

A localização das áreas de empréstimo está indicada na Ilustração: “Localização das Áreas de Empréstimo – Planta.”

É possível que a rocha das escavações obrigatórias atenda a maior parte das necessidades da construção, complementada, se necessário, pelo aprofundamento da escavação do canal de fuga.

Como alternativa e para a obtenção de blocos de maiores dimensões foram localizadas pedreiras potenciais no sítio Santa Cruz, a ser submerso pelo reservatório e no travessão de São Miguel, a jusante.

A exploração das áreas de empréstimo de solo requererá a abertura inicial de estradas de acesso, a retirada da vegetação e da camada superficial de terra vegetal.

Durante a utilização das áreas, equipamentos pesados de escavação e transporte de terra operarão no local e nos caminhos de ligação com a frente de obra.

A exploração das áreas de empréstimo de solo, para ensecadeiras e para a barragem, deverá se estender por 4 anos, preferencialmente nas estações secas.

No final da obra serão adotadas medidas de recuperação visando evitar a exposição de terreno desnudo, taludes propícios à erosão e acumulação de água parada, nas áreas de empréstimo que fiquem fora do reservatório.

3.6. Desvio do Rio

O desvio do rio seguirá a sequência mostrada na ilustração: “Desvio do Rio e Sequência Construtiva das Obras”

- no período seco do primeiro ano de construção será implantada a ensecadeira de 1ª fase, pela margem direita, para abrigar as obras do vertedouro e da casa de força, permanecendo o rio Tocantins na sua calha. Esta situação permanecerá durante quase 3 anos (passagem de 2 cheias), até completar a construção do vertedouro com as soleiras rebaixadas, por onde passará o rio Tocantins na 2ª fase de desvio.
- no 3º ano de construção serão abertas as ensecadeiras de 1ª fase para o rio passar pelo vertedouro, e será fechado o canal do rio com as ensecadeiras de 2ª fase.

A construção das ensecadeiras consistirá no lançamento de enrocamento e de solo no fluxo do rio, sendo que parte desses materiais será levada pela correnteza e provocará aumento da turbidez. O alteamento da ensecadeira será constituído de aterro compactado e o talude exposto ao escoamento será protegido com enrocamento de tamanho adequado.

A passagem do rio pela sua calha estreitada, na 1ª fase de desvio, provocará sobrelevação dos níveis d'água imediatamente a montante, da ordem de poucos centímetros para a vazão média do rio e atingindo a cota 245,94 m para a vazão de dimensionamento do desvio, de 19.800 m³/s, que corresponde a um risco de 1 vez em 50 anos. O nível d'água natural para essa vazão é 245,30 m, com o qual a sobrelevação pelas obras para esta fase atingirá no máximo 64 cm.

Durante o período de cheias (janeiro a abril) do 4º ano de construção (último antes do enchimento do reservatório) com a 2ª fase de desvio implantada, o nível d'água a montante das obras poderá atingir a cota 251,10 m, caso aconteça a enchente de desvio. Pode-se verificar que a sobrelevação neste último ano poderá atingir 5,80 m.

As ensecadeiras utilizarão um volume total de mais de 3,7 milhões de metros cúbicos de solo e enrocamento.

3.7. Construção da Barragem, do Vertedouro e da Tomada d'Água - Casa de Força

A barragem é constituída de dois trechos principais:

- Barragem de terra da margem esquerda, com 4680 m de comprimento e altura média de 13 m, se estende desde a margem esquerda do Tocantins até a ombreira, em seção homogênea de aterro compactado.
- Barragem do canal do rio, com 635 m de comprimento e 37 m de altura máxima, construída na 2ª fase de desvio, também em aterro compactado. Um trecho menor construído em solo fecha o reservatório entre o vertedouro e a barragem do canal do rio.

Para a construção das barragens de terra serão utilizados 6 milhões de m³ de aterro compactado, 625 mil m³ de filtros e transições e 230 mil m³ de enrocamento de proteção.

Os muros de transição e de ligação serão constituídos de 64 mil m³ de concreto.

O vertedouro de superfície, com 12 comportas segmento de 23,10 m de altura e 17,0 m de largura, terá uma bacia de dissipação de energia de 150 m de comprimento, e será construído no recinto da ensecadeira de 1ª fase. Durante o desvio da 2ª fase terá as cristas das ogivas rebaixadas para permitir a passagem do rio sem sobrelevação excessiva dos níveis d'água de montante. A cheia de projeto de 42.500 m³/s deverá escoar sem sobrelevação do nível d'água do reservatório (cota 263 m).

O vertedouro será constituído de 386 mil m³ de concreto armado, incluindo a bacia de dissipação e os muros laterais à mesma.

O conjunto tomada d'água - casa de força abrigará 4 unidades geradoras com turbinas Kaplan de 112,5 MW cada, totalizando 450 MW de potência instalada.

Serão construídos conjuntamente 2 módulos de área de montagem para montagem e manutenção dos equipamentos eletromecânicos.

O conjunto utilizará 370 mil m³ de concreto armado, incluindo 68 mil da área de montagem.

A implantação das estruturas e a construção de canais de adução e de restituição ao vertedouro e à tomada d'água - casa de força implicarão em grandes escavações de solo e de rocha que serão utilizados para a construção das barragens de terra, de enrocamento, e para a fabricação do concreto.

A tabela 3.2 mostra o volume de escavação necessário para cada estrutura.

ESTRUTURA	ESCAVAÇÃO COMUM (m ³)	ESCAVAÇÃO DE ROCHA (m ³)
Tomada d'água, Casa de Força e Área de Montagem	305.000	284.000
Barragens e Muros	2.259.000	6.500
Vertedouro	785.000	457.000
Canais de adução e de fuga	4.953.000	1.130.000
Ensecadeiras	151.000	-

Tabela 3.2 – Volumes de Escavação

O vertedouro será construído a partir do 1º trimestre do ano 2 e será concluído com soleiras rebaixadas no 2º trimestre do ano 3, para permitir o desvio do rio de 2ª fase.

As barragens de terra serão construídas nas estações secas dos anos, 2, 3 e 4, enquanto que a barragem do leito do rio, em aterro compactado, será construída nos períodos secos dos anos 3 e 4, com o rio desviado pelo vertedouro.

As escavações serão, dentro do possível, executadas antes do consumo dos materiais resultantes em aterros, transições e concretos.

As ilustrações “Arranjo Geral – Planta”, “Barragem de Terra – Seções Típicas”, “Estruturas de Concreto – Planta”, “Vertedouro – Planta, Corte, Muros e Detalhe”, “Arranjo Eletromecânico – Tomada d'Água e Casa de Força” e “Cronograma Geral de Construção”, mostram a planta geral da obra, seções pelas principais estruturas e o cronograma geral de construção.

3.8. Enchimento do Reservatório

O enchimento do reservatório deverá ser completado no último trimestre do quarto ano de construção. A configuração do vertedouro permitirá a manutenção permanente de deflúvio para jusante, de no mínimo 182 m³/s.

Durante esse período serão inundados aproximadamente 23.240 ha que, somados à área da calha do rio, formarão um reservatório de aproximadamente 29.400 ha para a vazão de permanência 10% (3300 m³/s) e cota 263 m na barragem, sofrendo o nível d'água uma elevação de aproximadamente 22 m, junto ao eixo da barragem.

O ritmo do enchimento dependerá obviamente das vazões afluentes, mas a forma do reservatório impõe um ritmo de subida mais rápido na porção inferior e mais lento nos últimos metros, onde as áreas são maiores.

Assim, com a hipótese da vazão média de novembro, suficiente para encher o reservatório em 28 dias, o nível d'água subiria 2,40 metros por dia em torno da cota 245 m e apenas 0,43 m por dia em torno da cota 260 m.

3.9. Conclusão da Obra

As etapas finais da obra ocupam menor número de equipamentos e de mão-de-obra, e a desativação do canteiro e do acampamento deverá acontecer a partir do terceiro ano da construção.

Nos últimos meses da obra serão retirados equipamentos, recuperados os terrenos ocupados, desmobilizada gradualmente a mão-de-obra e removidas as instalações do canteiro e do acampamento (dormitórios, refeitórios e escritórios).

3.10. Operação da Barragem e da Usina

- Níveis d'água do Reservatório

Simulações da operação energética da usina mostram que, 85% do tempo o nível d'água estará no N.A. máximo normal, com deplecionamento inferior a 0,50 m

Por outro lado, o deplecionamento máximo, de 2 m, somente será atingido em 5% do tempo.

Durante as enchentes o nível d'água do reservatório será mantido na cota 263,00 m junto à barragem, mas, como resultado do efeito de remanso hidráulico, os níveis d'água sofrerão sobrelevação, particularmente nas seções mais distantes para montante, onde o comportamento do reservatório se assemelhará, nessas ocasiões, ao do rio.

A tabela 3.3 mostra os níveis d'água atingidos nas principais seções, para vazões normais de cheia.

SEÇÕES	NÍVEIS NORMAIS	NÍVEIS PARA CHEIA NORMAL	NÍVEIS EXCEPCIONAIS
	(ULTRAPASSADOS APENAS 10% DO TEMPO) (Q = 3.300 m ³ /s)	(CHEIA MÉDIA ANUAL) (Q = 9.500 m ³ /s)	(SOMENTE EXCEDIDOS 1 VEZ A CADA 50 ANOS) (Q = 19.800 m ³ /s)
Eixo da Barragem	263,00	263,00	263,00
Retiro	263,00	263,50	265,00
São Salvador	263,00	264,10	267,00
Paraná (rio Paraná)	263,80	267,50	274,00

Tabela 3.3 – Níveis d'água em diversas seções, para vazões características

Na cidade de Paranã, os níveis d'água de cheias são os mesmos em condições naturais e com o reservatório. Portanto, o reservatório não terá influência nos níveis de cheia na cidade de Paranã.

O desenho anexo “Reservatório” mostra a abrangência em planta dos diversos níveis d'água do reservatório.

- Operação da Casa de Força

A energia média adicionada pela usina será de aproximadamente 2,7 milhões de MWh por ano.

A energia média anual durante o período crítico do sistema interligado (junho de 1949 a novembro de 1956) seria de 2,5 milhões de MWh.

A usina poderá operar para cobrir pontas diárias ou semanais de consumo, o que implicará em oscilações centimétricas do nível d'água do reservatório e em variações da vazão defluente e dos níveis d'água de jusante, que serão maiores nos períodos de estiagem.

Nesses períodos, pode-se considerar bastante frequente uma situação com vazão de 1000 m³/s na base e 2000 m³/s nas horas de ponta, com o que as oscilações diárias de nível d'água ao pé da barragem poderão atingir valores da ordem de 2,00 m.

4. IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS

4.1. Aspectos Gerais

A identificação dos impactos seguirá basicamente três procedimentos paralelos e complementares:

- definição dos Fatores Ambientais;
- confecção e preenchimento da Matriz de Interação;
- preenchimento da Matriz de Identificação de Impactos.

As matrizes utilizam as ações geradoras de impactos, definidas no Capítulo 3, e os fatores ambientais, que serão tratados neste capítulo.

A partir das ações do empreendimento e dos fatores ambientais são estabelecidas relações de causa-efeito, sem nenhuma qualificação ou hierarquização, apenas com a relação de causalidade, gerando a Matriz de Interação.

Através da utilização da Matriz de Interação, de “Check-List” e do conhecimento dos especialistas, obtido em outros empreendimentos semelhantes e do Diagnóstico Ambiental, foram identificados os impactos significativos, apresentados na Matriz de Identificação.

4.2. Definição dos Fatores Ambientais

Os fatores ambientais são escolhidos por representar componentes do meio ambiente que deverão sofrer transformações com a implantação e operação do empreendimento. Constituem recortes do meio que servem para facilitar a análise dos impactos.

Na seqüência, apresentam-se os Fatores Ambientais para cada meio: Físico, Biótico e Sócio-Econômico.

4.2.1. Fatores Ambientais do Meio Físico

Com a finalidade de sistematizar a avaliação de impactos, o meio físico foi subdividido em três fatores interagentes: clima, recursos hídricos e terrenos. O clima é caracterizado através de parâmetros como variações anuais e sazonais, que oscilam ao redor de uma média que define o clima regional e local. Os recursos hídricos também são retratados por parâmetros dinâmicos, como níveis e vazões, variáveis em torno de médias que refletem o regime hidrológico, e por outros, mais estáticos, como as características físicas dos canais de escoamento superficial. O comportamento das águas subterrâneas e as alterações dos seus níveis d'água são controlados por parâmetros hidrogeológicos. Os terrenos são compostos por elementos estáticos, na escala temporal do empreendimento, como o tipo de solo, relevo e o substrato rochoso, submetidos a processos dinâmicos de erosão, e a esforços tectônicos, cujos

reflexos podem ser observados principalmente através de eventos sísmicos e de instabilização de encostas. Foram também analisados os recursos edáficos, minerais e cênicos.

4.2.1.1. Clima

Os efeitos do reservatório serão sentidos no clima local, na região do entorno.

Nele, assumem importância a circulação do ar e a orientação do relevo, que interagem com a umidade do ar e o vento, na formação de nevoeiros.

4.2.1.2. Recursos Hídricos

Os recursos hídricos englobam tanto as águas superficiais como as subterrâneas:

As águas superficiais compreendem os rios Tocantins e Paranã e os afluentes do trecho afetado.

A disponibilidade hídrica desses componentes varia no tempo e no espaço de acordo com as características do ciclo hidrológico, da fisiografia local e das ações antrópicas.

Para a caracterização e a avaliação dos impactos nas águas superficiais foram definidos os subfatores “a” e “b”. Para a avaliação de impactos nas águas subterrâneas, foram consideradas as alterações do nível d’água das unidades hidrogeológicas, descritas no subitem “c”, que ocorrerão com o enchimento do reservatório e com a operação da usina. Não foram considerados os aquíferos confinados pois eles não tem expressão na área em estudo. As alterações na qualidade da água são tratadas junto com o meio-biótico, que sofrerá os maiores impactos dessas alterações.

- a) **Regime de escoamento fluvial:** é descrito com base nas vazões, nas velocidades e nos níveis d’água.
- b) **Transporte fluvial de sedimentos:** depende fundamentalmente do regime de escoamento, das características fisiográficas da bacia hidrográfica, do ciclo hidrológico e das ações antrópicas sobre a bacia.
- c) **Alterações do nível freático:** dependem da extensão e continuidade das unidades hidrogeológicas, dos seus parâmetros hidrogeológicos, condutividade hidráulica, armazenamento específico, porosidade efetiva, umidade, os quais refletem as características litológicas, granulométricas e estruturais dessas unidades. As alterações do nível freático dependem também das condições iniciais e de contorno, ou seja, da situação inicial desse nível d’água, do nível d’água dos rios Tocantins e Paranã, do nível do reservatório durante o enchimento e operação da usina, da localização dos divisores e das áreas de recarga e descarga das águas subterrâneas.

As alterações do nível freático podem provocar outros efeitos, tais como:

- **Alteração na disponibilidade da água subterrânea** – Controlada pelos mesmos parâmetros e condições já indicadas no caso de alterações do nível freático. É medida por vazões, vazões específicas e níveis estáticos e dinâmicos.
- **Perenização e formação de novas áreas úmidas e alagadas** – São controladas, principalmente, pela posição do nível freático e pelo relevo.
- **Aumento na vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação** - É influenciada principalmente pelo tipo de aquífero, estruturas geológicas, constituição litológica e geoquímica, capacidade de troca catiônica e características de condutividade hidráulica dos aquíferos e da zona não saturada, pelos valores e distribuição das cargas hidráulicas nos aquíferos e zonas não saturadas, pela posição do nível da água subterrânea ou espessura da zona não saturada. Depende também do tipo de contaminantes, como, por exemplo, se reativos ou não.

As alterações nos níveis d'água dos aquíferos podem contribuir para alterações nos terrenos, tratados no item seguinte, com fenômenos de escorregamentos, deslocamentos de blocos, erosões, e eventuais colapsos, abatimentos, subsidências e surgências e/ou fugas de água.

4.2.1.3. Terrenos

Neste relatório o termo terreno é empregado para representar a parte sólida da superfície da terra, formada pelo substrato rochoso e pelos solos, modelada pelos processos de esculturação do relevo.

Neste item são analisados, também, os recursos naturais relacionados aos terrenos, se bem que, os recursos cênicos incluem os recursos hídricos.

Para a avaliação dos impactos sobre os terrenos foram considerados os seguintes subfatores:

- a) **Instabilização e erosão das margens** - Representados por escorregamentos, deslocamentos de blocos e erosões, são influenciadas por fatores como: características geológicas, geométricas e de resistência das unidades geológico-geotécnicas que recobrem as rochas, declividade e altura das encostas e do topo rochoso subjacente aos materiais de cobertura; orientação das estruturas geológicas presentes nos solos de alteração e nas rochas em relação às encostas e suas características de resistência, posição do nível d'água nas diferentes unidades geológico-geotécnicas e variação desse nível d'água; textura, estrutura e permeabilidade; presença ou ausência de cobertura vegetal e de suas características; e uso e ocupação do solo de maneira geral, assinalando-se a interferência antrópica, como desmatamentos, construção e relocação de estradas, localização de drenagens superficiais e de suas descargas.
- b) **Fenômenos de colapsos e subsidência** - Em solos colapsíveis (como os colúvios) são influenciados pelos tipos de textura, estrutura, cimentações entre grãos em solos não saturados. Os fenômenos de colapso são provocados pela saturação do solo de estrutura porosa e instável entre as partículas. Essa saturação pode ocorrer com a elevação do lençol freático. São fatores condicionantes a cimentação, índice de vazios, tipo de vazios,

teor de umidade, permeabilidade. Podem, ainda, ocorrer fenômenos de colapsos, abatimentos e subsidências, surgências e/ou fugas de água em feições de rochas carbonáticas dependendo da existência de rochas carbonáticas, de feições cársticas e da associação com alterações na movimentação do ar e das águas subterrâneas, com fenômenos de expulsão de ar e preenchimento das cavidades por água.

- c) **Sismicidade induzida pela formação do reservatório** - Resulta das tensões que se superpõem ao regime de tensões tectônicas pré-existent, diminuindo a resistência e provocando acomodações nos maciços rochosos. Em geral, nos casos de sismos induzidos por reservatórios, os maciços rochosos já se encontram com tensões próximas àquelas da ruptura, antes do enchimento, pois as alterações das tensões resultantes desse enchimento são pequenas em comparação às tensões liberadas pelos sismos naturais. Assim sendo, a análise da sismicidade induzida deve considerar também as ocorrências da sismicidade natural. Os fatores condicionantes são as características geomecânicas do maciço rochosos, como falhamentos, módulos de deformabilidade, parâmetros de resistência e a dinâmica de movimentos da crosta.
- d) **Potencial agrícola das terras** - É entendido como a capacidade de suporte à produção agropecuária, depende da fertilidade e de outras características do solo que, em conjunto com o relevo, determinam a susceptibilidade à erosão e os parâmetros limitantes à motomecanização, e também, do suprimento de água, do tipo de manejo agrícola e das condições sócio-econômicas. O potencial agrícola foi analisado através da elaboração de mapeamentos de Aptidão Agrícola da Área Diretamente Afetada e entorno e da Área de Influência Indireta.
- e) **Potencial de exploração mineral** - É definido pela disponibilidade de minerais ao longo da área a ser inundada.
- f) **Recursos cênicos** - São representados pela paisagem da área afetada. Os rios Tocantins e Paranã e suas planícies fluviais apresentam uma paisagem peculiar, com significativa beleza cênica. O canal do rio é predominantemente erosivo, apresentando várias corredeiras e afloramentos rochosos. As praias, que se formam nas épocas de vazante, são bastante utilizadas para lazer. Os terraços e a planície de inundação, que margeiam os rios em vários trechos, possuem uma vegetação diferenciada do resto da região.

4.2.2. Fatores Ambientais do Meio Biótico

Os impactos gerados pelo empreendimento afetam diretamente ecossistemas terrestres e aquáticos, através do afogamento de seus componentes e da alteração da dinâmica hídrica; indiretamente, pelo aumento de pressão antrópica e pelo efeito estendido da inundação sobre os remanescentes.

Foram analisados os elementos bióticos dos ecossistemas, ou seja, as biocenoses. Define-se biocenose como o conjunto inter-relacionado de fauna e flora, coexistindo em um determinado biótopo em determinado tempo (ACIESP, 1987)⁽¹⁾. O conceito pressupõe, portanto, interações organizadas entre os componentes bióticos. As biocenoses, em situação natural, estão em equilíbrio dinâmico com as atuais condições físico-químicas do ambiente. Este equilíbrio e a

⁽¹⁾ ACIESP. 1987. Glossário de Ecologia. 1ª ed. Publicação ACIESP, nº 57. 271 p.

composição das biocenoses são produtos dinâmicos da história evolutiva, condicionada por eventos climáticos e geológicos locais, regionais ou globais.

Os estudos realizados para a elaboração do diagnóstico e do prognóstico ambiental restringiram-se à análise de alguns parâmetros de determinados componentes das biocenoses locais para permitir, na escala temporal do trabalho, o delineamento de um quadro aproximado da vegetação, da fauna, da limnologia e da ictiofauna, mesmo sem contemplar parte dos aspectos da dinâmica ecológica.

4.2.2.1. Ecossistemas Terrestres

Onde foram destacados, como subfatores característicos:

a) Vegetação

Refere-se ao conjunto de comunidades vegetais interagentes e modificantes do ambiente em que ocorrem, organizadas em associações florísticas condicionadas por fatores ambientais específicos.

As diferentes formações vegetais podem ser caracterizadas quanto ao tipo e ao grau de alteração, associadas à composição florística, ao porte, à estrutura, entre outros parâmetros.

A riqueza em espécies das diversas formações que compõem a área de estudo foi estimada em amostragens florísticas. A compreensão das características fisionômicas da área investigada foi facilitada pelo mapeamento da cobertura vegetal em diferentes escalas: Área de Influência Indireta (1:250.000) e Área Diretamente Afetada e entorno (1:100.000).

b) Vertebrados (exceto peixes)

A fauna corresponde à vida animal de uma determinada área ou habitat em determinado tempo, com limites espacial e temporal arbitrários (ACIESP, op. cit.). Abrange o conjunto de espécies que desempenham diferentes papéis ecológicos (nichos ecológicos) em uma comunidade. No caso do presente estudo, a análise faunística restringiu-se aos vertebrados, sendo que os peixes estão contemplados como outro fator devido às suas peculiaridades com relação ao habitat, aos impactos e ao interesse comercial. A vida animal foi caracterizada através de estudos qualitativos de vertebrados da região onde se insere a área de estudos.

4.2.2.2. Ecossistemas Aquáticos

Para avaliação dos impactos sobre o meio aquático foram analisados:

a) Limnologia

As características limnológicas dos ecossistemas aquáticos constituem um conjunto de informações necessárias para identificar a estrutura e compreender o funcionamento dos ecossistemas. Tais características são definidas por fatores climáticos, juntamente com as condições geológicas, geomorfológicas, edáficas e da cobertura vegetal. Além destes aspectos, é considerada a interferência das atividades antrópicas, através do lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais nos corpos d'água e do manejo do solo por práticas agrícolas e mineradoras.

A caracterização limnológica na região do reservatório foi feita a partir de dados obtidos em diferentes épocas do ano. Foram amostrados vários pontos do rio Tocantins e do rio Paranã, seu principal tributário na região, além de afluentes de ambos os rios.

As características físicas e químicas consistem num conjunto de parâmetros, propriedades e concentrações de elementos dissolvidos ou em suspensão. Estas podem variar em função de processos naturais como, por exemplo, a ocorrência de cheias, em função de despejo de elementos poluentes ou podem estar associadas à alteração nos regimes fluviais e de transporte de sedimentos.

b) Ictiofauna

Os peixes são elementos importantes em quase todos os ecossistemas aquáticos, além de constituírem uma das razões principais do interesse humano por tais ecossistemas. Por seu tamanho, superior àquele de outros animais aquáticos, possuem maior longevidade, maior capacidade de acumular reservas, de movimento e transporte e de superar condições externas flutuantes. Por isso, estão destinados a predominar nos níveis mais altos da cadeia trófica e a exercer, nos ecossistemas, um papel de controle (Margalef, 1983)⁽¹⁾.

Para analisar os impactos do empreendimento procurou-se caracterizar a ictiofauna da área quanto à composição em espécies, densidades das populações, identificação das espécies reofilicas e aspectos reprodutivos das principais espécies. Foram coletadas também amostras de ovos e larvas de peixes. As amostragens foram feitas em diferentes locais e épocas do ano. A partir desta caracterização foram avaliados os efeitos do empreendimento na estrutura e na composição da ictiofauna.

4.2.3. Fatores Ambientais do Meio Sócio-Econômico

Para a sistematização e avaliação de impactos, o meio sócio-econômico foi subdividido nos seguintes fatores: Organização Territorial, Modos de Vida, Base Econômica e Patrimônio Cultural.

4.2.3.1. Organização Territorial

Na Organização Territorial foram englobados, como componentes que sofrerão transformações com a implantação e operação do AHE Peixe, a organização do território propriamente dita e a infra-estrutura regional.

- a) **A organização do território** abarca as transformações no uso e ocupação do solo rural e urbano. Basicamente, no caso do AHE Peixe, referem-se a interferências em áreas urbanas e edificações institucionais.
- b) **A infra-estrutura regional** corresponde às redes e sistemas de infra-estrutura disponíveis, como estradas, pontes, energia elétrica e saneamento básico.

⁽¹⁾ Margalef, R. (1983). Limnologia. Barcelona, Omega, 1010 p.

4.2.3.2. Modos de Vida

No fator Modos de Vida foram considerados os componentes População, Condições de Vida e Saúde Pública.

- a) O componente **População** abrange, basicamente, as transformações na dinâmica populacional e os deslocamentos compulsórios de população decorrentes da implantação do empreendimento.
- b) O componente **Condições de Vida** abarca as transformações que deverão ocorrer no cotidiano da população, inclusive em termos de condições de atendimento por infraestrutura social.
- c) O componente **Saúde Pública** engloba as mudanças previstas nas condições epidemiológicas e na oferta e demanda de serviços.

4.2.3.3. Base Econômica

No fator Base Econômica foram considerados os componentes Atividades Econômicas e Instituições Governamentais.

- a) As **Atividades Econômicas** dizem respeito às mudanças que deverão ocorrer na organização da estrutura produtiva de bens e serviços e no perfil e número de empregos. Englobam ainda as mudanças no mercado imobiliário.
- b) As **Instituições Governamentais** estão aqui incluídas, quer porque sofrerão interferências em relação à arrecadação de impostos, quer porque serão obrigadas a dispor de recursos para fazer face às novas demandas por infraestrutura e serviços básicos.

4.2.3.4. Patrimônio Cultural

O fator Patrimônio Cultural diz respeito ao **Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural**, que envolve os vestígios de atividades passadas de grupos humanos, bem como os aspectos da cultura popular local.

4.3. Identificação dos Impactos

4.3.1. Matriz de Interação

A Matriz de Interação, Tabela 4.1, relaciona, nas colunas, as diversas ações geradoras e, nas linhas, os fatores ambientais. As interseções desses elementos representam a origem dos impactos, sendo ressaltadas com um X.

Do ponto de vista das ações do empreendimento, a Matriz de Interação permite concluir que, na fase de implantação, o enchimento do reservatório é a ação responsável por impactos em todos os fatores ambientais considerados.

Na fase seguinte, a ação mais importante é a operação da usina, que causa interferências em um grande número de fatores ambientais. Também impactados na fase anterior, muitos fatores continuam a sofrer interferências, porém de natureza distinta daquela provocada pela implantação do empreendimento.

4.3.2. Matrizes de Identificação dos Impactos

As Matrizes de Identificação dos Impactos, Tabelas 4.2, 4.3 e 4.4, também relacionam, nas colunas, as diversas ações geradoras de impactos, mas nas linhas, estão listados os impactos significativos, identificados pelos especialistas. Entende-se por impactos significativos, aqueles que causam alterações, nos fatores ambientais, que podem ter influência na análise da viabilidade ambiental do empreendimento e/ou que demandem ações de mitigação, compensação ou monitoramento.

Esta matriz, mostra apenas, uma relação de causa/efeito, não permitindo, ainda, identificar os impactos de maior magnitude e importância.

FATORES AMBIENTAIS		AÇÕES GERADORAS DE IMPACTO									
		Planejamento	Aquisição das áreas para implantação do aproveitamento	Adequação de acessos e instalação do canteiro	Operação do canteiro e acampamento	Abertura e exploração de jazidas e áreas de empréstimo	Desvio do rio	Construção da barragem, vertedouros, tomada d'água - casa de força	Enchimento do reservatório	Conclusão das obras	Operação da barragem e da usina
MEIO FÍSICO											
CLIMA	Clima local								X		
RECURSOS HÍDRICOS	Regime de Escoamento Fluvial						X		X		X
	Transporte Fluvial de Sedimentos			X		X	X	X	X		X
	Alterações do Nível Freático						X		X		X
TERRENOS	Instabilizações e Erosões			X		X	X	X	X		X
	Colapsos e Subsidência								X		X
	Sismicidade Induzida								X		X
	Potencial Agrícola das Terras		X			X			X		
	Potencial Mineral		X			X			X		
	Recursos Cênicos			X		X	X	X	X	X	X
MEIO BIÓTICO											
ECOSSISTEMAS TERRESTRES	Vegetação			X		X	X	X	X		X
	Vertebrados(exceto peixes)			X		X	X	X	X		X
ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS	Limnologia			X	X	X	X	X	X	X	X
	Ictiofauna			X		X	X	X	X	X	X

Tabela 4.1 - Matriz de Interação

FATORES AMBIENTAIS		AÇÕES GERADORAS DE IMPACTO									
		Planejamento	Aquisição das áreas para implantação do aproveitamento	Adequação de acessos e instalação do canteiro	Operação do canteiro e acampamento	Abertura e exploração de jazidas e áreas de empréstimo	Desvio do rio	Construção da barragem, vertedouros, tomada d'água - casa de força	Enchimento do reservatório	Conclusão das obras	Operação da barragem e da usina
MEIO SÓCIO-ECONÔMICO											
ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL	Organização do Território			X	X			X	X		
	Infra-estrutura Regional	X		X	X			X	X		
MODOS DE VIDA	População		X	X	X		X	X	X	X	
	Condições de Vida	X	X	X	X	X		X	X	X	
	Saúde Pública				X	X		X	X		X
BASE ECONÔMICA	Atividades Econômicas	X	X	X	X		X	X	X	X	X
	Instituições Governamentais			X	X			X			X
PATRIMÔNIO CULTURAL	Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural			X		X	X	X	X		

Tabela 4.1 - Matriz de Interação – cont.

IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO	AÇÕES GERADORAS DE IMPACTO									
	Planejamento	Aquisição das áreas para implantação do aproveitamento	Adequação de acessos e instalação do canteiro	Operação do canteiro e acampamento	Abertura e exploração de jazidas e áreas de empréstimo	Desvio do rio	Construção da barragem, vertedouros, tomada d'água – casa de força	Enchimento do reservatório	Conclusão das obras	Operação da barragem e da usina
CLIMA										
Alterações da umidade do ar, ventos e nevoeiro								X		
RECURSOS HÍDRICOS										
Alteração e variação do nível de água à montante,						X		X		X
Intensificação de ondulação no espelho d'água								X		X
Variação do nível de água à jusante						X		X		X
Intensificação dos processos de assoreamento a montante								X		X
Acréscimo na disponibilidade da água subterrânea								X		X
Perenização e formação de novas áreas úmidas e alagadas						X		X		X
Acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação				X	X		X	X		X
Efeitos das variações do nível freático durante a operação										X
TERRENOS										
Escorregamentos, deslocamentos de blocos e erosões			X		X	X	X	X		X
Colapsos, abatimentos e subsidências								X		X
Sismicidade induzida								X		
Perda do potencial agrícola dos solos a serem ocupados pelo empreendimento			X		X	X	X	X		
Interferências com recursos minerais		X			X		X	X		
Alteração da paisagem com a formação do reservatório								X		
Degradação da paisagem pela execução de movimentos de terra e rocha			X		X	X	X	X		

Tabela 4.2 - Matriz de Identificação de Impactos

IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO	AÇÕES GERADORAS DE IMPACTO									
	Planejamento	Aquisição das áreas para implantação do aproveitamento	Adequação de acessos e instalação do canteiro	Operação do canteiro e acampamento	Abertura e exploração de jazidas e áreas de empréstimo	Desvio do rio	Construção da barragem, vertedouros, tomada d'água – casa de força	Enchimento do reservatório	Conclusão das obras	Operação da barragem e da usina
ECOSSISTEMAS TERRESTRES										
Aumento de pressão antrópica sobre a vegetação			X		X	X	X	X		
Redução da vegetação por sobrelevação do nível d'água, no enchimento do reservatório								X		
Fragmentação de ambientes, consequências na vegetação								X		
Alteração de ambientes, consequências na vegetação								X		X
Perdas de habitats e aumento de pressão antrópica sobre a fauna			X		X	X	X	X		
Redução de animais por sobrelevação do nível d'água, no enchimento do reservatório								X		
Perda e fragmentação de ambientes e formação de novos ambientes, consequência na fauna								X		X
ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS										
Alterações na qualidade da água a montante						X		X		X
Alterações na qualidade da água a jusante			X	X	X	X	X	X	X	X
Alterações nas comunidades de peixes a montante						X		X	X	X
Alterações nas comunidades de peixes a jusante			X	X	X	X	X	X	X	X

Tabela 4.3 - Matriz de Identificação de Impactos sobre o Meio Biótico

IMPACTOS SOBRE O MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	AÇÕES GERADORAS DE IMPACTO									
	Planejamento	Aquisição das áreas para implantação do aproveitamento	Adequação de acessos e instalação do canteiro	Operação do canteiro e acampamento	Abertura e exploração de jazidas e áreas de empréstimo	Desvio do rio	Construção da barragem, vertedouros, tomada d'água – casa de força	Enchimento do reservatório	Conclusão das obras	Operação da barragem e da usina
ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL										
Interferências com a infra-estrutura existente			X	X			X	X		
Interferência com áreas urbanas				X			X	X	X	
Interferência com edificações institucionais			X					X		
MODOS DE VIDA										
Atração de contingentes populacionais em busca de trabalho			X	X			X			
Geração de expectativas e insegurança na população	X	X	X	X				X	X	
Transtornos à população, ocasionados pelas obras			X	X	X		X			
Deslocamento compulsório de população rural		X	X			X		X		
Deslocamento compulsório de população urbana		X						X		
Pressão sobre equipamentos sociais e serviços de infra-estrutura existentes em Peixe e São Valério da Natividade			X	X			X			
Alterações nas condições de saúde da população				X	X		X	X	X	X

Tabela 4.4 – Matriz de Identificação de Impactos sobre o Meio Sócio-Econômico

IMPACTOS SOBRE O MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	AÇÕES GERADORAS DE IMPACTO									
	Planejamento	Aquisição das áreas para implantação do aproveitamento	Adequação de acessos e instalação do canteiro	Operação do canteiro e acampamento	Abertura e exploração de jazidas e áreas de empréstimo	Desvio do rio	Construção da barragem, vertedouros, tomada d'água – casa de força	Enchimento do reservatório	Conclusão das obras	Operação da barragem e da usina
BASE ECONÔMICA										
Criação de novos postos de trabalho e aumento da massa salarial em circulação	X		X	X			X			X
Especulação imobiliária	X	X	X	X			X			
Animação econômica de núcleos urbanos, com aumento da demanda por bens e serviços	X	X	X	X			X			
Aumento da arrecadação pública			X	X			X			X
Interferência com atividades econômicas rurais e urbanas e perda de terras pela formação do reservatório		X					X		X	
Redução do número de empregos e da massa salarial em circulação, após conclusão das obras								X	X	
Redução de animação econômica nos núcleos urbanos, após conclusão das obras									X	
Perda de locais de lazer e de oportunidades de ocupação temporária								X	X	
Recuperação e potencialização da atividade turística								X	X	X
PATRIMÔNIO CULTURAL										
Perda de Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural			X		X	X	X	x		

Tabela 4.4 – Matriz de Identificação de Impactos sobre o Meio Sócio-Econômico – cont.

5. AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS

5.1. Aspectos Gerais

Neste capítulo será tratado o aspecto mais importante deste relatório, ou seja, a avaliação dos impactos, propriamente dita. Para esse fim, são apresentadas as Matrizes de Caracterização de Impactos (item 5.2) e a descrição dos impactos (item 5.3). Esta descrição justifica e explica a caracterização qualitativa do impacto e apresenta dados quantitativos, quando possível.

5.2. Matrizes de Caracterização de Impactos

As matrizes de Caracterização de Impactos são apresentadas nas Tabelas 5.1 Meio Físico, 5.2 Meio Biótico e 5.3 Meio Sócio-Econômico.

Para classificar os impactos foram utilizados os seguintes critérios:

- Natureza: critério utilizado para definir se o impacto tem efeitos benéficos ou adversos sobre o meio ambiente (POS: Positivo; NEG: Negativo);
- Ocorrência: critério utilizado para indicar a probabilidade do empreendimento provocar o impacto (MPV: Muito Provável; PPV: Pouco Provável; CER: Certa);
- Forma: critério que permite distinguir os impactos que decorrem diretamente das ações necessárias ao empreendimento, daqueles de ocorrência indireta (DIR: Direta; IND: Indireta);
- Duração: critério utilizado para distinguir os impactos permanentes dos temporários, ou seja, aqueles cujos efeitos se manifestam definitivamente daqueles cujos efeitos se manifestam durante um período determinado (PER: Permanente; CIC: Cíclico; TEM: Temporário);
- Temporalidade: critério utilizado para distinguir os impactos que se manifestam imediatamente após a intervenção daqueles cujos efeitos só se fazem sentir após um período de tempo a partir da intervenção que os provocou (CP: Curto Prazo; MLP: Médio e Longo Prazo);
- Reversibilidade: critério utilizado para distinguir os impactos que podem ser revertidos (reversíveis-REV) daqueles que são de caráter irreversível (IRR);
- Abrangência: critério utilizado para distinguir impactos cujos efeitos se fazem sentir em porções pequenas do território, localizadamente, daqueles que podem afetar áreas mais extensas, a nível regional (LOC: localizado; REG: Regional);
- Magnitude: critério que permite classificar o grau de incidência de um impacto sobre determinado fator ambiental, em relação ao universo deste fator ambiental tal como se

apresenta na área de estudo. A magnitude de um impacto é tratada exclusivamente em relação ao fator ambiental em questão, independentemente da sua importância, por afetar outros fatores ambientais (PEQ: Pequena; MED: Média; GDE: Grande);

- **Importância:** critério que permite classificar o grau de interferência de um impacto sobre outros. A importância do impacto será grande ou pequena, segundo tenha maior ou menor influência sobre o conjunto da qualidade ambiental local (PEQ: Pequena; MED: Média; GDE: Grande);
- **Mitigável ou compensável:** critério que indica se há alternativas para diminuir ou compensar os impactos adversos por meio dos programas ambientais (SIM; NÃO).

IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO	CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS									
	Natureza	Ocorrência	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Mitigável ou Compensável
CLIMA										
Alteração da umidade do ar, ventos e nevoeiro	POS	MPV	IND	PER	CP	IRR	LOC	PEQ	PEQ	NÃO
RECURSOS HÍDRICOS										
Alteração e variação do nível de água a montante	POS NEG	CER	DIR	PER	CP MLP	IRR	LOC	GDE	MED	NÃO
Variação do nível de água a jusante	NEG	CER	DIR	PER	MLP	REV	LOC	PEQ MED	PEQ	NÃO
Intensificação dos processos de assoreamento a montante	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	PEQ	PEQ	NÃO
Acréscimo na disponibilidade da água subterrânea	POS	CER	DIR	PER	CP MLP	IRR	REG	MED PEQ	PEQ	-
Perenização e formação de novas áreas úmidas e alagadas	POS NEG	MPV	DIR	PER	CP MLP	IRR	LOC	MED	MED	NÃO
Acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação	NEG	MPV	DIR	PER	CP MLP	IRR	LOC	PEQ	MED PEQ	SIM
Efeitos das variações do nível freático durante operação	NEG	CER	DIR	CIC	CP	IRR	REG	PEQ	MED	NÃO

Tabela 5.1 – Matriz de Caracterização de Impactos – Meio Físico

IMPACTOS SOBRE O MEIO FÍSICO	CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS									
	Natureza	Ocorrência	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Mitigável ou Compensável
TERRENOS										
Escorregamentos, deslocamentos de blocos e erosões	NEG	CER	DIR	PER	CP MLP	IRR	LOC	PEQ MED	PEQ MED	SIM
Colapsos, abatimentos e subsidências	NEG	PPV	DIR	PER	CP MLP	IRR	LOC	PEQ	PEQ	SIM
Sismicidade induzida	NEG	MPV	DIR	PER	CP MLP	IRR	REG	PEQ	PEQ MED	SIM
Perda do potencial agrícola dos solos inundados	NEG	CER	DIR	PER	CP	IRR	LOC	MED	MED	NÃO
Interferências com recursos minerais	NEG	PPV	DIR	PER	CP	IRR	LOC	PEQ	PEQ	NÃO
Alteração da paisagem com a formação do reservatório	NEG	CER	DIR	PER	CP	IRR	REG	GDE	MED	NÃO
Degradação da paisagem pela execução de movimentos de terra e rocha	NEG	CER	DIR	TEMP	CP	REV	LOC	PEQ	PEQ	SIM

Legenda: **Natureza** - POS: Positivo; NEG: Negativo; **Ocorrência** - MPV: Muito Provável; PPV: Pouco Provável; CER: Certa; **Forma** - DIR: Direto; IND: Indireto; **Duração** - PER: Permanente; CIC: Cíclico; TEM: Temporário; **Temporalidade** - CP: Curto Prazo; MLP: Médio e Longo Prazos; **Reversibilidade** - REV: Reversível; IRR: Irreversível; **Abrangência** - LOC: Localizado; REG: Regional; **Magnitude** - PEQ: Pequena; MED: Média; GDE: Grande; **Importância** - PEQ: Pequena; MED: Média; GDE: Grande; **Mitigável ou Compensável** – Sim, Não.

Tabela 5.1 – Matriz de Caracterização de Impactos – Meio Físico - cont

IMPACTOS SOBRE O MEIO BIÓTICO	CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS									
	Natureza	Ocorrência	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Mitigável ou Compensável
ECOSSISTEMAS TERRESTRES										
Aumento da pressão antrópica sobre a vegetação	NEG	CER	DIR IND	TEMP PER	MLP	REV IRR	LOC REG	MED	GDE	SIM
Redução da vegetação por sobrelevação do nível do nível d'água, no enchimento do reservatório	NEG	CER	DIR	PER	CP MLP	IRR	LOC	GDE	GDE	SIM
Fragmentação de ambientes, consequências na vegetação	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	MED	MED	NÃO
Alteração de ambientes, consequências na vegetação	NEG	CER	IND	PER	MLP	IRR	LOC	MED	MED	NÃO
Perdas de habitat e aumento da pressão antrópica sobre a fauna por desmatamentos localizados	NEG	CER	DIR IND	TEMP PER	MLP	REV IRR	LOC REG	MED	GDE	SIM
Redução de animais por sobrelevação do nível d'água, no enchimento do reservatório	NEG	CER	DIR	PER	CP MLP	IRR	LOC	MED	GDE	SIM
Perda e fragmentação de ambientes e formação de novos ambientes, consequência na fauna	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	MED	GDE	SIM
ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS										
Alteração da qualidade da água a montante	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	REG	MED	MED	NÃO
Alteração na qualidade da água a jusante	NEG	CER	IND	PER	MLP	IRR	REG	MED	MED	NÃO
Alteração nas comunidades de peixes a montante	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	REG	GDE	GDE	SIM
Alterações nas comunidades de peixes a jusante	NEG	CER	IND	PER	MLP	IRR	REG	MED	MED	SIM

Legenda: **Natureza** - POS: Positivo; NEG: Negativo; **Ocorrência** - MPV: Muito Provável; PPV: Pouco Provável; CER: Certa; **Forma** - DIR: Direto; IND: Indireto; **Duração** - PER: Permanente; CIC: Cíclico; TEM: Temporário; **Temporalidade** - CP: Curto Prazo; MLP: Médio e Longo Prazos; **Reversibilidade** - REV: Reversível; IRR: Irreversível; **Abrangência** - LOC: Localizado; REG: Regional; **Magnitude** - PEQ: Pequena; MED: Média; GDE: Grande; **Importância** - PEQ: Pequena; MED: Média; GDE: Grande; **Mitigável ou Compensável** – Sim, Não.

Tabela 5.2 – Matriz de Caracterização de Impactos – Meio Biótico

IMPACTOS SOBRE O MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS									
	Natureza	Ocorrência	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Mitigável ou Compensável
ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL										
Interferência com a infra-estrutura existente	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	MED	MED	SIM
Interferência com áreas urbanas	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	MED	MED	SIM
Interferência com edificação institucionais	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	PEQ	PEQ	SIM
MODOS DE VIDA										
Atração de contingentes populacionais em busca de trabalho	NEG	CER	DIR	TEMP	CP	REV	LOC	GDE	GDE	NÃO
Geração de expectativas e insegurança na população	NEG	CER	DIR	TEMP	CP	REV	LOC	MED	MED	SIM
Transtornos à população ocasionados pelas obras	NEG	MPV	DIR	TEMP	CP	REV	LOC	PEQ	PEQ	SIM
Deslocamento compulsório de população rural	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	MED	GDE	SIM
Deslocamento compulsório de população urbana	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	MED	GDE	SIM
Pressão sobre equipamentos sociais e serviços de infra-estrutura existentes em Peixe e São Valério da Natividade	NEG	CER	DIR	TEMP	CP MLP	REV	LOC	GDE	GDE	SIM
Alteração nas condições de saúde da população	NEG	MPV	DIR	TEMP	CP MLP	REV	LOC	MED	GDE	SIM
BASE ECONÔMICA										
Criação de novos postos de trabalho e aumento da massa salarial em circulação	POS	CER	DIR	TEMP	CP	REV	LOC REG	GDE	GDE	-
Especulação imobiliária	NEG	MPV	IND	TEMP	CP	REV	LOC	MED	PEQ	NÃO
Animação econômica de núcleos urbanos, com aumento da demanda por bens e serviços	POS	CER	DIR IND	TEMP	CP	REV	LOC REG	GDE	GDE	-
Aumento da arrecadação pública	POS	CER	DIR	TEMP PER	CP MLP	REV IRR	LOC REG	GDE	GDE	-
Interferência com atividades econômicas rurais e urbanas e perda de terras pela formação do reservatório	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	PEQ	PEQ	SIM
Redução do número de empregos e da massa salarial em circulação, após conclusão das obras	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC REG	GDE	GDE	NÃO
Redução de animação econômica nos núcleos urbanos, após conclusão das obras	NEG	MPV	DIR	PER	MLP	IRR	LOC	GDE	GDE	NÃO

Tabela 5.3 – Matriz de Caracterização de Impactos – Meio Sócio-Econômico

IMPACTOS SOBRE O MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS									
	Natureza	Ocorrência	Forma	Duração	Temporalidade	Reversibilidade	Abrangência	Magnitude	Importância	Mitigável ou Compensável
BASE ECONÔMICA – Cont.										
Perda de locais de lazer e de oportunidade de ocupação temporária	NEG	CER	DIR	PER	MLP	IRR	LOC REG	MED	GDE	SIM
Recuperação e potencialização da atividade turística	POS	MPV	DIR	PER	MLP	IRR	LOC REG	MED	GDE	-
PATRIMÔNIO CULTURAL										
Perda de Patrimônio Arqueológico Histórico e Cultural	NEG	CER	DIR	PER	CP MLP	IRR	LOC	GDE	GDE	SIM

Legenda: **Natureza** - POS: Positivo; NEG: Negativo; **Ocorrência** - MPV: Muito Provável; PPV: Pouco Provável; CER: Certa; **Forma** - DIR: Direto; IND: Indireto; **Duração** - PER: Permanente; CIC: Cíclico; TEM: Temporário; **Temporalidade** - CP: Curto Prazo; MLP: Médio e Longo Prazos; **Reversibilidade** - REV: Reversível; IRR: Irreversível; **Abrangência** - LOC: Localizado; REG: Regional; **Magnitude** - PEQ: Pequena; MED: Média; GDE: Grande;; **Importância** - PEQ: Pequena; MED: Média; GDE: Grande; **Mitigável ou Compensável** – Sim, Não.

Tabela 5.3 – Matriz de Caracterização de Impactos – Meio Sócio-Econômico

5.3. Impactos sobre o Meio Físico

Neste item são descritos os impactos sobre os fatores ambientais Clima, Recursos Hídricos e Terrenos. Estes impactos foram caracterizados na Tabela 5.1.

5.3.1. Clima

5.3.1.1. Alterações na Umidade do Ar, Ventos e Nevoeiro

Os efeitos esperados sobre o clima local são analisados separadamente para cada elemento climático, embora na atmosfera se encontrem indissolúvelmente ligados.

- Umidade do Ar

A ampliação da superfície líquida para a evaporação deverá implicar num aumento do teor de umidade atmosférica.

Deve-se entretanto, considerar que o incremento da umidade do ar depende da ação do vento. Deverá ocorrer também, nessa mesma faixa, um aumento do número de dias com orvalho, principalmente nas manhãs com ventos fracos ou calmaria.

- Ventos

A mudança na rugosidade da superfície deverá provocar uma alteração local no perfil vertical do vento que, com a diminuição do atrito, tenderá a aumentar as velocidades nas baixas alturas.

- Nevoeiros

O aumento das taxas de evaporação, aliado à presença de umidade e ao mecanismo de brisas, poderá implicar no incremento local dos nevoeiros noturnos e matinais. Nevoeiros de advecção ou de radiação irão se intensificar, especialmente durante o período abril/setembro, quando o ar mais frio da terra se deslocar sobre a superfície líquida mais aquecida.

Os impactos sobre o clima local foram considerados positivos, pois as possíveis modificações previstas tendem a trazer benefícios à região.

O aumento da umidade relativa deverá melhorar os índices dos meses mais secos, a intensificação dos ventos irá melhorar o aspecto de conforto térmico.

Como as modificações esperadas são muito pequenas, o impacto foi classificado como de pequena magnitude e importância.

5.3.2. Recursos Hídricos

Nos sub-itens seguintes são descritos os impactos correspondentes a este fator ambiental.

5.3.2.1. Alteração e Variação do Nível de Água à Montante da Barragem

A grande alteração será consequência do enchimento do reservatório, quando os níveis d'água serão sobrelevados da ordem de 25 m junto à barragem, num prazo de aproximadamente 40 dias.

No início do enchimento a subida será mais rápida, da ordem de 150 cm por dia, e no final deverá se elevar a um ritmo de 28 cm/dia.

O final do reservatório, onde a elevação deixará de ser sentida, está pouco a montante da cidade de Paranã, nos rios Paranã e Palma, e a montante de São Salvador, próximo ao córrego Mutum, afluente (margem esquerda) do rio Tocantins.

Durante a operação da barragem os níveis d'água do reservatório serão mais estáveis que os níveis do rio particularmente nas proximidades da barragem, onde 85% do tempo estarão na cota 263,00 m, descendo no máximo até 261,00 m, nível no qual permanecerá 5% do tempo.

Nos trechos de montante do reservatório, nas proximidades da cidade de Paranã no rio Paranã e de São Salvador no rio Tocantins, o comportamento do reservatório será um misto de reservatório e rio natural: existirá o nível mínimo estabelecido junto à barragem (entre 263,00 m e 261,00 m) e mais uma sobrelevação em função da vazão, pelo efeito de remanso hidráulico, como acontece hoje, em condições naturais, com o rio.

Desta forma, na seção da cidade de Paranã, os níveis d'água durante as cheias serão iguais com reservatório e sem reservatório, não existindo impacto do reservatório nessa cidade durante as cheias.

Já em Retiro e São Salvador, situadas comparativamente mais próximas da barragem, a influência do reservatório será percebida para cheias de até 50 anos de período de retorno.

Desta forma, após o grande impacto de elevação dos níveis d'água durante o enchimento, o maior impacto em relação às condições naturais será sentido nos trechos do reservatório mais próximos à barragem (até pouco a montante da confluência do Tocantins com o Paranã) onde os níveis d'água serão mais estáveis que nas condições naturais. Essa permanência dos níveis facilitará alguns usos como extração de água para consumo e irrigação, navegação e lazer, pelo que pode ser considerado um aspecto positivo.

Em conclusão, este impacto é considerado certo, negativo/positivo, de grande magnitude e importância média, sendo qualificados em separado impactos derivados deste, como erosão nas encostas marginais do reservatório, redução de vegetação e da fauna por sobrelevação do nível d'água, alteração da comunidade de peixes, deslocamento compulsório da população rural e urbana, entre outros.

5.3.2.2. Variação do Nível de Água à Jusante da Barragem

A operação da usina para cobrir variações temporais de carga elétrica implicará em variações do nível d'água de jusante ao longo do dia.

Numa situação típica de estiagem, quando as oscilações serão maiores, acontecerá uma variação diária da ordem de 2,00 m ao pé da usina.

A variação na cidade de Peixe será necessariamente menor, pelo fenômeno de amortecimento hidráulico, e pode-se prever, em princípio, subida do nível d'água no período de aumento diário de carga e queda para os valores iniciais durante a noite, após o pico de consumo.

Estas variações, em particular a subida diurna, provocarão impactos derivados como o uso das praias de Peixe. A real consequência deste impacto, tratado no fator Modo de Vida, é impossível de se prever, dado que dependerá, em cada estação, da vazão do rio Tocantins, que será influenciada pelas chuvas e pela operação do reservatório de Serra da Mesa, e também da conformação dos depósitos de areia.

A magnitude é considerada de pequena a média e a importância é considerada pequena, devido à possibilidade de reversão do impacto.

5.3.2.3. Intensificação dos Processos de Assoreamento a Montante

O trecho do rio Tocantins a ser ocupado pelo reservatório apresenta, atualmente, transporte sólido moderado, oriundo basicamente da bacia do rio Paranã, dado que a bacia do rio Tocantins está barrada em Serra da Mesa e o será proximamente em Cana Brava (barragem em construção).

Durante o período chuvoso, que se estende de novembro a março, as taxas de material sólido em suspensão giram em torno de 170 mg/l. Já para os meses de estiagem, esses valores caem para algo em torno dos 7 mg/l.

Num primeiro momento é de se esperar um aumento do depósito de material sólido junto à confluências dos principais cursos d'água contribuintes ao lago, e com menor intensidade no curso do rio Tocantins, junto ao final do estirão do reservatório, por conta da retenção dos sedimentos em Serra da Mesa.

Com base nas medições de descargas sólidas e por métodos de cálculo empíricos, estimou-se que, para um período de 100 anos, o assoreamento do reservatório de Peixe corresponderá a 59% do volume morto.

A magnitude deste impacto é considerada pequena e a importância é, também, pequena, devido a probabilidade de ocorrência em áreas com baixa ocupação.

5.3.2.4. Alteração do Nível Freático com o Enchimento e Operação do Reservatório

O enchimento do reservatório altera a movimentação das águas subterrâneas, provocando a elevação dos níveis freáticos locais e regionais, a reversão de fluxos subterrâneos, surgências e/ou fugas d'água, a perenização de áreas que se apresentam atualmente úmidas e alagadas apenas em épocas de cheias e surgimento de novas áreas com essas características.

De acordo com os dados do diagnóstico ambiental, o de nível d'água freático em poços se situa na estiagem a profundidades entre 2,0 a 6,5m, apresentando-se na cheia com níveis próximos à boca, com profundidade de 1,0 a 3,0m. Com o enchimento, o lençol freático nas adjacências do reservatório deixará de apresentar essas grandes oscilações e será estabelecido em níveis mais elevados.

As maiores elevações dos níveis d'água, atingindo as maiores extensões a partir da borda do lago e no menor prazo, deverão ocorrer nos aluviões das planícies de inundação e dos terraços que apresentam materiais de elevada condutividade hidráulica, e que deverão ser, em grande parte, submersos. Em Paranã e Retiro, esses materiais estão presentes na borda do reservatório e sob a influência do enchimento.

A zona de transição entre solos e rochas também deve apresentar elevadas condutividades hidráulicas, podendo responder com elevações de níveis d'água de grande magnitude e de até grandes distâncias das margens, em curto prazo.

Em grande parte do perímetro, a borda do reservatório ficará sobre coluviões ou solos de alteração de rochas pré-cambrianas. As baixas condutividades hidráulicas previstas, de maneira geral, para esses materiais são fatores restritivos à elevações do nível d'água com grande magnitude e por grandes extensões. Essas elevações deverão estar caracterizadas no médio a longo prazo.

Outros fatores restritivos à elevação dos níveis d'água são os divisores regionais e locais. A rede de drenagem que aflui para os rios principais é intensa e recorta toda a área, constituindo locais de descarga das águas subterrâneas e exercendo controle sobre a elevação do nível freático.

A elevação do nível freático a partir do enchimento do reservatório apresenta influência na disponibilidade das águas subterrâneas, na perenização e na formação de novas áreas úmidas e alagadas, na vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação a partir de fontes de contaminação, em fenômenos de instabilidade das margens como escorregamentos, deslocamentos de blocos, erosões, colapsos e abatimentos e também na sismicidade induzida.

Os impactos relativos à estabilidade das margens e sismicidade induzida serão discutidos no fator ambiental **Terrenos**.

As alterações no nível do freático ocasionam os seguintes impactos:

a) Acréscimo na disponibilidade da água subterrânea

Com o enchimento do reservatório, o nível d'água das unidades aquíferas será sobrelevado, devido aos seus afloramentos na área a ser inundada, favorecendo a utilização da água subterrânea.

O enchimento do reservatório constitui uma recarga artificial para as unidades aquíferas aflorantes na área inundada. O acréscimo na disponibilidade da água subterrânea e produtividade dos aquíferos traz benefícios à populações, sendo um impacto positivo, de ocorrência certa em toda borda do reservatório, especialmente nas unidades hidrogeológicas dos aluviões e zona de transição solo e rocha. É decorrente diretamente do enchimento do reservatório, permanente e irreversível. Deverá ocorrer em regime de fluxo transitório no curto prazo e tende a atingir as condições constantes e estabilizadas no médio e longo prazo. Deverá ocorrer predominantemente quando do enchimento do reservatório e apresentar flutuações quando da variação do nível d'água durante a operação.

É considerado de magnitude média a pequena, com base nas características das unidades aquíferas e distribuição dos divisores e locais de descarga. É considerado de importância pequena devido ao interesse relativamente pequeno dos aquíferos e do uso da água subterrânea na área, também relativamente pequeno e localizado.

b) Perenização e formação de novas áreas úmidas e alagadas

Nos trechos em que a borda do reservatório localiza-se em áreas de planícies de inundação e de terraços, e em áreas de baixas declividades, como em Paranã, o nível d'água poderá aflorar nas áreas de topografia rebaixada, provocando alagamentos e/ou umedecimentos e interferindo com instalações e populações vizinhas.

A intensa rede de drenagem e áreas de baixios que atualmente se apresentam secas nas épocas de estiagem representam pontos de descarga do lençol freático que será elevado e poderá perenizar trechos dessas drenagens e baixios nas proximidades do reservatório.

É um impacto positivo, quando perenizar as drenagens e trazer benefícios às populações vizinhas, mas é também um impacto negativo quando interferir com instalações e benfeitorias. Apresenta alta probabilidade de ocorrência nas zonas de planícies de inundação, de terraços e em áreas de pequena declividade e é atribuída diretamente ao enchimento do reservatório e à elevação do lençol freático. Pode ocorrer logo após o enchimento do reservatório, quando as condutividades hidráulicas dos materiais são elevadas e as depressões estão próximas às margens e com algum intervalo de tempo em relação ao enchimento do reservatório, quando as condutividades hidráulicas dos materiais são menores e também quando as porções rebaixadas encontram-se a maiores distâncias da borda do reservatório. É um impacto permanente e irreversível decorrente do enchimento e das variações do nível d'água durante a operação.

É considerado de magnitude média devido às baixas declividades das margens e conseqüentemente à alta probabilidade de ocorrência e devido à intensa rede de drenagem e presença de baixios que atualmente se apresentam secos na época de estiagem. A importância é considerada média, devido a ocorrência nas proximidades de áreas urbanas.

c) Acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação

Nas planícies de inundação e terraços, como em Paranã e Retiro, o nível d'água elevado e a alta condutividade hidráulica favorecem o alcance do lençol freático por contaminantes, de forma relativamente rápida, a partir de onde tendem a atingir distâncias relativamente elevadas, em períodos de tempo relativamente curtos. Após o enchimento do reservatório, haverá a elevação do nível freático aproximando ainda mais e de forma permanente eventuais fontes de contaminação com esse nível. Entretanto, como as condutividades hidráulicas dos sedimentos aluvionares são elevadas, essa aproximação deverá representar apenas uma pequena redução nos tempos necessários para os contaminantes atingirem o nível freático. As aproximações já ocorrem também atualmente de forma temporária na época de cheias. Nos solos de alteração subjacentes aos aluviões, a migração dos contaminantes, de maneira geral, deverá ser mínima devido à baixa condutividade hidráulica dessa unidade.

É um impacto negativo pois apresenta acréscimo de riscos para as populações e representa degradação da qualidade das águas. É considerado de ocorrência muito provável em áreas onde as fontes de contaminação estão sobre planícies de inundação e terraços, localizadas principalmente nas áreas urbanas. É atribuído diretamente ao enchimento do reservatório e à

elevação do lençol freático, manifestando-se tanto no curto como no médio e longo prazo. O curto prazo é caracterizado quando do alcance do lençol freático pelos contaminantes e o médio e longo prazo está caracterizado pela migração dos contaminantes no aquífero. É considerado permanente e irreversível.

A magnitude é considerada pequena devido à alta vulnerabilidade atual nas áreas urbanas. De maneira geral, a importância é considerada média a pequena devido à pequena magnitude, pequena importância dos aquíferos e utilização restrita das águas subterrâneas. Para Retiro, a importância é maior devido ao uso da água subterrânea, com ausência de rede de abastecimento de água e ausência de rede de esgotos.

d) Efeitos das variações do nível freático durante a operação

Durante a operação da usina, ocorrerão variações no nível do reservatório entre o máximo e o mínimo e, conseqüentemente, também ocorrerão variações do nível freático. Essas variações apresentam influência em todos os impactos já indicados para as alterações do nível freático com o enchimento do reservatório.

Os impactos gerados são na maioria de caráter negativo, de ocorrência certa, atribuídos diretamente às variações de nível d'água durante a operação. São de caráter cíclico, irreversíveis, apesar das variações serem reversíveis. As magnitudes são pequenas e a importância é média devido à influência nos processos relativos às encostas marginais, especialmente nas erosões.

5.3.3. Terrenos

Nos sub-itens seguintes são descritos os impactos correspondentes a este fator ambiental.

5.3.3.1. Escorregamentos, Deslocamentos de Blocos e Erosões

O enchimento do reservatório e a operação da usina favorecem o desenvolvimento de novos processos erosivos e de instabilização das margens ou a reativação de outros já instalados, devido ao embate de ondas, submersão parcial com elevação da superfície freática e oscilações dos níveis d'água do reservatório e dos níveis freáticos em unidades geológico-geotécnicas susceptíveis à instabilizações. Estas unidades encontram-se atualmente sob condições não saturadas ou pelo menos com nível freático mais baixo, portanto, com maior resistência a instabilizações.

A implantação de estradas, adequação de acessos, instalação de canteiro, abertura de áreas de empréstimo e as próprias escavações para a construção da usina são outras ações que poderão deflagrar processos erosivos e de instabilização. São assinaladas as relocações necessárias entre Retiro e São Salvador e entre São Salvador e Paranã, aqui em alguns trechos próximos às serras.

A estabilidade e erodibilidade das encostas marginais são influenciadas por vários fatores e principalmente por aqueles indicados a seguir:

- características das unidades geológico-geotécnicas que recobrem as rochas;
- declividades das encostas e do topo rochoso subjacente aos materiais de cobertura;
- orientação das estruturas geológicas presentes nos solos de alteração e nas rochas, em relação às encostas;
- posição do nível d'água nas diferentes unidades geológico-geotécnicas e variação desse nível d'água;
- presença ou ausência de cobertura vegetal e de suas características e
- uso e ocupação dos solos de maneira geral, assinalando-se a interferência antrópica, como desmatamentos, construção de estradas ou implantação de outras obras.

A baixa declividade das encostas marginais exclui fenômenos de escorregamentos e deslocamentos de blocos em grande parte do reservatório. O local de maior criticidade está localizado na margem direita, entre Retiro e São Salvador. Outros locais similares podem ser encontrados nas proximidades de São Salvador, margem direita e rio Paranã e na travessia da Serra do Boqueirão.

Fenômenos erosivos nas bordas do reservatório poderão surgir em locais de aluviões, como nas proximidades do eixo e na cidade de Paranã e também nos coluviões arenosos e solos de alteração, especialmente em áreas de drenagens e com vales encaixados com taludes subverticais. Na região de jusante, as margens esculpidas em aluviões são, também locais onde os solapamentos e erosões deverão ser bastante intensificados, especialmente com a variação de nível d'água decorrente da operação e das características das águas efluentes, desprovidas de carga sólida.

Os processos de erosão e instabilização das encostas marginais podem ocasionar prejuízo às populações, propriedades e paisagens vizinhas, assoreamento do reservatório, aumento de turbidez e de material sólido na água do reservatório e dos rios, alteração da qualidade da água, sendo, portanto, impactos negativos. São de ocorrência certa, decorrentes diretamente do enchimento do reservatório e da operação da usina. Ocorrerão de forma permanente e irreversível. Poderão manifestar-se no curto e no médio/longo prazo. O alcance espacial é considerado disperso, devendo ocorrer em locais de fatores desfavoráveis.

Para os escorregamentos e deslocamentos de blocos, a magnitude é considerada pequena devido à existência de poucos locais favoráveis a esses processos. Para as erosões a magnitude é média, com ocorrência no trecho de jusante e em vários locais no reservatório, especialmente naqueles onde a densidade de drenagem é alta. A importância é considerada pequena a média, a magnitude também é pequena a média, devido à previsão deste fenômeno em áreas de baixa ocupação. Apenas as erosões junto às áreas urbanas e a jusante da barragem apresentam importância maior.

5.3.3.2. Colapsos, Abatimentos e Subsidiências

A elevação do lençol freático poderá ocasionar fenômenos de colapso nos locais de ocorrências de coluviões fofos, não saturados.

Fenômenos relacionados às estruturas das rochas carbonáticas, como expulsão do ar, inundação, surgências, colapsos, abatimentos e subsidências de cavidades e/ou de cavernas e de feições de dissolução dependem primeiramente da ocorrência dessas feições, não identificadas até o momento dentro da área do reservatório e nas suas bordas. Rochas carbonáticas estão presentes e são conhecidas ocorrências a jusante de São Salvador, a aproximadamente 3,0 km da margem esquerda do rio Tocantins.

São impactos negativos, pouco prováveis, relacionados diretamente ao enchimento do reservatório, de alcance espacial disperso, em áreas de coberturas de coluvião e de possível ocorrência de rochas carbonáticas, essas especialmente a montante de Retiro e na região da Serra do Boqueirão. São permanentes e irreversíveis, devem ocorrer predominantemente e com maiores magnitudes quando do enchimento do reservatório, podendo ser reativados quando das variações de níveis d'água durante a operação, tanto no curto como no médio/longo prazo.

A magnitude é considerada pequena e a importância é também pequena, devido à baixa probabilidade de ocorrência, em áreas com baixa ocupação.

5.3.3.3. Sismicidade Induzida

Os sismos naturais resultam de uma liberação repentina de energia na crosta terrestre. São produzidos pela ruptura do tipo rígido de maciços rochosos, promovida pela concentração de grandes tensões em alguns locais e por movimentos da litosfera. Quando a concentração de tensões ultrapassa a resistência ao cisalhamento, ocorre ruptura, preferencialmente nas partes mais fracas das áreas tensionadas, como em falhas pré-existent.

Em vários reservatórios de usinas hidrelétricas, no Brasil e no exterior, o enchimento teria provocado a ocorrência dos sismos induzidos, caracterizando impactos negativos. Nesses casos, o enchimento do reservatório aumenta as pressões neutras em zonas de grandes tensões pré-existent no maciço rochoso, diminuindo sua resistência e provocando a ruptura. Em geral, no Brasil, tais sismos têm baixa intensidade e ocorrem, com maior frequência, logo após o enchimento do reservatório, podendo no entanto ser registrados tanto durante como após o enchimento, sendo, portanto, seus efeitos possíveis de ocorrer no curto e no médio/longo prazo.

O reservatório será implantado em área de grandes lineamentos geológicos e de suturas crustais, em uma faixa sísmica com direção N20-40°E. São destacados os lineamentos Transbrasiliano e Serra Grande. Devem ser considerados sismos com magnitudes da ordem de 4,0mb e com intensidades V-VI da escala Mercalli Modificada, considerando as ocorrências naturais já registradas.

A probabilidade de ocorrência é elevada pois estão presentes na área zonas de fraqueza antigas e com reativações ao longo do tempo geológico, representadas por grandes descontinuidades.

Na maioria dos casos de sismos induzidos por reservatórios, considera-se que os maciços rochosos já se encontram com tensões próximas à de ruptura, antes do enchimento, pois as tensões provocadas pelo enchimento mostram-se pequenas quando comparadas às tensões liberadas pelos sismos naturais.

Os eventos sísmicos são episódicos e de difícil previsão, tanto em relação à ocorrência do fenômeno em si, como ao local que será afetado. Apesar de um sismo ter efeito bastante localizado, dificilmente afetando áreas com poucas centenas de km², seu alcance espacial pode ser considerado disperso, mas regional, já que é difícil prever o local da ocorrência.

A duração dos eventos sísmos é muito curta, da ordem de segundos, sendo que eventuais impactos irão se processar de modo praticamente instantâneo. O fenômeno é de natureza temporária e irreversível, enquanto os impactos são permanentes. Esses impactos são de pequena magnitude, com pequenos ou eventuais danos em construções comuns, devido às baixas intensidades e magnitudes associadas aos sismos naturais e induzidos.

Considerando o registro de sismos associados a grandes falhamentos, a alta probabilidade de ocorrência e as magnitudes pequenas, o grau de importância é considerado pequeno a médio.

5.3.3.4. Perda do Potencial Agrícola dos Solos Inundados

Os solos que predominam na área a ser inundada são aqueles das cotas mais baixas e mais próximas aos cursos d'água, ou seja, os Neossolos Flúvicos que ocupam 48% da área a ser inundada. Esses solos possuem algum grau de limitação, apresentando classe de aptidão Regular para Lavouras, em relação ao nível tecnológico médio e alto, e Restrita em relação ao baixo nível tecnológico.

Ocorrem, ainda, Latossolos Vermelho Amarelo, perfazendo cerca de 30% da área inundada. Estes solos apresentam-se associados a Cambissolos, nas áreas com maior declividade, e podem, ainda, apresentar concreções, fatos que diminuem o potencial agrícola. Nessas áreas ocorrem terras com aptidão variada, desde Regular para Lavouras com nível tecnológico alto e Restrita para o nível médio até Restrita para Pastagem Plantada.

O restante dos solos (22% da ADA) são compostos por Cambissolos e Neossolos Litólicos, terras sem aptidão para lavouras nem para pastagem plantada.

Em relação aos terrenos da AII (aproximadamente 7.600 km²), serão inundados apenas, 4% do total (294 km²), mas deve-se considerar que no futuro reservatório a concentração de terras com aptidão para lavouras é maior.

Do total das terras da Área da Influência Indireta (AII), apenas 22% tem aptidão Regular ou Restrita para Lavouras, enquanto que na área a ser inundada (ADA) 77% tem alguma aptidão para lavouras, sendo que 55% tem aptidão Regular em pelo menos um dos níveis de manejo.

De forma a permitir uma ponderação da importância dos solos a serem inundados, é mostrada a relação entre as terras com aptidão para lavouras na ADA, ADA e entorno e AII.

As terras com aptidão Regular para Lavouras perfazem cerca de 500 km² da ADA e entorno, sendo que deste total, serão inundados aproximadamente 26% (130 km²). Em relação às terras com aptidão Restrita para Lavouras a porcentagem cai para 10% (dos 525 km² na ADA e entorno, serão inundados apenas 51 km²). Um valor semelhante, 11%, é obtido ao comparar-se as terras com aptidão para lavouras da AII e da ADA (dos 1.653 km² de terras com aptidão Regular ou Restrita para Lavouras da AII, são inundados apenas 181 km²).

Considerando-se que, no geral, os solos da ADA tem melhor aptidão que os da AII, pode-se classificar o impacto da perda do potencial agrícola, como de média magnitude. Também é classificado como de média importância, visto que uma porcentagem significativa de terras com aptidão igual a dos solos inundados vai ser preservada no entorno da ADA e na AII.

5.3.3.5. Interferência com Recursos Minerais

Não foi registrada nenhuma atividade extrativa mineral na área do futuro reservatório (Cadastro Sócio-Econômico), apesar do AHE PEIXE situar-se próximo a regiões mineradoras como Minaçu e Niquelândia, onde são explorados amianto e níquel, e a pequenos garimpos de coríndon, zircão, granada e ouro em Jaú, Novo Horizonte e São Valério da Natividade.

A relação dos processos minerários, protocolados no DNPM até dezembro de 1999, indica a interferência do reservatório em 30 processos, sendo 2 em fase de Requerimento de Pesquisa e 28 em fase de Autorização de Pesquisa.

Na AII foram registrados 123 processos, mas entre eles não existe nenhuma Concessão de Lavra. Cabe ressaltar a existência de 6 Requerimentos de Lavra, indicando sucesso na pesquisa de Turmalina em Palmeirópolis; esses processos não tem interferência com o reservatório.

Os processos ativos na ADA; referem-se a solicitações para pesquisa de ouro, tântalo, tungstênio, wolfrânio, lítio e nióbio. No entanto, não existem, atualmente, referências à exploração dessas substâncias na área, nem evidências de jazidas significativas.

Desta forma, o impacto é negativo, de ocorrência pouco provável, de abrangência localizada, pequena magnitude e importância, também, pequena.

5.3.3.6. Alteração da paisagem com a formação do reservatório

O rio Tocantins, pelas suas características geológicas e geomorfológicas, é um rio com um número razoável de corredeiras que imprimem à paisagem uma beleza peculiar. Na época de vazante, formam-se inúmeras praias que são muito utilizadas pela população local e pelos turistas. Para propiciar este uso, existe a prática de instalação sazonal de infra-estrutura em algumas praias, especialmente naquelas mais próximas aos principais centros urbanos.

Na área em estudo, destacam-se as praias de Peixe, no Tocantins e de Paranã, no rio de mesmo nome. A primeira está situada aproximadamente 40 km a jusante da barragem, não sendo portanto, afetada pelo reservatório, mas podendo sofrer a variação diária de nível d'água a ser provocada pela operação da usina, durante os períodos de ponta de carga elétrica

Embora um reservatório seja normalmente considerado um elemento paisagístico de interesse, ou um recurso cênico, a sua formação vai alterar totalmente a paisagem preexistente e as práticas sociais de utilização da água do rio para o lazer. Torna-se necessário, portanto, prever alternativas de recreação e lazer, construção de praias artificiais, medidas de restrição à operação em ponta na época das praias, etc.

Considerando as características regionais, a transformação da paisagem com a formação do reservatório, foi considerada um impacto de grande magnitude e de média importância uma vez que é possível usar o reservatório para recreação e lazer e que o reservatório também constitui um recurso cênico.

5.3.3.7. Degradação da paisagem pela movimentação de terra e rocha

Os movimentos de terra necessários à implantação do canteiro de obras, à ampliação e construção de vias de acesso, à exploração de áreas de empréstimo e às outras obras civis, com a remoção da cobertura vegetal, execução de cortes e aterros e conseqüente exposição do terreno à erosão, representam uma degradação da paisagem, impossível de ser evitada durante as obras.

As áreas de bota-fora deverão situar-se, preferencialmente, abaixo da cota de inundação do reservatório não necessitando, portanto, de recuperação. As áreas de empréstimo de solo situadas acima do nível do reservatório serão objeto de um programa específico de recuperação de áreas degradadas. O solo orgânico deverá ser removido e reservado, para posterior reutilização. Deverá ser assegurada a drenagem das águas pluviais, assim como proteção para os aterros e taludes.

A possibilidade de adoção destas medidas permitiu considerar este impacto como de pequena magnitude e importância, de caráter reversível e temporário, restrito à duração das obras, e de alcance espacial localizado.

5.4. Impactos sobre o Meio Biótico

Os Impactos sobre o Meio Biótico foram caracterizados na Tabela 5.2

5.4.1. Ecossistemas Terrestres

Nos subitens seguintes são caracterizados os impactos sobre os ecossistemas terrestres, apresentando-se em separado os impactos sobre a vegetação e sobre a fauna.

5.4.1.1. Aumento de Pressão Antrópica sobre a Vegetação

A região onde se insere a área de estudos caracteriza-se pela predominância de pressões antrópicas difusas, decorrentes da pecuária extensiva e da prática de queimadas, como forma de manejo do Cerrado. Perturbações mais acentuadas correspondem à retirada do componente arbustivo-arbóreo dos Cerrados para formação de pastagens, freqüentemente com regeneração da vegetação nativa, resultado de seu manejo inadequado, bem como a introdução de gramíneas exóticas. Na área a ser alagada, as localidades mais alteradas concentram-se nas proximidades do eixo, representadas por extensas pastagens, que promovem a segmentação e a redução dos ambientes naturais.

A construção de uma barragem constitui, de modo geral, fator indutor de pressões antrópicas devido à perspectiva de alagamento de extensas áreas. Estas pressões traduzem-se pelo aumento de desmatamentos e de queimadas visando o aproveitamento dos recursos naturais que serão perdidos. Como estas perturbações nem sempre se limitam à área a ser alagada, ocorrendo também em seus entornos, seus efeitos negativos estendem-se para fora do limite da área de inundação.

Outro aspecto a ser considerado refere-se à retirada de vegetação, decorrente da abertura de vias de acesso, do canteiro de obras, de áreas de empréstimo e de bota-fora, necessárias à implantação das obras. Embora estas intervenções sejam localizadas e em áreas relativamente pouco extensas, contribuem para o processo de redução de habitats e de fragmentação dos ambientes naturais. Devido ao aumento de circulação de pessoas e de veículos na área onde se situa o canteiro de obras e nas vias de acesso, aumenta também o risco de incêndios. Estes efeitos, associados ao eventual aumento de retirada de madeira ou de lenha, contribuirão para o aumento das perturbações difusas atualmente observado na região.

Conforme observado no diagnóstico, a maioria das pastagens situa-se no limite dos terraços do rio Tocantins e serão, em grande parte, perdidas com o alagamento. Por esta razão, pode-se esperar também aumento de pressão antrópica após o enchimento do reservatório, para ampliação de áreas de pastagem ou de agricultura, reduzidas pelo alagamento. Este processo poderá ocorrer principalmente nos remanescentes das propriedades parcialmente adquiridas, que terão que se reestruturar. Caso ocorram desmatamentos em florestas de diques de afluentes, onde permanecerão os solos mais férteis, haverá conflito de uso, uma vez que a vegetação destas áreas é considerada, pela legislação brasileira, de preservação permanente.

Estas pressões antrópicas implicam em alteração na estrutura e na dinâmica das comunidades vegetais, na redução de diversidade e de capacidade de dispersão de propágulos.

Outro efeito negativo dos desmatamentos refere-se à possibilidade de domiciliação de insetos. A migração destes dos ambientes silvestres para domicílios (incluindo alojamentos) pode favorecer a instalação de focos de doenças. Da mesma forma, a retirada da cobertura vegetal para limpeza da bacia de acumulação, medida que antecede o fechamento das comportas, pode levar à domiciliação de insetos em moradias lindeiras ao reservatório. O adensamento de animais no entorno do reservatório, devido à perda de seus habitats, também pode favorecer a disseminação de doenças como febre-amarela, que tem nos primatas seu principal hospedeiro.

Os impactos decorrentes de desmatamentos, embora isoladamente sejam de baixa magnitude (no caso de áreas a serem alagadas, uma vez que esta vegetação será atingida pela inundação) e média magnitude (quando ocorrerem nos entornos), tornam-se importantes no seu conjunto por representarem uma intensificação do processo de antropização da região.

Em síntese, os desmatamentos ocorrerão de duas formas: localizados e inevitáveis, no caso do canteiro de obras, barragem e reservatório, e generalizados e difusos, quando no entorno do reservatório e do local das obras. Cabe ressaltar que o impacto generalizado pode continuar ativo mesmo após o término das obras. Este impacto pode ser reduzido com a observância da legislação ambiental e por meio de fiscalização, de resgate de propágulos e de projetos de revegetação e de enriquecimento florístico.

5.4.1.2. Redução da Vegetação por Sobrelevação do Nível d'Água no Enchimento do Reservatório

A formação do reservatório promoverá um impacto de caráter permanente e irreversível, atingindo área de 294 km² (considerando-se vazão normal, não excedida em mais de 10% do tempo, e cota 263 m na barragem). Desta área, cerca de 15% correspondem a formações ripárias e aproximadamente 62% a Cerrado. Áreas de uso antrópico correspondem a 23% da área, embora deva-se considerar que os Cerrados são utilizados para pecuária extensiva.

Conforme observado, o Cerrado corresponde à vegetação predominante, ocupando extensas áreas tanto abaixo como acima da cota de inundação. Subordinadamente, encontram-se as formações ripárias, restritas a localidades sob influência de cursos d'água. Assim, as perdas mais expressivas decorrentes da inundação referem-se a estas formações ripárias, com menor representatividade na região e presentes ao longo do rio Tocantins e de seus afluentes. As florestas-de-galeria são mais expressivas nos setores norte da região e as maiores ocorrências na área diretamente afetada estão nas proximidades da barragem, onde o reservatório é mais largo. As formações ripárias, embora bastante alteradas, contam com a presença de espécies associadas com as florestas do domínio amazônico (ipê-roxo, *Tabebuia impetiginosa*, p.e.) e do domínio atlântico (como *Astronium fraxinifolium*). Nas áreas de solos encharcados também estão presentes espécies exclusivas destes ambientes, destacando-se o buriti (*Mauritia flexuosa*) e as voquisiáceas (*Qualea* spp.), dentre as arbóreas e *Butomus umbellatus*, por exemplo, no componente herbáceo. Esta flora, pouco representada em coleções científicas, terá suas populações reduzidas. A perda destes ambientes significa a perda, nas mesmas proporções, das formações ripárias ali presentes e dependentes daquelas condições ambientais.

Os trechos de formações ripárias mais extensos estão presentes ao longo do ribeirão Santa Cruz e dos córregos Cipó, Curralinho e Fundo, situados próximos ao eixo. Entretanto, florestas de dique estão presentes ao longo de praticamente todo o rio Tocantins e afluentes, sendo por vezes muito estreitas e não mapeáveis na escala 1:100.000.

Dentre as espécies presentes nas formações ripárias na área atingida estão aroeira (*Myracrodruon* (= *Astronium*) *urundeuva*), considerada ameaçada de extinção pela legislação brasileira. Quanto às essências de maior valor madeireiro citam-se, além da aroeira, o gonçaleiro (*Astronium fraxcinifolium*), ipê (*Tabebuia impetiginosa*), sucupira (*Bowdichia virgilioides*), *Vochysia* sp. Várias espécies presentes nas matas ou no cerrado constituem essenciais arbóreas de interesse paisagístico, como a sucupira e os ipês, juntamente com cega-machado (*Physocalima scaberrimum*), caroba (*Jacaranda* sp.), embiruços (*Pseudobombax* spp.), ouratea (*Ouratea* sp.), Gustavia sp., pau-terra (*Qualea* spp.).

O enchimento do reservatório implicará no alagamento de uma ampla área, parte da qual contém formações pouco frequentes na região. Este fato contribui para o gradual processo de redução da biodiversidade e da variabilidade genética, tornando este impacto de grande importância.

5.4.1.3. Fragmentação de Ambientes, Consequência na Vegetação

A presença de formações ripárias ao longo do rio Tocantins e de seus tributários propicia condições favoráveis à ocorrência de espécies menos tolerantes à grande insolação e ao

stress hídrico. Correspondem a ambientes umbrófilos, presentes em região onde predominam os ambientes xéricos (Cerrados), que permitem maior diversidade de habitats e, por conseguinte, de espécies vegetais e animais. Estas florestas, presentes ao longo da calha dos rios, têm relação com formações de outros domínios, permitindo que elementos da flora daquelas formações se dispersem. A presença de representantes da flora associada aos domínios amazônico e atlântico indicam sua importância para a dispersão biológica.

Ainda que a maioria das florestas observadas apresentem atualmente características secundárias, a formação do reservatório implicará na interrupção desta vegetação em um trecho de aproximadamente 114 km no rio Tocantins e 54 km no rio Paranã, reduzindo as possibilidades de dispersão de muitas espécies.

Como as características pedológicas das margens do futuro reservatório serão distintas daquelas dos diques marginais presentes ao longo dos rios, não se espera a recuperação natural da floresta-de-galeria nos entornos do lago. Assim, os novos ambientes ribeirinhos serão diferentes dos que atualmente caracterizam as margens dos cursos d'água.

A barragem também poderá limitar a transposição de propágulos de algumas espécies vegetais para jusante, porém não se pode afirmar que venha a ocorrer redução de populações a jusante.

Este impacto pode ser considerado de média importância tendo em vista que formas de dispersão de longa distância, principalmente por aves, poderão manter-se. Espécies que dependam exclusivamente do rio para sua dispersão poderão sofrer maiores interferências.

5.4.1.4. Alteração de Ambientes, Consequência na Vegetação

Conforme citado anteriormente, os novos ambientes formados no entorno do lago terão características diferentes da faixa ribeirinha atualmente existente. O tipo de vegetação que se estabelecerá e o tempo necessário para que estas novas comunidades se instalem dependerão das condições locais, como o tipo de solo, a presença de remanescentes próximos, a intensidade de pressão antrópica sobre estas áreas. Além disso, as variações de nível d'água na faixa de depleção do reservatório promoverão alternadamente exposição e submersão do solo, dificultando o estabelecimento de processos sucessionais. Localmente, onde a faixa marginal for mais extensa e propícia para a fixação de espécies aquáticas, subaquáticas e paludícolas, processos sucessionais poderão se instalar, a partir de propágulos da flora de montante.

Salienta-se ainda que a elevação do lençol freático nos entornos do reservatório poderá formar, localmente, áreas úmidas onde novos processos sucessionais podem ter início. A escala temporal e as formas de ocorrência destes processos também dependerão das condições de entorno e da pressão antrópica local.

Deve-se considerar, ainda, alterações a jusante decorrentes das oscilações do nível d'água, com amplitude e periodicidade diferentes em relação à atualmente observadas. Embora este impacto já ocorra devido à UHE Serra da Mesa, as alterações esperadas poderão se refletir negativamente na biota, mais especificamente nas populações de quelônios.

Este impacto é considerado de média importância devido à extensão da faixa do reservatório (aproximadamente 850km), no que se refere os processos de recolonização.

5.4.1.5. Perda de Hábitats e Aumento de Pressão Antrópica sobre a Fauna, por Desmatamento Localizado

O aumento de desmatamentos e de queimadas, que pode ser esperado na área do empreendimento, representa redução e alteração de hábitats. Estas perturbações têm como consequência a pressão sobre os animais dependentes destes ambientes, seja pela própria redução dos ambientes naturais, seja pela caça que normalmente acompanha estas práticas.

No caso dos desmatamentos das florestas-de-galeria, são mais afetados indivíduos de espécies dependentes do ambiente florestal. De acordo com os estudos realizados, cerca de 25% dos anfíbios, 15% dos répteis, 24% as aves e 23% dos mamíferos foram encontrados em Florestas-de-galeria ou Paludosas. Populações de espécies terrícolas e umbrófilas, já reduzidas atualmente devido à caça predatória, como mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*), poderão tornar-se ainda mais raras. Outras espécies florestais como surucuás (*Trogon viridis* e *T. curucui*), udu (*Momotus momota*), jaó (*Crypturellus undulatus*) e aquelas com maior sensibilidade às alterações antrópicas como o gralhão (*Daptrius americanus*) e a arara-azul-grande (*Anodorhynchus hyacinthinus*) também poderão ter suas populações reduzidas.

Com o aumento de ambientes alterados, espécies oportunistas e onívoras, de amplo espectro ecológico, tendem a ser beneficiadas, podendo haver um gradual aumento de populações de pombo-doméstico (*Columba livia*), fogo-apagou (*Scardafella squamata*), andorinha-doméstica-grande (*Progne chalibe*), dentre as aves, atualmente observadas, bem como outras não ocorrentes na região. Entre os outros grupos de vertebrados, podem ser citados, por exemplo, a perereca (*Prhrynophyas venulosa*), a lebre (*Sylvilagus brasiliensis*) e o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*).

Este impacto, de média magnitude, deve se dar de forma local e direta e de forma gradativa e difusa, associado às ações de desmatamento e em decorrência do aumento de pessoas nas proximidades da área de implantação do empreendimento. Dependendo da intensidade dos desmatamentos para formação do reservatório, os remanescentes poderão ter suas populações subitamente adensadas pelo deslocamento da fauna.

5.4.1.6. Redução de Populações Animais por Sobrelevação do Nível d'Água, para Formação do Reservatório

A sobrelevação do nível d'água em aproximadamente 25 m representa um evento crítico para a fauna, devido ao alagamento de hábitats.

Estudos desenvolvidos durante o enchimento do reservatório da UHE Serra da Mesa em comunidades de roedores terrestres apontam redução da população dos animais decorrente do alagamento, com a maioria das espécies mantendo fidelidade aos hábitats ocupados, mesmo com a iminência da inundação. Como as espécies estudadas eram de pequeno porte e relativamente restritas ao hábitat, é provável que a percepção das alterações ambientais tenha ocorrido quando as perturbações eram muito intensas, levando ao *stress* e à desagregação da

estrutura da população, com posterior afogamento (Carmignotto, 1999)¹. Pode-se esperar, portanto, mortalidade de animais por afogamento, principalmente aqueles de baixa mobilidade e que se deslocam a curtas distâncias, como tatus, quatis e vários roedores e anfíbios fossoriais, que tendem a se esconder sob o folhicho, como algumas serpentes e anfíbios, bem como arborícolas, que permanecerão isolados em copas de árvores. Neste último grupo encontram-se os primatas, serelepe, ouriços, além de alguns répteis. Filhotes, ovos e indivíduos debilitados também sofrerão afogamento. As aves, exceto filhotes, ovos e representantes terrícolas, sofrerão menor impacto por afogamento, devido à maior facilidade de deslocamento. Mais afetados serão os psitacídeos, cuja presença é condicionada, em parte, pela presença de buritizais, parte dos quais serão afogados.

Os indivíduos deslocados sofrerão impactos secundários, decorrentes da perda do habitat e do deslocamento para ambientes com os quais não estarão familiarizados, aumentando a suscetibilidade à predação. Também terão que competir com a fauna da área para onde se deslocarem. Haverá ainda maior risco de doenças, seja pelo eventual adensamento, seja pelo aumento de suscetibilidade causada por *stress*, o que também poderá ocorrer nos indivíduos das populações locais. O aumento de competição inter e intraespecífica demanda maior dispêndio de energia na defesa de suas áreas de vida e na manutenção de seus processos vitais levando, entre outros problemas, à redução das taxas de natalidade, ampliando-se desta forma o impacto inicial. Após o adensamento inicial deverá ocorrer um decréscimo do número de indivíduos, seja por dispersão ou por morte, com a estabilização das densidades populacionais compatíveis com a capacidade de suporte do ambiente para cada espécie ou comunidade animal.

O diagnóstico aponta baixas densidades das populações animais na região, o que pode reduzir a intensidade deste impacto. Os efeitos do alagamento sobre a fauna serão sentidos em toda a área do reservatório e em seu entorno.

Quanto às espécies de hábitos semi-aquáticos (lontra, jacaré, quelônios), deverão também se deslocar para áreas a montante, podendo ocorrer redução das taxas de natalidade nos primeiros anos após a formação do reservatório.

A alteração do regime hidrológico promoverá ainda o afastamento da população de botos (*Inia geoffrensis*) presente a montante do eixo. Provavelmente os indivíduos irão se dispersar para montante do rio Tocantins e do Paranã, acentuando o processo de fragmentação e isolamento das populações, já em curso devido às barragens implantadas e em implantação no rio Tocantins.

Apesar das alterações ambientais observadas, populações residuais de espécies consideradas ameaçadas de extinção pela legislação brasileira podem ser encontradas na área de estudo. Várias espécies de mamíferos que constam na lista oficial (Portaria nº 1.522/89) são citadas: tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), gato-do-mato (*Oncifelis wiedii*), lontra (*Lontra longicauda*) e veado-campeiro (*Ozotoceros bezoarticus*). Grandes predadores (onça-pintada *Panthera onca* e sussuarana *Puma concolor*) também ocorrem na região. Também está presente uma espécie de ave, a arara-azul (*Anodorhynchus hyacinthinus*), relacionada entre as espécies ameaçadas.

¹ Carmignotto, AP.1999. Pequenos mamíferos terrestres do Cerrado (Rodentia; Didelphiomorpha): seleção de habitats, áreas de vida e padrões direcionais de deslocamento. Rio de Janeiro. UFRJ, Museu Nacional. Tese: Mestrado em Ciências Biológicas (Zoologia).

Algumas espécies são consideradas vulneráveis ou sem dados suficientes (Bernardes et al, 1990)⁽¹⁾, incluindo-se neste grupo a anta (*Tapirus terrestris*) e o cateto (*Tajacu pecari*). A jandaia (*Aratinga solstitialis jandaya*) é considerada rara por Stotz e colaboradores (1996)².

Como os ambientes naturais comportam populações animais no limite de sua capacidade de suporte, em parte reduzida por pastejo, caça e queimadas, a perda de fauna será aproximadamente proporcional à perda de ambientes, já que apenas parte dos indivíduos poderão sobreviver nos remanescentes do entorno, onde as densidades populacionais atuais também devem ser compatíveis com a capacidade de suporte dos ambientes.

Embora de média magnitude, devido às densidades populacionais aparentemente baixas, os impactos acima descritos sobre a fauna podem ser considerados de grande importância, devido às perdas irreversíveis e à contribuição para a redução da variabilidade genética das populações.

5.4.1.7. Perda e Fragmentação de Habitats e Formação de Novos Ambientes, Consequência na Fauna

Com a formação do reservatório, ambientes florestais contínuos serão fragmentados e permanecerão isolados como remanescentes nos trechos superiores dos tributários, isolando também as populações animais. Poderão ocorrer fenômenos de pululação de algumas espécies com eventuais desequilíbrios na rede trófica, resultando em desproporções entre presa e predador ou pressão excessiva de herbivoria. Espera-se, contudo, estabilização destas populações nos anos subsequentes, de acordo com as densidades que os ambientes possam suportar ou abaixo desse limite, já que estas populações parcialmente isoladas tornam-se mais suscetíveis a perturbações ambientais.

Conforme citado anteriormente, o barramento do rio Tocantins significa também fragmentação do ambiente fluvial, isolando a população de botos (*Inia geoffrensis*), a jusante e a montante do empreendimento. Além dos problemas relacionados com o isolamento genético de populações, devem-se considerar as interferências nas rotas migratórias dos peixes, a possibilidade de redução de biomassa e de diversidade de presas, que poderão afetar estes mamíferos.

Os novos ambientes que se formarão, representados pelo corpo principal do reservatório, pela sua faixa litorânea e pelas áreas de remanso, poderão favorecer espécies de hábitos semi-aquáticos e ribeirinhos que, em localidades mais isoladas, onde a vegetação nativa estiver presente, poderão proliferar.

Eventuais criadouros potenciais de invertebrados também poderão se formar e explosões populacionais de diferentes grupos poderão ocorrer (como ocorreu com mosquitos do gênero *Mansonia* ou com espongilídeos em Tucuruí), não sendo possível antever a intensidade ou a escala temporal em que estes fenômenos poderão ocorrer, o que reforça a relevância desse impacto.

⁽¹⁾ Bernardes, A. T.; Machado, A. B. M. & Rylands, A. B. 1990. Fauna brasileira ameaçada de extinção. Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte. 62 p.

² Stotz, D.F.; Fitzpatrick, J.W.; Parker III, T.A & Moskovits, D.K. 1996. *Neotropical birds*. The Univerty press.

A perda e a fragmentação de habitats é um impacto de grande importância por representar uma significativa redução e isolamento de ambientes naturais, com reflexos na diversidade biológica.

Considerando-se ainda a incerteza quanto à intensidade dos fenômenos decorrentes da “acomodação” às novas condições ambientais, este impacto deve ser considerado relevante, sendo necessário o acompanhamento após a formação do reservatório, para que medidas possam ser tomadas imediatamente, caso os efeitos negativos descritos comecem a se manifestar.

5.4.2. Ecossistemas Aquáticos

Nos sub-itens seguintes são caracterizados os impactos sobre os ecossistemas aquáticos, destacando-se os efeitos sobre a qualidade da água e a ictiofauna.

5.4.2.1. Alterações da Qualidade da Água a Montante

Sabe-se que os represamentos de rios geram inúmeros impactos, com conseqüências nos componentes físicos, químicos e biológicos do meio. Dentre os principais problemas relacionados às condições limnológicas dos ecossistemas artificiais, citam-se os decorrentes da degradação da vegetação inundada e os relacionados à ocorrência da estratificação térmica considerando, neste caso, os problemas relativos à eutrofização.

Apesar dos inúmeros estudos realizados nos diferentes ecossistemas artificiais, incluindo aqueles onde foram efetuados levantamentos nas etapas rio, enchimento e reservatório, os efeitos decorrentes destes represamentos não devem ser generalizados. Estes dependem não somente das características originais do rio a ser barrado, como também da localização geográfica, condições meteorológicas, tipo de vegetação e solos inundados, da área e do volume do reservatório, da localização da tomada d'água, do posicionamento dos vertedouros, do tipo de operação, do tempo de permanência da água, dentre outros fatores.

Como exemplo, cita-se o ocorrido no reservatório de Serra da Mesa (rio Tocantins), que apresentou efeitos que dificilmente ocorrerão no reservatório de Peixe, dadas as diferentes características destes ecossistemas. Durante o período de enchimento de Serra da Mesa, de outubro de 1996 (início do enchimento) até a primeira turbina entrar em operação (abril de 1998), houve um padrão de estratificação bem definido, com anoxia na camada mais profunda (DE FILIPPO et alli, 1999³). Além da anoxia no hipolímnio os autores relatam, também, outras alterações ocorridas, dentre as quais destacam-se as detectadas na porção com características lênticas, ou seja, nas proximidades da barragem (ponto MR-50), onde houve aumento da transparência e da condutividade, além das modificações ocorridas na comunidade planctônica como, por exemplo, a substituição de diatomáceas por clorofíceas e, no caso do zooplâncton, a supressão de protozoários.

Evidentemente as alterações ocorridas em Serra da Mesa não devem ser generalizadas aos outros empreendimentos previstos para o rio Tocantins, dadas as características peculiares

³ De FILIPPO, et alli (1999). As alterações na Qualidade da Água Durante o Enchimento do Reservatório de UHE Serra da Mesa-GO. Ecologia de Reservatórios: Estrutura Função e Aspectos Sociais, FAPESP/FUNDIBIO, 321-346pp

deste empreendimento, onde o volume do reservatório é o maior do Brasil ($54.400 \times 10^6 \text{ m}^3$) e o tempo de residência médio da ordem de 770 dias.

Apesar da forte estratificação térmica ocorrida no reservatório de Serra da Mesa, os autores salientam que este fenômeno não deve ser considerado como problemático, embora assim normalmente venha sendo abordado em publicações específicas que discutem impactos ambientais. A ocorrência da estratificação em Serra da Mesa proporcionou o isolamento entre as camadas e, enquanto a degradação da vegetação se processava na camada mais profunda, a oxigenação da água era mantida nos primeiros dez metros da coluna, o que preservou as espécies aquáticas. Não houve nem mesmo registros de mortandade de peixes durante o enchimento.

No caso específico do reservatório de Peixe, também são esperadas alterações mais pronunciadas na qualidade da água durante a etapa de enchimento e imediatamente após esta fase. Para uma melhor avaliação desses impactos, foi efetuada uma simulação matemática simplificada, utilizando-se dados do Diagnóstico. A simulação foi feita através de um modelo de reator único, que representa a degradação da vegetação e sua influência nas características da água em termos de oxigênio dissolvido e de nutrientes nitrogenados e fosfatados.

Os resultados desta simulação mostram que haverá uma forte depleção de oxigênio durante o enchimento.

Como a modelagem matemática em questão não considera o fenômeno da estratificação, a possibilidade de ocorrência desta foi estimada de acordo com a seguinte fórmula:

$$Fd = \frac{10^{-5} \cdot L}{Z \cdot tw}$$

onde:

Fd = número de Froude densimétrico

L = comprimento do reservatório (m)

Z = profundidade média do reservatório (m)

tw = tempo de residência (anos)

O resultado obtido é interpretado de acordo com a seguinte escala:

Se $Fd < 0,32$, haverá forte estratificação térmica;

Se $Fd \approx 0,32$, poderá ocorrer estratificação;

Se $Fd > 0,32$, não haverá estratificação, ou seja, ocorrerá mistura das camadas d'água.

O número de Froude obtido para o reservatório de Peixe ($Fd = 2,41$) indica que o fenômeno da estratificação não ocorrerá, embora em regiões tropicais pequenas variações térmicas podem ser suficientes (pela variação de densidade) para impedir a mistura entre as camadas superficiais e as mais profundas. Além disso, há de se considerar que em climas tropicais é comum a ocorrência de gradientes térmicos durante o dia e homeotermia no período noturno.

A baixa profundidade média (10m) do reservatório de Peixe, aliada ao rápido tempo para renovação das águas (18 dias), dificultará o estabelecimento de estratificação térmica acentuada. Mesmo não esperando situações de anoxia prolongadas, considera-se prudente a adoção de algumas medidas de proteção nos sistemas de geração da Usina, evitando os problemas de corrosão causados por bactérias anaeróbicas, semelhantes aos detectados atualmente nos sistemas de geração da Usina de Serra da Mesa.

O reservatório de Peixe terá uma configuração morfométrica na forma de Y, sendo um segmento representado pela inundação de seu principal afluente, o rio Paranã e, o outro, pelo próprio rio Tocantins, que se estende no trecho acima da confluência com o Paranã. Como a vazão do rio Paranã não difere muito da vazão do rio Tocantins, nos pontos situados acima da confluência (vazão média mensal aproximada de 750 m³/s e 900 m³/s respectivamente), não são esperadas águas de qualidade inferior nestes dois segmentos, dada a semelhança dos valores do tempo de residência da água.

Apesar do tempo de residência da água ser menor nos braços que irão se formar na desembocadura dos afluentes que drenam para os rios Tocantins e Paranã, não são esperadas proliferações excessivas de vegetais aquáticos nestes locais, tendo em vista que o deplecionamento do reservatório limitará o desenvolvimento das macrófitas. No entanto, há de se considerar que, com o alagamento periódico de áreas rebaixadas, esses vegetais poderão proliferar em áreas restritas do reservatório, bem como criar ambientes propícios para hospedeiros de doenças de veiculação hídrica.

O deplecionamento previsto para o reservatório de Peixe, da ordem de 2,0 metros, dar-se-á de forma mais intensa nos períodos de estiagem. As implicações deste deplecionamento são consideradas positivas no que se refere a macrófitas aquáticas, visto que as mesmas tendem a desaparecer em ambientes com oscilação de nível. Por outro lado, com o deplecionamento, poderão ocorrer áreas alagadas isoladas no reservatório, onde então estes vegetais se desenvolverão de forma mais acentuada.

Finalmente cabe ressaltar que na região não há fontes de poluição significativas. Os centros urbanos como Paranã, São Salvador e Retiro dispõem de fossas não lançando, portanto, os efluentes diretamente nos corpos d'água da região. Além disso, a atividade agrícola predominante na região é a pecuária, que não exige a aplicação de agrotóxicos e de outros produtos poluentes ao meio aquático.

Considerando as condições atuais e a configuração morfométrica do futuro reservatório, pode-se concluir que os impactos são de média magnitude e importância. Estes impactos são irreversíveis e permanentes.

5.4.2.2. Alterações da qualidade da água a jusante

Durante a fase de construção da barragem são esperadas algumas alterações nas características da água a jusante, cujos efeitos podem ser considerados localizados,

temporários e de pequena magnitude. As alterações que normalmente ocorrem nesta etapa são devidas ao aporte de partículas sólidas, pela movimentação de solos (abertura de vias de acesso e a obra propriamente dita). Essas partículas, quando carregadas para o meio aquático, causam um aumento da turbidez interferindo, sobretudo, nas comunidades planctônicas e bentônicas.

Ainda nesta etapa há de se considerar os poluentes do lixo, do esgoto do Canteiro de Obras e aqueles resultantes das atividades de descarte como óleos e graxas. Para mitigar os efeitos destes poluentes deverão ser adotadas medidas de controle como, por exemplo, disposição adequada dos resíduos e tratamento dos efluentes.

As modificações na qualidade da água de jusante serão mais significativas durante a fase de enchimento e imediatamente após esta etapa, quando estarão refletindo as condições da qualidade da água de montante. As alterações, atribuídas ao recebimento de águas menos oxigenadas e com altos teores de matéria orgânica, manifestar-se-ão nos primeiros quilômetros abaixo da barragem sendo, em parte, minimizadas pelo recebimento das águas do rio das Almas e do córrego Mutum, afluentes da margem esquerda do rio Tocantins. Pelo fato do tempo de enchimento ser muito curto, os efeitos da redução de vazão a jusante não serão prolongados.

Durante a operação, as características das águas a jusante estarão diretamente relacionadas à do reservatório. Regras de operação da usina e características da barragem, como o posicionamento dos vertedouros, também implicarão na qualidade da água de jusante.

A boca da tomada d'água, por exemplo, terá cerca de 24 metros de altura (da cota 234 m à cota 258 m), permitindo o escoamento da massa d'água de toda a coluna. Com o reservatório na cota 263 m a boca da tomada d'água se estenderá entre 5 m e 29 metros de profundidade.

De uma forma geral pode-se concluir que, durante a operação, as águas a jusante serão mais transparentes que as atuais, tendo em vista que o reservatório proporcionará uma sedimentação do material em suspensão. Por outro lado, durante a operação, haverá variações diárias do nível d'água da ordem de um metro (entre zero e 2 metros, dependendo da época do ano) cujas consequências, no que se refere, à qualidade da água, serão mais pronunciadas nas margens podendo, nestes locais, ocorrer aumento da turbidez pela instabilidade de taludes. Variações de nível d'água causam, também, alterações nas comunidades bentônicas, reduzindo a diversidade e a densidade desses organismos. Deve ser salientado que, atualmente, já ocorrem variações do nível d'água neste trecho do rio, pela operação da Usina de Serra da Mesa.

Os impactos na qualidade da água no trecho a jusante podem ser considerados de média magnitude e médio grau de importância.

5.4.2.3. Alterações nas Comunidades de Peixes a Montante

Dentre as alterações nas comunidades de peixes resultantes da formação de reservatórios cita-se a rápida mudança na estrutura das comunidades, com o estabelecimento de espécies mais resistentes às novas condições e redução, ou até mesmo eliminação, de espécies antes presentes no trecho do rio. Os reflexos dessas alterações, a montante, serão sentidos não somente no reservatório como, também, nos ambientes lóticos situados acima deste.

Durante o enchimento e imediatamente após este evento, devido às alterações na qualidade da água, quando haverá formação de compostos redutores e, conseqüentemente, depleção do oxigênio dissolvido, poderão ocorrer os seguintes efeitos na comunidade de peixes:

- toxicidade letal e asfixia;
- aumento da suscetibilidade a doenças e predação de indivíduos enfraquecidos;
- alterações no comportamento que impedem o ciclo de vida normal;
- aumento da pesca devido à maior suscetibilidade de captura dos peixes.

O reservatório poderá levar a um empobrecimento ictiofaunístico em termos de diversidade. Por outro lado, poderá haver um aumento significativo de biomassa com o desenvolvimento de espécies de amplo espectro ecológico. Assim o tucunaré, *Cichla* spp, atualmente responsável pela manutenção da pesca no reservatório de Tucuruí, poderá tornar-se abundante na região. Sabe-se que esta espécie também está colonizando o reservatório de Serra da Mesa e, portanto, a probabilidade de adaptar-se ao reservatório de Peixe deve ser considerada. O regime semi-lêntico proporcionará a proliferação de outros peixes com hábitos sedentários, alguns deles indesejáveis como, por exemplo, as piranhas, *Serrasalmus* spp.

Apesar da expectativa de proliferação de espécies de amplo espectro ecológico, devem-se considerar as interferências na ictiofauna decorrentes da oscilação do nível d'água do reservatório, cujos efeitos serão negativos para as espécies de peixes que normalmente habitam ou utilizam áreas marginais. Dentre estas espécies citam-se a traíra, a curvina, as piranhas e o próprio tucunaré. Algumas delas depositam ovos nas margens do reservatório e, portanto, terão seus processos reprodutivos afetados pela exposição temporária dessas áreas.

Além das modificações na composição ictiofaunística, em função das alterações do regime hidrodinâmico, ocorrerá, também, a fragmentação das populações devido à transponibilidade da barragem. A adoção de sistemas de transposição de peixes deverá mitigar parte desses efeitos. O sistema de transposição justifica-se pela existência do segmento livre de barramentos no rio Paranã, tendo em vista que no Tocantins há a barragem de Serra da Mesa. Além disto, os dados do monitoramento que vem sendo conduzido pela Unitins/Furnas, na confluência do Paranã com o Tocantins, mostram que o número de ovos e de larvas de peixes é mais significativo no rio Paranã (Elineide Marques e Sérgio C. Agostinho, com. pess.), o que evidencia a importância deste rio para a reprodução dos peixes.

Entre as espécies migradoras identificadas nos estudos efetuados na região citam-se: *Piaractus mesopotamicus* (caranha), *Salminus hilarii* (tubarana), *Prochilodus nigricans* (papa-terra), *Ageneiosus brevifilis* (fidalgo), *Paulicea luetkeni* (jaú), *Pinirampus pinirampu* (barbado), *Pimelodus blochii* (mandí-cabeça-de-ferro), e *Pseudodoras niger* (cuiú-cuiú).

Não há, na literatura especializada, dados relativos à rota de migração dos peixes dos rios Tocantins e Paranã. A ocorrência na região de várias espécies reofílicas, durante o período da estiagem, indica que estas podem estar utilizando o ambiente como alimentação ou descanso ou, até mesmo, para o período que antecede a reprodução (preparação das gônadas). Além disto, deve ser considerado que a campanha da estiagem revelou a presença de muitos jovens e de adultos em estádios avançados de reprodução, sugerindo que a região é utilizada para a reprodução de algumas espécies. Há de se considerar, ainda, que os dados ictiofaunísticos da

fase rio da região de Serra da Mesa (a montante da área em estudo) revelaram que o papaterro (*Prochilodus nigricans*) migrava para os segmentos superiores daquela área (BIORIO/UFRJ/FURNAS, 1997)⁴.

Com respeito à pesca, apesar das limitações impostas pela atual legislação, pode-se afirmar que o reservatório atrairá profissionais desta área, pois haverá um aumento nas capturas, principalmente do tucunaré.

Os impactos na fauna de peixes são considerados negativos, permanentes e irreversíveis, com grande grau de magnitude e importância média.

5.4.2.4. Alterações nas comunidades de peixes a jusante

Durante a fase de construção deverão ocorrer algumas interferências na fauna de peixes, pelo aumento da turbidez da água, porém estes efeitos serão mínimos e localizados. Ainda nesta fase, é comum o uso de explosivos que podem causar mortandades localizadas de peixes.

Durante o desvio de segunda fase é provável que ocorram restrições à subida de peixes reofílicos, pois nesta ocasião há um aumento significativo da velocidade da água. Deve ser considerado, também, o impacto relativo ao confinamento de peixes na região das enseadeiras, que pode ser minimizado através de resgates específicos.

Quanto às variações do nível d'água a jusante, sabe-se que estas causam efeitos negativos nas comunidades de peixes, pois interferem na sincronização entre os fenômenos reprodutivos e o nível do rio, além de danificar os ovos aderidos na vegetação marginal. No caso específico do AHE de Peixe essas variações serão diárias e da ordem de um metro, porém mais pronunciadas na época da estiagem e não coincidindo, portanto, com a época reprodutiva da maioria das espécies.

A Fundação Universidade do Tocantins e a Investco estão realizando estudos ictiofaunísticos a jusante do futuro Aproveitamento Hidrelétrico de Peixe. Resultados preliminares tem mostrado a importância do rio Santa Tereza, situado cerca de 80 km a jusante da barragem de Peixe, um dos poucos tributários com planícies de inundação, condição fundamental para a reprodução das espécies nativas. Jovens de espécies como *Prochilodus nigricans*, *Pseudoplatystoma fasciatum*, *Phractocephalus hemiliopterus* e *Pinirampus pirinampu* são encontrados nesta localidade. A oscilação do rio Tocantins não afetará diretamente a ictiofauna do Santa Tereza, porém algumas consequências deste fato podem ser esperadas.

A alteração da qualidade da água a jusante também pode provocar interferências na fauna de peixes. No caso específico do reservatório de Peixe, não são esperadas águas de qualidade inferior à de montante, dadas as características geométricas da tomada d'água.

Ainda devem ser considerados outros impactos relacionados à obra, como: supersaturação gasosa nas proximidades dos vertedouros, turbulência elevada nesta região ou pressão elevada nas turbinas, que causam a mutilação de peixes, e o confinamento de espécimes no tubo de sucção, durante os trabalhos de manutenção das turbinas.

⁴ BIORIO/UFRJ/FURNAS (1997). Estudos Básicos sobre a Ictiofauna do Aproveitamento Hidrelétrico Serra da Mesa (GO). 2 vol.

Os impactos nas comunidades de peixes de jusante e na pesca são considerados negativos, de média magnitude e importância.

5.5. Impactos sobre o Meio Sócio-Econômico

Na sequência são apresentados os impactos sobre os fatores ambientais Organização Territorial, Modos de Vida, Base Econômica e Patrimônio Cultural.

5.5.1. Organização Territorial

5.5.1.1. Interferência com a Infra-estrutura Existente

O Aproveitamento de Peixe na cota 263,00 m interferirá com parte da infra-estrutura existente, basicamente com o sistema viário. Estas interferências concentram-se na estrada estadual TO-387/TO-296 no trecho entre as cidades de Paraná e São Salvador; na estrada municipal de ligação entre São Salvador e a Vila de Retiro e nos acessos às pontes sobre os rios Tocantins, Paraná e Palma. Outras interferências no sistema viário correspondem a acessos às propriedades rurais.

Estas interferências são as seguintes:

- Na TO-387/TO-296, de Paraná a São Salvador:
 - inundação de aproximadamente 6.500 m da estrada;
 - inundação de 11 pontes de pista simples;
 - contato do reservatório com cerca de 600 m do aterro da estrada.
- Na estrada vicinal de São Salvador a Vila de Retiro:
 - inundação de aproximadamente 300 m da estrada;
 - inundação de 2 pontes de pista simples.
- Pontes sobre os rios Tocantins, Paraná e Palma:
 - contato do reservatório com cerca de 1.000 m nos aterros dos acessos.
- Acessos às propriedades rurais da margem do reservatório

O impacto sobre a infra-estrutura existente é considerado como negativo, de ocorrência certa, direto e de duração permanente. O impacto deverá ocorrer no médio prazo (enchimento do reservatório); sendo irreversível; com abrangência localizada aos pontos a serem afetados; de magnitude e importância médias; sendo mitigável pela proteção ou reposição da infra-estrutura viária afetada.

5.5.1.2. Interferência com Áreas Urbanas

A formação do reservatório afetará parte das áreas urbanas e o entorno de São Salvador e da Vila de Retiro. Na cidade de Paranã, situada no fim do reservatório, o impacto será reduzido. Assim para as vazões normais a sobrelevação provocada pelo reservatório (diferença do nível da água com ou sem reservatório) será de no máximo 2 m. Nessas condições o corpo da água se manterá nos limites da calha do rio, sendo afetadas as praias e o pé dos barrancos das margens. Durante as cheias, os níveis de água serão os mesmos com e sem reservatório, ou seja os níveis de água de cheia serão idênticos aos naturais.

As interferências foram então delimitadas, considerando o nível das águas a ser atingido nas cheias com recorrência de 50 anos na cidade de São Salvador e Vila de Retiro. O nível dessa cheia acrescido de 1m, define as cota 266,00 m em Retiro e 268,00 m em São Salvador.

Com base nos critérios acima descritos e de acordo com o levantamento do cadastro socio-econômico o empreendimento provoca impactos em 131 propriedades assim distribuídas:

ÁREA URBANA	PROPRIEDADES URBANAS		
	COM FAMÍLIAS	SEM FAMÍLIAS	TOTAL
Paranã	8	50	58
São Salvador	13	14	27
Retiro	31	15	46
Total	52	79	131

Além das interferências com propriedades serão afetados acessos, pontes, ruas, abastecimento de água e fossas negras e a distribuição de energia. O impacto pela formação do reservatório deve ocorrer em forma permanente, porém, áreas acima desse nível, só devem ser afetadas pelas cheias excepcionais de forma esporádica.

Com base nestes critérios as interferências nas áreas urbanas correspondem a:

- Cidade de São Salvador
 - afetada em aproximadamente 30 ha;
 - em 27 propriedades, entre lotes e chácaras urbanas;
 - em ruas e acessos ao rio;
 - na distribuição de energia.

- Vila de Retiro
 - afetada em aproximadamente 5 ha;
 - em 46 propriedades, entre lotes e chácaras urbanas;
 - em 900 m de ruas e acessos;
 - em ponte de pista simples;
 - em cisternas e fossas.

Como na Vila de Retiro não há sistema de abastecimento de água encanada e rede de coleta de esgotos, a população recorre a cisternas para o suprimento de água e a fossas para eliminação do esgoto. A elevação do lençol freático em forma permanente provocará o contato entre os poços e as fossas, aumentando a possibilidade de contaminação e proliferação de doenças. Isto não ocorre na cidade de São Salvador por contar com abastecimento de água encanada, de responsabilidade da SANEATINS.

Apesar de não ser afetada pela presença do reservatório, considerou-se necessário o reordenamento da interface com o reservatório, como interferência na cidade de Paranã. A interferência acontecerá entre a margem do rio e a cota 270,00 m, área a ser condicionada para receber as cheias naturais com recorrência de 7 anos. As interferência acontecem:

- em aproximadamente 90 ha;
- em 58 propriedades, entre lotes e chácaras urbanas;
- em ruas e acessos ao rio;
- na distribuição de energia.

O impacto do empreendimento sobre as áreas urbanas é considerado como negativo, de ocorrência certa, direto e de duração permanente. O impacto deverá ocorrer no médio prazo pelo enchimento do reservatório; sendo irreversível; com abrangência localizada aos pontos a serem afetados; de magnitude e importância médias e mitigável pela proteção ou nova destinação de uso, destas áreas, dado pela reorganização urbanística.

5.5.1.3. Interferência com Edificações Institucionais

Com a formação do reservatório e implantação da área de entorno, serão afetadas algumas edificações institucionais, 18 delas localizadas na área rural e duas nas áreas urbanas. Na área rural, o maior número de estabelecimentos corresponde a cemitérios(13). Estes estabelecimentos, de características simples, encontram-se dentro das propriedades rurais, sendo utilizados pelos moradores locais ou das proximidades. Um deles é considerado particular e outro desativado.

Das outras edificações institucionais, duas são escolas municipais, a Escola Municipal Albano (Paranã) e a Escola Municipal Córrego das Pedras (São Salvador). Existe também outra instituição de educação, de caráter privado, a Associação Novo Caminho Juvenil, que possui três unidades: uma fazenda escolar, próxima à Vila de Retiro, outra na área urbana da Vila de Retiro – Colégio de Tecelagem Artística Nossa Senhora Auxiliadora e outra na cidade de São Salvador. O atendimento das escolas municipais é de âmbito local, pela própria localização nas áreas rurais, mas as escolas da Associação Novo Caminho Juvenil servem a um público mais amplo, com caráter local e regional.

Completam os estabelecimentos institucionais identificados pelo Cadastro Sócio-Econômico a Estação Pluviométrica de FURNAS e uma pequena Igreja rural.

O impacto do empreendimento sobre os Estabelecimentos Institucionais é considerado como negativo, de ocorrência certa, direto e de duração permanente. O impacto deverá ocorrer no médio prazo pelo enchimento do reservatório; sendo irreversível; com abrangência localizada aos pontos a serem afetados; de magnitude e importância pequenas e mitigável, dado que os estabelecimentos podem ser relocados.

5.5.2. Modos de Vida

5.5.2.1. Atração de Contingentes Populacionais em Busca de Trabalho

Inserido numa região com baixa oferta de postos de trabalho e pequenos contingentes populacionais urbanos, o AHE Peixe, ao ter anunciada sua implantação, deverá atrair, para os municípios próximos ao local da barragem – particularmente, Peixe e São Valério da Natividade - contingentes populacionais em busca de emprego/ocupação em atividades direta ou indiretamente ligadas às obras.

Prevê-se que a construção da barragem leve aproximadamente 4 anos, durante os quais a oferta de empregos diretos deverá atingir o pico de 3.500 trabalhadores. Esse pico, entretanto, deverá se dar em um curto período de tempo. Em praticamente 85% do período de construção da usina a mão-de-obra diretamente empregada deverá ser igual ou inferior a 2.600 empregados.

Pela experiência de aproveitamentos hidrelétricos em andamento na região, a mão-de-obra empregada deverá distribuir-se da seguinte forma: cerca de 70%, ou 1.800 trabalhadores, residirão no canteiro de obras, 700 deverão ser distribuídos entre São Valério da Natividade e Peixe e cerca de 100 em Gurupi.

Os trabalhadores que residirão no canteiro de obras correspondem aos solteiros e aqueles que vierem sem suas famílias. Dos residentes em São Valério da Natividade e Peixe espera-se que, da ordem de 500, sejam moradores locais e os 200 restantes venham de fora com as suas famílias, pelo que devem ser consideradas cerca de 800 pessoas como novos moradores desses municípios (média de 4 pessoas por família).

Por outro lado, a prestação de serviços para os funcionários e trabalhadores da construção deverá gerar um número equivalente ao de empregos diretos, da ordem de 2.600 (considerando-se a geração de empregos no pico rebaixado).

Estima-se que 1.300 desses empregos indiretos sejam distribuídos regionalmente, especialmente em Gurupi. Os outros 1.300 novos empregos deverão concentrar-se nos municípios de Peixe e São Valério da Natividade, esperando-se que 400 sejam ocupados por moradores locais, sendo os 900 restantes ocupados por pessoas de fora. Como a população atraída tem uma incerteza maior em relação ao tipo de atividade e sua permanência nela, espera-se que somente uma parte reduzida -25% ou seja 225 pessoas- seja acompanhada pelas famílias. Isto representaria por 675 novos habitantes sem família e 225 com família (900 pessoas, considerando-se a média estadual de 4 pessoas por família), totalizando perto de 1.600 novos habitantes atraídos por empregos indiretos em Peixe e São Valério da Natividade.

Desse modo, a população atraída pelo empreendimento para os municípios de Peixe e São Valério da Natividade representaria um conjunto total de 2.400 novos habitantes (800 em função dos empregos diretos e 1.600 dos indiretos).

Os imigrantes – normalmente de baixa renda - que não forem absorvidos pelas novas possibilidades de trabalho poderão provocar o surgimento de assentamentos precários e/ou improvisados nas periferias das sedes urbanas desses municípios, aumentando a demanda habitacional e por serviços básicos de infra-estrutura social. Esse risco poderá aumentar nos momentos de diminuição do ritmo das obras e imediatamente após sua conclusão.

Este impacto será negativo, de ocorrência certa, direto e temporário. O impacto deverá ocorrer no curto prazo, sendo de abrangência local e reversível, de grande magnitude e com importância grande.

Esse impacto poderá ser minorado por um Programa de Comunicação Social e emprego preferencial de mão-de-obra local/regional, como recomendado no Programa de Adequação de Infra-estrutura Social, através de Centro de Triagem dos Trabalhadores, onde os diferentes casos serão analisados e, se necessário, reencaminhados para os locais de origem aqueles trabalhadores que não forem contratados.

5.5.2.2. Geração de Expectativas e Insegurança na População

A divulgação da notícia de implantação de uma hidroelétrica gera expectativas e inseguranças na população moradora nas localidades próximas e nas instituições públicas locais, em relação às áreas atingidas pela barragem e formação do reservatório, aos procedimentos que serão adotados para relocação/indenização etc., bem como nas organizações ambientalistas-não-governamentais, quanto às medidas de mitigação e compensação pelas perdas de recursos naturais.

Este impacto é negativo, de ocorrência certa, direto e temporário, de ocorrência a curto prazo, reversível, de abrangência local, média magnitude e importância média, sendo mitigável pelo Programa de Comunicação Social.

5.5.2.3. Transtornos à População Ocasionados pelas Obras

Os contingentes populacionais atraídos para as sedes urbanas próximas às obras poderão interferir com o referencial sócio-cultural das populações locais, pela introdução de novos hábitos, pelo surgimento de focos de prostituição, pelo aumento/introdução de doenças e casos de violência, estes últimos, raros na AII do AHE Peixe.

De outro lado, o afluxo de população para esses núcleos, atualmente com baixa oferta de comércio e serviços, se não for bem planejada, poderá trazer dificuldades passageiras para seus estabelecimentos, que poderão ter problemas de estoque e pessoal para atender às novas demandas.

A necessidade de insumos para as obras de construção da barragem, bem como de uma maior quantidade de mercadorias para abastecimento da população e dos trabalhadores deverá provocar aumento do fluxo de veículos pesados (caminhões, carretas, etc.) em trechos de estradas onde hoje esse fluxo não é tão intenso (trechos de estradas Gurupi/Peixe, Porto Nacional/Natividade/São Valério da Natividade e Arraias/Natividade/São Valério da Natividade). Além disso, deverá provocar aumento do tráfego de veículos pesados nos perímetros urbanos de Peixe e São Valério da Natividade, com consequências no aumento dos riscos de acidentes e dos níveis de poeira e ruídos.

Este impacto será negativo, direto, de ocorrência muito provável e duração temporária, sendo reversível e apresentando abrangência local, magnitude e importância pequenas, podendo ser mitigado por Plano de Comunicação Social e sinalização adequada nas estradas e perímetros urbanos.

5.5.2.4. Deslocamento Compulsório de População Rural

Para efeito de identificação da população rural a ser afetada pela implantação do empreendimento, consideraram-se as áreas a serem afetadas pela formação do reservatório, construção do canteiro de obras e obras complementares. A mais importante destas, corresponde às áreas rurais a serem ocupadas pelo reservatório. Para o cálculo de sua extensão considerou-se o Nível Máximo de Operação da Usina definido na cota 263,00 m incluindo as variações de nível decorrentes da curva de remanso para a cheia média anual. Na faixa de segurança para cheias de recorrência de 50 anos não serão permitidas moradias. Por tanto deverão ser relocadas as famílias ali residentes. Também foi considerada a área da faixa de proteção obrigatória do entorno do reservatório, definida pela Medida Provisória nº 1.956-52, de 26 de julho de 2000 (Ver desenho “Reservatório - Propriedades Afetadas”).

Deste modo, foi definida uma área de cerca de 32.500 ha, necessária à implantação do empreendimento, na qual residem 223 famílias rurais a serem afetadas. De acordo com o Cadastro Sócio-Econômico realizado na área de abrangência do reservatório e sua área de preservação, as 223 famílias se distribuem em 126 estabelecimentos, sendo encontrados ainda outros 78 estabelecimentos desocupados. Em relação ao vínculo de propriedade identificaram-se 54 famílias de proprietários; 35 de parentes dos proprietários; 88 famílias de funcionários e 46 de ocupantes consentidos, parceiros e agregados.

O impacto sobre as famílias residentes em áreas rurais a serem afetadas é considerado como negativo, de ocorrência certa, direto e de duração permanente. O impacto deverá ocorrer no médio prazo (enchimento do reservatório), irreversível, com abrangência localizada à área a ser afetada, de magnitude média e com importância grande, sendo mitigável pelo remanejamento das famílias dentro da propriedade nas áreas remanescentes, pela relocação para novas áreas- individuais ou coletivas- e por último pela indenização.

5.5.2.5. Deslocamento Compulsório de População Urbana

A formação do reservatório afetará parte das áreas urbanas de São Salvador e da Vila de Retiro. Definiu-se como área urbana o perímetro urbano adotado pelas respectivas prefeituras, as quais são representadas nas ilustrações 5.1 e 5.2.

Nas cidades de Retiro e São Salvador a influência do reservatório é sentida tanto no período de vazões normais como durante as cheias. Por essa razão o impacto sobre as áreas urbanas dessas duas cidades foi identificado utilizando-se como critério o nível da água a ser atingido no período de cheias dos rios. Assim, considerou-se como interferência, uma situação crítica, com uma cheia com recorrência de 50 anos. O nível dessa cheia, acrescido de 1m, define as cota 266,00 em Retiro e 268,00 em São Salvador.

A cidade de Paranã (Ver desenho “Área Urbana Afetada - Paranã”) encontra-se fora da influência do reservatório para a condição de cheias. Ou seja, os níveis d’água verificados nas cheias são os mesmos com ou sem o reservatório. Em condições de vazões normais ocorrerá no entorno de Paranã, uma sobrelevação do nível d’água da ordem de 2 m para vazões de estiagem e 1 m para a vazão média as quais afetam apenas as praias dos rios Paranã e Palma, pois o reservatório será limitado à atual calha do rio.

No entanto, considerando que para cheias naturais com recorrência de 7 anos, o nível da água atinge a cota 270,00 m, é recomendado que se adeque a interface entre a área propriamente urbana da cidade e o rio, remodelando o espaço abaixo dessa cota, que abriga chácaras quase sem habitantes, sujeitas a enchentes frequentes dos rios.

Considerando as áreas a serem afetadas, até as cotas 268,00 m em São Salvador, 266,00 m na Vila de Retiro e 270,00 m em Paranã, foram identificadas, no Cadastro Sócio-Econômico, um total de 56 famílias, sendo que a maior parte delas (34) residem na Vila de Retiro, 14 em São Salvador e 8 em Paranã. O vínculo com a propriedade é diverso, sendo que predominam os proprietários (37 famílias), com escritura ou direito de posse, como pode ser observado na tabela a seguir.

FAMÍLIAS	SÃO SALVADOR	RETIRO	PARANÃ	TOTAL
Proprietários com escritura	5	1	2	8
Proprietários com direito de posse	3	24	2	29
Familiares do proprietário	1	4	-	5
Ocupantes consentidos	3	-	2	5
Agregados	1	-	1	2
Locatários	1	3	1	5
Empregados	-	2	-	2
TOTAL	14	34	8	56

O impacto sobre as famílias afetadas na área urbana é considerado como negativo, de ocorrência certa, direto e de duração permanente. O impacto deverá ocorrer no médio prazo

(enchimento do reservatório); de forma irreversível; com abrangência localizada; de magnitude média e com importância grande, sendo mitigável pela relocação da população dentro do próprio perímetro urbano onde residem.

5.5.2.6. Pressão sobre Equipamentos Sociais e Serviços de Infra-Estrutura Existentes em Peixe e São Valério da Natividade.

O AHE Peixe deverá ser implantado no rio Tocantins, cerca de 10 km a montante da ponte sobre o rio Tocantins que serve de ligação entre as cidades de Peixe e São Valério da Natividade e a distâncias aproximadas de 38 e 45 km, respectivamente, desses núcleos urbanos. A proximidade destas cidades com relação ao local das obras será fator determinante para que a população atraída (estimada em 2.400 novos habitantes) fixe residência principalmente nas mesmas.

A população atraída, que representa uma proporção alta da população atual das cidades de Peixe e São Valério da Natividade, deverá causar aumento da demanda por serviços de saúde e educação, bem como por habitação e infra-estrutura de saneamento básico, cuja oferta nestes municípios é 3 vezes insuficiente para o atendimento da demanda atual.

Este impacto será negativo, direto, de ocorrência certa e duração temporária. Deverá ocorrer a curto/médio prazos e de forma localizada, sendo reversível, de magnitude e importância grandes. Poderá ser mitigado através de planejamento, junto aos órgãos estaduais e municipais competentes, da adequação da infra-estrutura social 3 novas necessidades.

5.5.2.7. Alteração nas Condições de Saúde da População

A construção do AHE Peixe deverá provocar a criação de 5.200 novos postos de trabalho diretos e indiretos em escala regional, e devido ao pequeno contingente populacional dos municípios cujas sedes se situam mais próximas ao local da barragem - Peixe e São Valério da Natividade - grande parte dos empregos diretos e indiretos gerados pela presença das obras deverá ser ocupada por população atraída de outras localidades (Ver impactos do item 5.5.2.1).

O fluxo de população atraída pelas obras de construção do AHE Peixe poderá alterar o quadro de saúde da população, com a introdução e disseminação de novas doenças, aumento do número de acidentes (de trabalho, com animais peçonhentos e veículos, entre outros) e casos de violência, etc. Além disso, nas fases de enchimento do reservatório e operação da usina, a transformação do ambiente lótico em lêntico poderá facilitar a proliferação de insetos, vetores de doenças.

Este impacto será negativo, direto, de ocorrência muito provável e no curto/médio prazos, tendo caráter reversível, abrangência localizada e duração temporária e apresentando média magnitude e importância grande. Poderá ser mitigado por Programa de Saúde Pública que promova o atendimento aos trabalhadores das obras, reforce os serviços de atendimento e os serviços de vigilância e controle da saúde pública existentes em Peixe e São Valério da Natividade, durante a construção da barragem e nos municípios do entorno do reservatório (Paraná, São Salvador e Retiro) a partir do enchimento.

5.5.3. Base Econômica

5.5.3.1. Criação de Novos Postos de Trabalho e Aumento da Massa Salarial em Circulação

A construção do AHE Peixe deverá gerar 3.500 empregos no período de pico das obras - sendo 2.600 na maior parte do tempo - e outros 2.600 empregos indiretos, promovendo uma alteração significativa principalmente no atual quadro de ocupação da população dos municípios de Peixe e São Valério da Natividade - os mais próximos do canteiro - essencialmente vinculados à agropecuária e às Administrações Municipais. Do total de empregos a serem gerados, estimou-se que perto de 900 empregos poderão ser ocupados por trabalhadores locais. As atividades remuneradas deverão contribuir para uma melhoria – ainda que temporária – nas condições de vida dessa população.

Este impacto será positivo, de ocorrência certa, direto e de duração temporária. Deverá ocorrer no curto e médio prazos (até o terceiro ano das obras) tendo caráter reversível, abrangência local/regional, grande magnitude e importância.

5.5.3.2. Especulação Imobiliária

Pelas diversas interferências e necessidades de terras, um empreendimento hidrelétrico sempre acaba acarretando modificações no mercado imobiliário da região onde se insere.

O efeito sobre o preço das terras é maior ou menor, conforme a localização das mesmas em relação às ações desencadeadas pelo empreendimento e ao próprio reservatório.

O aumento de população nas áreas urbanas, somado a pouca oferta de imóveis disponíveis, provocará uma sobrevalorização destes e pressão sobre o valor dos aluguéis.

De forma geral, são valorizadas acima da evolução normal do mercado, as terras que se vêem beneficiadas por:

- melhorias na infra-estrutura, especialmente viária;
- necessidades do empreendedor, para instalação de canteiro de obras, reassentamentos populacionais e outras obras associadas ao empreendimento;
- proximidade com o reservatório.

Este impacto é negativo, indireto, com alta probabilidade de ocorrência, sendo localizado e tendo caráter temporário e reversível. Pode ser considerado de média magnitude e pequena importância.

5.5.3.3. Animação Econômica de Núcleos Urbanos, com Aumento da Demanda por Bens e Serviços

A criação de até 3.500 empregos remunerados, embora temporários, numa região onde predominam a pecuária e a agricultura de subsistência na área rural e é baixa a oferta de empregos urbanos, deverá aumentar significativamente a massa salarial em circulação, provocando animação econômica e fortalecimento dos núcleos urbanos, em especial Peixe e São Valério – para onde deverão se dirigir as demandas por bens e serviços de primeira necessidade dos trabalhadores da obra - e Gurupi, para onde se dirigirão as demandas por comércio e serviços mais especializados.

As sedes urbanas de Peixe e São Valério da Natividade poderão se expandir, tanto pelo crescimento do número de residências, como pelo surgimento de novos serviços e estabelecimentos, voltados para hospedagem, alimentação, vestuário, etc.

Este impacto será positivo, direto/indireto, de ocorrência certa e no curto prazo. Com duração temporária, terá caráter reversível, abrangência local/regional, grande magnitude e importância grande.

5.5.3.4. Aumento da Arrecadação Pública

A geração de impostos deverá aumentar as arrecadações municipais, através do ISS - pago pelas empreiteiras durante as obras, aos municípios de Peixe e São Salvador do Tocantins -, das compensações financeiras - devidas aos municípios de Peixe, Paranã, São Salvador do Tocantins e Palmeirópolis - por suas parcelas territoriais alagadas após o início da geração - e da arrecadação do ICMS – pago pelo produtor de energia, na fase de operação da usina. Além disso, a produção de energia também deverá contribuir para o aumento da arrecadação estadual.

Num quadro em que as arrecadações municipais são reduzidas e, além disso, compostas em grande parte por transferências federais, especialmente através do Fundo de Participação Municipal – FPM, este impacto será certo, positivo, direto, de curto e longo prazos, temporário/permanente, reversível/ irreversível, de abrangência local/regional, grande magnitude e grande importância.

5.5.3.5. Interferência com Atividades Econômicas Rurais e Urbanas e Perda de Terras pela Formação do Reservatório

A implantação do Aproveitamento Hidrelétrico Peixe afetará 32.460 ha de terra onde o Cadastro Sócio-Econômico identificou 204 propriedades, das quais só 13 serão totalmente afetadas. Do total de propriedades, um número significativo (38%) encontram-se desocupadas, sem famílias residentes. Mas, apesar de estarem sem moradores, encontram-se algumas com atividade produtiva.

A tabela com a distribuição das propriedades por município e segundo a presença de moradores é apresentada a seguir:

Municípios	Propriedades		
	Com Moradores	Sem Moradores	Total
Peixe	2	1	3
São Salvador	62	40	102
Paranã	62	33	95
Palmeirópolis	-	4	4
Total	127	78	204

O Cadastro Sócio-Econômico identificou que, dos 204 estabelecimentos, em 112 (55%) cria-se gado bovino para corte e, em 81, gado leiteiro. A ampla maioria dos produtores pratica a pecuária de forma extensiva, com baixo investimento técnico e de capital. O rebanho bovino atinge a 18.975 cabeças, sendo 86% gado de corte e os 14% restantes gado leiteiro.

Em relação à atividade agrícola, identificou-se que, apesar de realizada em pouco mais de 64% das propriedades, apenas em 10% apresenta objetivos comerciais, sendo que somente 1 produtor declarou que produz com o objetivo único de vender a produção. Na maioria das propriedades (54% declarou que o destino da produção é o consumo próprio) a produção agrícola corresponde, na verdade, a culturas de subsistência das famílias residentes.

Outras atividades econômicas identificadas pelo Cadastro Sócio-Econômico foram uma carvoaria na área rural e 5 pequenos comércios na área urbana, entre os quais, três bares.

O impacto sobre as atividades econômicas rurais e urbanas e perda de terras é considerado como negativo, de ocorrência certa, direto e de duração permanente. O impacto deverá ocorrer no médio prazo, provocado pelo enchimento do reservatório; sendo irreversível; com abrangência localizada à área do reservatório e faixa de entorno; de magnitude e importância pequenas e mitigável em relação à atividade produtiva, já que as famílias de produtores serão relocadas nos remanescentes ou em outras propriedades que hoje são sub-utilizadas, de forma a continuarem com suas atividades através da intensificação da exploração das terras da região.

5.5.3.6. Redução do Número de Empregos e da Massa Salarial em Circulação após a Conclusão das Obras

Com a proximidade do término das obras de construção do AHE Peixe, terá início o processo de desmobilização gradativa de mão-de-obra, gerando desemprego e diminuição da renda em circulação. Isso deverá, por sua vez, refletir-se na demanda por bens e serviços, acarretando queda na oferta de postos de trabalho remunerados nos estabelecimentos comerciais e de serviços.

Como as condições locais/regionais de geração de empregos são baixas, poderão ocorrer situações de pauperização e periferização da população desocupada, acarretando pressão sobre os serviços sociais das Prefeituras Municipais.

Este impacto será negativo, direto, de ocorrência certa e duração permanente, de médio prazo, irreversível, de abrangência local/regional, magnitude e importância grandes. Este impacto não é mitigável em forma direta, porém é conhecido o interesse de construir novas usinas hidrelétricas no Estado do Tocantins no curto prazo.

5.5.3.7. Redução da Animação Econômica nos Núcleos Urbanos após a Conclusão das Obras

No fim das obras, quando se iniciar a desmobilização gradual da mão-de-obra, deverá ocorrer queda nos níveis de consumo de bens e serviços, interferindo na economia dos municípios através do provável fechamento ou redução de porte dos estabelecimentos de comércio e serviços urbanos.

Por ocasião do início de geração, os municípios começarão a receber incremento na cota-parte do ICMS e Compensação Financeira pela inundação das terras, em valores correspondentes a 1 unidade de geração no começo, até atingir a quantia total com a entrada em operação da última unidade, 1 ano após o enchimento (impacto tratado no item 5.5.3.4).

Este aumento de receita seguramente não será suficiente para compensar a diminuição do ISS da obra, que começará a ser sentido a partir do quarto ano de construção e cessará totalmente 1 ano após o enchimento, e a queda de massa salarial em circulação.

Como consequência, pode-se concluir que este impacto será negativo, de ocorrência muito provável, direto e de duração permanente. Deverá ocorrer a médio/ longo prazos e de forma localizada, sendo irreversível, de grande magnitude e importância, também, grande.

5.5.3.8. Perda de Locais de Lazer e de Oportunidades de Ocupação Temporária

As praias de Paranã e São Salvador encontram-se localizadas no extremo montante do reservatório, mas ainda assim serão afetadas pelo empreendimento, já que na época da estiagem o nível do rio não abaixará o suficiente para permitir o surgimento dos bancos de areia utilizados como praias. A principal delas é o Praião de Paranã, no rio Paranã, onde a Prefeitura instala infra-estrutura na temporada de “verão”.

A praia que possui maior importância é a denominada de Praião, em Paranã. A do rio Palma (também em Paranã) e a do Tocantins (em São Salvador) são utilizadas para recreação e outros usos da população local, mas nelas não é instalada nenhuma infra-estrutura característica das temporadas de praia no Estado de Tocantins.

A utilização das praias naturais, formadas nos períodos de estiagem, faz parte da cultura das populações locais, além de gerar um número significativo de empregos sazonais no comércio, especialmente em Paranã.

A praia de Paranã deverá sofrer interferências que prejudicarão seu funcionamento nos moldes tradicionais a menos que uma praia artificial seja instalada nas vizinhanças. A partir de meados de junho é criada uma significativa infra-estrutura – que permanece funcionando até o início do mês de agosto - onde trabalham temporariamente parcelas da população urbana do município. A atração de turistas regionais, nessas ocasiões, também aumenta o movimento dos

estabelecimentos comerciais de caráter permanente da sede municipal, que serão prejudicados com queda de faturamento.

Além das praias mencionadas, pode ser incluída a praia de Peixe. Esta praia encontra-se localizada ao norte da cidade de Peixe, distante da barragem, pelo que não será afetada pela formação do reservatório, mas sofrerá interferência pela ascensão diária do nível de água, decorrente da operação variável da casa de força para atender a ponta diária de consumo de energia elétrica.

Este impacto será negativo, direto, de ocorrência certa e duração permanente. O impacto deverá ocorrer no médio prazo, de forma irreversível, apresentando abrangência local/regional, média magnitude e importância grande, sendo mitigável pela substituição das praias em locais adequados já considerando os níveis d'água após a implantação do reservatório e pela definição de regras de operação em ponta durante a época das praias.

5.5.3.9. Recuperação e Potencialização da Atividade Turística

O aumento da arrecadação nos municípios, com a geração de energia (ICMS e Compensação Financeira) a melhoria das vias de acesso e circulação e das redes de infra-estrutura de saúde e saneamento básico, deverá acarretar, para Peixe, Paranã e São Salvador, melhores condições para atração de fluxos turísticos regionais e mesmo nacionais. Além disso, a recuperação/substituição das praias prejudicadas pela formação do reservatório em Paranã e São Salvador do Tocantins e a introdução do reservatório na paisagem – que, em geral, atrai investimentos imobiliários voltados para a atividade turística - poderão potencializar o aproveitamento turístico dos recursos naturais e construídos nesses municípios, criando-se novas alternativas de geração de emprego e renda na perspectiva do desenvolvimento sustentável.

Este impacto será positivo, de ocorrência muito provável, direto e de duração permanente. Deverá ocorrer a médio/ longo prazos, tendo abrangência local/regional e caráter irreversível, sendo de média magnitude e importância grande.

5.5.4. Patrimônio Cultural

5.5.4.1. Perda de Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural

Na área destinada ao empreendimento AHE Peixe foram identificados 15 sítios arqueológicos – 5 líticos, 7 cerâmicos, 2 de arte rupestre e 1 sítio histórico- que em função da metodologia empregada nos levantamentos de campo (prospecções extensivas) correspondem a uma parte do patrimônio existente na área a ser afetada.

Pela sua importância e magnitude, o impacto da inundação destes sítios foi considerado negativo, de ocorrência certa e direto; de duração permanente, acontecendo no curto e médio prazo (início das obras e enchimento do reservatório). É um impacto irreversível, localizado, de grande magnitude e importância, sendo mitigável pelo Programa de Resgate do Patrimônio Arqueológico.

5.6. Medidas Mitigadoras, Compensatórias ou de Monitoramento

Neste item são listados os impactos significativos da implantação e operação do empreendimento e as medidas mitigadoras, compensatórias ou de monitoramento previstas.

IMPACTO	MEDIDA MITIGADORA, COMPENSATÓRIA OU DE MONITORAMENTO
MEIO FÍSICO	
CLIMA	
Alteração da umidade do ar, ventos e nevoeiro	Monitoramento clima local
RECURSOS HÍDRICOS	
Alteração e variação do nível de água a montante	Monitoramento Níveis d'Água
Variação do nível de água a jusante	
Intensificação dos processos de assoreamento a montante	Monitoramento Sedimentológico
Acréscimo na disponibilidade da água subterrânea	Monitoramento Hidrogeológico
Perenização e formação de novas áreas úmidas e alagadas	
Acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação	
Efeitos das variações do nível freático durante operação	
TERRENOS	
Escorregamentos, deslocamentos de blocos e erosões	Monitoramento de Encostas Marginais
Colapsos, abatimentos e subsidências	
Sismicidade induzida	Monitoramento Sismológico
Perda do potencial agrícola dos solos inundados	Impactos não mitigáveis
Interferências com recursos minerais	
Alteração da paisagem com a formação do reservatório	Recomposição de Turismo e Lazer
Degradação da paisagem pela execução de movimentos de terra e rocha	Recomposição de Áreas Degradadas
MEIO BIÓTICO	
ECOSSISTEMAS TERRESTRES	
Aumento da pressão antrópica sobre a vegetação	Levantamento e Manejo de Flora
Redução da vegetação por sobrelevação do nível d'água, no enchimento do reservatório	Desmatamento e Limpeza do Reservatório Educação Ambiental
Fragmentação de ambientes, consequências na vegetação	Unidades de Conservação
Alteração de ambientes, consequências na vegetação	Faixa de Proteção do Reservatório
Perdas de habitat e aumento da pressão antrópica sobre a fauna por desmatamentos localizados	Educação Ambiental
Redução de animais por sobrelevação do nível d'água	Levantamento, Acompanhamento e Manejo de Fauna
Perda e fragmentação de ambientes e formação de novos ambientes	Desmatamento e Limpeza do Reservatório Unidade de Conservação Faixa de Proteção do Reservatório
ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS	
Alteração da qualidade da água a montante	Monitoramento Limnológico
Alteração na qualidade da água a jusante	Desmatamento e Limpeza do Reservatório
Alteração nas comunidades de peixes a montante	Monitoramento e Conservação da Ictiofauna
Alterações nas comunidades de peixes a jusante	Desmatamento e Limpeza do Reservatório

IMPACTO	MEDIDA MITIGADORA, COMPENSATÓRIA OU DE MONITORAMENTO
MEIO SÓCIO-ECONÔMICO	
ORGANIZAÇÃO TERRITORIAL	
Interferência com a infra-estrutura existente	Recomposição da Infra-estrutura
Interferência com áreas urbanas	Relocação Urbana
Interferência com edificações institucionais	Recomposição da Infra-estrutura
MODOS DE VIDA	
Atração de contingentes populacionais em busca de trabalho	Adequação da Infra-estrutura Social Comunicação Social
Geração de expectativas e insegurança na população	Comunicação Social
Transtornos à população derivados das obras	
Deslocamento compulsório de população rural	Relocação Rural Monitoramento da Relocação da População
Deslocamento compulsório de população urbana	Relocação Urbana Monitoramento da Relocação da População
Pressão sobre equipamentos sociais e serviços de infra-estrutura existentes em Peixe e São Valério da Natividade	Adequação da Infra-estrutura Social
Alteração nas condições de saúde da população	Saúde Pública
BASE ECONÔMICA	
Criação de novos postos de trabalho e aumento da massa salarial em circulação	(*)
Especulação imobiliária	Impacto não mitigável
Animação econômica de núcleos urbanos, com aumento da demanda por bens e serviços	(*)
Aumento da arrecadação pública	(*)
Interferência com atividades econômicas rurais e urbanas e perda de terras pela formação do reservatório	Relocação Urbana Relocação Rural
Redução do número de empregos e da massa salarial em circulação, após conclusão das obras	Recebimento de ICMS e de Compensação Financeira pelo Estado e Municípios
Redução de animação econômica nos núcleos urbanos, após conclusão das obras	
Perda de locais de lazer e de oportunidade de ocupação temporária	Recomposição de Áreas de Turismo e Lazer
Recuperação e potencialização da atividade turística	(*)
PATRIMÔNIO CULTURAL	
Perda de Patrimônio Arqueológico Histórico e Cultural	Resgate do Patrimônio Arqueológico e Histórico

(*) Impactos considerados positivos, portanto não requerendo medidas de controle.

6. SELEÇÃO DOS IMPACTOS MAIS IMPORTANTES

Uma vez identificados, listados e qualificados os impactos decorrentes da implantação do AHE Peixe sobre os ecossistemas e a sociedade, torna-se possível realizar uma seleção, destacando-se os mais importantes, com o objetivo de estabelecer prioridades quanto à importância atribuída aos programas de mitigação ou compensação e subsidiar as conclusões sobre a viabilidade ambiental do empreendimento.

Para tanto, foi utilizado um método “ad hoc”, através de uma reunião de especialistas, onde os efeitos do empreendimento foram discutidos numa perspectiva multidisciplinar, agrupando-se os impactos em conjuntos coerentes e interrelacionados, o que permitiu a escolha dos grupos mais significativos.

A equipe multidisciplinar foi integrada pelos seguintes profissionais:

- 2 Biólogos
- 1 Geólogo
- 1 Geógrafo
- 2 Engenheiros Civis
- 1 Engenheiro Agrônomo
- 1 Historiador e Sociólogo

Após apresentação e discussão de todos os impactos significativos foram selecionados, de comum acordo, os impactos mais importantes, sem estabelecer uma hierarquia entre eles.

- Alteração e redução da vegetação e fauna por sobrelevação do nível de água para formação do reservatório e aumento da pressão antrópica

Embora a região já apresente um certo grau de antropização, estando as formações vegetais já alteradas, o reservatório inundará uma área de 294 km², contribuindo para o gradual processo de redução da biodiversidade e da variação genética. As perdas mais significativas se referem à inundações de formações ripárias, com menor representatividade na região e que ocupam cerca de 15% do reservatório.

Apesar das alterações ambientais observadas na região, populações residuais de espécies animais, consideradas ameaçadas de extinção pela legislação brasileira, podem ser encontradas na área de estudo, abrangendo várias espécies de mamíferos como: tamanduá-bandeira, lobo-guará, jaguatirica, gato-do-mato, lontra, veado campeiro, onça-pintada, suçuarana, e uma espécie de ave, a arara-azul.

- Alteração de fauna aquática a montante e jusante da barragem

O barramento do rio e as mudanças no ambiente resultam em uma rápida alteração na estrutura das comunidades de peixes, tanto a jusante, como no reservatório e nos ambientes lóticos situados acima deste. O reservatório deverá levar a um empobrecimento ictiofaunístico em termos de diversidade. Por outro lado, poderá ocorrer um aumento significativa de biomassa com o desenvolvimento de espécies de amplo espectro ecológico, como o tucunaré.

Além das modificações na composição ictiofaunística, em função das alterações do regime hidrodinâmico, ocorre, também, a fragmentação das populações devida à intransponibilidade da barragem. Este último impacto poderá ser mitigado pela adoção de um sistema de transposição de peixes.

- Atração de contingentes populacionais em busca de trabalho

Este impacto torna-se importante na medida que o empreendimento se insere em uma região com baixa oferta de postos de trabalho, pequenos contingentes populacionais urbanos e conseqüentemente estrutura social vulnerável e limitada infra-estrutura de saúde, educação e habitação. A atração de 2400 novos habitantes, segundo as estimativas apresentadas nesse estudo, para Peixe e São Valério de Natividade pode causar sérios impactos nesses núcleos urbanos,. É esperado aumento significativo de população, normalmente de baixa renda, aumentando a demanda habitacional e por serviços básicos de infra-estrutura social.

- Deslocamento compulsório de população rural e urbana

Aproximadamente 32.500 ha de terrenos deverão ser desocupadas para a implantação do empreendimento. O deslocamento das 223 famílias rurais e das 56 famílias urbanas residentes, representa um impacto significativo na vida desses habitantes, particularmente considerando que se trata de pessoas com baixa renda e capacitação para o trabalho. No caso da população rural esta característica é particularmente importante, visto que a realização do empreendimento atinge também a fonte de trabalho e renda das famílias rurais.