UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS.
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

Análise da abordagem geomorfológica em Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) de projetos hidrelétricos apresentados ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no período de 1993 a 2014.

Karina Barbosa de Aguiar

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Geografia Física.

Orientador: Antônio Carlos Colângelo

Versão Revisada
São Paulo
2015

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS.
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

Karina Barbosa de Aguiar

Análise da abordagem geomorfológica em Estudos de Impactos Ambientais de projetos hidrelétricos apresentados ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no período de 1993 a 2014.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física do Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em Geografia Física.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

- Aa Aguiar, Karina Barbosa
Análise da abordagem geomorfológica em Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) de projetos hidrelétricos apresentados ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no período de 1993 a 2014. / Karina Barbosa Aguiar ; orientador Antônio Carlos Colângelo. - São Paulo, 2015. 145 f.
- Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.
1. Estudo de Impacto Ambiental. 2. Geomorfologia. 3. Licenciamento Ambiental. 4. Aproveitamento Hidrelétrico. 5. IBAMA. I. Colângelo, Antônio Carlos, orient. II. Título.

¹ Um sábado qualquer [S.I]. Disponível em: <http://www.umsabadoqualquer.com/mundo-avesso-duvidas/Acesso: dezembro/2015>.

DEDICATÓRIA

Diogo,
Não necessitaria escrever que seriam
suas: a dedicatória, o prólogo, as
linhas, os pontos finais, vírgulas e
acentos.
Por criar as condições para que eu
continue a nadar.

RESUMO

AGUIAR, K.B.

Análise da abordagem geomorfológica em Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) de projetos hidrelétricos apresentados ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), no período de 1993 a 2014.

No Brasil, os EIAs/RIMAS são o principal instrumento para a análise de viabilidade ambiental dos empreendimentos potencialmente causadores de significativo impacto ambiental, sendo também peça indispensável ao processo licenciamento ambiental. Esta pesquisa tem como objetivo central a abordagem geomorfológica adotada em EIAs de usina hidrelétricas no período entre 1993 a 2014. Foram analisados 13 registros de EIAs elaborados para usinas hidrelétricas cujo licenciamento ocorre em nível federal, analisando informações como escala de abordagem, escola teórica, procedimento metodológico, etc. Todos estes dados foram analisados quali e quantitativamente, sendo que os resultados apresentados permitem verificar o aprimoramento técnico contínuo na abordagem geomorfológica nestes estudos ambientais. Os resultados da pesquisa também proporcionaram a elaboração de recomendações visando à elaboração de futuros estudos de impactos ambientais.

Palavras chaves: Estudo de Impacto Ambiental, geomorfologia, licenciamento ambiental, usina hidrelétrica, IBAMA

ABSTRACT

AGUIAR, K.B.

Analysis of the geomorphological approach in Environmental Impact Statements (EISs) of hydroelectric projects presented to the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (IBAMA) in the period 1993-2014.

In Brazil, the Environmental Impact Statements (EISs) are the main instrument for environmental feasibility analysis of enterprises, which can cause significant environmental impact, and is also indispensable part of environmental licensing process. This research is based on the geomorphological approach adopted in EIAs (Estudos de Impacto Ambiental, or Environmental Impact Studies, in free translation) applied for hydroelectric power plants, in the period of 1993-2014. We have analyzed 13 EIAs designed to hydroelectric power plant which licensing occurs at the federal level, analyzing information such as scale approach, theoretical school, content, assignment of technical staff, etc. All these data were analyzed qualitatively and quantitatively, and the results allow verify the continuous technical improvement in the geomorphological approach of these environmental studies. The results have also provided the elaboration of recommendations for the development of future environmental impacts studies.

Key words: Environmental Impact Statement (EIS), Geomorphology, environmental licensing, hydroelectric plant, IBAMA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.2-1 – Etapas de trabalho adotadas	23
Figura 1.2-2 – Página de abertura do sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal (SisLic)	24
Figura 2.2-1 – Processo de licenciamento ambiental em nível federal	45
Figura 2.2.1-2 – Estrutura do EIA.....	53
Figura 2.3-1 - Empreendimentos de geração de energia elétrica ao longo do século XX.	55
Figura 2.3.1-2 – Processo de licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas	59
Figura 2.3.1-3 – Distribuição espacial de UHE no Brasil.....	63
Figura 2.3.2-1- Arranjo operacional de UHE com TVR.	66
Figura 2.3.2-2 – Perfil esquemático de uma usina hidrelétrica.....	67
Figura 2.3.2-3 - Evolução do padrão do canal em trecho a jusante da represa Sanmexia, rio Amarelo, China.....	73
Figura 3.1-1– EIAs de UHE (universo da pesquisa) classificados por ano de protocolo no IBAMA	75
Figura 3.1-2 – EIAs de UHE (universo da pesquisa) classificados por região administrativa	76
Figura 3.1-3- Espacialização das UHEs analisadas (universo da pesquisa).....	78
Figura 3.2-1 - Atribuição profissional do responsável pelos estudos geomorfológicos.	84
Figura 3.2-2 - Multidisciplinariedade entre os profissionais responsáveis pelos estudos de Meio Físico.	84
Figura 3.2-3 – Recorte espacial estudado.....	84
Figura 3.2-4 – Fluxogramas de processos do diagnóstico geomorfológico da UHEs UHEs Cachoeira, Castelhana e Estreito.	89
Figura 3.2-5 - Porcentagem de EIAs (universo amostral) com trabalho de campo ...	97
Figura 3.2-6 - Porcentagem de EIAs (universo amostral) com relatório fotográfico. .	97
Figura 3.2-7– Matriz de Critério UHE Corumbá IV	114

LISTA DE FOTOS

Foto 3.1-1 – UHE Aimorés	82
Foto 3.1-2 – UHE Aimorés	82
Foto 3.1-3 – UHE Batalha	82
Foto 3.1-4 – UHE Belo Monte	82
Foto 3.1-5 – UHE Corumbá IV	82
Foto 3.1-6 – UHE Estreito (Tocantins)	82
Foto 3.1-7 – UHE Foz do Chapecó	83
Foto 3.1-8 – UHE Xingó	83

LISTA DE QUADROS

O Quadro 1.2-1 apresenta modelo da matriz de critérios adotada para os EIAs analisados nesta dissertação.	25
Quadro 2.1-1 – Divisão taxonômica do relevo por diversos atores	34
Quadro 2.2-1- Diretrizes gerais do Estudo de Impacto Ambiental (EIA)	48
Quadro 2.3-1- Custo médio da produção e energia por tipo de fonte de geração.....	56
Quadro 2.3-2– Impactos no meio físico desencadeados por UHES.	70
Quadro 3.1-1 – Quadro de licenças adquiridas por UHE analisada.	79
Quadro 3.1-2 – Quadro síntese do material de análise da pesquisa (universo da pesquisa).....	80
Quadro 3.2-1 – Produção de cartografia geomorfologia dos EIAs analisados	92
Dentre os 13 EIAs analisados, aproximadamente 40% não apresentou diagnóstico de dinâmica geomorfológica e 77% não realizou cadastro das feições morfodinâmicas existentes no sítio de implantação do empreendimento e entorno imediato. (Ver Quadro 3.2-2).....	97
Quadro 3.2-3 – Informações compiladas sobre o diagnóstico ambiental nos EIAs analisados (universo amostral).....	98
Quadro 3.2-4 – Impactos ambientais sobre as questões geomorfológicas, listados no universo amostral.	99
Quadro 3.2-5 - Matriz de Critério UHE Aimorés	103
Quadro 3.2-6 - Matriz de Critério UHE Batalha	105
Quadro 3.2-7 - Matriz de Critério UHE Belo Monte	107
Quadro 3.2-8 - Matriz de Critério UHE Cachoeira	110
Quadro 3.2-9 – Matriz de Critério UHE Castelhana	112
Quadro 3.2-10 - Matriz de Critério UHE Couto Magalhães	116
Quadro 3.2-11 - Matriz de Critério UHE Davinópolis.....	118
Quadro 3.2-12 - Matriz de Critério UHE Estreito	120
Quadro 3.2-13 - Matriz de Critério UHE Estreito (Tocantins)	122
Quadro 3.2-14 - Matriz de Critério UHE Foz do Chapecó	125

Quadro 3.2-15 - Matriz de Critério UHE Itaocara.	127
Quadro 3.2-16 - Matriz de Critério UHE Xingó	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.3.1-1 – matriz nacional de geração de energia elétrica em operação.60

Tabela 2.3.1-2 - matriz nacional de geração de energia elétrica em construção60

SUMÁRIO

SIGLAS E ABREVIATURAS	15
1 INTRODUÇÃO	17
1.1 Enquadramento prévio do tema, objetivos e hipóteses.....	17
1.2 Método, Procedimentos e Materiais.....	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1 Geomorfologia – Bases e conceitos.....	27
2.2 Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) – Histórico e prerrogativas legais.	38
2.2.1 Estudo de Impacto Ambiental (EIA).....	47
2.3 Leituras sobre empreendimentos hidroenergéticos	53
2.3.1 Processo de licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas no Brasil	53
2.3.2 Interface entre geomorfologia e usinas hidrelétricas	64
3 COMPILAÇÃO DO MATERIAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	74
3.1 Universo amostral	74
3.2 Análise da abordagem geomorfológica dos EIAs pré-selecionados	83
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	132
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136

SIGLAS E ABREVIATURAS

AHE: Aproveitamento Hidrelétrico

AIA: Avaliação de Impacto Ambiental

ANEEL: Agência Nacional de Energia Elétrica

BIG: Banco de Informação de Geração

BNDS: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (Antiga Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental)

CONAMA: Conselho Nacional de Meio Ambiente

CTF: Cadastro Técnico Federal

EIA: Estudo de Impacto Ambiental

FEEMA Fundação Estadual de Engenharia de Meio Ambiente (Atual INEA)

IBAMA: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.

INEA: Instituto Estadual do Ambiente

LI: Licença Ambiental de Instalação

LO: Licença Ambiental de Operação

LP: Licença Ambiental Prévia

MPF: Ministério Público Federal

NEPA: *National Environmental Policy Act*

ONU: Organização das Nações Unidas

PBA: Plano Básico Ambiental

PCH: Pequena Central Hidrelétrica

PNMA: Política Nacional de Meio Ambiente

RIMA: Relatório de Impacto Ambiental

SIG: Sistema de Informação Geográfica

SisLic: Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal

SISNAMA: Sistema Nacional do Meio Ambiente

UC: Unidade de Conservação

UHE: Usina Hidrelétrica

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento prévio do tema, objetivos e hipóteses.

A presente dissertação tem como objetivo principal conhecer a abordagem geomorfológica adotada em Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) de Usinas Hidrelétricas (UHE) cujo processo de licenciamento se dá em nível federal.

Desta forma, a pesquisa em tela baseia-se no fato de que, no Brasil, os empreendimentos ou atividades potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente devem ser precedidos de licenciamento ambiental por meio de Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) (Resolução CONAMA 01/1986).

Assim, “enquanto estes dispositivos legais estiverem em vigor, ou não for alterado de modo significativo, o principal instrumento para a avaliação da viabilidade ambiental de empreendimentos de grande porte será o EIA/RIMA”. (AKIOSSI, 2010, p.01).

Neste sentido, serão aqui considerados apenas os aproveitamentos hidrelétricos com potência instalada superior a 30MW e/ou reservatório maior que 13 km², uma vez que correspondem a empreendimentos classificados² como de significativo impacto ambiental e, portanto, passíveis de EIA-RIMA para implantação.

No tocante a aderência do objeto de estudo à realidade brasileira, cabe mencionar que a matriz energética nacional é majoritariamente consolidada sobre usinas hidrelétricas, sendo que este tipo de empreendimento corresponde a mais de 60% do parque gerador, segundo Banco de Informação de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), atualizado em 26/06/2015³.

² Resolução Conama 01/1986.

³ <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>

A opção pela geração de energia elétrica fundamentada no aproveitamento hídrico está relacionada a (i) uma opção financeira, pelo fato se tratar do segundo menor custo de geração no país⁴; (ii) opção estratégica, tendo em vista a disponibilidade de recursos hídricos superficiais e (iii) uma opção com menor potencial de poluição, visto que não envolve a transformação de insumos e geração de efluentes no processo produtivo.

Embora seja válido destacar que o menor potencial de poluição não se relaciona a uma menor quantidade e/ou magnitude de impactos ambientais, vide que este tipo de empreendimento pode ser considerado pioneiro na avaliação ambiental, com registros de estudos⁵ realizados 14 anos antes da implantação da Política Nacional de Meio Ambiente (SÁNCHEZ, 2008; MOREIRA, 1992; MONOSOWSKI, 1994.)

Cita-se, ainda, que obras do Departamento Nacional de Obras e Saneamento do estado do Rio de Janeiro, bem como aos complexos hidrelétricos a serem implantados pela Eletrobrás no estado do Paraná, tornaram-se pautas das primeiras reuniões ordinárias do Conselho Nacional do Meio Ambiente, sendo, tão logo, empreendimentos fomentadores das discussões a respeito da necessidade de “se submeterem ao licenciamento ambiental todas as atividades que, por seu porte e localização, modificaram significativamente o meio ambiente, principalmente aquelas executadas pelos órgãos e instituições públicas, que até então escapavam a qualquer forma de controle ambiental.” (MOREIRA, 1992, p.01)

Assim, incorporar UHEs ao nosso objeto de estudo é justificável pelo alcance nacional deste tipo de projeto, carro chefe da indústria de rede⁶ no país, bem como pela oferta dos materiais de análise, uma vez que os Estudos de

⁴ EPE, 2008 (Vide Item 2.3.1).

⁵ Sobradinho, em 1972 e UHE do Tucuruí, em 1977

⁶ Indústria de rede consiste *no conjunto das indústrias dependentes da implantação de malhas (ou rede, ou ainda grids) para o transporte e distribuição ao consumidor dos seus respectivos produtos* (DIAS&RODRIGUES, 1997, p.71).

Quase todas as indústrias de rede não são, de fato, “indústrias” no sentido convencional, mas atividades prestadoras de serviços, como é o caso dos setores de infraestrutura (JUNIOR, 2005, p.2).

Impactos Ambientais deste tipo de empreendimento são elaborados há mais de 20 anos no Brasil.

Em paralelo, temos que, por força de lei⁷, o EIA deve compreender a elaboração de um inventário realizado nas áreas de influência previamente definidas para o estudo, ou seja, “um levantamento sistemático das condições ambientais vigentes na área onde será implantado o empreendimento, buscando conhecer a situação ambiental atual.” (QUEIROZ, 1992, p. 4).

Os aspectos de implantação e operação de aproveitamentos hidrelétricos - detalhados no Item 2.3.2 - como mobilização de grandes volumes de solo, inundação de terras anteriormente enxutas e execução de desvios nas drenagens locais, tornam inerente, aos estudos ambientais deste empreendimento, o levantamento das condições geomorfológicas para qualificação dos possíveis impactos ambientais. Sobre a mesma ótica, o Termo de Referência, emitido pelo IBAMA para orientar a elaboração de estudos de impactos ambiental para aproveitamentos hidrelétricos, registra que “deverá ser realizada caracterização do tipo de relevo, identificando e delimitando os diversos padrões de formas erosivas e deposicionais, sua constituição e dinâmica superficial, visando a identificação de setores com diferentes graus de suscetibilidade a processos erosivos e deposicionais, tanto naturais como de origem antrópica” (IBAMA, 2005, p.11).

Neste cenário, a presente pesquisa busca (i) verificar a abordagem do conteúdo supracitado nos EIAs de empreendimentos hidrelétricos, no período de 1993 a 2014, (ii) identificar pontos notáveis (positivos ou negativos) e (iii) fornecer indicadores para casos futuros.

Corroborando com nossa meta, Rubio (2008) afirma que, ao longo dos anos, “o histórico do processo de licenciamento ambiental contou com a incorporação de conhecimentos acadêmicos, mas também de conhecimentos gerados nos estudos de impactos anteriores. Soma-se a isso incorporação de dados

⁷ Resolução CONAMA 001/1986.

resultantes dos monitoramentos ambientais propostos para os empreendimentos implantados desde então, que permitiram melhor precisão na descrição e na avaliação de impactos ambientais, tal como exigido pela legislação vigente”

Com o exposto, o Capítulo 01 (vigente) apresentou a importância do tema da pesquisa, as premissas e objetivos adotados, bem como apresentará, logo em seguida, metodologia e método responsáveis pela estrutura da dissertação.

No Capítulo 02 serão apresentados os resultado da revisão bibliográfica realizada para contextualizar o problema dentro da área de estudo, bem como subsidiar a argumentação da pesquisa com referencial teórico. Assim, entende-se que para analisar e reconhecer as abordagens geomorfológicas adotadas nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) pré-selecionados, é suma importância uma breve contextualização epistemológica desta ciência. (Item 2.1).

No mesmo capítulo, item 2.2, elucida-se o processo de licenciamento ambiental no país, expondo os atores e pressões responsáveis pelo surgimento no tema em âmbito nacional, bem como revisão da legislação aplicada. A desmistificação da estrutura do Estudo de Impacto Ambiental, bem como seus objetivos e desafios na Política Nacional do Meio Ambiente estão presente no subitem 2.2.1.

Cabe destacar que o material utilizado na presente dissertação corresponde a EIAs de usinas hidrelétricas realizados com o objetivo de prover o IBAMA de informações técnicas que possibilitem a análise sobre a viabilidade ambiental destes empreendimentos, desta forma, o Capítulo 02 irá se atentar exclusivamente aos procedimentos de licenciamento ambiental em nível federal.

O terceiro eixo temático da revisão bibliográfica discorre especificadamente sobre os aproveitamentos hidrelétricos, abrangendo a conjuntura política e econômica envolvida na implantação deste tipo de empreendimento, assim

como diagnóstico do quadro de geração de energia elétrica brasileira - atual e projeções futuras.

Fechando a compilação bibliográfica, o item 2.3.2 apresenta os principais aspectos - que tenham potencial de alteração ou degradação do meio ambiente - do processo de implantação e operação de usinas hidrelétricas. Nesta passagem são também listados os impactos ambientais desencadeados no meio físico, relacionando-os, sempre que possível, a área de estudo da geomorfologia.

Já o Capítulo 03 apresenta em detalhe EIAs selecionados para esta dissertação, no que concerne a localização, tipologia, etapa do processo de licenciamento, período de implantação e porte. O Item 3.2 deste capítulo expõe a compilação das informações levantadas nos 13 EIAs analisados.

Já o Capítulo 04 corresponde a conclusão e discussão assertiva sobre os resultados obtidos no Capítulo 03, bem como *follow-up* dos objetivos propostos.

1.2 Método, Procedimentos e Materiais.

Segundo Gil (2010), uma pesquisa pode ser classificada com base em sua finalidade, seus objetivos e método empregado. A luz desta classificação, a presente dissertação corresponde a uma pesquisa aplicada e descritiva sob o método documental.

“A pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes: Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser

reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa”
(GIL, 2002, p.45)

Neste contexto, este estudo apoia-se sobre análises de documentos internos às organizações, especificadamente, os Estudos de Impactos Ambientais (EIAs) elaborados para empreendimentos hidrelétricos, protocolados no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e disponibilizados no endereço eletrônico da instituição.

A Figura 1.2-1, mais adiante, detalha os processos aqui adotados. Tal metodologia foi orientada pelo delineamento proposto por Gil (2010, p.66) para pesquisas documentais, a saber:

1. Formulação do problema;
2. Elaboração do plano de trabalho;
3. Identificação das fontes;
4. Localização das fontes e obtenção do material;
5. Análise e interpretação dos dados;
6. Redação da dissertação

Figura 1.2-1 – Etapas de trabalho adotadas

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Os dados (materiais) utilizados correspondem a 13 Estudos de Impacto Ambiental (EIA) de usinas hidrelétricas, submetidos ao IBAMA, no intervalo de 1993 a 2014.

A localização das mencionadas fontes se dá no Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal (SisLic), disponível no endereço eletrônico do órgão licenciador. (Ver Figura 1.2-2)

Figura 1.2-2 – Página de abertura do sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal (SisLic)

Fonte: IBAMA,2015.

A análise e interpretação dos dados foram sustentadas pela revisão bibliográfica e aplicação de uma matriz de critérios e subcritérios previamente estabelecidos para orientar o trabalho e reduzir a subjetividade da análise. (Ver Quadro 1.2.1)

Esta matriz contemplou um rol de principais elementos que devem estar presentes no diagnóstico geomorfológico de Estudos de Impactos Ambientais, assim como nos impactos e programas previsto a este componente.

A seleção destes critérios foi ponderada com base nos requisitos da legislação em vigor; o Termo de Referência Geral - emitido pelo IBAMA para orientar a elaboração de estudos ambientais de aproveitamento hidrelétricos (IBAMA, 2005); os apontamentos do documento “Deficiência em estudo de impacto ambiental. Síntese de uma experiência” (MPF, 2004), que analisou as falhas de 80 EIAs, entre 1996 e 2004, submetidos à análise do Ministério Público Federal; assim como o estudo “Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: Uma Contribuição para o Debate” (BANCO MUNDIAL, 2008), que apontou as falhas nos Estudos de Impacto Ambiental das usinas hidrelétricas de Aimorés, Ipueiras, São Salvador e Itumirim.

A adoção de uma matriz de critérios ou lista de verificação é instrumento corriqueiro a análise da qualidade ambiental de EIAs, a exemplo do “Guia para Análise Técnica de Estudos de Impacto Ambiental”, desenvolvido por Sánchez (2008), e “*Environmental Impact Statement Review Package*” desenvolvido pelo Grupo de Avaliação de Impacto do Instituto para o Desenvolvimento Sustentável do Departamento de Planejamento da Universidade de Oxford (GLASSON, THERIVEL E CHADWICK, 2005, apêndice 04.).

O Quadro 1.2-1 apresenta modelo da matriz de critérios adotada para os EIAs analisados nesta dissertação.

Quadro 1.2-1 – Modelo de matriz de critérios adotada para análise da abordagem geomorfológica do material de pesquisa

Ficha (número)	
UHE	
Domínio/Unidade geomorfológica identificada no EIA:	
Estado(s) contemplado(s):	
Região Hidrográfica:	
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	
Há descrição da metodologia/procedimentos aplicados?	
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	
Principais fontes das informações/dados utilizados:	
Escala das principais fontes utilizadas:	
Quais mapas temáticos foram apresentados?	
Houve trabalho de campo?	
Período e duração do trabalho de campo:	
Há registros fotográficos?	
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	
Foi realizado cadastramento das feições morfodinâmicas na área?	
Foi realizado diagnóstico de geomorfologia fluvial?	
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	
Programas ambientais sugeridos para os impactos supracitados:	
Observação:	

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Geomorfologia – Bases e conceitos

Para análise das abordagens geomorfológicas adotadas nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) pré-selecionados, entende-se como de suma importância uma breve contextualização epistemológica desta ciência, para que seja possível identificar as influências que norteiam o diagnóstico ambiental correspondente.

A teoria geomorfológica moderna tem seus principais pilares sobre os trabalhos evolucionistas de Davis (1899), atualmente reconhecido como de natureza anglo-americana, bem como nos trabalhos germânicos de Penck (1953), que posteriormente também incorporou a produção de russos e poloneses. (ABREU, 1983; CASSETI, 2005; FLORENZANO, 2008; MAMEDE, 2000.).

Entende-se, desta forma, que “a teoria geomorfológica parte de duas fontes principais, cada uma com seus seguidores, onde se percebem interferências de uma sobre a outra, e que evoluem paralelamente, convergindo na segunda metade do Século XX, em busca de conceitos mais abrangentes” (IBGE, 2009, p.21).

William Moris Davis sistematizou a ciência geomorfológica a luz do evolucionismo defendido por Darwin (1859). Neste sentido, Gregory (1992, p.36) afirma que a noção de evolução subsequente, apresentada por Darwin no livro “a origem das espécies” (1958), extrapolou a esfera biológica para física, social e mental.

A teoria do ciclo geomorfológico (*the geographical cycle*), defendida por Davis, se sustenta sobre a relação do relevo com a estrutura geológica, os processos atuantes e o tempo, podendo, desta forma, ser interpretado como uma das extrapolações mencionadas por Gregory. (grifo nosso).

No ciclo aqui referenciado, as forças internas determinam a estrutura, provocando “um rápido soerguimento das superfícies, elevando-as significativamente em relação ao nível do mar. O processo de erosão provocado pela corrente dissecaria e rebaixaria o relevo até formar uma superfície aplainada (peneplano). Um novo ciclo teria início com um novo soerguimento. Desta forma, o relevo passaria pelas fases denominadas juventude, maturidade e senilidade”. (FLORENZANO, 2008, p.25)

Assim, na visão davisiana, “o ataque dos processos externos às rochas implicaria, com o tempo, em mudanças da forma inicial. A velocidade destes processos seria inicialmente moderada, passando à rápida até o máximo e decrescendo lentamente até o mínimo” (MAMEDE, 2000, p.51).

A escola alemã, encabeçada por Penck (ABREU, 1983), se contrapõe ao modelo de estabilidade proposto por Davis, tendo como referência a obra *Die morphologische analyse* (IBGE, 2009) e baseando-se sobre uma leitura dinâmica do relevo, onde a emersão e denudação acontecem ao mesmo tempo.

Neste cenário,

“[...] quando o processo de entalhamento dos vales é mais intenso que a denudação, as vertentes convexas dominam na superfície terrestre; já quando a intensidade do entalhamento é igual à da denudação, predominam as vertentes retilíneas; quando o entalhamento é menos intenso do que a denudação, as vertentes côncavas dominam” (FLORENZANO, 2008, p.26).

Em síntese, pode-se afirmar que a “linhagem americana priorizou a ação fluvial sobre a dinâmica das vertentes, enquanto a linhagem alemã privilegiou uma visão totalizadora e integrada entre os elementos da natureza” (VITTE, 2010, p.03).

A partir de então, as críticas ao modelo davisiano teve como resposta uma verdadeira ruptura epistemológica na perspectiva anglo-americana, aproximando-se cada vez mais das bases que subsidiam a linhagem germânica (CASSETI, 2005).

“Assim é que se Davis havia valorizado o tempo, a tônica passará a ser dada ao espaço; [...] se se julgava que Davis havia desconsiderado os processos, valorizar-se-ão agora as relações que expressem esses processos” (ABREU, 1983, p10).

Baseados nas premissas de Penck, norteadas sobre o jogo de forças, internas e externas, Gerasimov & Mescherikov (1968) desenvolveram uma base conceitual para a espacialização dos fatos geomorfológicos (MAMEDE, 2000), repercutindo no surgimento da cartografia geomorfológica.

Gerasimov propôs os conceitos de geotextura, morfoestrutura e morfoescultura (Gerasimov & Mescherikov, 1968), os quais se equivalem aos conceitos de morfotectura, morfoestrutura e morfoescultura empregados por Mescherjakov (1968) (CASSETI, 2005; IBGE, 2009).

“Mescherjakov (1968) conceitua a morfotectura como o elemento de ordem superior mais importante do relevo da terra, condicionado pelas forças tectônicas, segundo as interações com os outros fatores de formação do relevo. As morfoestruturas correspondem aos elementos do relevo de ordem mediana, de aspecto complexo, sobre a superfície das morfotecturas. Posteriormente, Gerasimov (apud MESCHERJAKOV, 1968) acrescenta que a evolução das formas de relevo particularmente grandes resulta da interação contraditória dos fatores endogenéticos e exogenéticos, e que os integrantes ativos dos fatores

endógenos (os movimentos tectônicos) são predominantes. As morfoesculturas de ordens inferiores resultam das ações dos fatores exogenéticos.” (IBGE, 2009, p.22).

No Brasil, particularmente, pode-se afirmar que a geomorfologia se estruturou sobre a escola francesa, onde a interpretação geomorfológica se dava fortemente influenciada pelo trabalho de Davis (CASSETI, 2005; FLORENZANO, 2008; VITTE, 2010). Este cenário não pode ser analisado de modo independente ao contexto político nacional, onde, entre o final de década de 1930 e início de 1940, se evidencia a criação e a institucionalização de importantes universidades, a exemplo da Universidade de São Paulo e a criação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (MARQUES, 1998; VITTE&NIELMANN, 2009). No que se refere ao IBGE, sabe-se que:

“[...] o primeiro geógrafo a ser contratado e que irá realizar estudos geológico-geomorfológicos com a fim de aproveitamento dos recursos naturais na bacia do rio São Francisco será Orlando Valverde, mas cabe destacar que a este núcleo de técnicos-intelectuais serão agregados pesquisadores, principalmente franceses, com Pierre Deffontaines, Emmanuel de Martone e Francis Ruellan que irão influenciar o desenvolvimento da geomorfologia dentro do IBGE, ao mesmo tempo em que irão propagar a geomorfologia junto aos professores da rede de ensino, como foi o caso de Francis Ruellan” (VITTE, 2010, p.05).

Dentre os pesquisadores supracitados, cabe menção, como expoentes da escola francesa, o geógrafo Emmanuel de Martonne, defensor da linha estrutural de Davis, bem como Tricart (1977), porta-voz do conceito de ecodinâmica (FLORENZANO, 2008, p.27).

O conceito de ecodinâmica está relacionado ao surgimento de uma abordagem integrada sobre o suporte teórico de paisagem ecológica de Troll (1932 apud FLORENZANO, 2008, p.27), que introduziu o uso de fotografias aéreas no mapeamento de unidades de paisagem.

Segundo Monteiro (1995 apud MOURA, 2011, p.174), o surgimento deste novo paradigma teve suas origens nas ciências naturais a partir da formalização da “Teoria Geral dos Sistemas” por Bertalanffy (1950), que extrapolou para a ciência como um todo, incluindo a geografia e a geomorfologia (Geossistemas).

“Do ponto de vista da metodologia, o conceito de ecossistema se apoia num tipo de raciocínio elaborado pelos físicos há quase 200 anos e aplicado à termodinâmica. Lembramos somente que um sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre fenômenos. Como consequência, o sistema apresenta propriedades que lhe são inerentes e diferem da soma das propriedades dos seus componentes. Uma delas é ter dinâmica própria, específica do sistema.

[...] O conceito de sistema é, atualmente, o melhor instrumento lógico de que dispomos para estudar os problemas do meio ambiente. Ele permite adotar uma atitude dialética entre as necessidades da análise – que resulta do próprio progresso da ciência e das técnicas de investigação – e a necessidade contrária, de uma visão de conjunto.” (TRICART, 1977, p.19).

A influência germânica, por sua vez, ganha maior notoriedade no país após o XVIII Congresso Internacional da União Geográfica Internacional, realizado no Rio de Janeiro em 1956 (IBGE, 2009).

Segundo Abreu (1983) e Vitte (2010, p.8), naquele momento os geomorfológos brasileiros tiveram contato com uma teoria resultante do congresso de Chicago (1936) dedicado à obra de Walter Penck, reconhecida como Teoria da Pediplanação de Lester King (1956).

Para Vitte & Nielmann (2009 p.44), “o surgimento da Teoria da Pediplanação associada a grandes transformações no interior da geologia, particularmente no que tange a sedimentologia e a estratigrafia, além do surgimento de novas técnicas de representação e de aquisição de informações” representa uma ruptura paradigmática na geomorfologia brasileira. Percebe-se, assim, na segunda metade do século XX, a intensificação dos condicionantes geológicos nas análises geomorfológicas, com destaque a tese de doutorado de Aziz Ab'Saber (1957) (PINTO, 2015, p. 31).

Mais a diante, sobre influência de Tricart (1959), dos conceitos de superfícies de erosão de King (1956) e do conceito de recuo de Penck (1953), cita-se a escola de geomorfologia climática, onde “à evolução do relevo dá-se de maneira linear entre a forma resultante e o clima” (PINTO, 2015, p 33). Dentre as obras de referência, cabe destaque a publicação “Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil” (Ab'Saber, 1967).

Aproximando a revisão ao escopo desta dissertação e valendo-se da afirmação de Tricart (1965), de que o mapa geomorfológico refere-se à base da pesquisa e não à concretização gráfica da pesquisa realizada, entende que a cartografia geomorfologia corresponde ao pilar de sustentação do diagnóstico homônimo que compõem os estudos de impacto ambiental.

Segundo Silva & Vale (2014, p. 02), bem como Florenzano (2008, p.105), ainda não existe uma padronização universal para representar cartograficamente os mapas geomorfológicos como ocorrem com as cartas geológicas, tendo em vista a complexidade e variedade dos objetos estudados.

Para o conteúdo, evidenciam-se diversos autores tentaram estabelecer uma classificação taxonômica das formas de relevo, dentre os principais com alcance nacional, cita-se a classificação geral do relevo terrestre de Cailleux e Tricart (1956), o esquema geral da classificação do relevo terrestre de Mescerjakov (1968), a generalização de mapas geomorfológicos de Demek (1965), a classificação taxonômica do IBGE (1994) e o registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo de Ross (1992).

Neste sentido, Ross (1990) esclarece que “a questão da taxonomia das formas do relevo, surgiu aparentemente em função da necessidade de estabelecer uma organização e uma ordem nas coisas que se referem aos diferentes tamanhos das formas e gêneses do relevo terrestre”. O autor (op.cit) afirma que “a classificação taxonômica não é no fundo, mais do que uma melhor conduzida noção geográfica de escala. Mas é preciso entender que a noção de escala é habitualmente puramente descritiva, enquanto a classificação taxonômica é genética”.

O Quadro 2.1-1, a seguir, apresenta sucintamente as divisões taxonômicas propostas pelos autores aqui citados, segundo Ross (1992; 1990) e Penteado (1980) ⁸.

⁸ O Quadro mencionado apresenta reprodução de conteúdo das fontes citadas.

Quadro 2.1-1 – Divisão taxonômica do relevo por diversos atores

Demek	Tricart	Mescerjakov	IBGE	Ross
<p>1º táxon (Menor táxon): Superfícies geneticamente homogêneas. Exemplo: vertente.</p> <p>As superfícies geneticamente homogêneas são o resultado de um determinado processo geomorfológico ou de um complexo de processos atuando em certa direção. A origem das superfícies geneticamente homogêneas é condicionada por processos de três classes: processos endógenos; processos exógenos (divididos em processos de erosão/ desnudação e acumulação) e os processos devido às atividades humanas.</p> <p>2º táxon (táxon intermediário): Forma de relevo. Exemplo: colina.</p> <p>As superfícies geneticamente homogêneas criam as “Formas do Relevo” que se desenvolvem devido a algum tipo de processo geomorfológico, mas que denotam muito tempo para se desenvolver. Exemplo: A superfície plana do topo do terraço fluvial é uma forma de relevo da superfície geneticamente homogênea de acumulação.</p> <p>A escarpa da borda deste terraço é uma forma do relevo da superfície geneticamente homogênea gerada pela erosão fluvial.</p> <p>3º táxon (táxon superior): Tipos de relevo. Corresponde a conjuntos de formas semelhantes entre si.</p> <p>Os “Tipos de Relevo” são entendidos como sendo constituídos por um complexo de formas em uma área mais ou menos distintas, notada por uma determinada elevação absoluta, alguma gênese específica associada a uma determinada morfoestrutura e ligado a algum agente morfogênico complexo.</p>	<p>Tricart apresenta um quadro classificatório ou de taxonomia das formas do relevo expresso em 08 ordens de grandeza temporo-espaciais:</p> <p>1ª. Escala global: Considera as formas da terra como um todo, abrangendo uma divisão em terras e águas. O estudo está no nível dos antagonismos: forças internas (divisão entre continentes e bacias oceânicas) e externas (divisão em zonas morfoclimáticas). Escala de 106 anos em tempo.</p> <p>2ª. Unidades estruturais que caracterizam as subdivisões das grandes zonas morfoclimáticas do globo (Regiões de escudos antigos, dorsais, faixas orogênicas, bacias sedimentares), também definidas pelas subdivisões ecológicas das zonas morfoclimáticas (meio glacial e periglacial da zona fria; meio permanentemente úmido e de savanas da zona intertropical). Dimensão da ordem de milhões de quilômetros quadrados.</p> <p>3ª. Unidades menores. Dezenas de milhares de quilômetros quadrados. A paisagem é estudada do ponto de vista de sua evolução, com ênfase nos estágios de desnudação. Exemplo: maciços antigos da Europa Herciniana, bacias sedimentares brasileiras.</p> <p>4ª. corresponde a unidades de centenas de quilômetros quadrados. São ainda analisadas do ponto-de-vista estrutural. Trata-se de pequenas unidades estruturais dentro de unidades maiores, regiões de compensação isostática que se individualizam em áreas de tendência oposta. Exemplo: maciço de Poços de Caldas no Planalto da Mantiqueira, os Pré-Alpes franceses na Cadeia Alpina, a fossa da Limagne no maciço central francês.</p>	<p>Mescerjakov (1968) apresenta um quadro síntese, a que denomina “Esquema Geral da Classificação do Relevo Terrestre”, em que define 06 níveis hierárquicos correlacionados com superfícies de terras em quilômetros quadrados à semelhança de Tricart (1965).</p> <p>1ºTáxon: <u>Morfotecturas</u> de 1ª.ordem: Massa continental (incluindo plataforma continentais e depressão oceânica). Zonas <u>morfoesculturais</u> (morfoclimáticas) zonas de morfoesculturas criogênica, glacial, fluvial, árida e outras. Extensão 10^7 a 10^6 km²</p> <p>2ºTáxon: <u>Morfotecturas</u> de 2ª ordem planos de plataforma, zonas, montanhosas (orogênicas). Zonas <u>morfoesculturais</u> (morfoclimáticas) zonas de morfoesculturas criogênica Extensão 10^6 a 10^5 km²;</p> <p>3º Táxon: <u>Morfoestruturas</u> de 1ª. ordem - planaltos, baixas regiões planas, cadeias de montanhas, depressões extensas, etc. Províncias <u>morfoesculturais</u>, províncias de morfoesculturas fluvial de tipo Mediterrâneo, províncias de erosão glacial, províncias de acumulação, etc. Extensão 10^5 a 10^3 km²;</p> <p>4º Táxon: <u>Morfoestruturas</u> de 2ª. ordem – bombeamentos tectônicos marcados no relevo, depressões tectônicas, etc. Regiões <u>morfoesculturais</u> de morainas frontais, regiões de relevo cárstico, etc. Extensão 10^3 a 10^2 km²;</p>	<p>Os níveis taxonômicos, estabelecidos pela metodologia IBGE, constituem-se por quatro táxons. De acordo com a ordem decrescente de grandeza são identificados:</p> <p>1º táxon - Domínios Morfoestruturais: Grandes conjuntos estruturais, que geram arranjos regionais de relevo, guardando relações de causa entre si.</p> <p>2º táxon - Regiões geomorfológicas: Correspondem a grupamentos de unidades geomorfológicas que apresentam semelhanças resultantes da convergência de fatores de sua evolução.</p> <p>3º táxon - Unidades Geomorfológicas: correspondem à associação de formas de relevo recorrentes, geradas de uma evolução comum.</p> <p>4º táxon - Tipos de Modelados: correspondem a conjunto de formas de relevo que apresentam elevado grau de semelhança entre si. O mapa são representados quatro tipos de modelados, quais sejam:</p> <p>i - Os modelados de dissecação podem ser identificados como sendo homogêneos e diferenciais.</p> <p>ii- Os modelados de dissecação homogêneos são representados pela análise quantitativa do aprofundamento dos canais de drenagem e da densidade desses canais. A combinação dessas duas variáveis fixam as fáceis de dissecação.</p> <p>iii - O modelado de dissecação diferencial é usado para áreas demarcadas por um forte controle tectônico, onde são analisadas as direções estruturais e os sulcos ocupados pela drenagem, sendo medido apenas pelo aprofundamento da drenagem.</p>	<p>1º táxon caracteriza-se por um táxon maior que, pelas suas características estruturais, define um determinado “padrão de formas grandes do relevo”.</p> <p>2º táxon, definido por um táxon menor, são as “unidades morfoesculturais” geradas pela ação climática ao longo do tempo geológico, no seio da morfoestrutura.</p> <p>3º táxon reflete as “unidades dos padrões de formas semelhantes de relevo” ou os “padrões de tipos do relevo”. Neste táxon os processos morfoclimáticos atuais começam a ser mais facilmente notados. Estes “padrões de formas semelhantes” são conjuntos de formas menores do relevo que apresentam distinções de aparência entre si em função da rugosidade topográfica ou índice de dissecação, bem como formato do topo, vertente e vales. É plausível a existência de várias unidades de “padrões de formas semelhantes” em cada unidade morfoescultural.</p> <p>4º táxon apresenta a “forma de relevo individualizada” dentro de cada “unidade de padrão de formas semelhantes”. As formas de relevo desta categoria tanto podem ser as de agradação, tais como: planícies fluviais, terraços fluviais e marinhas, planícies lacustres entre outros ou de denudação resultante do desgaste erosivo: como colinas, morros, cristas, enfim, formas com topos planos aguçados ou convexos.</p>

Demek	Tricart	Mescerjakov	IBGE	Ross
<p>O “Tipo de Relevo não é mais uma unidade concreta, mas uma unidade abstrata, estabelecida em um caminho dedutivo”. Demek (1965), com esta proposição taxonômica, apresenta um lado pragmático da representação do relevo terrestre, que pode ser transformado em Mapa Geomorfológico, considerando fatores morfológicos, morfométricos, cronológicos e genéticos dentro de uma hierarquização lógica e absolutamente clara.</p>	<p>5ª. Unidades de alguns quilômetros quadrados de superfície. São relevos que se estudam bem em mapas na escala de 1:20.000. Exemplo: escarpas de falhas, relevos de cuesta localizados, anticlinais, sinclinais, cristas apalachianas, etc.</p> <p>6ª. Superfície de centenas de metros quadrados. Raramente são acidentes tectostáticos. Nessa escala o modelado se individualiza, principalmente, pelos processos erosivos e por condições várias criadas pela litologia. Exemplo: talus, patamares, colinas, cones de dejeção, etc. As influências tectônicas não aparecem de maneira direta.</p> <p>7ª. são as microformas. Escala do decímetro ao metro. Relação muito estreita com os processos de esculturação ou de deposição. Formas como lapiez, taffonis, placas de descamação, matacões, etc.</p> <p>8ª. Formas menores que 01 km², podendo ir do milímetro ao microm. As observações são feitas com aparelhos. Essa escala corresponde ao limite do campo da geomorfologia.</p>	<p>5ºTáxon: <u>Morfoestruturas</u> de 3ª. ordem - anticlinais marcadas no relevo, fossas recentes, cumeadas, etc. Formas particulares do relevo determinadas, sobretudo, pelos fatores exogenéticos. Vales fluviais, formas cársticas, etc. Extensão 10² a 10 km²;</p> <p>6º Táxon: Microrrelevo tectônico, diques, fendas. Pequenas formas de relevo de origem exógena. Solos poligonais, pequenos hidrolacólitos. Extensão 10 a 10⁻¹ km²;</p>		<p>5º táxon são as vertentes ou setores das vertentes pertencentes a cada uma das formas individualizadas do relevo.</p> <p>6º táxon corresponde às formas menores produzidas pelos processos erosivos, movimentos de massa e/ou por depósitos atuais. Assim, são exemplos: as voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bancos de sedimentação, assoreamento e terracetes de pisoteio, frutos dos processos morfogenéticos atuais e quase sempre induzidos pelo homem.</p>

Fonte: Mercejakov (1968 apud GOLÇALVES&RODRIGUES, 2007), Penteadó (1980), Ross (1990, 1992). (Organizado pelo próprio autor).

Embora tenhamos afirmado que não exista uma padronização universal para representar cartograficamente os mapas geomorfológicos, cabe destacar os princípios definidos União Geográfica Internacional: segundo Coltrinari (2011, p.126), em 1960, as discussões fomentadas no 19º Congresso Internacional da União Geográfica Internacional (UGI), em Estocolmo, deram origem a Subcomissão de Cartografia Geomorfológica, no âmbito da Comissão de Geomorfologia Aplicada.

Em 1962, na Polônia, ocorreu a 1ª conferência desta subcomissão, onde, constatou-se de divergências entre conteúdos e metodologias das cartas geomorfológicas de detalhe produzidas por diversos países e autores. Naquele momento, a subcomissão definiu os princípios que norteiam a construção de mapas geomorfológicos de detalhe, a saber:

“A pesquisa de campo com apoio de fotos aéreas e registros em cartas topográficas com base obrigatória da construção das cartas geomorfológicas;

A realização dos mapas detalhados em escala entre 1:10.000 e 1:100.000 para permitir a representação precisa do relevo e a localização das feições, conforme escala.

A representação gráfica do relevo deverá incluir todos os atributos do relevo (morfometria, morfografia, morfogêneses, morfodinâmica e morfocronologia) para que o passado, o presente e o futuro de seu desenvolvimento pudessem figurar” (COLTRINARI, 2011, p. 123)

No tocante ao levantamento de dados, é pertinente registrar que os mapas geomorfológicos mais recentes apropriam-se “dos avanços tecnológicos dos novos sensores remotos, que produzem imagens com melhor resolução espacial, espectral, radiométrica e temporal, além do recurso estereoscópio, permitem ao geomorfólogo mapear, medir e estudar uma variedade de fenômenos geomorfológicos com maior rapidez e precisão” Florenzano (2008, p. 33).

Dentre as ferramentas disponíveis, destaca-se o Modelo Digital do Terreno (MDT) produzido a partir de dados de radar, obtidos de sensores a bordo do ônibus espacial Endeavour do projeto SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*), uma parceria das agências espaciais dos Estados Unidos (NASA e NIMA), Alemanha (DLR) e Itália (ASI) (EMBRAPA, s/d).

De acordo com Florenzano (2008, p. 34), o MDT é “um dado topográfico orbital de radar interferométrico que permite visualizar o espaço geográfico em 03 dimensões e, com uso do SIG, obter, de forma automática, variáveis morfométricas (altitude, declividade, orientação de vertentes e relevo sombreado) que são essenciais nos estudos geomorfológicos”.

Para Valeriano (2004, p. 23) “o dado SRTM é a melhor informação topográfica já disponibilizada para grande parte de nosso território [...] Seu uso, portanto, requer o desenvolvimento de processos de pré-tratamento, para que atendam ou que se aproximem, à demanda da modelagem do relevo por SIG e sua integração com outras informações”.

Além dos dados SRTM, disponibilizados pelo projeto “Embrapa Monitoramento por Satélite”⁹, cabe mencionar o projeto RADAMBRASIL como fonte de cartas geomorfológicas de ampla cobertura e que fizeram uso de “avanços tecnológicos”. Trata-se de um projeto que executou mapeamentos geomorfológicos em 04 diferentes metodologias (ROSS, 1990, p.5) com uso de fotointerpretação de radar, através de mosaicos semi-controlados, faixas estereoscópicas e perfis altimétricos. Além destes recursos, foram também utilizadas fotografias infravermelhas, fotos multiespectrais e sobrevoo planejados “em quantidade e duração suficientes para solução das lacunas encontradas”. (BRASIL, 1973, p.11/9).

Entre as produções derivadas do Projeto RADAMBRASIL, cita-se o *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*, publicado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e produzido por Ponçano et. al. (1981). Com o uso dos mosaicos semi-controlados de radar do Projeto RADAMBRASIL, imagens Landsat (1:250.000 e 1:500.000), cartas topográficas (1:50.000 e 1:100.000) e trabalhos de campo, os

⁹ Disponível em <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>

autores citados apresentaram uma classificação das unidades de relevo do estado a partir da amplitude, declividade, densidade de drenagem, expressão (área ocupada pelos interflúvios), tipo topos, perfil de vertentes, padrão de drenagem, características das planícies aluvionares, características dos vales, existência de drenagem fechada e existência de ravinamentos das vertentes. (PONÇANO ET AL, 1980).

2.2 Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) – Histórico e prerrogativas legais.

A contextualização econômica da segunda metade do século XX no Brasil é de grande importância para compreensão do surgimento do discurso de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) no país, tendo em vista que planos de desenvolvimento promovidos pelo Estado são promotores de empreendimentos de grande porte e, conseqüentemente, de atividades responsáveis por significativo impacto ambiental.

Nesta linha de raciocínio, cita-se a crise do comércio exterior, desencadeada pelas implicações econômicas da Segunda Guerra Mundial (1914 a 1945), como um dos propulsores do modelo de “Industrialização por substituição de importações”, iniciado no Brasil através do Plano de Metas do governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961). (MATOS, 2002)

O mencionado plano “tinha como propósito preconizar o avanço econômico brasileiro e a transferência do eixo produtivo do setor agrário para o industrial” (WEINHARDT, s/d, p.01), com particular atenção a infraestrutura urbana, a exemplo do modelo de produção e distribuição de energia elétrica, transporte, comunicação, assim como indústrias de base e bens de capital.

Durante o governo de Kubitschek, o setor elétrico alcançou um crescimento de 96% (WEINHARDT, s/d, p.04) e iniciaram-se as construções das barragens de Furnas e de Três Marias, ambas no estado de Minas Gerais. Data de 1960, inclusive, a criação do Ministério das Minas e Energia.

No final da década de 1960, evidencia-se o Programa Estratégico de Desenvolvimento (PED), marcado por novos investimentos públicos em

infraestrutura, a ampliação das áreas de atuação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e do aumento das empresas estatais. Tal expansão econômica e territorial celebrou empreendimentos como a rodovia Transamazônica e a barragem de Itaipu (Paraná). Trata-se do período popularmente conhecido como “Milagre Econômico” (1968 a 1973), com taxas médias de crescimento de 11% ao ano. (MATOS, 2002, p.44).

Assim, as décadas de 60 e 70 consolidaram o capitalismo via consumo de bens e a progressiva incorporação de vastas áreas do domínio do Cerrado e da Amazônia à economia de mercado, produzindo, por sua vez, mudanças ambientais de grande vulto no cenário nacional.

Naturalmente, não cabe ao período aqui elencado, o pioneirismo nas alterações em massa do meio ambiente brasileiro, tendo em vista a existência de ciclos de exploração pretéritos, a exemplo da cana-de-açúcar, café e mineração, onde as alterações físicas, bióticas e sociais são notórias. Entretanto, a segunda metade do século XX diferencia-se, sobretudo, pela abrangência territorial das intervenções, o modelo produtivo empregado e a conjuntura internacional.

Entende-se, aqui, que “o binômio desenvolvimento e meio ambiente é um princípio conflitante, pois, enquanto um preconiza o crescimento e o bem estar econômico, o outro tem por objetivo a preservação e a conservação da natureza” (JUCHEM, 1992, p.1). Adicionalmente, sabe-se que até aquele momento não havia no Brasil atitudes explícitas dos governos em relação às questões ambientais (ROSS, 2000, p.298), embora caiba menção ao código das águas (Decreto 24.643/1934) e ao Código Florestal de 1934¹⁰, que introduziria a necessidade da obtenção de uma autorização para “derrubada de florestas em propriedade privadas”, “o aproveitamento de lenha para abastecimento de vapores e máquinas” e a “caça e pesca nas florestas protetoras e remanescentes”. (BRASIL, 1965).

De modo simultâneo a grandes obras civis e a promoção do segundo setor da economia brasileira, as questões ambientais começam a ganhar notoriedade na mídia internacional, com destaque aos “episódios de contaminação do ar em

¹⁰ Revogado pela Lei 4.771/1965 e, posteriormente, pela Lei 12.651/ 2012.

Londres e em Nova York, entre 1952 e 1960, os casos fatais de intoxicação com mercúrio em Minamata e Niigata, entre 1953 e 1965, bem como a contaminação do mar provocada pelo petroleiro Torrey Canyon, em 1966” (MORETTO, 2008 apud KAKINAMI, 2010, p.01).

Em resposta às surgentes complicações ambientais, a década de 1970 vivenciou o aparecimento de grupos ecológicos e partidos verdes nos Estados Unidos da América (EUA) e na Europa ocidental, com maior ênfase na então Alemanha Ocidental, França, Inglaterra e Suécia (ROSS, 2000, p.297). Em 1969, os EUA tornam-se os pioneiros na implantação de uma política ambiental com responsabilidade pública e na promulgação da obrigatoriedade de estudos prévios de Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), por meio da *National Environmental Policy Act (NEPA)*.

Em 1972, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu em Estocolmo, na Suécia, a primeira conferência mundial para discutir os impactos promovidos pelas ações humanas no meio ambiente, bem como as medidas de controle aplicáveis. Os conflitos evidenciados nesta conferência concentraram-se na disparidade econômica entre os 113 países envolvidos, qual seja: enquanto nos centros mais industrializados debatia-se sobre as questões de controle da poluição do ar e da água, face aos problemas de saúde que causavam, os países em desenvolvimento defendiam o “desenvolvimento a qualquer custo”. (BRASIL¹¹).

Esta diferença social refletia-se no Brasil, enquanto grande parte da federação temia os entraves que as questões ambientais poderiam proporcionar à economia em ascensão, incorporada pelos planos de desenvolvimento anteriormente retratados, os estados de maior concentração urbano-industrial, Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, despontavam como pioneiros na aplicação de estudos de Avaliação Impactos Ambientais (AIA) como instrumento deliberativo para implantação e/ou ampliação de novos empreendimentos.

¹¹<<http://www.senado.gov.br/noticias/Jornal/emdiscussao/rio20/a-rio20/conferencia-das-nacoes-unidas-para-o-meio-ambiente-humano-estocolmo-rio-92-agenda-ambiental-paises-elaboracao-documentos-comissao-mundial-sobre-meio-ambiente-e-desenvolvimento.aspx>>

Para o estado fluminense, cita-se o Decreto Lei 134/1975, que declara no capítulo V, Artigo 8º que:

“As pessoas físicas ou jurídicas, inclusive as entidades da administração indireta estadual e municipal que vierem a se instalar no território do Estado, cujas atividades industriais, comerciais, agropecuárias, domésticas, públicas, recreativas e outras, possam ser causadoras de poluição, ficam obrigadas a, sob pena de responsabilidade:

I - submeterem a aprovação da FEEMA¹², anteriormente a sua construção ou implantação, os projetos, planos e dados característicos relacionados à poluição ambiental;

II- previa autorização da CECA¹³ para operação ou funcionamento de suas instalações ou atividades que, real ou potencialmente, se relacionem com a poluição ambiental”.

No ano seguinte, o estado de São Paulo instituiu “Sistema de Prevenção e Controle da Poluição de Meio Ambiente” por meio da Lei 997/76, onde a:

“A instalação, a construção ou a ampliação, bem como a operação ou funcionamento das fontes de poluição que forem enumeradas no Regulamento desta Lei, ficam sujeitas à prévia autorização do órgão estadual de controle da poluição do meio ambiente, mediante expedição, quando for o caso, de Licença Ambiental Prévia (LAP), de Licença Ambiental de Instalação (LAI) e/ou de Licença Ambiental de Operação (LAO)” (Artigo 5º/ Lei 997/76).

Em 1978, com nítidas semelhanças de texto e conteúdo ao documento legal paulista, o estado de Goiás instituiu seu homônimo “Sistema de prevenção e controle da poluição do meio ambiente” através da Lei 8.544/1978.

¹² A FEEMA, através da Lei 5.101, de 04 de outubro de 2007, pela fusão com a Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e o Instituto Estadual d Florestas (IEL) deu origem ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

¹³ Comissão Estadual de Controle Ambiental (CECA)

O estado mineiro, por sua vez, estabeleceu que a:

“[...] construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem como dos que possam causar degradação ambiental, observado o disposto em regulamento, dependerão de prévio licenciamento ou autorização ambiental de funcionamento do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM)” (Art. 8º - Lei 7.772/1980).

O paragrafo 2º do artigo supracitado cita o Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) como um instrumento que pode ser solicitado para obtenção das licenças ou autorizações mencionadas.

Tais documentos, nitidamente orientados para fontes de poluição e empreendimentos industriais, foram precursores da Avaliação de Impactos Ambientais e da Política Nacional do Meio Ambiente. Em um primeiro momento, de forma tímida, pela Lei Federal 6.803/1980 que dissertava sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, onde o EIA era exigido apenas na aprovação de limites e autorização de implantação de zonas de uso estritamente industrial destinadas à localização de polos petroquímicos, cloroquímicos, carboquímicos, bem como de instalações nucleares. (MILARÉ, 1994, p.55)

No ano subsequente, a Lei Federal 6.938/1981 consolidou a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), constituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), determinando:

“[...] quando julgar necessário, a realização de estudos das alternativas e das possíveis consequências ambientais de projetos públicos ou privados, requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem assim a entidades privadas, as informações indispensáveis para apreciação dos estudos de impacto ambiental, e respectivos relatórios, no caso de obras

ou atividades de significativa degradação ambiental, especialmente nas áreas consideradas patrimônio nacional” (Artigo 8º/ Lei Federal 6.938/1981).

Entretanto, na prática, segundo Sánchez (2008, p.65), as “legislações que precedem a Lei 6.938/81 foram aplicadas em poucas ocasiões e foi somente a partir da regulamentação da AIA, em 1986, que o instrumento realmente passou a ser aplicado”.

Vale lembrar que a Lei Federal 6.938/1981 institui o CONAMA como o órgão consultivo e deliberativo do SISNAMA, concedendo uma série de atribuições para regulamentar a Política Nacional do Meio Ambiente. A partir dessa prerrogativa, por meio da Resolução CONAMA 01/86, o conselho em tela institui diversos requisitos normativos do processo de licenciamento ambiental no país, dentre eles a listagem de atividades sujeitas ao Estudo de Impacto Ambiental (EIA) como condição ao licenciamento ambiental; (ii) as diretrizes gerais para preparação do EIA e (iii) o conteúdo mínimo deste estudo.

Em 1988, dada a importância atribuída às questões ambientais no Brasil, a avaliação prévia de Impactos Ambientais foi incorporada à Constituição Federal, por meio do Art. 225:

“Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

(...)

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; (Regulamento);”

Ainda assim, “o desencadeamento lógico-administrativo dos processos de licenciamento foi definido e detalhado somente dez anos mais tarde com a Resolução CONAMA 237/1997, a partir da qual o licenciamento ambiental passa a ser claramente legislado como um processo que demandará diversos procedimentos aos novos empreendedores, não sendo mais admitido enquanto ato isolado subsidiado pelo EIA”. (KAKINAMI, 2010, p. 05).

Na resolução supracitada são definidas as diferentes licenças ambientais, a saber:

- “I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
- II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;
- III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.” (Resolução Conama 237/1997 – Art.8°).

A

Figura 2.2-1, a seguir, detalha o fluxo de processos envolvidos na obtenção de cada uma destas licenças em nível federal.

No escopo da presente dissertação, ou seja, no caso de empreendimentos hidrelétricos, a LP deve ser requerida ao órgão licenciador antes no início do estudo de viabilidade da usina, a LI deve ser adquirida antes da realização da licitação para

construção do empreendimento e a LO antes do fechamento da barragem (Resolução CONAMA 06/1987).

Figura 2.2-1 – Processo de licenciamento ambiental em nível federal

Fonte: IBAMA, 2015. (Organizado pelo próprio autor.)

Coube também a Resolução CONAMA 237/1997 a definição e distinção das áreas de atuação da união, dos estados e dos municípios no licenciamento ambiental, cabendo ao órgão federal (IBAMA) regulamentar os empreendimentos e atividades que estiverem:

I - Localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União.

II - Localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados;

III- Cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados;

IV - Destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN;

Bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada à legislação específica” (Resolução CONAMA 237/1997, Art. 4º, grifo nosso).

Em 2011, a Lei Complementar 140/2011 acresceu ao IBAMA a responsabilidade de licenciar empreendimentos que estivessem igualmente:

- “c) Localizados ou desenvolvidos em terras indígenas;
- d) Localizados ou desenvolvidos em unidades de conservação instituídas pela União, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs);
- [...]
- f) De caráter militar, excetuando-se do licenciamento ambiental, nos termos de ato do Poder Executivo, aqueles previstos no preparo e emprego das Forças Armadas, conforme disposto na Lei Complementar nº 97, de 09 de junho de 1999” (Lei Complementar 140/2011, Cap. III, Art. 7º, XIV, grifo nosso).

2.2.1 Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Conforme preconizado no item 2.2 e previsto no artigo 8º, inciso II da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981), o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) corresponde a uma obrigatoriedade para obtenção de uma autorização governamental para realizar atividades que utilizem recursos ambientais ou tenham o potencial de causar degradação ambiental (SÁNCHEZ, 2008, p 58.), consistindo, desta forma, na principal ferramenta de planejamento e controle ambiental no país.

Milaré (1994, p.53) elucida que “o objetivo central do estudo de impacto ambiental é simples: evitar que um projeto ou obra, justificável sob o prisma econômico ou em relação aos interesses imediatos de seu proponente, se revele nefasto ou

catastrófico para o meio ambiente após a sua efetivação. Nenhum outro instituto de direito ambiental melhor exemplifica esse direcionamento preventivo do que o EIA. Foi exatamente para prever (e a partir daí prevenir) o dano antes de sua manifestação”.

No tocante ao conteúdo, o EIA deve apresentar diretrizes e atividades técnicas mínimas, previstas na Resolução CONAMA 01/86, que não podem ser negligenciadas, sob pena de invalidação. Seu procedimento, com efeito, deve ser simples e objetivo, obedecendo basicamente, às diretrizes gerais (metas) apresentadas no Quadro 2.2.1-1, a seguir.

Quadro 2.2.1-1- Diretrizes gerais do Estudo de Impacto Ambiental (EIA)

Diretrizes	Observações
<p>1. “Contemplar as alternativas tecnológicas e de localização do projeto confrontando-as com a hipótese de sua não execução” (Art.5º, I, Conama 01/86).</p>	<p>“A busca por alternativas e a comparação destas representam um dos pilares da avaliação de impacto ambiental (CARSON, 1992; McCOLD e SAULSBURY, 1998, VALVE, 1999). Segundo o CEQ (US Council on Environmental Quality) a discussão a respeito de alternativas representa o “coração” da avaliação de impacto ambiental, pois procura assegurar que o proponente considere outras abordagens factíveis, tanto para o projeto, quanto para os meios de prevenir danos ambientais, de modo a se idealizarem projetos ambientalmente menos agressivos e não simplesmente se decida se os impactos de cada projeto são aceitáveis ou não. (TICKNER e GEISER, 2004; BOND e MORRISON-SANDERS, 2009).” (FURLANETTO, 2012, p. 10).</p>
<p>2. “Identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados na fase de implantação e operação da atividade”. (Art.5º, I, Conama 01/86)</p>	<p>“A identificação dos impactos é a descrição das consequências esperadas de um determinado empreendimento e dos mecanismos pelos quais se dão as relações de causa e efeito. (...) Avaliação dos impactos corresponde a atribuição de um qualificativo de importância ou significância a esses impactos no contexto socioambiental do empreendimento” (SÁNCHEZ, 2008, p. 176).</p>

Diretrizes	Observações
<p>3. “Definir os limites das áreas geográficas a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada de área de influência do projeto, considerando-se, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza”. (Art.5º, I, Conama 01/86)</p>	<p>Os limites das áreas de influência adotados no Estudo de Impacto Ambiental deve considerar o alcance dos efeitos decorrentes das ações do empreendimento sobre os sistemas ambientais da região, tanto de natureza físico-biológica, quanto socioeconômica.</p> <p>No que concerne à delimitação dos limites geográficos da bacia hidrográfica local, MILARÉ (1994, p.75) afirma que “a administração do meio ambiente em nível de bacia hidrográfica constitui a mais moderna concepção de gerenciamento de recursos públicos, posto que conduza a um planejamento coordenado das ações de todos os órgãos do governo, com expressiva diminuição de custos.”.</p> <p>Entretanto, a área de influência normalmente assume tamanho diferenciado dependendo da variável em questão, para variável econômica, por exemplo, pode extrapolar os limites da bacia hidrográfica e atingir outros municípios (QUEIROZ, 1992, p.4)</p>
<p>4. Considerar planos e programas governamentais, propostos em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade. (Art.5º, I, Conama 01/86)</p>	<p>O EIA deverá identificar e sintetizar os principais planos, programas e projetos públicos previstos de serem implantados nas áreas de influência delimitadas para o estudo, abrangendo os três níveis de governo (federal, estadual e municipal). Portanto, devem ser abordados os planos e projetos que apresentam alguma interface com a implantação do empreendimento, visando identificar sinergias ou incompatibilidades.</p>

Posto que as diretrizes norteadoras do Estudo de Impacto Ambiental, o artigo 6º, da CONAMA 01/1986, lista as atividades mínimas necessárias para disciplinar este estudo, a saber: (i) diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, (ii) análise dos impactos ambientais, (iii) definição de medidas mitigadoras, (iv) programas de acompanhamento e monitoramentos dos impactos ambientais.

O Diagnóstico ambiental compreende a elaboração de um inventário realizado nas áreas de influência definidas para o estudo, ou seja, “um levantamento sistemático das condições ambientais vigentes na área onde será implantado o empreendimento, buscando conhecer a situação ambiental atual. Servirá, portanto, como base para estudar diversas implicações que advirão da atividade em questão” (QUEIROZ, 1992, p. 4).

A mencionada resolução registra três principais áreas temáticas sobre os quais o diagnóstico deverá dissertar, sendo elas: o meio físico (o subsolo, as águas, o ar e o clima), o meio biológico e os ecossistemas naturais (a fauna e a flora) e o meio socioeconômico (o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconômica).

Para o escopo da presente dissertação, vale particular atenção aos elementos ambientais inseridos no meio físico, com destaque para a topografia. Segundo Ross (2000, p. 306), o diagnóstico ambiental de um EIA deve “contemplar os estudos geomorfológicos de base empírica, baseando-se em levantamentos bibliográficos, cartográficos, pesquisas de campo e elaboração de cartogramas temáticos que permitam estabelecer a análise do relevo em aspectos como compartimentação topográfica, caracterização dos padrões e formas e das vertentes e suas relações com os solos, as rochas, o clima e a vegetação”.

Com o conhecimento proporcionado pelo diagnóstico ambiental sobreposto ao entendimento operacional de como serão a implantação e a operação do empreendimento, é possível elaborar uma relação das ações/atividades que serão implementadas e que poderão causar algum impacto ambiental nos meios estudados.

Como impacto ambiental, entende-se “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais” (Resolução CONAMA 01/1986, Art. 1º).

A partir de então, a análise dos impactos ambientais “destina-se à identificação, valoração e interpretação dos prováveis impactos ambientais ocorridos nas fases de planejamento, implantação, operação e, se for o caso, de desativação do empreendimento, sobre os meios físico, biológico e antrópico, devendo ser determinados e justificados os horizontes de tempo considerados. A análise dos impactos ambientais também inclui, necessariamente, identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância de cada um deles, permitindo uma

apreciação abrangente das repercussões do empreendimento sobre o meio ambiente, entendido sobre sua forma mais ampla” (MILARÉ, 1994, p.76).

Aproximando-se novamente ao escopo da presente dissertação, a análise dos impactos ambientais no meio geomorfológico deverá ter como preocupação os efeitos que o empreendimento trará ao relevo, assim como trazer subsídios para avaliar os efeitos ou respostas que as características do relevo poderão exercer sobre o empreendimento, ou seja, “um empreendimento deve ser analisado quanto aos riscos de sua instalação à natureza e os riscos que a natureza oferece a presença do empreendimento naquele lugar”. (ROSS, 2000, p.306-307)

Uma vez cientes dos possíveis impactos desencadeados pelo empreendimento, o EIA deverá propor medidas mitigadoras e compensatórias para garantir a viabilidade socioambiental do projeto, ou seja, prever a prática de ações, promovidas pelo empreendedor, que visem suprimir, reduzir ou compensar as consequências prejudiciais do projeto.

Neste sentido, “as medidas mitigadoras são aquelas capazes de suprimir ou reduzir o impacto negativo previsto pela implantação e/ou operação do empreendimento. Na impossibilidade técnica, econômica ou política de adotar essas medidas, sugerem-se medidas compensatórias, que são aquelas adotadas para compensar impactos ambientais não mitigáveis e/ou irreversíveis. Neste último caso, não se mantem as riquezas ecológicas, estéticas e éticas da área afetada, apenas as substitui” (MEDEIROS, 1989 apud QUEIROZ, 1992, p.05).

“Medidas de mitigação típicas incluem sistemas de redução da emissão de poluentes como tratamento de efluentes líquidos, a instalação de barreiras antirruído e o abatimento das emissões atmosféricas por meio da instalação de filtro, mas os tipos de medidas mitigadoras possíveis abrangem uma gama ampla, desde medidas muito simples, como a instalação de bacia de decantação de águas pluviais para reter partículas sólidas e evitar seu transporte para os cursos d’água durante a etapa de

construção, até o emprego de técnicas sofisticadas de redução de emissões atmosféricas” (SÁNCHEZ, 2008, p.338).

Como medida compensatória para empreendimentos de significativo impacto ambiental, a legislação brasileira prevê, no artigo 36 da Lei Federal 9.985/ 2000, que um montante de recursos (não inferior à meio por cento (0,5%) dos custos totais necessários para a implantação do empreendimento) deve ser destinado a uma Unidade de Conservação (UC).

Por fim, têm-se os programas de acompanhamento e monitoramentos dos impactos ambientais que, no contexto do EIA, correspondem à proposta de sistema contínuo de observação das medidas e avaliações para propósitos definidos.

A execução dos programas de monitoramento e controle ambiental sugeridos estrutura a etapa de pós-aprovação do Estudo de Impacto Ambiental, uma vez que consolidam uma documentação dos impactos ambientais de fato desencadeados no sítio do empreendimento e respectivas áreas de influência, bem como contribuem como o alerta para “impactos adversos ou mudanças súbitas em tendência de impactos, não previstos no EIA, através de indicadores previamente estabelecidos (leis, regulamentos, níveis limiares, normas ou procedimentos). Vale-se, ainda, de um controle da temporalidade, frequência, locação e nível de impacto, de modo a auxiliar na tomada de decisão, no planejamento, na regulação, no reforço da legislação e na disponibilidade de dados ambientais”. (ROHDE, 1993, p.2).

Com o exposto, tem-se que o EIA consiste, minimamente, em um estudo subdividido em 04 grandes blocos, conforme Figura 2.2.1-2.

Figura 2.2.1-2 – Estrutura do EIA

Fonte: Organizado pelo próprio autor.

2.3 Leituras sobre empreendimentos hidroenergéticos

2.3.1 Processo de licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas no Brasil

Conforme antecipado no **item 2.1**, o período pós-guerra pode ser considerado um momento notável de reestruturação do segundo setor da economia brasileira. Até então, a indústria nacional era norteadada pela produção de bens perecíveis e semiduráveis. Os anos que se seguem, em contrapartida, foram marcados por fortes

intervenções estatais para promoção de uma produção nacional mais pesada, alavancada por bens de capital. (MATOS, 2002; GOMES et al, 2002).

Segundo diagnóstico da *Missa Cooke*¹⁴, “o setor de energia elétrica apresentava-se como um dos gargalos que restringiam o desenvolvimento econômico brasileiro naquele momento. Em vista desse ambiente, e seguindo a mesma política aplicada em outros setores estratégicos da economia, o Estado amplia seu papel para além das atribuições reguladoras e fiscalizadoras: passa a investir diretamente na produção”. (GOMES et. al, 2002, p.05). Datam deste período, a inauguração do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico/BNDE¹⁵ (1952), Ministério de Minas e Energia (1960), bem como a Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobrás) que assumiu as funções de coordenação do planejamento, da operação e do agente financeiro das quatro geradoras de energia elétrica em nível federal (CHESF, FURNAS, ELETRONORTE E ELETROSUL).

Dentre as estatais, citam-se a CEMIG (1952), a Usinas Elétricas do Paranapanema SA (1953), a ESCELSA (1956), a COPEL (1954), a CELG (1956), a CELESC (1956), a CEA (1957), a CEMAT (1958), a CEMAR (1959) e a COELBA (1960).

Dos investimentos propostos no Plano de Metas do governo de Juscelino Kubitschek (1956-1961), “43,4% destinavam-se à área energética, sendo 23,7% para projetos de eletricidade e 19,7% para outras formas de energia. No setor elétrico, a meta era um aumento da capacidade instalada de geração de 3.148 MW em 1955 para 5.595 MW em 1961. Os objetivos de ampliação da oferta de energia elétrica traçados no Plano de Metas foram, em sua grande maioria, alcançados. (...) Esse sucesso deveu-se em grande parte à atuação do BNDES, que, no mesmo período, financiou 46,3% do crescimento da capacidade instalada” (GOMES et al, 2002, p.07).

A Figura 2.3.1-1 - Empreendimentos de geração de energia elétrica ao longo do século XX., a seguir, apresenta, em forma de gráfico, o número de usinas hidrelétricas

¹⁴ Grupo de técnicos americanos, patrocinados pelo governo brasileiro e americano, com o propósito de determinar a maneira pela qual o país poderia colaborar com os esforços de guerra. (GOMES et al, s/d)

¹⁵ Em 1982, passou a se chamar Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

implantados por década no século XX.¹⁶ A partir desta figura é possível ratificar a pronunciada expansão no setor no período pós-guerra.

Figura 2.3.1-1 - Empreendimentos de geração de energia elétrica ao longo do século XX.

Fonte: SIGNAL, 2015. (Organizado pelo próprio autor)

Pós 1970, inclusive, tem início o surgimento de focos de resistência às obras de empreendimentos hidrelétricos, bem como os comitês regionais dos atingidos por barragens, como CRAB (Comissão Regional dos Atingidos por Barragens) na região Sul, CAHTU (Comissão dos Atingidos pela Hidrelétrica de Tucuruí) e CRABI (Comissão Regional dos Atingidos do Rio Iguaçu). Embora, apenas em 1991, no 1º Congresso dos Atingidos por barragens, que o movimento se consolide nacionalmente. (MAB, 2015).

A opção pela geração de energia fundamentada no aproveitamento hídrico está relacionada ao fato de que “a construção de usinas hidrelétricas representava, à época, muito mais do que a possibilidade de converter um potencial hidráulico em

¹⁶ O Sistema de Informação Geográfica do setor Elétrico (SIGEL) computa 198 hidrelétricas em operação no país (Data-base junho/2015), entretanto, apenas 183 dispunham de data de início de operação na ficha de registro. A Figura 2.3-1 corresponde às informações destas 183.

energia elétrica: significava também a opção estratégica pelo uso de uma forte vantagem competitiva do país, em benefício de seu desenvolvimento, em especial daquelas regiões consideradas prioritárias pelo governo federal”. (FACURI, 2004, p.1).

O Quadro 2.3.1-1 corrobora esta análise ao apresentar o custo médio, em reais, da produção de energia elétrica para as diversas fontes existente no país. Observa-se que a energia hidráulica está como segunda fonte mais econômica, a exceção, apenas, das fontes nucleares, as quais sofrem forte rejeição em vista do risco de liberação de material radioativo.

Neste contexto, sublinha-se que a produção hidráulica figura entre as fontes com menor potencial de poluição do meio, uma vez que não envolve a transformação de insumos. Embora seja válido destacar que o menor potencial de poluição não se relaciona a uma menor quantidade e/ou magnitude de impactos ambientais.

Quadro 2.3.1-1- Custo médio da produção e energia por tipo de fonte de geração

Fonte de Geração	Custo Médio (R\$/MWh)
Hidráulica (PCH e UHE)	106,00
Eólica	148,00
Carvão mineral	158,00
Óleo Combustível	162,00
Gás Natural	164,00
Biogás	168,00
Bagaço de cana	169,00
Óleo Diesel	175,00
Nuclear	20,41

Fonte: EPE, 2011; OBSERVATÓRIO ECO, 2011.

No que concerne às questões ambientais, cabe frisar que o contexto internacional na década de 1970, sustentado pelo surgimento de grupos ecológicos e partidos verdes nos Estados Unidos e Inglaterra, bem como a implantação da Política Nacional de Meio Ambiente norte americana (1969) e a Conferência Mundial de meio ambiente em Estocolmo (1972), representaram fortes pressões sobre agências externas de financiamento e fomento, a exemplo do Banco Mundial, o PNUD e o USAID (SÁNCHEZ, 2008).

Neste contexto, sublinha-se que os empreendimentos hidroenergético brasileiros, implantados no período pós-guerra, foram majoritariamente financiados por capital externo e, por isso, se sujeitaram às exigências impostas por estas instituições. (MOREIRA, 1992). Assim, é possível afirmar que as usinas hidrelétricas foram pioneiras no uso de ferramentas de AIA no país, a citar avaliação ambiental realizada para barragem e usina hidrelétrica de Sobradinho, em 1972, bem como para usina hidrelétrica do Tucuruí, em 1977. (SÁNCHEZ, 2008; MOREIRA, 1992; MONOSOWSKI, 1994.)

“Até 1986, um número considerável de projetos dependentes de financiamento externo foi objeto de AIA, embora os resultados dos estudos não tenham sido submetidos aos órgãos de controle ambiental. Dificilmente suas conclusões serviram para prevenir impactos adversos, nem foram usadas na tomada de decisão e na implementação dos projetos. No início, as avaliações foram realizadas por consultores estrangeiros e gradualmente, grupos especialistas brasileiros, instituições de pesquisas e firmas consultoras nacionais foram sendo envolvidas” (MOREIRA, 1992, p1).

Uma vez estabelecido o PNMA e seu respectivo órgão deliberativo, o CONAMA, em 1981, as discussões acerca da obrigatoriedade de estudos ambientais para as obras hidráulicas do Departamento Nacional de Obras e Saneamento do estado do Rio de Janeiro, bem como aos complexos hidrelétricos a serem implantados pela Eletrobrás no estado do Paraná, tornaram-se pautas das primeiras reuniões ordinárias do conselho, sendo, tão logo, empreendimentos fomentadores das discussões a respeito da necessidade de “se submeterem ao licenciamento ambiental todas as atividades que, por seu porte e localização, modificaram significativamente o meio ambiente, principalmente aquelas executadas pelos órgãos e instituições públicas, que até então escapavam a qualquer forma de controle ambiental.” (MOREIRA, 1992, p.01)

Em subsequente, no início de 1986, o CONAMA aprovou a resolução 001 que estabeleceu as diretrizes gerais para avaliação de impactos ambientais mediante elaboração de estudos e relatórios de impacto ambiental para uma série de empreendimentos modificadores do meio ambiente, dentre eles usinas hidrelétricas com produção acima de 10MW.

Nos anos posteriores às primeiras resoluções do CONAMA, somaram-se novos atores de fiscalização e regulamentação do setor energético brasileiro, a exemplo da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) em 1995 e Empresa Pesquisa Energética (EPE) em 2004.

Atentando-nos ao escopo da presente dissertação, a Figura 2.3.1-2, a seguir, expõe o fluxograma do processo de licenciamento ambiental de empreendimento hidrelétricos no Brasil, desde a avaliação do potencial hidrelétrico até o início das operações, a luz do Decreto Federal 5.184/2004.

Figura 2.3.1-2 – Processo de licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas

Fonte: elaborado pelo próprio autor.

Posto o contexto histórico, nos dias atuais, a matriz brasileira de geração de energia elétrica não apenas mantém o predomínio sobre a hidrogeração, como também concentra nesta tipologia os projetos de expansão de curto prazo, vide os quantitativos expostos nas Tabela 2.3.1-1 e Tabela 2.3.1-2, adquiridos do Banco de Informação de Geração (BIG) da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), atualizado em 26/06/2015.

Tabela 2.3.1-1 – matriz nacional de geração de energia elétrica em operação.

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	498	326.759	328.436	0,24
Central Geradora Eólica	277	6.243.061	6.126.549	4,47
Pequena Central Hidrelétrica	475	4.822.088	4.799.994	3,5
Central Geradora Solar Fotovoltaica	317	19.179	15.179	0,01
Usina Hidrelétrica	201	87.308.965	85.003.838	61,96
Usina Termelétrica	2.607	40.546.835	38.920.421	28,37
Usina Termonuclear	02	1.990.000	1.990.000	1,45
Total	4.377	141.256.887	137.184.417	100

Fonte: ANEEL/BIG, 2015.

Tabela 2.3.1-2 - matriz nacional de geração de energia elétrica em construção

Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
Central Geradora Hidrelétrica	01	848	00
Central Geradora Eólica	122	3.082.810	14,1
Pequena Central Hidrelétrica	37	427.807	1,96
Usina Hidrelétrica	11	15.269.142	69,84
Usina Termelétrica	24	1.731.715	7,92
Usina Termonuclear	01	1.350.000	6,18
Total	196	21.862.322	100

Fonte: ANEEL/BIG, 2015.

No que se refere aos novos empreendimentos, ao sobrepor as Tabelas supracitadas à Figura 2.3.1-1, anteriormente exibida, é possível constatar o forte incremento de empreendimentos hidrelétricos na década de 2000.

A retomada de investimentos intensivos no setor está relacionada à crise no sistema energético no início da década de 2000, resultante de uma histórica falta de investimentos na ampliação do parque de geração de energia, associada a uma redução do nível de chuvas (VILELLA, 2008). A mencionada crise foi popularmente nomeada de “Crise do Apagão”, dada a hipótese de cortes forçados de energia elétrica em todo Brasil.

A Empresa de Pesquisa Energética, anteriormente mencionada, é um dos produtos desta conjuntura da indústria de rede, assim como o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), onde mais da metade dos investimentos está direcionada para o setor de produção de energia (PEGO&NETO, 2008).

Paralelo aos problemas conjunturais do Estado, nota-se um esgotamento do potencial hidroenergético dos cursos d'água mais próximos aos maiores adensamentos urbanos do país. Tal cenário se justifica pela maior densidade de drenagens, atribuídas ao relevo de planalto desta região, bem como menor distância entre a fonte geradora e os centros de consumo e, conseqüentemente, menor perda de produção e custo final. (FACURI, 2004).

Ratificando este cenário, a Figura 2.3.1-3 apresenta a distribuição espacial das usinas hidrelétricas (UHEs) em operação no país (Data base junho/2015), sendo possível observar o grande número de barragens nas regiões sul-sudeste do território nacional, sobre o relevo planáltico e próximo aos centros urbanos de desenvolvimento econômico mais proeminente, como São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba.

Evidencia-se que pouco mais de 70% das usinas hidrelétricas em operação no país estão na porção sulista do território nacional, sendo 52 UHEs minerais e 47 UHEs paulistas¹⁷. Nestes dois últimos valores, particularmente, foram consideradas todas as usinas instaladas no rio Paranapanema, divisa de SP e Paraná (08 UHEs), bem

¹⁷ Do total de 198 UHEs, segundo Sistema de Informação Geográfica do setor Elétrico (SIGEL) (Data-base junho/2015).

todas as UHEs instaladas do rio Paraná, divisa de Mato Grosso do Sul com São Paulo (03 UHEs). As UHEs instaladas no rio Grande, divisa de São Paulo e Minas Gerais, foram computadas ao estado de Minas Gerais (07 UHEs).

Assim, a ampliação da matriz energética brasileira inevitavelmente demandará novos empreendimentos em regiões mais remotas, economicamente menos desenvolvidas e, por conseguinte, com maior diversidade biológica. Sendo, portanto, passíveis de promover maiores impactos ambientais. (VILELLA, 2008)

Essa condição implica em um processo de licenciamento mais moroso, maior pressão ao órgão licenciador, associado “a certo terrorismo institucional” de parada do crescimento econômico do país devido à falta de energia elétrica (VILELLA, 2008, p.3) e atritos entre os diferentes setores do governo.

Figura 2.3.1-3 – Distribuição espacial de UHE no Brasil

Fonte:

UHEs: ANEEL/SIGEL, 2015 (Consulta Junho/2015);

Relevo e divisão política administrativa: IBGE/Mapas interativos/ 1:500000;

Hidrografia: IBGE/Mapas interativos/ 1:500000

Figura elaborada pelo próprio autor.

2.3.2 Interface entre geomorfologia e usinas hidrelétricas

A implantação e operação de usinas hidrelétricas possuem diversos aspectos que inevitavelmente alteram os elementos do meio físico. Neste item pretende-se apresentar a relação destes aspectos¹⁸ com a geomorfologia, a produção bibliográfica relacionada, bem como a contextualização do processo de licenciamento ambiental neste interim.

Salvo especificidades de cada projeto, a implantação do arranjo operacional e estruturas de apoio de UHEs, sobretudo, as estruturas usualmente subterrâneas, como o conduto forçado, poderá fazer uso de explosivos para o desmonte de rocha.

Além das escavações, a regularização do terreno também é um aspecto do empreendimento responsável pela mobilização de grande volume de solo. A título de comparação, a UHE Estreito, com projeto de 590 km² de reservatório e 1.109,7 MW de potencia instalada no rio Tocantins, previa a escavação de 3.439.082 m³ de solo e 5.130,261 m³ de rocha a céu aberto para implantação de casa de força, bem como 78.484 m³ para implantação da barragem (CNEC ENGENHARIA, 2001).

Com porte menor, a UHE Couto Magalhães, com projeto de 09 km² de reservatório e 150 MW de potencia instalada no rio Araguaia, previa 8.500 m³ escavação de solos e 198.470 m³ de rocha a céu aberto para implantação da casa de força. (WALM ENGENHARIA & ARCADIS TETRPLAN, 2009).

Cita-se, ainda, a limpeza da área projetada ao reservatório e estruturas de apoio como responsável pela exposição temporária do solo e produção de material lenhoso oriundo da supressão de vegetação. A remoção da cobertura vegetal da área do reservatório é suma importância, tendo em vista as alterações da qualidade

¹⁸ As características operacionais e construtivas de UHEs, descritas neste capítulo, tem como referencia a experiência da autora em empreendimentos hidrelétricos, tendo atuado como consultora ambiental de diversos estudos ambientais desenvolvidos para empreendimentos desta tipologia. Somam-se as leituras dos capítulos de caracterização do empreendimento dos 13 EIAs selecionados para análise nesta dissertação.

da água que podem ser desencadeadas pela decomposição aeróbica da matéria orgânica.

Outra atividade corriqueira a este tipo de empreendimento é a abertura de estradas para acesso e a construção de vilas residenciais para alojamento dos profissionais que irão atuar nas obras, envolvendo, além da obra civil, a construção da rede de saneamento básico, operação de refeitório, rede elétrica e iluminação, dentre outros.

Para fundação e construção da barragem, são depositados taludes de solo, alterita e/ou rochas a montante e a jusante do eixo projetado. Estas estruturas são denominadas ensecadeiras e são implantadas para viabilizar desvio temporário do curso d'água e a fundação do eixo.

Com o exposto, são inerentes as obras de empreendimentos hidrelétricos, ainda que de modo temporário, a mobilização de grandes volumes de solo, supressão de vegetação, utilização de áreas de empréstimos de solos e rochas, movimentação de veículos pesados, desvio de drenagem, bem como disposição de pilhas de rejeitos (bota-fora).

Já para fase de operação, os principais aspectos do empreendimento estão relacionados ao tipo de UHE instalada, sendo, de modo geral, caracterizada como usina com reservatório de regularização ou a fio d'água (ANEEL, 2008, cap. 03). No primeiro caso, as UHEs possuem reservatórios de maior extensão com o objetivo de reter as águas no período de cheias e garantir uma “vazão firme” no período de estiagem. Já as UHEs a fio d'água possuem reservatórios de menor extensão e estão sujeitas a sazonalidade do ciclo hidrológico, uma vez que a água possui pequeno tempo de detenção no reservatório e retorna naturalmente ao leito de origem.

Outro aspecto relevante dos projetos hidrelétricos diz respeito ao layout operacional. Para melhor aproveitamento, alguns empreendimentos constroem derivações do leito de drenagem. Neste modelo, a água retida no reservatório é submetida a um

canal ou túnel (canal de adução) lindeiro ao leito natural, com objetivo de aumentar a velocidade do fluxo da água que chega a casa de força. Uma parcela da água retida na barragem é destinada ao leito de origem, garantido a vazão ecológica¹⁹. O trecho do curso d'água original, entre a barragem e a casa de força, é denominado Trecho de Vazão Reduzida (TVR). (Vide Figura 2.3.2-). Em todos os tipos de UHEs, após passagem na casa de forças, a água retorna ao curso natural.

Figura 2.3.2-1- Arranjo operacional de UHE com TVR.

Fonte: <http://pt.slideshare.net/ckav/usinas-bueno-brandao>

¹⁹ “Vazões ecológicas: também chamadas de ambientais, residuais ou remanescentes – quantidade de água que permanece no leito dos rios depois de retiradas para atender usos externos como abastecimento público, industrial, irrigação, dessedentação animal, energia elétrica, etc.” (MMA, s/d).

Figura 2.3.2-2 – Perfil esquemático de uma usina hidrelétrica.

Fonte ANEEL, 2008.

A partir dos principais aspectos da implantação e operação de usinas hidrelétricas, aqui apresentados, e cientes de que impacto ambiental é “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais” (Resolução CONAMA 01/1986, Art. 1º), é possível afirmar que este tipo de empreendimento impacta diretamente as formas do relevo, a dinâmica superficial e a morfologia fluvial.

Neste sentido, Moura (2011, p. 174) afirma que “o estudo do relevo passa a ser uma abordagem fundamental no planejamento territorial, uma vez que estabelece categorias de avaliação conforme o grau de suscetibilidade ou fragilidade de cada ambiente, alertando sobre os problemas da influência antrópica”.

O Termo de Referência emitido pelo IBAMA para orientar a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental de aproveitamentos hidrelétricos corrobora da visão de Moura (op. cit.) ao solicitar a “caracterização do tipo de relevo, identificando e delimitando os diversos padrões de formas erosivas e deposicionais, sua constituição e dinâmica

superficial, visando a identificação de setores com diferentes graus de suscetibilidade a processos erosivos e deposicionais, tanto naturais como de origem antrópica”. (IBAMA, 2005, item 4.6.1.1).

Perante o exposto, entende-se que apresentar uma revisão bibliográfica sobre os impactos ambientais registrados ou que possam ser desencadeados por usinas hidrelétricas proporciona ao leitor embasamento para identificar os elementos que devem ser estudados na etapa de planejamento deste tipo de empreendimento.

Grande parte da bibliografia produzida sobre impactos ambientais de empreendimentos hidrelétricos está concentrada sobre a questão de reassentamento humano e fauna (particularmente ictiofauna), podendo citar o livro é o “*The Social and Environmental Effects of Large Dams*” (GOLDSMITH&HILDYARD. 1984) e o relatório “*Dams and Development. A New Framework for Decision-Making*” (WCD, 2000).

Dentre as exceções, destaca-se a listagem de possíveis impactos ambientais desencadeados no meio físico por empreendimentos hidrelétricos, apresentada por Rubio (2008). O mencionado autor compila dados das seguintes fontes:

- Trabalho “Prognose e dimensionamento do impacto humano no meio físico: o caso das usinas hidrelétricas e seus reservatórios” apresentado pelo autor, em 2004, a disciplina de graduação do curso de bacharel em geografia da Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Segundo Rubio (2008, p. 52) este trabalho analisou os estudos ambientais desenvolvidos para UHE Traíra II (MG), UHE Peixe (TO), UHE São Domingos (MT), UHE Retiro Baixo (MG);
- NOFFS BITTAR (1994) - Resultado de um encontro técnico entre profissionais da Companhia Energética do Estado de São Paulo (CESP) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT);
- FORNASARI FILHO, N. Alterações no meio físico decorrentes de obras de engenharia. São Paulo, IPT, 1992.
- MARQUES FILHO, P.L.; GERALDO, A. Barragens e Reservatórios. Cap. 24. P.397 – 418. In: OLIVEIRA, A.M.S&BRITO, S.N.A.(Eds) *Geologia de Engenharia*, 1998, ABGE;

- PIMENTEL, V.C.R. *Alternativas de solução para impactos físicos de barragens*. Tese de doutorado. São Paulo, Escola politécnica/USP, 2004. 2 VOLUMES, 416p.

O Quadro 2.3.2- a seguir, apresenta a compilação realizada por RUBIO (2008). Os impactos em **negrito** são aqueles diretamente relacionados à geomorfologia.

Quadro 2.3.2-1– Impactos no meio físico desencadeados por UHES.

Fase de implantação	Fase de Enchimento	Fase de Operação	Fase de Desativação
<ul style="list-style-type: none"> • Intensificação de processos erosivos em decorrência das atividades das obras e da implantação de estruturas de apoio; • Instabilidade de vertentes, com possibilidade de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, durante a limpeza da bacia de acumulação (supressão de vegetação); • Alteração das condições de escoamento subterrâneo nas imediações do eixo da barragem; • Indução da ocorrência de processos associados à rede de drenagem de subsuperfície (pipping e outros processos); • Rebaixamento do nível d'água de subsuperfície pela redução da capacidade de infiltração de água no solo em decorrência da supressão de vegetação; • Possibilidade de ocorrência de subsidência em decorrência da abertura de tuneis e canais; 	<ul style="list-style-type: none"> • Ocorrência de processos erosivos nas margens do reservatório durante seu enchimento; • Aumento da capacidade erosiva dos cursos d'água à jusante durante o enchimento do reservatório; • Ocorrência de processos gravitacionais de massa na margem do reservatório durante seu enchimento; • Inversão dos sentidos dos fluxos subterrâneos em decorrência da elevação do nível d'água do rio; • Diminuição do escoamento de base do aquífero para os cursos d'água; • Formação e perenização de áreas úmidas ou alagadas; • Possibilidade de ocorrência de afundamento cárstico com geração de subsidência e colapsos, em decorrência de fugas d'água na área do reservatório; • Potencialização da colapsividade dos solos, com risco de ocorrência de abatimentos dos terrenos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da capacidade erosiva nas margens do reservatório por embate de ondas e elevação do nível freático; • Alteração do grau de criticidade e de ocorrência dos processos gravitacionais de massa nas margens do reservatório; • Aumento das cargas hidráulicas do aquífero; • Elevação dos níveis d'água e do nível de descarga de base regional; • Risco de ocorrência de eventos sísmicos, sobretudo, imediatamente após o estabelecimento do nível d'água normal; • Alteração climática manifestada por atenuação de temperaturas e aumentos ocasionais de nebulosidade; • Variação periódica do nível d'água à jusante da barragem; 	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão de depósitos de sedimentos formados no leito do rio do reservatório; • Aumento da suscetibilidade a processos gravitacionais de massa em terrenos anteriormente submersos; • Diminuição da sismicidade potencial local e regional em função do alívio de carga; • Alteração da qualidade dos solos na área do antigo reservatório e no seu entorno; • Piora da qualidade da água a jusante da barragem, em virtude da liberação de água degradada, com o esvaziamento do reservatório; • Alteração da qualidade de água pelos depósitos de sedimentos do reservatório, com características físico-químicas diferentes dos terrenos originais;

Fase de implantação	Fase de Enchimento	Fase de Operação	Fase de Desativação
<ul style="list-style-type: none"> • Possibilidade de expansividade de solos e rochas das fundações; • Perda temporária de umidade local decorrente da supressão de vegetação; • Possibilidade de contaminação do solo e das águas subterrâneas; • Alteração do regime de vazão das águas a jusante e a montante em decorrência da instalação de ensecadeiras; • Alteração do traçado do leito do curso do rio; • Aumento da velocidade e da vazão do curso d'água em razão da supressão de vegetação; • Possibilidade de aumento da turbidez da água durante o período de execução de obras civis e de limpeza da bacia de acumulação; • Possibilidade do aumento no aporte de sedimentos em cursos d'águas, em decorrência das atividades das obras e da implantação de estruturas de apoio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da sismicidade potencial da região na região do empreendimento; • Alteração das condições de umidade, em razão do aumento de massa d'água local; • Perdas de solo nutricional ricos; • Diminuição da vazão dos cursos d'água à jusante; • Transformação de ambientes lóticos em lentícos; • Surgimentos de áreas de remanso; • Diminuição da turbidez da água pela retenção de sedimentos no reservatório; • Alteração do processo de transporte de sedimentos à jusante da barragem; • Alteração do balanço hídrico da bacia hidrográfica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da qualidade d'água no reservatório pela presença de depósitos de bota-foras e de estéreis de mineração e da inundação de estruturas edificadas; • Possibilidade de degradação da qualidade da água (eutrofização) pela presença de matéria orgânica na área do reservatório; • Aumento da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação; • Intensificação de processos de assoreamento na área de reservatório; • Alteração do controle de vazões em cursos d'água tributários devido a formação de depósitos nas suas desembocaduras; • Estratificação térmica das águas do reservatório; • Emissão de gases geradores de reservatório; 	

Fonte: RUBIO, 2008.

A partir do conteúdo apresentado, é possível afirmar que alteração da dinâmica fluvial, particularmente de sedimentos, e o desencadeamento ou intensificação de processos erosivos são os problemas de maior visibilidade esperado na interface entre geomorfologia e empreendimentos hidrelétricos. Dentre os aspectos que desencadeiam estes impactos, destacam-se a movimentação de solo no período de obras, a geração do reservatório artificial e a deposição dos sedimentos do curso no eixo da barragem, atribuindo maior potencial de erosividade das águas a jusante.

Dentre os estudos de caso, o relatório do WCD (2000 apud PINHEIRO, 2007, p.53), cita o caso da represa de Tarbela, na Índia, onde a deposição dos sedimentos no fundo do reservatório gerou perda 18% de sua capacidade de armazenamento ao longo de 25 anos de operação no rio Indus.

Na Polônia, estudos desenvolvidos por Babinsk (1992) rio Vístula, com uso de métodos estatísticos e comparativos para um período de aproximadamente cem anos, mostraram uma redução em 50% da largura do rio e rebaixamento de seu leito de um a três metros após a construção da represa Wloclawek, em 1968. “Efeitos em tributários também foram evidenciados, causados pelo rebaixamento do nível de base, bem como a degradação na foz do rio” (PINHEIRO, 2007, p.12).

Galaxy (1983) também apresenta estudos desenvolvidos nos Estados Unidos, Canadá, China e a Turquia sobre degradação a jusante de barragens, sendo que na relação de 16 represas dos Estados Unidos, “a profundidade da degradação a jusante da barragem varia de 1 a 7 metros, com a duração do processo erosivo se estendendo por um período entre 03 e 30 anos”. (MANYARI, 2007, p.16).

Dentre os estudos de caso no continente asiático, a Figura 2.3.2-, a seguir, apresenta a rápida metamorfose sofrida no rio Amarelo, na China, a jusante da represa de Sanmexia. “Num curto espaço de quatro anos, o fluxo antes estabelecido através de vários canais e conformando vários ambientes fluviais, passou a escoar num estreito e único canal apresentando barras laterais ocasionais” (LI ET AL., 1980 apud MANYARI, 2007, p.15).

Figura 2.3.2-3 - Evolução do padrão do canal em trecho a jusante da represa Sanmexia, rio Amarelo, China.

Fonte: Galaxy (1983 apud MANYARI, 2007, p.15)

No Brasil, estudos de Rubio (2008) evidenciaram um acréscimo de 81% no número de ilhas no rio Paranapanema no período de pós perturbação da UHE Chavantes. “Quando comprado a área de abrangência destas ilhas, houve um acréscimo de 2.700%, indicando que as ilhas formadas na nova situação são de maiores extensões do que as existentes anteriormente. (RUBIO, 2008, p. 97).

3 COMPILAÇÃO DO MATERIAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Universo amostral

O material utilizado na presente dissertação corresponde a 13 Estudos de Impacto Ambiental (EIA) de usinas hidrelétricas, realizados com o objetivo de prover o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) de informações técnicas de cunho socioambiental que possibilitem a análise sobre a viabilidade ambiental dos empreendimentos estudados.

Foram aqui avaliados 100% dos EIAs de usina hidrelétricas que foram disponibilizados na integra²⁰ no Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal (SisLic) do IBAMA²¹. O intervalo amostral contempla estudos protocolados entre 1993 e 2011, sendo que 35% equivalem a EIAs apresentados no ano de 2009 (Vide Figura 3.1-1).

Para tal informação, cabe relembrar o exposto na revisão conceitual (Item 2.3.1) a respeito da crise no sistema energético deflagrada no segundo governo de Fernando Henrique Cardoso (1999-2003). A possibilidade de cortes forçados de energia elétrica em todo Brasil alavancou discussões sobre a capacidade e segurança energética no país. Este cenário impulsionou investimentos na indústria de rede, com destaque ao Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), implantado em 2007, já no governo de Luís Inácio Lula da Silva.

“O PAC é composto por um grupo de medidas destinadas a elevar o financiamento de longo prazo, em condições mais favoráveis que no passado, principalmente por parte da Caixa Econômica Federal e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES)” (BRASIL, 2015).

²⁰ Foram aqui considerados os estudos que apresentaram os seguintes capítulos: Introdução, Caracterização do Empreendimento, Diagnóstico Ambiental, Impactos e Medidas Mitigadoras e Programas Ambientais. Assim, foram aceitos, estudos com algumas lacunas de informação, a exemplo do material cartográfico, anexos, dentre outros conteúdos.

²¹ Data base de consulta junho/2014

Dentre os estudos aqui analisados, sabe-se que 05 dos 07 projetos protocolados no IBAMA após 2007, preveem auxílio do PAC no cronograma financeiro da obra. Para os 02 restantes não há informação oficial.²².

Figura 3.1-1– EIAs de UHE (universo da pesquisa) classificados por ano de protocolo no IBAMA

Fonte: elaborado pelo próprio autor

No que se refere ao recorte espacial, os EIAs selecionados abrangem as 05 regiões administrativas brasileiras, conforme é possível constatar na Figura 3.1-2

²² Segundo “Relatório de Licenças emitidas por período” do Sistema Informatizado de Licenciamento Ambiental Federal (SisLic) do IBAMA < <http://www.ibama.gov.br/licenciamento/>>. Acesso: Junho/2015.

Figura 3.1-2 – EIAs de UHE (universo da pesquisa) classificados por região administrativa

Obs.: 03 empreendimentos contemplam duas regiões simultaneamente. Nestes casos foram computados os valores em duplicidade, um para cada região.

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Frente à Figura 3.1-2, evidencia-se uma maior densidade de estudos nas regiões mais distantes dos principais núcleos urbanos do país. Este panorama retoma o exposto na revisão conceitual (Item 2.3.1), quando mencionado o esgotamento do potencial hidroenergético dos cursos d'água mais próximos aos maiores adensamentos urbanos nacionais, bem como a inevitável ampliação da matriz energética brasileira em regiões mais remotas.

Vale lembrar que mais de 70% das UHEs em operação no país estão localizadas na porção sul-sudeste, cabendo apenas 7% à região norte e 7,5% a região nordeste.

Dentre os EIAs que materializam nosso objeto de análise, somam-se 13 estados avaliados, dentre os quais se destacam Maranhão, Minas Gerais e Goiás com maior densidade de empreendimentos requisitante de Licença Prévia: 04 cada um.

Cita-se que 11 dos 13 empreendimentos analisados abrangem mais que um estado da união, fazendo valer a função deliberativa do órgão federal de meio ambiente sobre o licenciamento ambiental.

São exceções a UHE Belo Monte e UHE Corumbá IV, as quais possuem o eixo de barragem, reservatório (área alagável) e estrutura de apoio apenas em um estado da federação. Nestes casos, a predileção do IBAMA enquanto órgão licenciador,

frente ao órgão estadual, se dá por diferentes motivos, como abrangência de terras indígenas (a exemplo da UHE Belo Monte) ou ingerências externas (a exemplo da UHE Corumbá IV).

No tocante a UHE Corumbá IV, a ação judicial promovida pelo Ministério Público²³ baseia-se no fato de que os impactos socioambientais, passíveis de serem desencadeados pelo empreendimento, possuem alcance que extrapolam o território goiano.

Embora a avaliação do estudo tenha seguido em instância federal, o texto do EIA supracitado se reporta ao órgão estadual como entidade deliberativa do processo de licenciamento, no caso, a Fundação Estadual do Meio Ambiente de Goiás (FEMAGO).

A Figura 3.1-3, a seguir, expõe a localização dos UHEs objeto dos EIAs analisados nesta dissertação.

²³ Ação Civil Pública 2002.35.00.005210-1

Figura 3.1-3- Espacialização das UHEs analisadas (universo da pesquisa)

Na escala municipal, listam-se 49 municípios distintos contemplados com ao menos um dos projetos de UHE analisados, sendo que 04 municipalidades possuem mais que um projeto em seu território (Barão de Grajaú/MA, São Francisco do Maranhão/MA, Amarante/PI e Floriano/PI).

Com relação ao estágio do processo de licenciamento ambiental, 11 das 13 usinas hidrelétricas objeto dos estudos aqui analisados foram consideradas ambientalmente viáveis pelo IBAMA e obtiveram Licença Prévia. Destas 11 UHEs, 06 encontra-se em operação e outras 02 (UHE Belo Monte e UHE Itaocara) com início das obras autorizado (LI).

Quadro 3.1-1 – Quadro de licenças adquiridas por UHE analisada.

UHE	Estudo	LP	LI	LO
Aimorés	1998	2000	2001	2005
Batalha	2005	2005	2008	2012
Belo Monte	2009	2010	2011	
Cachoeira	2009	2010		
Castelhanos	2009	2011		
Corumbá IV	1999	1999	2004	2005
Couto Magalhães	2009			
Davinópolis	2009	2015		
Estreito	2001	2005	2006	2010
Estreito (Projeto Parnaíba)	2009	2010		
Foz do Chapecó	2000	2002	2004	2010
Itaocara	2011	2011	2013	
Xingó	1993			2001

Fonte: SisLic, 2015 (Organizado pelo próprio autor).

Cabe atentar-se ao fato de que a UHE Xingó não possui Licença Prévia, embora esteja em operação e tenha realizado Estudo de Impacto Ambiental para o empreendimento. A UHE em tela iniciou a operação em 1994, anterior a Resolução 237/1997 que oficializou as Licenças Ambientais na PNMA.

Em síntese, o Quadro 3.1-2 apresenta ficha técnica das UHEs consideradas para a presente pesquisa. A Foto 3.1-1 a Foto 3.1-8, por sua vez, expõe registros fotográficos das usinas aqui analisadas que já estão em operação ou em fase de implantação.

Quadro 3.1-2 – Quadro síntese do material de análise da pesquisa (universo da pesquisa)

	UHE	Estados abrangidos	Municípios abrangidos	Curso d'água	Bacia Hidrográfica	Ano	Área do Reservatório (km ²) ²⁴	Potencia Instalada (MW)	Área Alagada x Potencia (MW/km ²)
01	Aimorés	Minas Gerais e Espírito Santo	Aimorés (MG); Baixo Guandu (ES), Itueta (MG) e Resplendor (MG)	Rio Doce	Bacia Hidrográfica do Rio Doce	1998	25,86	300	11,60
02	Batalha (AHE Paulistas)	Goiás e Minas Gerais	Cristalina (GO) e Paracatu (MG)	Rio São Marcos	Bacia do Rio Paranaíba	2005	138	52,5	0,38
03	Belo Monte	Pará	Vitória do Xingu (PA), Altamira (PA) e Brasil Novo (PA).	Rio Xingu	Bacia do Rio Amazonas	2009	440	11.181	25,41
04	Cachoeira - Projeto Parnaíba	Piauí e Maranhão	Floriano (PI), Jurema (PI) e Guadalupe (PI); Barão de Grajaú (MA) e São João dos Patos (MA).	Rio Parnaíba	Bacia do Rio Parnaíba	2009	52	63	1,21
05	Castelhanos - Projeto Parnaíba	Piauí e Maranhão	Palmeirais (PI) e Amarante (PI); Parnarama (MA) e São Francisco do Maranhão (MA)	Rio Parnaíba	Bacia do Rio Parnaíba	2009	77	64	0,83
06	Corumbá IV	Goiás	Luziânia (GO), Santo Antônio do Descoberto (GO), Alexânia (GO), Abadiânia (GO) e Silvânia (GO).	Rio Corumbá	Bacia do Rio Paranaíba	1999	173	127	0,73
07	Couto Magalhães	Goiás e Mato Grosso	Alto Araguaia (MT) e Santa Rita do Araguaia (GO)	Rio Araguaia	Bacia do Tocantins - Araguaia	2009	9,11	150	16,47
08	Davinópolis	Goiás e Minas Gerais	Guarda-mor/MG, Catalão/GO, Davinópolis/GO, Abadia dos Dourados/MG, Coromandel/MG	Rio Parnaíba	Bacia do Rio Parnaíba	2009	43	74	1,72

²⁴ Área do reservatório no volume máximo normal, conforme apresentado no EIA.

	UHE	Estados abrangidos	Municípios abrangidos	Curso d'água	Bacia Hidrográfica	Ano	Área do Reservatório (km ²) ²⁴	Potencia Instalada (MW)	Área Alagada x Potencia (MW/km ²)
09	Estreito	Maranhão e Tocantins	Estreito (MA) e Carolina (MA); Aguiarnópolis (TO), Babaçulândia (TO), Barra do Ouro (TO), Darcinópolis (TO), Filadélfia (TO), Goiatins (TO), Itapiratins (TO), Palmeirante (TO), Palmeiras do Tocantins (TO) e Tupiratins (TO)	Rio Tocantins	Bacia do Tocantins - Araguaia	2001	590	1.109,7	1,88
10	Estreito - Projeto Parnaíba	Piauí e Maranhão	Amarante (PI) e Floriano (PI) e São Francisco do Maranhão (MA) e Barão do Grajaú (MA)	Rio Parnaíba	Bacia do Rio Parnaíba	2009	66,33	56	0,84
11	Foz do Chapecó	Santa Catarina e Rio Grande do Sul	Águas de Chapecó (SC); Alpestre (RS).	Rio Uruguai	Bacia do Rio Uruguai	2000	79,9	840	10,511
12	Itaocara	Rio de Janeiro e Minas Gerais	Carmo (RJ), Cantagalo (RJ), Itaocara (RJ), Aperibé (RJ) e Santo Antônio de Pádua (RJ); Volta Grande (MG), Estrela Dalva (MG) e Pirapetinga (MG)	Paraíba do Sul	Bacia do Rio Paraíba do Sul	2011	40,4	150 ²⁵	3,71
13	Xingó	Alagoas e Sergipe	Canindé de São Francisco (SE) e Piranhas (AL)	Rio Xingó	Bacia do Rio São Francisco	1993	60	3000	50,00

Fonte: IESA, 1998; AGAR& Biodinâmica, 2005; Água e Terra, 2009; CNEC Engenharia, 2009 a, b, c; CTE, 1999; DESENVIX, 2000; Ecology Brasil, 2011; ENGE-RIO, 1993; Leme Engenharia, 2009 WARM ENGENHARIA & ARCADIS TETRAPLAN, 2010. (Organizado pelo próprio autor).

²⁵ O EIA da UHE Itaocara não apresenta as informações de potência instalada e informações sobre a área do reservatório, desta forma, os valores apresentados foram retirados do endereço eletrônico do empreendimento <http://www.uheitaocara.com.br/site/obras-da-uhe-itaocara-i-comecam-no-primeiro-trimestre-de-2016/> em Novembro de 2015.

Foto 3.1-1 – UHE Aimorés²⁶

Foto 3.1-2 – UHE Aimorés

Foto 3.1-3 – UHE Batalha²⁷ Foto 3.1-4 – UHE Belo Monte²⁸ Foto 3.1-5 – UHE Corumbá IV²⁹ Foto 3.1-6 – UHE Estreito (Tocantins)³⁰

²⁶ Fonte: <http://www.aliancaenergia.com.br/usinas/usina-de-aimores/>

²⁷ Fonte: http://www1.furnas.com.br/negocios_novos_projetos_17.asp

²⁸ Fonte: http://bancoim�agens.norteenergiasa.com.br/bancoimg/#/1/?page_id=2241

²⁹ Fonte: <http://www.corumbaconcessoes.com.br/uhe-corumba-iv/informacoes-tecnicas/>

³⁰ Fonte: http://www.uhe-estreito.com.br/ver_secao.php?session_id=106

Foto 3.1-7 – UHE Foz do Chapecó³¹ **Foto 3.1-8 – UHE Xingó³²**

3.2 Análise da abordagem geomorfológica dos EIAs pré-selecionados

Os Quadro 3.2-5 a Quadro 3.2-16, ao final deste item, apresentam a matriz de critério elaborada para os EIAs selecionados para esta dissertação. As informações ali expostas correspondem às análises qualitativas do universo amostral apresentado no Item 3.1.

Ao analisar este material, evidenciamos que o conteúdo geomorfológico foi elaborado por geólogos e geógrafos com proporcionalidade semelhantes (Vide Figura 3.2-5 Figura 3.2-1). Esse cenário é justificável tanto pelos aspectos legais, dada à atribuição profissional destas categorias, como pela construção epistemológica da geomorfologia, que, conforme abordado no item 2.1, possui sua origem indissociada da geologia.

Ainda no que se refere à equipe técnica, foi possível observar que, em pouco menos da metade dos EIAs (46%), não houve registros de interdisciplinaridade na equipe, ou seja, tratam-se de estudos cujos componentes de meio físico, a exemplo de recursos hídricos, geologia, climatologia, pedologia, hidrogeologia e geotécnica, foram descritos por um único profissional ou por uma equipe consolidada com profissionais com a mesma atribuição.

³¹ Fonte: http://www.fozdochapeco.com.br/bdi_ver.html?id=10

³² Fonte: http://www.chesf.gov.br/portal/page/portal/chesf_portal/paginas/sistema_chesf/sistema_chesf_geracao/contneiner_geracao?p_name=8A2EEABD3BFAD002E0430A803301D002

Figura 3.2-1 - Atribuição profissional do responsável pelos estudos geomorfológicos.

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Figura 3.2-2 - Multidisciplinariedade entre os profissionais responsáveis pelos estudos de Meio Físico.

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Com relação ao recorte espacial, observa-se que a nomenclatura e número de áreas de influência oscilam, podendo compor até 04 áreas de estudo para o mesmo projeto. Da menor para maior escala de abordagem, foram observadas: Área Abrangência Regional (AAR), Área de Influência Indireta (AII), Área de Influência (AI), Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA), também reconhecida como Área de Entorno (AE).

Figura 3.2-3 – Recorte espacial estudado

Fonte: elaborado pelo próprio autor

05 EIAs apresentam levantamentos para AAR, AII, AID e ADA, são eles: UHE Belo Monte, UHE Cachoeira, UHE Castelhana, UHE Davinópolis e UHE Estreito.

Frente a este cenário, cabe lembrar o exposto no Item 2.2.1 (revisão bibliográfica), onde apresentamos que os limites das áreas de influência adotados no Estudo de Impacto Ambiental deve considerar o alcance dos efeitos decorrentes das ações do empreendimento sobre os sistemas ambientais da região. Esta afirmação está também respaldada sobre o Termo de Referência (TR), emitido pelo IBAMA, para elaboração do EIA/RIMA de empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico.

No item 4.2 deste TR, a instituição afirma que “a área de influência de um empreendimento corresponde aos limites da área geográfica a ser direta e indiretamente afetada pelos impactos por ele provocados. Essa área deverá ser estabelecida no Estudo de Impacto Ambiental a partir dos dados preliminares colhidos, enfocando a bacia hidrográfica na qual o empreendimento será inserido” (IBAMA, 2005, p. 08).

Entretanto, ao analisar os 05 EIAs supracitados, evidenciamos que os impactos ambientais identificados não abrangem a AAR. Nota-se que as análises da Área Abrangência Regional se dá unicamente para atendimento ao Termo de Referência, conforme cita o texto elaborado para o EIA da UHE Davinópolis:

“De acordo com o Termo de Referência (TR) elaborado para este estudo, a AAR deve englobar a totalidade da bacia hidrográfica do rio Paranaíba. Dessa forma, em atendimento ao TR, considerou-se, para os meios físico e biótico, a bacia do rio Paranaíba, em sua totalidade, ou seja, considerando uma área de 222.801 km², em áreas de 04 (quatro) unidades federais: Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Distrito Federal”. (ÁGUA E TERRA, 2009, Volume I, p. 336, grifo nosso).

Assim temos que 39% dos EIAs analisados elaboraram diagnósticos ambientais para áreas de influência que ultrapassam a abrangência dos impactos indiretos previstos para aquele empreendimento. Nestes casos, o diagnóstico consolidou

informações da mesma fonte apresentada para a AII, resultando em redundância no diagnóstico ambiental.

O TR emitido pelo IBAMA justifica a adoção da AAR para “distinção de impactos cumulativos, com objetivo de situar no contexto da bacia hidrográfica os eventuais impactos decorrentes dos diversos usos inventariados e/ou propostos” (IBAMA, 2005, p. 9). Na prática, observa-se que as ponderações sobre impactos cumulativos não fizeram uso de informações que não estivessem presentes na caracterização da AII. Sabe-se que relatórios extensos e pouco assertivos demandam maior custo de produção, da mesma forma que requerem maiores esforços na análise por parte do Estado.

Em contrapartida, temos o EIA da UHE Xingó que fez uso de apenas duas áreas de influência (AII e AID) para os levantamentos do diagnóstico ambiental, sendo que a restrição espacial de seus levantamentos não impediu a equipe técnica de considerar aproveitamentos hidrelétricos instalados em toda bacia para mensurar o impacto de assoreamento do curso d'água. As variáveis apontadas na mensuração do impacto cumulativo, não apenas na UHE Xingó, mas na grande maioria dos EIAs analisados, contemplam breves relatos de casos para os quais não há necessidade mapeamentos geomorfológicos prévios.

“Entretanto, grande parte dos sedimentos transportados pelo rio São Francisco originam-se da porção alta da sua bacia e são retidos pelos reservatórios a montante de Xingó, o que não resultou até hoje em alterações expressivas na região” (ENGERIO, 1993, TOMO III, p.19).

Com relação à abordagem, observa-se que 12 dos 13 EIAs analisados contemplaram um texto prefácio com os procedimentos adotados para o levantamento de informações geomorfológicas, embora apenas 06 tenham esclarecido a metodologia adotada na análise dos dados.

O diagnóstico geomorfológico da UHE Couto Magalhães descreve o relevo da AII até a terceira ordem taxonômica proposta por Ross (1990). O estudo da UHE Itaocara também afirma que o diagnóstico geomorfológico baseou-se em Ross (1990), embora, neste EIA, não seja possível observar o emprego claro da divisão taxonômica defendida pelo autor, nota-se um texto com fortes influências do conceito de morfoestrutura e morfoescultura.

Há estudos, contudo, em que a metodologia também não foi descrita e, assim como na UHE Itaocara, foi possível identificar forte influência de determinadas linha de pesquisa. Entretanto, as referências a estas metodologias são da fonte que o diagnóstico apropriou-se e não a metodologia de análise empregada para aquele EIA. É o caso da UHE Corumbá IV, por exemplo, em que o diagnóstico utiliza-se dos estudos geomorfológicos do Projeto Radam (1983), no qual o professor Jurandyr Ross foi um dos colaboradores. O texto, ali apresentado, conseqüentemente, transparece fortes influências da proposta taxonômica que posteriormente o autor veio a assinar.

“O referido planalto encontra-se caracterizado por rochas do Pré-Cambriano (Complexo Goiano Complexos Máfico-Ultramáficos, Grupo Araxá e demais estruturas metassedimentares do Proterozóico médio e superior, incluindo as coberturas Terciárias e Quaternárias), subcompartimentado esculturalmente (unidades morfoesculturais) em função das especificidades morfológicas (padrão de formas semelhantes ou unidades geomorfológicas, que se referem a associação de formas de relevo geradas por uma evolução comum)” (CTE, 1999, p.90, grifo nosso)

Cita-se, neste contexto, o EIA da UHE Xingó que também fez uso dos mapeamentos geomorfológicos do Projeto Radam, embora neste caso, a metodologia proeminente tenha sido a análise sistêmica encabeçada por Tricart, uns dos autores do estudo-

fonte. Nestes casos não consideramos que o diagnóstico tenha apresentado a metodologia de análise dos dados.

Já Os estudos desenvolvidos para UHEs instaladas no rio Parnaíba (UHEs Cachoeira, Castelhana e Estreito) baseiam-se em cartografia elaborada sobre aproximação de Miall (1984). Nota-se uma metodologia com uso dos conceitos da teoria de pediplanação de King (1956). O fluxograma de processos, apresentado no Volume II - Tomo I destes estudos, considera bibliografia sobre litoestrutura e preenchimento deposicional da bacia para o desenvolvimento do relevo. (ver Figura 3.2-4).

Para análise quantitativa dos dados aqui apresentados, entretanto, é prudente atentar-se que os EIAs das UHEs Cachoeira, Castelhana e Estreito foram elaborados simultaneamente pela mesma consultoria ambiental, e, por conseguinte, pela mesma equipe técnica. Trata-se de empreendimentos inseridos em uma única bacia hidrográfica, dispostos em cascata.

Já o EIA da UHE Belo Monte realizou mapeamento das unidades de relevo inseridas em suas áreas de influência através das adaptações de Pires Neto (1992) a metodologia de Ponçano et al (1981). O mapeamento geomorfológico realizado pela equipe responsável por este estudo também considerou os elementos da terceira categoria taxonômica proposta por Demek (1967), que são os elementos das formas ou unidades geneticamente homogêneas.

Fonte: CNEC, 2009 a,b,c.

Figura 3.2-4 – Fluxogramas de processos do diagnóstico geomorfológico da UHEs Cachoeira, Castelhana e Estreito.

Para melhor compreensão do conteúdo apresentado, reitera-se que as metodologias aqui mencionadas são descritas no item 2.1 desta dissertação.

O Quadro 3.2-1 apresenta as principais fontes de levantamento de dados para construção dos diagnósticos ambientais, sendo que 10 dos 13 estudos analisados fizeram uso do mapa geomorfológico produzido pelo Projeto RADAM.

Esta informação evidencia a importância de mapeamentos sistemáticos e o alcance que estes documentos tem na sociedade, atuando não apenas como instrumento governamental para o planejamento e gestão do território, mas como *background* para diversas produções técnicas que norteiam, como no nosso exemplo, a viabilidade ambiental de empreendimentos expressivos no país.

Conforme exposto na revisão bibliográfica, o projeto RADAM executou mapeamentos geomorfológicos com uso de fotointerpretação de radar, através de mosaicos semi-controlados, faixas estereoscópicas e perfis altimétricos. Além destes recursos, foram também utilizadas fotografias infravermelhas, fotos multiespectrais e sobrevoos planejados em quantidade e duração suficientes para solução das lacunas encontradas. (BRASIL, 1973, p.11/9).

Os mapas produzidos pelo projeto RADAM correspondem a produtos de escala pequena (1:1.000.000) e devem, naturalmente, ser adotados apenas como norteador do contexto estrutural (conjuntural) da região onde os aproveitamentos almejam instalação, vide, a extensão de pouco menos de 200 km² da UHE Corumbá IV, por exemplo.

Neste sentido, Kohler (2001, p.22) afirma que “quanto menor a escala espacial do fenômeno geomorfológico estudado, maior a influência dos processos endógenos (estrutura geológica) e mais regredimos na escala temporal (Cretáceo), (e a recíproca também é verdadeira). Quanto maior a escala espacial do fenômeno geomorfológico estudado, maior a influência dos processos exógenos (clima)”.

Desta forma, entende-se que os mapeamentos originais são subsídio a morfocronologia e morfogênese da área de estudo, sendo inevitável, a readequação destas fontes para prover o diagnóstico de dados morfográficos e morfodinâmicos que permitam identificar áreas de maior fragilidade frente às alterações desencadeados por aproveitamentos hidrelétricos.

Conforme apontado na revisão bibliográfica, item 2.1, técnicas atuais de geoprocessamento permitem executar em gabinete as adequações sugeridas. Assim, pelo menos 09 dos 13 EIAs analisados fizeram uso de modelo digital do terreno, mapa de curvatura das vertentes ou mapa de declividade com o objetivo de detalhar os aspectos geomorfológicos da área de estudo.

Em tempo: as fontes citadas na segunda coluna do Quadro 3.2-1 apresenta as referências como consta no documento original, sendo que, corriqueiramente, a grafia poderá não atender as normas nacionais de documentação. Sempre que disponível, apresentamos estas referências detalhadas como notas de rodapé, visando diferenciar daquelas adotadas como referencial da presente dissertação.

Quadro 3.2-1 – Produção de cartografia geomorfologia dos EIAs analisados

UHE	Mapa	Fonte temática	Escala da Fonte	Escala da Apresentação
UHE Aimorés	Mapa geomorfológico da Área de Influência (AI)	Reprodução do Mapa Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL – Folha rio Doce (SE-24), Volume 34; Escala 1:1000.000	1:1.000.000	1:100.000
	Mapa geomorfológico da Área Diretamente Afetada (ADA) e Entorno.	Formas do relevo cartografadas a partir de: <ul style="list-style-type: none"> Imagem de satélite TM-LANDSAT-5 (Bandas 3,4 e 5 em composição colorida). Escala 1:50.000, junho de 1995; Fotografias aéreas, Serviço 04, escala de 1:40.000 (CEMIG/PROSPEC, 1962). 	1:40.000 e 1:50.000	1:50.000
	Mapa de estabilidade de encosta da Área Diretamente Afetada (ADA).	Zonas de instabilidade cartografadas a partir de: <ul style="list-style-type: none"> Imagem de satélite TM-LANDSAT-5 (Bandas 3,4 e 5 em composição colorida). Escala 1:50.000, de junho de 1995. 	1:50.000	1:50.000
	Mapa de erosão da Área de Influência (AI)	Mencionado no texto e não disponibilizado no SisLic		
UHE Batalha	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII)	A fonte menciona a reprodução do material geomorfológico do EIA da UHE Serra do Facão, 2000.	Não informado	1:250.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID)	<ul style="list-style-type: none"> Reprodução do projeto mapas metalogenéticos e previsão dos recursos minerais – Carta Geológica, Folha Paracatu (SE.23-V-C) e Folha Unaí (SE.23-V-A); escala 1:250.000 (DNPM/CPRM, 1968); 	1:250.000	1:100.00
UHE Belo Monte	Mapa de Sistemas de Terreno da Área de Influência Regional (AAR).	Reprodução com adaptações de: <ul style="list-style-type: none"> Mapa Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL; Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG - Acervo compilado a partir de arquivos digitais em diversas escalas e formatos, submetidos a procedimentos de generalização, filtragem e fusões digitais com adequações à escala 1:1.000.000. (CPRM, 2004). 	1:1.000.000	1:1.500.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII)	Unidades e tipos de relevo cartografados a partir de: <ul style="list-style-type: none"> Mapa da rede hidrográfica da HIDROWEB (2001); Mapa Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL – Folha Belém, Volume 05; Escala 1:1000.000; Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); Mapas de Unidades de Relevo do Brasil. Escala 1:5.000.000 (IBGE 1993; 2006); Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG - Acervo compilado a partir de arquivos digitais em diversas escalas e formatos, submetidos a procedimentos de generalização, filtragem e fusões digitais com adequações à escala 1:1.000.000. (CPRM, 2004). 	1:1000.000 e 1:5.000.000	1:250.000
		O EIA também apresenta, em formato de <u>figura</u> esquemática o “Mapa de Grau de Susceptibilidade à Erosão por condicionamento Geológico-Geomorfológico da AII”. A integração das informações geológica-geomorfológica foi concretizada empregando técnicas de geoprocessamento para o cruzamentos dos mapas produzidos para AII. As classes de suscetibilidades foram definidas a partir dos conceitos, critérios e esboço metodológico preconizados nos trabalhos da FAO (1978, 1993).	1:250.000	Sem escala (Figura)
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).	Unidades e tipos de relevo cartografados a partir de: <ul style="list-style-type: none"> Imagem de satélite TM-LANDSAT-5. Escala de 1:100.000; Fotografias aéreas na escala 1:30.000 (Voos de julho/2002 e setembro/2004); Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); Limites dos tipos de relevo e das feições geomorfológicas de interesse lançados em bases topográficas 1:100.000 (IBGE/DSG) e na restituição aerofotogramétrica 1:25.000, quando possível; Mapas de Unidades de Relevo do Brasil. Escala 1:5.000.000 (IBGE 1993; 2006). 	1:100.000;	1:125.000

UHE	Mapa	Fonte temática	Escala da Fonte	Escala da Apresentação
		O EIA também apresenta, em formato de <u>figura</u> esquemática do “Mapa de Grau de Susceptibilidade à Erosão por condicionamento Geológico-Geomorfológico da AID”. A integração das informações geológica-geomorfológica foi concretizada empregando técnicas de geoprocessamento para o cruzamentos dos mapas produzidos para AID. As classes de suscetibilidades foram definidas a partir dos conceitos, critérios e esboço metodológico preconizados nos trabalhos da FAO (1978, 1993) ³³ .	1:125.000	Sem escala (Figura)
UHE Cachoeira	Mapa geomorfológico	O mapa geomorfológico é mencionado no texto e não disponibilizado no SisLic. O texto faz menção as seguintes fontes: <ul style="list-style-type: none"> Imagens de satélite (Não identificadas); Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); Levantamentos hidrogeológicos realizados pela SUDENE (Folha 08, 1977; Folha 13, 1978; PAIRHNE-Fase 1, 1980) na bacia do Parnaíba. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba (CPRM, 1995) ³⁴; Góes e Feijó (1994) ³⁵; Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (1973) ³⁶ 	Não disponível	Não Disponível
UHE Castelhana	Mapa geomorfológico	O mapa geomorfológico é mencionado no texto e não disponibilizado no SisLic. O diagnóstico faz menção as seguintes fontes: <ul style="list-style-type: none"> Imagens de satélite (Não identificadas); Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); Levantamentos hidrogeológicos realizados pela SUDENE (Folha 08, 1977; Folha 13, 1978; PAIRHNE-Fase 1, 1980) na bacia do Parnaíba. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba (CPRM, 1995) ³⁷; Góes e Feijó (1994) ³⁸; Mapas Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL (1973) ³⁹ 	Não disponível	Não Disponível
UHE Corumbá IV	Mapa geomorfológico	Reprodução do Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL – Folha Goiás (SD22), Brasília (SD23), Belo Horizonte (SD23) e Goiânia (SD22).	1:1.000.000	1:250.000
	Mapa de vulnerabilidade do relevo na Área de Entorno (AE)	Não informado	Não informado	1:100.000
UHE Couto Magalhães	Mapa de Declividade da Área de Influência Direta (AID)	Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM). ⁴⁰		1:100.000
	Mapa de Susceptibilidade à Erosão da Área de Influência Indireta (AII)	Cruzamento ponderado, em ambiente SIG, entre: Mapa geomorfológico - Folha SE-22 - Projeto RADAMBRASIL - escala 1:1000000. Mapa exploratório de solos - Folha SE-22 - Projeto RADAMBRASIL - Escala 1:1000000/ ; Atualizado conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006); Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (CPRM, 2004).	1:1.000.000	1:250.000
	Mapa de Susceptibilidade à Erosão da Área de Influência Direta (AID)	Cruzamento ponderado, em ambiente SIG, entre: Mapa pedológico da AID (Adaptação dos Mapas geológico e pedológico - Folha SE - 22 - Projeto RADAMBRASIL - Escala 1:1.000.000 sobre pontos de amostragem coletados em campo); Mapa geomorfológico da AID (Adaptação do Mapa geomorfológico - Folha SE-22 - Projeto RADAMBRASIL - escala 1:1000000 sobre Modelo Numérico de Elevação do SRTM, folha SE-22-V-C) Mapa geológico da AID (Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo (CPRM, 2004).	1.1000.000	1:100.000

³³ FAO. A framework for land evaluation. Soils Bulletin, 32. Rome: FAO, 1976. 72 p.

_____. Guidelines for land use planning. FAO Development Series 1. FAO, Rome, 1993. 96p.LAND

³⁴ CPRM. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina. 1995.

³⁵ GÓES, A. M. O. & Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: Boletim de Geociências da Petrobrás, v.4, n.1, p.57-67, 1994.

³⁶ Projeto RADAMBRASIL. Folha SA. 23 São Luís e parte da folha SA. 24 Fortaleza: Geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 3, Levantamento de Recursos Naturais, 1973.

³⁷ CPRM. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina. 1995.

³⁸ GÓES, A. M. O. & Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: Boletim de Geociências da Petrobrás, v.4, n.1, p.57-67, 1994.

³⁹ Projeto RADAMBRASIL. Folha SA. 23 São Luís e parte da folha SA. 24 Fortaleza: Geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 3, Levantamento de Recursos Naturais, 1973.

⁴⁰ Modelo Numérico de Elevação do SRTM, folha SE-22-V-C. Miranda, E.E. de; (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por satélite, 2005. Disponível em: <<http://relevobr.cnpm.embrapa.br>> Acesso em 22 de Junho de 2009.

UHE	Mapa	Fonte temática	Escala da Fonte	Escala da Apresentação
	Mapa de Susceptibilidade à Erosão da Área Diretamente Afetada (ADA).	Cruzamento ponderado, em ambiente SIG, entre: Cartas planialtimétricas, escala 1:5.000. Restituição de levantamento aerofotogramétrico, escala 1:15.000, realizada pela Aerosul (2002) e; Mapa Geológico da Área do Reservatório (Desenho CMG-B-10-03104), escala 1:50.000 (CNEC, 1989).	1:50.000	1:100.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII)	Reprodução do Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL - Folha (SE-22); Escala 1:1000000.	1:1000.000	1:250.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID)	Readequação do Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL - Folha (SE-22); Escala 1:1000000 a partir da Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM).	1:1.000.000	1:100.00
	Mapa Hipsométrico da Área de Influência Direta (AID)	Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM). ⁴¹	-	
	Modelo Digital do Terreno Sombreado	Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM).	-	1:350.000
UHE Davinópolis	Mapa de relevo da Área de Influência Regional (AAR) e Área de Influência Indireta (AII)	Reprodução: Altimetria: <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (SRTM) - NASA/USA; Unidades Geomorfológicas: Levantamento aerofotogramétrico (1:10.000) e ortofotocartas do Estudo do inventário da bacia do rio Paranaíba (EPE, 2006).	1:1.000.000	1:250.000
	Mapa de declividade da Área de Influência Indireta (AII)	Declividade obtida do Modelo Digital de Terreno (NASA – SRTM).	Não informado	1:250.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).	Reprodução: Altimetria: <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (SRTM) - NASA/USA Unidades Geomorfológicas: Levantamento aerofotogramétrico (1:10.000) e ortofotocartas do Estudo do inventário da bacia do rio Paranaíba (EPE, 2006).	Não informado	1:45.000
	Mapa de declividade da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).	Declividade obtida do Modelo Digital de Terreno (NASA – SRTM).	Não informado	1:45.000
UHE Estreito (Tocantins)	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII)	O mapa geomorfológico é mencionado no texto e não disponibilizado no SisLic. ⁴² O texto faz menção as seguintes fontes: <ul style="list-style-type: none"> • Interpretação de imagens de satélites, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, para elaboração dos mapas geomorfológicos da AID e AII. • Espacialização dos tipos de relevo em plantas topográficas 1:100.000 do IBGE (folhas de Paranadji (Estreito), Wanderlândia, Babaçulândia, Carolina, Nova Olinda, Palmeirante, Colinas de Goiás, Itacajá, Pedro Afonso e Goiatins) e nas plantas topográficas 1:250.000 do DSG e IBGE (Folhas Araguaína, Carolina, Conceição do Araguaia, Itacajá, Tocantinópolis e Balsas); • Mapas Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL; • Mapas de Unidades de Relevo do Brasil. Escala 1:5.000.000 (IBGE 1993; 2006); • Trabalho de Campo; 	1:1000.000 e 1:5.000.000	1:250.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID)			1:100.000
	Mapa de Susceptibilidade à Erosão das Terras	Este mapa é mencionado no diagnóstico e não disponibilizado no SisLic. O texto permite especular que o mapa seja produto de sobreposição de mapas temáticos (geologia, pedologia e geomorfologia), reclassificados em ambiente SIG; Há indícios de aplicação da “Equação Universal de Perdas do Solo” (USLE).	Não informado	1:250.000

⁴¹ Modelo Numérico de Elevação do SRTM, folha SE-22-V-C. Miranda, E.E. de; (Coord.). Brasil em relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por satélite, 2005. Disponível em: <<http://relevobr.cnpm.embrapa.br>> Acesso em 22 de Junho de 2009.

⁴² Foi identificado os arquivos vetoriais do Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII) e Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID) da UHE Estreito (Tocantins) no SISLIC. Na ausência do layout do mapa, entretanto, não foi possível rastrear as fontes e validar as informações especializadas.

UHE	Mapa	Fonte temática	Escala da Fonte	Escala da Apresentação
UHE Estreito (Parnaíba)	Mapa Geomorfológico	O mapa geomorfológico é mencionado no texto e não disponibilizado no SisLic. O texto faz menção as seguintes fontes: <ul style="list-style-type: none"> Imagens de satélite (Não identificadas); Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); Levantamentos hidrogeológicos realizados pela SUDENE (Folha 08, 1977; Folha 13, 1978; PAIRHNE-Fase 1, 1980) na bacia do Parnaíba. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba (CPRM, 1995) ⁴³; Góes e Feijó (1994) ⁴⁴; Mapas Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL – Folha São Luís (SA23) e Folha Fortaleza (SA24); Escala 1:1000000⁴⁵ 	Não disponível	Não Disponível
UHE Foz do Chapecó	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII)	O mapa geomorfológico é mencionado no texto e não disponibilizado no SisLic. O texto faz menção as seguintes fontes: <ul style="list-style-type: none"> Atlas de Santa Catarina; Cartas planialtimétricas do SGE; Imagens LANDSAT e Mosaico de fotos Aéreas. (As Fotos aéreas não foram referenciadas) Mapas Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL O estudo não detalha as fontes mencionadas. O item de referencias bibliográficas listas apenas as referencias do Meio Biótico.	Não informado	1:250.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID)			1:50.000
UHE Itaocara	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII)	Reprodução da Carta geomorfológica. Folha Rio de Janeiro (SF.23-Z-B). Escala 1:250.000 (CPRM, 2000).	1:250.000	1:200.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID)	Readequação da Carta geomorfológica. Folha Rio de Janeiro (SF.23-Z-B). Escala 1:250.000 (CPRM, 2000) com uso de ortofotos (LACTEC, 2009) e dados de campo;	1:250.000	1:25.000
	Mapa de exposição das encostas (ângulos) da Área Diretamente Afetada (ADA).	Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo - CIM (IBGE, 2003);	1:1.000.000	1:50.000
	Mapa de declividade da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).	Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo - CIM (IBGE, 2003);	1:1.000.000	1:50.000
	Mapa de altimetria da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).	Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo - CIM (IBGE, 2003);	1:1.000.000	1:25.000
	Mapa de Suscetibilidade a mecanismos de instabilização da Área de Influência Direta (AID)	O Mapa especializa a curvatura côncava das vertentes (Feição extraída Mapa de exposição das encostas (ângulos) da Área Diretamente Afetada); Apresenta cadastro de processos erosivos e movimento de massa (Registro de Campo, 2009);	Não disponível	1:25.000
	Mapa de suscetibilidade a erosão da Área de Influência Direta (AID)	Este mapa encontra-se listado no portal do SisLic, entretanto não foi possível sua visualização.	Não disponível	Não disponível
UHE Xingó	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII)	O mapa geomorfológico é mencionado no texto e não disponibilizado no SisLic. O diagnóstico faz menção a seguinte fonte: Reprodução do Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL;	Não disponível	1:250.000
	Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID)	O mapa geomorfológico é mencionado no texto e não disponibilizado no SisLic. O diagnóstico faz menção a seguinte fonte: Unidades de relevo cartografadas a partir de fotointerpretação de imagens de satélite (LANDSAT 05) e complementado com dados obtidos no reconhecimento de campo.	Não disponível	1:50.000

Fonte: Fonte: IESA, 1998; AGAR& Biodinâmica, 2005; Água e Terra, 2009; CNEC Engenharia, 2009 a, b, c; CTE, 1999; DESENVIX, 2000; Ecology Brasil, 2011; ENGE-RIO, 1993; Leme Engenharia, 2009 WALM ENGENHARIA & ARCADIS TETRAPLAN, 2010. (Organizado pelo próprio autor).

⁴³ CPRM. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina. 1995.

⁴⁴ GÓES, A. M. O. & Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: Boletim de Geociências da Petrobrás, v.4, n.1, p.57-67, 1994.

⁴⁵ Projeto RADAMBRASIL. Folha SA. 23 São Luís e parte da folha SA. 24 Fortaleza: Geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 3, Levantamento de Recursos Naturais, 1973.

A Figura 3.2-5, por sua vez, registra que 85% do universo amostral valeu-se de trabalhos de campo como ferramenta de aprimoramento do material cartográfico utilizado, embora 20% deste total não tenham apresentado registros fotográficos comprobatórios no corpo do documento.

Os registros fotográficos são importantes na composição do diagnóstico ambiental, uma vez que se tornam atestados dos relatos presentes no texto, validando o conteúdo apresentado e fornecendo ao órgão licenciador maior segurança de análise.

Cita-se também que os registros fotográficos presentes do Estudo de Impacto Ambiental tornam-se documentos de referência para as futuras fases do empreendimento, podendo ser acionados como prova da inexistência ou existência de determinada degradação ambiental antes do início das obras.

Registra-se que nenhum diagnóstico demonstrou preocupações com a sazonalidade climática para planejamento das atividades de campo, sendo os levantamentos de dados primários foram realizados em períodos de estiagem ou de chuvas, aleatoriamente.

Entende-se, desta forma, que inventários de processos morfodinâmicas em períodos de estiagem podem mascarar a percepção da magnitude e frequência de feições menores do relevo, como erosões e movimentos de massa, atenuando a mensuração da dinâmica geomórfica da região.

Figura 3.2-5 - Porcentagem de EIAs (universo amostral) com trabalho de campo

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Figura 3.2-6 - Porcentagem de EIAs (universo amostral) com relatório fotográfico.

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Dentre os 13 EIAs analisados, aproximadamente 40% não apresentou diagnóstico de dinâmica geomorfológica e 77% não realizou cadastro das feições morfodinâmicas existentes no sítio de implantação do empreendimento e entorno imediato. (Ver Quadro 3.2-2).

Embora seja possível observar descrições sobre o entalhamento das drenagens, relacionando-as, sobretudo, a dissecação do relevo, ou ainda informações – primárias ou secundárias – de sedimentografia do canal, apenas 03 estudos analisados apresentaram diagnósticos específicos sobre geomorfologia fluvial, contemplando não apenas o volume de sedimentos presentes no leito, mas a dinâmica deste processo. São eles: UHE Estreito (Tocantins), UHE Xingó e UHE Belo Monte.

Frente a este cenário, destaca-se que 100% dos Estudos de Impacto Ambiental analisados mencionaram a instalação de processos erosivos como impacto ambiental direto ou indireto destes empreendimentos (Ver Quadro 3.2-4). Vale também se lembrar do item 2.2.1 desta dissertação, onde se constatou, através de revisão bibliográfica dirigida, que as relações da dinâmica fluvial (arraste e depósito) e o desencadeamento de processos erosivos são os problemas de maior visibilidade esperado na interface entre geomorfologia e UHEs.

Quadro 3.2-3 – Informações compiladas sobre o diagnóstico ambiental nos EIAs analisados (universo amostral)

UHE	Diagnóstico Dinâmica Geomórfica	Metodologia	Cadastro de feições Morfodinâmicos
Batalha	Não	Não	Não
Foz do Chapecó	Não	Não	Não
Cachoeira	Não*		Não
Castelhanos	Não*		Não
Estreito	Não*		Não
Aimorés	Sim	Dados Secundários e fotointerpretação	Sim
Belo Monte	Sim	FAO (1978;1993)	Não
Corumbá IV	Sim	Projeto RADAMBRASIL (1973). Mapa de avaliação do Relevo. (Interpolação entalhamento do talvegue, declividade, forma de degradação dominante).	Não
Couto Magalhães	Sim	Sobreposição de mapas temáticos (pedológico, geomorfológico e geológico), inventários de processos erosivos e análise integrada.	Sim
Davinópolis	Sim	Análise integrada entre os componentes do meio físico (climatologia, geologia, geomorfologia e pedologia).	Não
Estreito (rio Tocantes)	Sim	Análise histórica de fotointerpretação.	Não
Xingó	Sim	Tricart (1977) - Meios estáveis, meios de transição e meios instáveis.	Não
Itaocara	Sim	Guerra (2000) / abordagem sistêmica/paisagem	Sim

*De antemão, entretanto, é válido a ressalva de que os estudos de UHE Cachoeira, Castelhanos e Estreito contemplaram o diagnóstico de suscetibilidade a erosão dos solos nos estudos de pedologia.

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Quadro 3.2-4 – Impactos ambientais sobre as questões geomorfológicas, listados no universo amostral.

UHE	Impactos listados
Aimorés	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão associada às ações da obra de construção da usina; • Erosão por alteração do uso do solo no entorno do Reservatório; • Erosão e movimentos de massa por formação do reservatório; • Erosão associada às obras de relocação de trechos de rodovias e da estrada de ferro Vitória a Minas • Erosão em trechos abandonados de estradas vicinais parcialmente alagadas • Assoreamento em braços do reservatório
Batalha	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do comportamento hidrossedimentológico do rio São Marcos; • Instabilidade das encostas marginais do reservatório;
Belo Monte	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração na Paisagem • Assoreamento nos igarapés; • Instabilização de Encostas, Ocorrência de Processos Erosivos e Carreamento de Sedimentos.
Cachoeira - Projeto Parnaíba	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão a Jusante do reservatório; • Potencial ocorrência de desestabilização de encostas do reservatório; • Processo de assoreamento nas áreas de remanso dos braços e corpo do reservatório;
Castelhanos - Projeto Parnaíba	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão a Jusante do reservatório; • Potencial ocorrência de desestabilização de encostas do reservatório; • Processo de assoreamento nas áreas de remanso dos braços e corpo do reservatório;
Corumbá IV	<ul style="list-style-type: none"> • Impactos sobre o solo; • Impactos sobre a água.
Couto Magalhães	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração da fisionomia da paisagem e da qualidade da água no TVR; • Intensificação do processo de assoreamento a montante da barragem; • Erosões nas encostas marginais e a jusante da Barragem • Colapsividade de Solos nas Encostas Marginais
Davinópolis	<ul style="list-style-type: none"> • Modificação do regime fluvial • Alteração do comportamento hidrossedimentológico dos rios Parnaíba e Verde no transporte de sedimentos • Instabilidade das encostas marginais do reservatório (surgimento de processos erosivos)
Estreito	<ul style="list-style-type: none"> • Formação de Áreas Úmidas e Alagadas; • Instabilidade e Potencial Erosivo de Taludes e Encostas Marginais; • Intensificação do Processo de Assoreamento a Montante da Barragem;

UHE	Impactos listados
Estreito - Projeto Parnaíba	<ul style="list-style-type: none"> • Erosão a Jusante do reservatório; • Potencial ocorrência de desestabilização de encostas do reservatório; • Processo de assoreamento nas áreas de remanso dos braços e corpo do reservatório;
Foz do Chapecó	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração do Sistema Fluvial • Início ou Aceleração de Processos Erosivos
Itaocara	<ul style="list-style-type: none"> • Deflagração de processos erosivos; • Assoreamento de corpos hídricos; • Redução do Transporte de Sedimentos a jusante; (Fase de operação); • Carreamento dos sedimentos (Fase de implantação); • Carreamento de Sólidos na Coluna D'água (Fase de implantação);
Xingó	<ul style="list-style-type: none"> • Alteração dos processos erosivos deposicionais das margens do rio São Francisco a jusante da barragem; • Intensificação dos processos erosivos; • Alteração geomorfológica com mudança na paisagem regional; • Desestabilização das encostas marginais do reservatório; • Assoreamento do reservatório;

Fonte: IESA, 1998; AGAR& Biodinâmica, 2005; Água e Terra, 2009; CNEC Engenharia, 2009 a, b, c; CTE, 1999; DESENVIX, 2000; Ecology Brasil, 2011; ENGE-RIO, 1993; Leme Engenharia, 2009 WALM ENGENHARIA & ARCADIS TETRPLAN, 2010. (Organizado pelo próprio autor).

Quando comparamos a listagem de impactos identificados nos EIAs em tela (Quadro 3.2-4) com a literatura sobre o assunto (Quadro 2.3.2-), registramos, com poucas exceções, a superficialidade da classificação dos impactos nos nossos objetos de estudos. Cita-se, como exemplo, a não diferenciação entre agentes deflagradores dos processos erosivos e assoreamento. Na descrição destes impactos também é predominante o discurso genérico, sem quantificação do volume, ou espacialização dos prováveis focos.

Como exemplo, reproduzimos, a seguir, trecho na íntegra da descrição do impacto de “Alteração do comportamento hidrossedimentológico dos rios Paranaíba e Verde no transporte de sedimentos” para fase de implantação e operação da UHE Davinópolis.

“Tendo em vista a relação entre as vazões afluentes e o volume do reservatório, pode-se concluir que a capacidade de

retenção dos sedimentos é alta. O assoreamento do lago de Davinópolis não afetará a geração de energia exatamente por causa do grande porte de seu volume. Porém, a água que é liberada pela usina para jusante tem sua capacidade de erosão e transporte de sedimentos ampliada, aumentando o risco de erosões no estirão a jusante da barragem. Vale lembrar que o desenvolvimento e a intensificação das atividades agrícolas nas cabeceiras da bacia do rio Paranaíba poderão contribuir para o aumento dos processos erosivos, gerando um afluxo maior de sedimentos ao reservatório. (AGUA E TERRA, 2008, Vol.06, p42)

Nesta linha de raciocínio, Saadi (1997; 2008 apud SAADI, 1997, p.7) contribui que “Um dos problemas fundamentais e permanentes deve ser o da avaliação dos riscos de assoreamento da futura represa, através da delimitação, localização e caracterização das áreas-fontes de sedimentos em situações instáveis. Devem ser caracterizados seus volumes, condições e vias de trânsito e deposição das cargas sólidas resultando de sua erosão. No entanto, no Brasil, a falta de dados pertinentes de sedimentometria dificulta a realização desta tarefa por inteiro. Porém, isto não elimina a obrigação de, pelo menos, delimitar as áreas-fontes de carga sólida e determinar suas condições de erodibilidade, para facilitar a priorização dos investimentos no monitoramento dos processos de erosão na bacia contribuinte” (grifo nosso).

Para ausência de dados de sedimentos e dinâmica geomórfica, dentre as alternativas disponíveis, e de relativa fácil execução, temos a espacialização (mapeamento) das feições morfodinâmicas existentes, que permitiria setorização de áreas críticas, ou, ainda, o cálculo de perda estimada de solo através da *Equação Universal de Perda de Solo* (WISCHMEIER E SMITH, 1978), aplicada a partir de cruzamento de dados secundários em ambiente de Sistema de informação geográfica (SIG).

Registra-se também a possibilidade de estudo comparativo entre o período pré e pós-barramento de rios com comportamento semelhante ao empreendimento analisado, a partir das imagens de satélite disponíveis.

Contudo, conforme adiantado, o Quadro 3.2-5 ao Quadro 3.2-16, a diante, apresentam a matriz de critério elaborada para os EIAs selecionados nesta dissertação. As informações ali expostas correspondem às análises qualitativas do universo amostral.

Reitera-se que os quadros adiante apresentam transcrição das referências como consta no documento original, sendo que, corriqueiramente, a grafia poderá não atender as normas nacionais de documentação. Sempre que disponível, apresentamos estas referências detalhadas como notas de rodapé, visando diferenciar daquelas adotadas como referencial da presente dissertação.

Quadro 3.2-5 - Matriz de Critério UHE Aimorés

Ficha 01	
UHE	UHE Aimorés
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Faixa de Dobramentos Remobilizados e Maciços Plutônicos.
Estado(s) contemplado(s):	Minas Gerais e Espírito Santo
Região Hidrográfica:	Região Hidrografia do rio Doce
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geógrafa
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Informação não disponível.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Influência (AI); Área Diretamente Afetada (ADA) e Área do entorno (AE).
Há descrição da metodologia aplicada?	Não. Procedimentos adotados: Levantamento e análise do material bibliográfico, cartográfico e aerofotográfico/Trabalho de Campo).
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Geologia e pedologia. (O diagnóstico se apresenta predominante sobre dinâmica geomórfica e as suscetibilidades a processos erosivos, de modo que a interface com uso e ocupação da terra, cobertura vegetal, pedologia e geotécnica são frequentes.).
Principais fontes das informações/dados utilizados:	Mapa Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL – Folha rio Doce (SE-24), Volume 34; Escala 1:1000.000 ⁴⁶ Fotografias aéreas, Serviço 04, escala de 1:40.000 (CEMIG/PROSPEC, 1962); Imagens de satélite TM LANDSAT5 (em papel, 1:50.000, em composição colorida e digital), de 1995.
Escala das principais fontes utilizadas:	AI: 1:1.000.000. ADA/AE: 1:50.000
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa geomorfológico da Área de Influência (AI); Mapa de erosão da Área de Influência (AI); Mapa geomorfológico da Área Diretamente Afetada (ADA) e Entorno; Mapa de estabilidade de encosta da Área Diretamente Afetada (ADA);
Houve trabalho de Campo?	Sim.
Período e duração do trabalho de Campo:	02 e 07 de fevereiro de 1997; 16 a 21 de março de 1997.
Há registros fotográficos?	Sim.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não.

⁴⁶ FUNDAÇÃO IBGE - **Projeto RADAMBRASIL** - Folha Rio Doce (SE-24). Vol. 34, 1987.

Ficha 01	
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Sim.
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Dados Secundários: Mapeamento de Erosão Acelerada da Bacia do Rio Doce, elaborado por CETEC (1989) ⁴⁷ ; Dados Primários: Levantamento de processos morfodinâmicos in loco (Trabalho de campo); Mapeamento de processos morfodinâmicos a partir de fotointerpretação;
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Sim.
Foi realizado diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não.
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Erosão associada às ações da obra de construção da usina; 2-Erosão por alteração do uso do solo no entorno do Reservatório; 3-Erosão e movimentos de massa por formação do reservatório; 4-Erosão associada às obras de relocação de trechos de rodovias e da estrada de ferro Vitória a Minas 5-Erosão em trechos abandonados de estradas vicinais parcialmente alagadas 6-Assoreamento em braços do reservatório
Magnitude dos impactos	1-Baixa 2-Baixa 3-Baixa a Média 4-Baixa a Média 5-Baixa 6- Média
Programas Ambientais:	<ul style="list-style-type: none"> Programa de monitoramento das margens do reservatório e das áreas sujeitas a assoreamento; Programa de recuperação de áreas degradadas pelas obras de construção da usina e de relocação de estradas; Programa de detalhamento geotécnico das encostas marginais ao futuro reservatório e de controle de processos erosivos
Observação:	

Fonte: IESA, 1998 (Organizado pelo autor).

Quadro 3.2-6 - Matriz de Critério UHE Batalha

Ficha 02	
UHE	UHE Batalha
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Planalto Central Goiano/ Superfícies Aplainadas e Planalto Tocantins – Paranaíba.
Estado(s) contemplado(s):	Goiás e Minas Gerais
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do rio Paranaíba.
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geólogo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Sim. Geólogo e engenheiro de recursos hídricos.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	AII e AID (Área de Influência Direta)
Há descrição da metodologia aplicada?	Não.
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Diagnóstico elaborado simultaneamente ao diagnóstico geológico.
Principais fontes das informações/dados utilizados:	O estudo faz uma única referência ao Projeto RADAM no início do diagnóstico de geomorfologia da AII. Não é possível identificar a Folha de articulações deste projeto. AII: Material geomorfológico do EIA da UHE Serra do Facão, 2000. AID: Mapas Metalogenéticos e previsão e recursos minerais – Carta Geológica, folha Paracatu SE23-V-C e Folha Unaí (SE23-V-A), escala 1:250.000, 1968 DNPM/CPRM.”
Escala das principais fontes utilizadas:	AII: 1:1.000.000 (Não foi possível confirmar) AID: 1:250.000
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa de Geomorfologia da AI; Mapa geomorfológico da Área Diretamente Afetada (ADA) e Entorno; Mapa de estabilidade de encosta da Área Diretamente Afetada (ADA); Mapa de erosão da Área de Influência (AI). (O Diagnóstico faz menção apenas ao Mapa de Geomorfologia da ADA. Os demais mapas foram identificados através do sumário.)
Houve trabalho de Campo?	Não.
Período e duração do trabalho de Campo:	--
Há registros fotográficos?	Não.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não.
Foi realizado diagnóstico de	Não.

Ficha 02	
dinâmica geomórfica?	
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	--
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não.
Foi realizado diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não.
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Alteração do comportamento hidrossedimentológico do rio São Marcos; 2-Instabilização de encostas marginais no reservatório;
Magnitude dos impactos	1-Alta 2-Baixa
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de monitoramento limnológico, hidrossedimentológico e de qualidade da água; • Programa de monitoramento das condições de erosão;
Observação:	

Fonte: AGAR&Biodinâmica, 2005 (Organizador pelo autor).

Quadro 3.2-7 - Matriz de Critério UHE Belo Monte

Ficha 03	
UHE	UHE Belo Monte
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Domínio Morfoclimático das Terras Baixas Florestadas Equatoriais
Estado(s) contemplado(s):	Pará
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do Amazonas
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geóloga e Geógrafa (Dupla diplomação)
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Sim.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Abrangência regional (AAR); Área de Influência Indireta (AII); Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) (Analisadas simultaneamente)
Há descrição da metodologia aplicada?	Sim. Ponçano et al (1981) e Demek (1967).
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Pedologia.
Principais fontes das informações/dados utilizados:	All: Avaliação do mapa geomorfológico do RADAM (1974) ⁴⁸ , e reinterpretação das unidades, tendo como referência o mapa de Amplitudes de Relevo (Aprofundamento de incisões dos relevos dissecados) e o Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); Referencial: Mapas de Unidades de Relevo do Brasil. Escala 1:5.000.000 (IBGE 1993; 2006); Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: Sistema de Informações Geográficas - SIG - Acervo compilado a partir de arquivos digitais em diversas escalas e formatos, submetidos a procedimentos de generalização, filtragem e fusões digitais com adequações à escala 1:1.000.000. (CPRM, 2004). AID/ADA: Interpretação de imagens de satélites (LANDSAT 5), 1: 250.000, sendo os limites dos tipos de relevo e das feições geomorfológicas de interesse lançados em bases topográficas; - Descrição morfográfica, caracterização morfométrica dos tipos de relevo e elaboração da legenda. Os trabalhos de campo realizados para o Diagnóstico da AID permitiram a consolidação dos trabalhos de escritório para caracterização da AII.

⁴⁸ RADAM. Folha SB.22 Belém - Levantamento de Recursos Naturais - Vol. 5 Min. das Minas e Energia - Rio de Janeiro, 1974.

Ficha 03	
Escala das principais fontes utilizadas:	All: 1:1.000.000 AID/ADA:1:250.0000
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa de Sistemas de Terreno da Área de Influência Regional (AAR); Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (All); Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).
Houve trabalho de Campo?	Sim
Período e duração do trabalho de Campo:	Não informado.
Há registros fotográficos?	Sim
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não.
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Sim.
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	FAO (1978, 1993) ⁴⁹
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não.
Foi realizado diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Sim. Schumm (1977) ⁵⁰ .
Impactos considerados com interface direta aos estudos geomorfológicos:	1- Alteração na Paisagem 2-Assoreamento nos igarapés; 3- Instabilização de Encostas, Ocorrência de Processos Erosivos e Carreamento de Sedimentos
Magnitude dos impactos	1-Média 2-Alta 3-Média
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de Gestão de Recursos Hídricos; • Plano de Gerenciamento Integrado da Volta Grande do rio Xingu; • Plano de Acompanhamento Geológico/Geotécnico e de Recursos Minerais; • Programa de Recuperação de Áreas Degradadas; • Plano Ambiental de Construção; • Programa de Monitoramento dos Sistemas de Controle Ambiental Intrínseco; • Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos; • Programa de Monitoramento dos Igarapés.

⁴⁹ FAO. A framework for land evaluation. Soils Bulletin, 32. Rome: FAO, 1976. 72 p.

_____. Guidelines for land use planning. FAO Development Series 1. FAO, Rome, 1993. 96p.

⁵⁰ Schumm, Stanley A. The fluvial system: New York, John Wiley & Sons, 1977, 338 p.

Ficha 03	
Observação: frbl0106	<p>Diagnóstico da AID é redundante com a AII.</p> <p>Não há referências no corpo do texto, observam-se, em uma pesquisa rápida, diversas citações diretas de outros documentos não referenciados. Exemplo “Parcelas Permanentes em 40ha de Florestas no Estado de São Paulo: uma experiência multidisciplinar” (MARTINI ET AL, 2005) ⁵¹</p>

Fonte: Leme Engenharia, 2009 (Organizador pelo próprio autor).

⁵¹ MARTINI, A.M.Z; CASTRO, C.; KAMIDA, H.M.; HANAZAKI, N.; IVANAUSKAS, N.M; PIRES, L.A.FRANÇA, E.J.; GOMES, F.H.; BREIER, T.B.B.; FERREIRA, T.O; VANINI, A.; SOUZA, F.M.; ANDRADE, M.A.R.; SILVESTRINI, M; BOTREL, R.T.; SOUZA, S.C.P.M; SCARPA, F.M.; ARAÚJO, L.S.; Parcelas Permanentes em 40ha de Florestas no Estado de São Paulo: uma experiência multidisciplinar. Piracicaba: LERF/LCB/ESALQ/USP, 2005. Disponível em: <http://www.lerf.eco.br/capa.asp?j=7>.

Quadro 3.2-8 - Matriz de Critério UHE Cachoeira

Ficha 04	
UHE	UHE Cachoeira
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Planalto ocidental do médio São Francisco; Planalto da bacia sedimentar do Parnaíba; Pediplano central do Maranhão-Piauí; e Depressão interplanáltica de Paranaguá.
Estado(s) contemplado(s):	Piauí e Maranhão
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do rio Parnaíba
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geólogo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Não.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Abrangência Regional (AAR); Área de Influência Indireta (AI); Área de Influência Direta (AID); Área Diretamente Afetada (ADA).
Há descrição da metodologia aplicada?	Sim. Há descrição das etapas de trabalho, bem como metodologia de análise dos dados: Miall (1984) ⁵² .
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Geologia
Principais fontes das informações/dados utilizados:	<ul style="list-style-type: none"> • Imagens de satélite (Não identificadas); • Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); • Levantamentos hidrogeológicos realizados pela SUDENE (Folha 08, 1977; Folha 13, 1978; PAIRHNE-Fase 1, 1980) na bacia do Parnaíba. • Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba (CPRM, 1995) ⁵³; Góes e Feijó (1994) ⁵⁴; • Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (1973) ⁵⁵
Escala das principais fontes utilizadas:	Não informado.
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa geomorfológico
Houve trabalho de Campo?	Sim
Período e duração do trabalho de Campo:	Não detalhado

⁵² MIALL, A. D. Principles of sedimentary basin analysis. Springer-Verlag, New York. 1984. 490 p.

⁵³ CPRM. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina. 1995.

⁵⁴ GÓES, A. M. O. & Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: Boletim de Geociências da Petrobrás, v.4, n.1, p.57-67, 1994.

⁵⁵ Projeto RADAMBRASIL. Folha SA. 23 São Luís e parte da folha SA. 24 Fortaleza: Geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 3, Levantamento de Recursos Naturais, 1973.

Ficha 04	
Há registros fotográficos?	Sim. Os registros fotográficos estão consolidados em material anexo, os quais não estão disponível para consulta no SISLic.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Não. Foi executado diagnóstico de suscetibilidade a erosão dos solos no diagnóstico de pedologia.
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	O diagnóstico pedológico fez uso da metodologia descrita por Leprun (1986) ⁵⁶ "riscos potenciais de erosão hídrica dos solos do nordeste brasileiro".
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não.
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não. Entretanto, o diagnóstico geomorfológico contemplou breve caracterização da densidade de drenagem, padrão de drenagem e condicionantes litoestruturais da rede de drenagem da AII, a partir de compilação de dados secundários (Revisão bibliográfica).
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Erosão a Jusante do reservatório; 2-Potencial ocorrência de desestabilização de encostas do reservatório; 3-Processo de assoreamento nas áreas de remanso dos braços e corpo do reservatório;
Magnitude dos impactos	1-Média; 2-Média; 3-Média;
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de monitoramento e gerenciamento ambiental; • Plano Ambiental para Construção (PAC): • Programa de projetos de recuperação ambiental de áreas de gradas nos sítios de obras; • Programa de proteção e recuperação ambiental de áreas degradadas nos sítios de obras; • Plano de acompanhamento geológico-geotécnico e de recursos minerais; • Programa de monitoramento hidrosedimentológico; • Programa de monitoramento do lenço freático.
Observação:	A mesma consultoria realizou os EIAs para UHE Cachoeira, UHE Estreito e UHE Castelhana. Para AII, não foi identificada diferenciação substancial entre o conteúdo apresentado para os 04 EIAs.

Fonte: CNEC, 2009 (Organizado pelo próprio autor).

⁵⁶ LEPRUN, J. C. Manejo e Conservação de Solos do Nordeste. SUDENE-DRN, Recife. 1986. 271 p.

Quadro 3.2-9 – Matriz de Critério UHE Castelhana

Ficha 05	
UHE	UHE Castelhana
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Planalto ocidental do médio São Francisco; Planalto da bacia sedimentar do Parnaíba; Pediplano central do Maranhão-Piauí; e Depressão interplanáltica de Paranaguá.
Estado(s) contemplado(s):	Piauí e Maranhão
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do rio Parnaíba
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geólogo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Não.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Abrangência Regional (AAR); Área de Influência Indireta (AI); Área de Influência Direta (AD); Área Diretamente Afetada (ADA).
Há descrição da metodologia aplicada?	Sim. Há descrição das etapas de trabalho, bem como metodologia de análise dos dados: Miall (1984) ⁵⁷ .
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Geologia
Principais fontes das informações/dados utilizados:	<ul style="list-style-type: none"> • Imagens de satélite (Não identificadas); • Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); • Levantamentos hidrogeológicos realizados pela SUDENE (Folha 08, 1977; Folha 13, 1978; PAIRHNE-Fase 1, 1980) na bacia do Parnaíba. • Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba (CPRM, 1995) ⁵⁸; Góes e Feijó (1994) ⁵⁹; • Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (1973) ⁶⁰
Escala das principais fontes utilizadas:	Não informado.
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa geomorfológico
Houve trabalho de Campo?	Sim
Período e duração do trabalho de Campo:	Não detalhado

⁵⁷ MIALL, A. D. Principles of sedimentary basin analysis. Springer-Verlag, New York. 1984. 490 p.

⁵⁸ CPRM. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina. 1995.

⁵⁹ GÓES, A. M. O. & Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: Boletim de Geociências da Petrobrás, v.4, n.1, p.57-67, 1994.

⁶⁰ Projeto RADAMBRASIL. Folha SA. 23 São Luís e parte da folha SA. 24 Fortaleza: Geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 3, Levantamento de Recursos Naturais, 1973.

Ficha 05	
Há registros fotográficos?	Sim. Os registros fotográficos estão consolidados em material anexo, os quais não estão disponível para consulta no SISLic.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Não. Foi executado diagnóstico de suscetibilidade a erosão dos solos no diagnóstico de pedologia.
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	O diagnóstico pedológico fez uso da metodologia descrita por Leprun (1986) ⁶¹ "riscos potenciais de erosão hídrica dos solos do nordeste brasileiro".
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não.
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não. Entretanto, o diagnóstico geomorfológico contemplou breve caracterização da densidade de drenagem, padrão de drenagem e condicionantes litoestruturais da rede de drenagem da AII, a partir de compilação de dados secundários (Revisão bibliográfica).
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Erosão a Jusante do reservatório; 2-Potencial ocorrência de desestabilização de encostas do reservatório; 3-Processo de assoreamento nas áreas de remanso dos braços e corpo do reservatório;
Magnitude dos impactos	1-Média; 2-Média; 3-Média;
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de monitoramento e gerenciamento ambiental; • Plano Ambiental para Construção (PAC); • Programa de projetos de recuperação ambiental de áreas de gradas nos sítios de obras; • Programa de proteção e recuperação ambiental de áreas degradadas nos sítios de obras; • Plano de acompanhamento geológico-geotécnico e de recursos minerais; • Programa de monitoramento hidrosedimentológico; • Programa de monitoramento do lençol freático.
Observação:	A mesma consultoria realizou os EIAs para UHE Cachoeira, UHE Estreito e UHE Castelhana. Para AII, não foi identificada diferenciação substancial entre o conteúdo apresentado para os 04 EIAs.

Fonte: CNEC, 2009 (Organizado pelo próprio autor).

⁶¹ LEPRUN, J. C. Manejo e Conservação de Solos do Nordeste. SUDENE-DRN, Recife. 1986. 271 p.

Figura 3.2-7– Matriz de Critério UHE Corumbá IV

Ficha 06	
UHE	UHE Corumbá IV
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Planalto Central Goiano
Estado(s) contemplado(s):	Goiás
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do rio Parnaíba
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Não informado.
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Não informado. (A equipe técnica foi apresentada sem detalhar a atuação de cada profissional)
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Influência (AI); Área Diretamente Afetada (ADA) e Área de Entorno (AE). (Diagnóstico integrado entre as três áreas).
Há descrição da metodologia aplicada?	Não. Procedimentos adotados: Revisão bibliográfica e trabalho de campo.
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Pedologia (Particularidade: Foram apresentados diversos perfis morfopedológicos)
Principais fontes das informações/dados utilizados:	Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL – Folha Goiás (SD22), Brasília (SD23), Belo Horizonte (SD23) e Goiânia (SD22) ⁶² .
Escala das principais fontes utilizadas:	1:1.000.000
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa Geomorfológico; Mapa de Vulnerabilidade do relevo na AE. Ambos os mapas são apresentados em escala de 1:250.000. Entretanto, é válido ressaltar que tais produtos correspondem a reproduções de mapas elaborados para o projeto RADAMBRASIL em escala de 1:1000.000.
Houve trabalho de Campo?	Sim.
Período e duração do trabalho de Campo:	Não informado.
Há registros fotográficos?	Não.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não
Foi realizado diagnóstico de	Sim.

⁶² Folha SE.22 GOIÂNIA; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1983. 768p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).

Ficha 06	
dinâmica geomórfica?	
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Projeto RADAMBRASIL (1973). Mapa de avaliação do Relevo. (Interpolação entalhamento do talvegue, declividade, forma de degradação dominante).
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Impactos sobre o solo; 2-Impactos sobre a água.
Magnitude dos impactos	1-Alta 2-Alta
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> Plano de manejo ambiental. (O EIA apresenta um único Plano - genérico - com diversas recomendações de medidas mitigadoras)
Observação:	-

Fonte: CTE, 1999 (Organizado pelo próprio autor).

Quadro 3.2-10 - Matriz de Critério UHE Couto Magalhães

Ficha 07	
UHE	UHE COUTO MAGALHÃES
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Planaltos e Chapadas Sedimentar do Paraná/ Planalto Setentrional da Bacia do Paraná.
Estado(s) contemplado(s):	Goiás
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do Tocantins
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geógrafo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Sim. (Geólogo, Geógrafo, Bióloga e Engenheiro Ambiental).
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Influência Indireta (AII); Área de Influência Indireta (AID); Área de Influência Direta (ADA) (Clara diferenciação na escala de abordagem).
Há descrição da metodologia aplicada?	Sim. ROSS, 1992 ⁶³ . Procedimentos adotados: 04 etapas de trabalho: Revisão bibliográfica, observação de campo, confecção de material cartográfico, elaboração de trabalho final).
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Pedologia e geologia.
Principais fontes das informações/dados utilizados:	Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (1983) ⁶⁴ Folha SE-22 (Goiânia); Modelo Digital do Terreno (SRTM - Shuttle Radar Topography Mission/NASA/USA).
Escala das principais fontes utilizadas:	AII1; 1:1000.000 AID: 1:350.000. As aproximações da AID permitem leitura em escala de 1:100.000.
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII); Mapa de susceptibilidade à erosão da Área de Influência Indireta (AII); Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID); Mapa de susceptibilidade à erosão da Área de Influência Direta (AID); Mapa de declividade da Área de Influência Direta (AID); Mapa Hipsométrico da Área de Influência Direta (AID); Modelo Digital do Terreno Sombreado;
Houve trabalho de Campo?	Sim.
Período e duração do trabalho de Campo:	Há menção de trabalhos de campo realizados em 2002, 2008 e 2009. Entretanto, evidencia registros comprobatórios apenas das atividades executadas em

⁶³ ROSS, J. S.Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Rev. Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992.

⁶⁴ Folha SE.22 GOIÂNIA; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Projeto RADAMBRASIL. Rio de Janeiro, 1983. 768p. (Levantamento de Recursos Naturais, 31).

Ficha 07	
	2009 (09 a 19 de junho de 2009).
Há registros fotográficos?	Sim (Peculiaridade: Todos os registros fotográficos possuem as coordenadas geográficas correspondem ao local retratado).
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não.
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Sim. Capítulo independente sobre "Suscetibilidade a erosão e processos correlatos".
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Sobreposição de mapas temáticos (pedológico, geomorfológico e geológico), inventários de processos erosivos e análise integrada.
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Sim. Cadastro de levantamento secundário (IPT, 1998) ⁶⁵ e UFMT (2001) ⁶⁶ . Cadastro <i>in loco</i> (caminhamento) e sobrevoo (Fotografias aéreas – Escala 1:15.000/ 1:8000, julho de 2002).
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não.
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Alteração da fisionomia da paisagem e da qualidade da água no TVR; 2-Intensificação do processo de assoreamento a montante da barragem; 3-Erosões nas encostas marginais e a jusante da Barragem 4-Colapsividade de Solos nas Encostas Marginais
Magnitude dos impactos	1-Média 2-Média (Implantação), Grande (Operação); 3- Pequena 4-Pequena
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Controle Ambiental das Obras; • Programa de Recomposição de Áreas Degradadas; • Programa de Monitoramento das Erosões e das Encostas Marginais; • Programa de Monitoramento Sedimentológico
Observação:	O EIA considera a magnitude com o peso da importância do impacto + a importância da medida mitigadora. Para comparações, atentar-se ao fato que demais estudos, não consideram a importância da medida mitigadora nesta variável.

Fonte: WALM ENGENHARIA\$ARCADIS TETRAPLAN, 2010 (Organizado pelo próprio autor)

⁶⁵ IPT – INSTITUTO DE PESQUISA TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Investigação, caracterização da fenomenologia e diretrizes para controle corretivo e preventivo de nove feições erosivas lineares e respectivas bacias de contribuição: Bacia Hidrográfica do Alto Araguaia, GO/MT. Relatório técnico IPT 36.904/1998.

⁶⁶ MADRUGA, E.L. Erosões associadas a estrada rural e proposições de controle. Estudo de caso na rodovia MT-100. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT), 2001. Faculdade de Agronomia e Medicina veterinária. Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical.

Quadro 3.2-11 - Matriz de Critério UHE Davinópolis

Ficha 08	
UHE	UHE Davinópolis
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Planalto Central Goiano
Estado(s) contemplado(s):	Goiás e Minas Gerais
Região Hidrográfica:	Região hidrográfica do rio Parnaíba
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Engenheiro Agrônomo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Sim. Engenheiro Florestal, Engenheiro de Minas e Geólogo.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Abrangência Regional (AAR) e Área de Influência Indireta (AII) - Apresentamos simultaneamente; Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA) - Apresentamos simultaneamente.
Há descrição da metodologia aplicada?	Não. Procedimentos adotados: Revisão bibliográfica, manipulação de material cartográfico em ambiente de SIG e inspeções de campo.
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	O Diagnóstico geomorfológico não possui interface a outros componentes, sendo que o conteúdo está majoritariamente concentrado na descrição morfológica e morfométrica. Entretanto, o Diagnóstico do Meio Físico possui dois capítulos independente, intitulados "Formas Erosivas" e "Movimento de Massa", que se estruturam sobre a inter-relação de pedologia, climatologia, geomorfologia e geologia.
Principais fontes das informações/dados utilizados:	Altimetria e declividade: <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> (SRTM) - NASA/USA; Unidades Geomorfológicas: Levantamento aerofotogramétrico (1:10.000) e ortofotocartas do Estudo do inventário da bacia do rio Paranaíba (EPE, 2006).
Escala das principais fontes utilizadas:	1:1.000.000 (AII) / Não é possível afirmar com segurança a escala adotada na AID. O Mapa corresponde cita 1:45.000, entretanto há forte indícios de se trata da escala do layout do mapa, não correspondendo à escala de mapeamento.
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa de relevo da Área de Influência Regional (AAR) e Área de Influência Indireta (AII); Mapa de declividade da Área de Influência Indireta (AII); Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA); Mapa de declividade da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA).
Houve trabalho de Campo?	Sim.
Período e duração do trabalho de Campo:	Não informado.

Ficha 08	
Há registros fotográficos?	Sim.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não.
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Sim. Capítulo de “Formas Erosivas” e “Movimento de Massa”.
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Análise integrada entre os componentes do meio físico (climatologia, geologia, geomorfologia e pedologia).
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não.
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não.
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Modificação do regime fluvial 2-Alteração do comportamento hidrossedimentológico dos rios Paranaíba e Verde no transporte de sedimentos 3-Instabilidade das encostas marginais do reservatório (surgimento de processos erosivos)
Magnitude dos impactos	1-Alta (enchimento), Baixa (Operação); 2- Alta (enchimento); 3-Baixa
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Monitoramento dos Processos Hidrossedimentológicos, das Vazões Afluentes e Defluente e do Assoreamento do Reservatório; • Programa de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Estabilização de Movimentos de Massa • Programa de Recuperação de Áreas Degradadas – PRAD; • Plano Ambiental de Conservação e Uso no Entorno do Reservatório – PACUERA.
Observação:	Mapa Geomorfológico da AID/ADA cita como fonte principal o estudo “AAI dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do rio Paranaíba” (EPE, 2006). O mapeamento geomorfológico apresentado neste estudo compila as informações do Projeto RADAMBRASIL – Folha SD. 23 Brasília: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra, v. 29, escala 1:1.000.000 – IBGE, 1982.

Fonte: Água e Terra, 2009 (organizado pelo próprio autor).

Quadro 3.2-12 - Matriz de Critério UHE Estreito

Ficha 04	
UHE	UHE Estreito
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Planalto ocidental do médio São Francisco; Planalto da bacia sedimentar do Parnaíba; Pediplano central do Maranhão-Piauí; e Depressão interplanáltica de Paranaguá.
Estado(s) contemplado(s):	Piauí e Maranhão
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do rio Parnaíba
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geólogo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Não.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Abrangência Regional (AAR); Área de Influência Indireta (AII); Área de Influência Direta (AID); Área Diretamente Afetada (ADA).
Há descrição da metodologia aplicada?	Sim. Há descrição das etapas de trabalho, bem como metodologia de análise dos dados: Miall (1984) ⁶⁷ .
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Geologia
Principais fontes das informações/dados utilizados:	<ul style="list-style-type: none"> • Imagens de satélite (Não identificadas); • Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); • Levantamentos hidrogeológicos realizados pela SUDENE (Folha 08, 1977; Folha 13, 1978; PAIRHNE-Fase 1, 1980) na bacia do Parnaíba. • Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba (CPRM, 1995)⁶⁸; Góes e Feijó (1994)⁶⁹; • Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (1973)⁷⁰
Escala das principais fontes utilizadas:	Não informado.
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa geomorfológico
Houve trabalho de Campo?	Sim
Período e duração do trabalho de Campo:	Não detalhado
Há registros fotográficos?	Sim. Os registros fotográficos estão consolidados em material anexo, os quais não estão disponíveis para

⁶⁷ MIALL, A. D. Principles of sedimentary basin analysis. Springer-Verlag, New York. 1984. 490 p.

⁶⁸ CPRM. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina. 1995.

⁶⁹ GÓES, A. M. O. & Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: Boletim de Geociências da Petrobrás, v.4, n.1, p.57-67, 1994.

⁷⁰ Projeto RADAMBRASIL. Folha SA. 23 São Luís e parte da folha SA. 24 Fortaleza: Geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 3, Levantamento de Recursos Naturais, 1973.

Ficha 04	
	consulta no SISLic.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Não. Foi executado diagnóstico de suscetibilidade a erosão dos solos no diagnóstico de pedologia.
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	O diagnóstico pedológico fez uso da metodologia descrita por Leprun (1986) ⁷¹ "riscos potenciais de erosão hídrica dos solos do nordeste brasileiro".
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não.
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não. Entretanto, o diagnóstico geomorfológico contemplou breve caracterização da densidade de drenagem, padrão de drenagem e condicionantes litoestruturais da rede de drenagem da AII, a partir de compilação de dados secundários (Revisão bibliográfica).
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Erosão a Jusante do reservatório; 2-Potencial ocorrência de desestabilização de encostas do reservatório; 3-Processo de assoreamento nas áreas de remanso dos braços e corpo do reservatório;
Magnitude dos impactos	1-Média; 2-Média; 3-Média;
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Plano de monitoramento e gerenciamento ambiental; • Plano Ambiental para Construção (PAC); • Programa de projetos de recuperação ambiental de áreas de gradas nos sítios de obras; • Programa de proteção e recuperação ambiental de áreas degradadas nos sítios de obras; • Plano de acompanhamento geológico-geotécnico e de recursos minerais; • Programa de monitoramento hidrosedimentológico; • Programa de monitoramento do lenço freático.
Observação:	A mesma consultoria realizou os EIAs para UHE Cachoeira, UHE Estreito e UHE Castelhana. Para AII, não foi identificado diferenciação substancial entre o conteúdo apresentado para os 04 EIAs.

Fonte: CNEC, 2009 (Organizado pelo próprio autor).

⁷¹ LEPRUN, J. C. Manejo e Conservação de Solos do Nordeste. SUDENE-DRN, Recife. 1986. 271 p.

Quadro 3.2-13 - Matriz de Critério UHE Estreito (Tocantins)

Ficha 10	
UHE	UHE Estreito (rio Tocantins)
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Domínio Morfoclimático dos Chapadões Tropicais/Depressão do Médio Tocantins-Araguaia
Estado(s) contemplado(s):	Maranhão e Tocantins
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do Tocantins - Araguaia
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geólogo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Sim. Engenheiro civil, engenheiro agrônomo e geólogo.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Influência Indireta (AII); Área de Influência Direta (AID).
Há descrição da metodologia aplicada?	Sim. O trabalho é orientado pela metodologia proposta por VAN ZUIDAM (1982) ⁷² para mapeamento geomorfológico sinóptico de média escala. (Considerou-se pesquisa bibliográfica e cartográfica, compilação de dados preexistentes, complementados por fotointerpretação e trabalhos de campo).
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Com destaque a climatologia.
Principais fontes das informações/dados utilizados:	Mapas Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL; Mapas de Unidades de Relevo do Brasil. Escala 1:5.000.000 (IBGE 1993; 2006); Trabalho de Campo; Interpretação de imagens de satélites, nas escalas 1:100.000 e 1:250.000, para elaboração dos mapas geomorfológicos da AID e AII. Espacialização dos tipos de relevo em plantas topográficas 1:100.000 do IBGE (folhas de Paranadji (Estreito), Wanderlândia, Babaçulândia, Carolina, Nova Olinda, Palmeirante, Colinas de Goiás, Itacajá, Pedro Afonso e Goiatins) e nas plantas topográficas 1:250.000 do DSG e IBGE (Folhas Araguaína, Carolina, Conceição do Araguaia, Itacajá, Tocantinópolis e Balsas); Os aspectos metodológicos mencionam fotointerpretação, entretanto as fotografias aéreas utilizadas não foram referenciadas.
Escala das principais fontes utilizadas:	AII: 1.000.000 E 1:5.000.000. AID: Não informado.

⁷² VAN ZUIDAM, R.A. Considerations on systematic medium scale geomorphological mapping. Zeitschrift fur Geomorphologie, Berlin-Stuttgart, 26, n. 4, 1982.

Ficha 10	
	Entretanto os mapas apresentados no estudo são de mesoescala escala (1:250.000 e 1:100.000), segundo os autores o detalhamento da cartografia foi possível através de complementados por fotointerpretação, dados secundários de precipitação e informações sobre a natureza do substrato litológico, bem como trabalhos de campo.
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII); Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID); Mapa de Susceptibilidade à Erosão das Terras; (Material não avaliado tendo em vista que foram disponibilizados apenas os arquivos de plotáveis em extensão editável - extensão plt)
Houve trabalho de Campo?	Sim
Período e duração do trabalho de Campo:	Fevereiro de 2011
Há registros fotográficos?	Sim. (Particularidade: As fotografias são orientadas pela distante do eixo à barragem. Entretanto, a maior parte das fotografias relacionadas à geomorfologia não estavam disponíveis no SisLic).
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não.
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Sim. Foi realizado um diagnóstico de dinâmica geomórfica no capítulo destinado aos estudos de geomorfológica. Adicionalmente, foi apresentado um Capítulo independente sobre erosão.
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Para a análise da dinâmica geomórfica realizada dentro do Capítulo da componente geomorfologia, foi realizado aferições entre a morfometria e o comportamento morfodinâmico esperado, a partir de revisão bibliográfica e trabalhos de campo. Para o capítulo independente sobre erosão, avaliou-se, durante os trabalhos de campo, a dinâmica superficial atual e passada. A primeira foi avaliada com base na ocorrência de formas erosivas e deposicionais atuais, e a dinâmica passada através do reconhecimento das formas de relevo e das feições deposicionais (depósitos correlativos).
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não.
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Sim. Metodologia proposta por SCHUMM, 1977 (Classificação).

Ficha 10	
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Formação de Áreas Úmidas e Alagadas; 2-Instabilidade e Potencial Erosivo de Taludes e Encostas Marginais; 3-Intensificação do Processo de Assoreamento a Montante da Barragem;
Magnitude dos impactos	1-Magnitude não mensurável (Importância média); 2-Magnitude não mensurável (Importância baixa); 3-Magnitude não mensurável (Importância média);
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de monitoramento e gerenciamento ambiental; • Programa de controle ambiental na fase de construção; • Programa de proteção e recuperação ambiental nos sítios das obras; • Programa de monitoramento de pontos propensos a instabilização de encostas e taludes marginais; • Programa de pesquisa científica do meio físico.
Observação:	“A premissa adotada para o desenvolvimento dos estudos geomorfológicos é a de que o relevo é a chave para a compreensão do meio físico, uma vez que ele reflete uma síntese histórica e funcional dos fatores intervenientes em sua gênese, que são a neotectônica, o clima e o substrato rochoso”.

Fonte: CNEC, 2001 (Organizado pelo próprio autor).

Quadro 3.2-14 - Matriz de Critério UHE Foz do Chapecó

Ficha 11	
UHE	UHE Foz do Chapecó
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Domínio Morfoestrutural das Bacias e Coberturas Sedimentares da Bacia do Paraná.
Estado(s) contemplado(s):	Santa Catarina e Rio Grande do Sul.
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do rio Uruguai
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Não informado.
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Não informado. (A equipe técnica foi apresentada sem detalhar a atuação de cada profissional)
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Influência Indireta (AII); Área de Influência Direta (AID).
Há descrição da metodologia aplicada?	Não. Procedimentos adotados: (i) Revisão bibliográfica, (ii) análise da composição de mapas geomorfológicos existentes, (iii) análise das cartas planialtimétricas do SGE, (iv) análise de imagens LANDSAT e mosaico de fotos aéreas, (v) elaboração e cartografia específica.
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Geologia
Principais fontes das informações/dados utilizados:	Imagens de satélite (Não identificadas); Imagem do relevo obtida do Modelo Digital de Terreno Sombreado (NASA – SRTM); Levantamentos hidrogeológicos realizados pela SUDENE (Folha 08, 1977; Folha 13, 1978; PAIRHNE-Fase 1, 1980) na bacia do Parnaíba; Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba (CPRM, 1995) ⁷³ ; Góes e Feijó (1994) ⁷⁴ ; Mapas Geomorfológicos do Projeto RADAMBRASIL – Folha São Luís (SA23) e Folha Fortaleza (SA24); Escala 1:1000000 ⁷⁵
Escala das principais fontes utilizadas:	Não informado (diversas fontes)
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Elaboração do mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta, na escala 1:250.000 e Mapa geológico- geomorfológico de Área de Influência Direta, na escala 1:50.000
Houve trabalho de Campo?	Não.
Período e duração do trabalho de Campo:	--
Há registros fotográficos?	Não.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	--

⁷³ CPRM. Mapa Geológico da Bacia do Parnaíba. Núcleo Teresina. 1995.

⁷⁴ GÓES, A. M. O. & Feijó, F. J. Bacia do Parnaíba. Rio de Janeiro: Boletim de Geociências da Petrobrás, v.4, n.1, p.57-67, 1994.

⁷⁵ Projeto RADAMBRASIL. Folha SA. 23 São Luís e parte da folha SA. 24 Fortaleza: Geologia geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, v. 3, Levantamento de Recursos Naturais, 1973.

Ficha 11	
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Não
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	--
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Não.
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não.
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Alteração do sistema fluvial; 2-Início ou aceleração de processos erosivos.
Magnitude dos impactos	1-Não mensurado. 2-Média importância.
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de controle dos processos erosivos; • Programa de recuperação de áreas degradadas
Observação:	

Fonte: DESENVIX, 2000. (Organizado pelo próprio autor).

Quadro 3.2-15 - Matriz de Critério UHE Itaocara.

Ficha 12	
UHE	UHE Itaocara
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Não há descrição do domínio geomorfológico no qual o empreendimento está inserido. Menciona-se apenas a “Província da Mantiqueira”
Estado(s) contemplado(s):	Rio de Janeiro e Minas Gerais
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do rio Paraíba do Sul.
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geógrafo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Sim. Engenheiro agrônomo, geólogo e biólogo.
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Influência Indireta (AII); Área de Influência Direta (AID).
Há descrição da metodologia aplicada?	Sim. ROSS (1990). A Abordagem da cartografia geomorfológica obedece aos níveis estabelecidos pela União Geográfica Internacional (morfologia, morfometria, gênese e cronologia).
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Geologia
Principais fontes das informações/dados utilizados:	Carta geomorfológica. Folha Rio de Janeiro (SF.23-Z-B). Escala 1:250.000 (CPRM, 2000) com uso de ortofotos (LACTEC, 2009) e dados de campo; Aerolevantamento com aquisição dos dados Light Detection and Ranging – LiDAR e das imagens provenientes da câmera digital de pequeno formato com resolução de 13.5 megapixel (2009). O uso atual da terra e cobertura vegetal obtido através de análises integradas das imagens Landsat TM 5, de mapas publicados pelo MMA (2007) e de análises visuais de imagens com melhor definição disponibilizadas no Google Earth e modelo digital de terreno SRTM.
Escala das principais fontes utilizadas:	1:50.000 (Uso Atual do Solo) ; 1:100.000 (Aerolevantamento) e 1:250.000 (CPRM)
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII); Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID); Mapa de exposição das encostas (ângulos) da Área Diretamente Afetada (ADA); Mapa de declividade da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA); Mapa de altimetria da Área de Influência Direta (AID) e Área Diretamente Afetada (ADA); Mapa de Suscetibilidade a mecanismos de instabilização

Ficha 12	
	da Área de Influência Direta (AID); Mapa de suscetibilidade a erosão da Área de Influência Direta (AID);
Houve trabalho de Campo?	Sim.
Período e duração do trabalho de Campo:	Há menção de 02 campanhas para “Ecossistemas Terrestres” na introdução do capítulo de diagnóstico ambiental. Entretanto não há menções sobre datas e confirmação se os trabalhos de geomorfologia estão inclusos nas duas campanhas mencionadas.
Há registros fotográficos?	Sim.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Não identificado.
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	<p>Sim.</p> <p>Item específico intitulado “Processos Erosivos na AII”, “Processos Erosivos na AID” e “Análise de Efeito de Ondas no Reservatório”.</p> <p>Citam-se, ainda, no âmbito <u>diagnóstico geológico</u>, os subitens:</p> <ul style="list-style-type: none"> (i) Avaliação da estabilidade das Áreas de Empréstimo e Bota-fora”; (ii) Estabilidade geológica das encostas da Área do Reservatório após seu Enchimento; (iii) Estabilidade geológica das ombreiras da barragem (iv) Estado previsto de estabilidade dos taludes após o enchimento; (v) Estabilidade dos taludes em relação a escorregamentos; (vi) Estabilidade dos taludes em relação à erosão por ravinas e voçorocas
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	<p>“A metodologia utilizada consistiu em observação no campo dos aspectos marcantes que resultam nas características das unidades da paisagem. Esta aplicação tem como origem o cruzamento de documentos básicos pré-existentes – cartas topográficas, mapas, fotografias aéreas e bibliografia publicada – com os trabalhos de observação no campo e utilização de programas computacionais gráficos. Esta sistemática de inserção dos dados estudados previamente e os obtidos em campo no ambiente digital, seguida de sua manipulação e análise resultará na confecção dos mapas de feições erosivas e deposicionais das Áreas de Influência Indireta e Direta – AII e AID” (ECOLOGY BRASIL, 2011, 2341-00-EIA-RL-0001-01, p.39)</p>
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na área?	Sim.

Ficha 12	
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Não.
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Deflagração de processos erosivos; 2-Assoreamento de corpos hídricos; 3- Redução do Transporte de Sedimentos <i>a jusante</i> ; (Fase de operação); 4-Carreamento dos sedimentos (Fase de implantação); 4-Carreamento de Sólidos na Coluna D'água (Fase de implantação);
Magnitude dos impactos	1-Baixa 2-Baixa 3-Baixa 4-Média
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de Gestão Ambiental; • Plano Ambiental para a Construção – PAC, Programa de Monitoramento e Controle dos Processos Erosivos e Programa de Monitoramento do Lençol Freático; • Plano de Uso do Entorno de Reservatório, Programa de Compensação Ambiental, Programa de Reflorestamento e Programa de Recuperação de Áreas Degradadas.
Observação:	

Fonte: Ecology Brasil, 2011 (Organizado pelo próprio autor).

Quadro 3.2-16 - Matriz de Critério UHE Xingó

Ficha 13	
UHE	UHE Xingó
Domínio geomorfológico identificado no EIA:	Pediplano do Baixo São Francisco, Chapas do Tonã e da Serra Talhada e Tabuleiros Dissecados do Vaza Barris.
Estado(s) contemplado(s):	Alagoas e Sergipe
Região Hidrográfica:	Região Hidrográfica do rio São Francisco.
Atribuição profissional do responsável pelo diagnóstico geomorfológico:	Geógrafo
Há multidisciplinariedade entre os técnicos envolvidos no diagnóstico do Meio Físico?	Sim (Engenheiro civil, agrônomo, geógrafo, geólogo e biólogo).
Área de estudo (Áreas de Influência abrangidas):	Área de Influência Indireta (AII); Área de Influência Direta (AID).
Há descrição da metodologia aplicada?	Não. Procedimentos adotados: referência bibliográfica, trabalhos de campo e Imagens do satélite LANDSAT (fotointerpretação).
Análise compreende interface com outro componente do Meio Físico? Quais?	Sim. Climatologia, geologia, pedologia.
Principais fontes das informações/dados utilizados:	AII: Mapa Geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL (Nou, Bezerra e Dantas, 1983). AID: Imagem de satélite TM-LANDSAT-5 e trabalho de campo intensivo.
Escala das principais fontes utilizadas:	1:1.000.000
Quais mapas temáticos foram apresentados?	Mapa geomorfológico da Área de Influência Indireta (AII); Mapa geomorfológico da Área de Influência Direta (AID).
Houve trabalho de Campo?	Sim.
Período e duração do trabalho de Campo:	Entre dezembro/1991 a setembro/1992
Há registros fotográficos?	Não.
Houve preocupação com a sazonalidade para execução do trabalho de campo e/ou tratamentos dos dados?	Sim
Foi realizado diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Sim
Qual a metodologia aplicada no diagnóstico de dinâmica geomórfica?	Tricart (1977) ⁷⁶ - Meios estáveis, meios de transição e meios instáveis.
Foi realizado cadastramento dos processos morfodinâmicos na	Não

⁷⁶ TRICART, J.& SILVA, T.C da. Estudos de geomorfologia da Bahia e Sergipe. Salvador, Fundação para o Desenvolvimento da Ciência/Imprensa Oficial, 1968.

Ficha 13	
área?	
Foi realizado Diagnóstico de geomorfologia fluvial?	Sim.
Impactos considerados com interface a aos estudos geomorfológicos:	1-Alteração dos processos erosivos deposicionais das margens do rio São Francisco a jusante da barragem; 2-Intensificação dos processos erosivos; 3-Alteração geomorfológica com mudança na paisagem regional; 4-Desestabilização das encostas marginais do reservatório; 5-Assoreamento do reservatório;
Magnitude dos impactos	1- Magnitude não mensurada (Citam-se impactos expressivos com relação à erosão das margens a jusante durante a fase de operação do reservatório.); 2- Magnitude não mensurada 3- Magnitude não mensurada; 4-Baixa 5- Magnitude não mensurada;
Programas ambientais com interface a aos estudos geomorfológicos:	<ul style="list-style-type: none"> • Programa de recuperação de área degradada; • Programa de controle do uso do solo; • Programa de monitoramento dos impactos geológicos e geomorfológicos (Subprograma de monitoramento das encostas marginais do reservatório).
Observação:	<p>Foi observado registros fotográficos de campo apenas no RIMA.</p> <p>A classificação de impactos considera apenas impactos <i>de menor importância</i> e <i>impactos de maior importância</i>. Embora a classificação seja incipiente, as descrições podem ser consideradas detalhadas e de grande escala de aproximação, quando comprado aos demais EIAs aqui analisados.</p> <p>Como exemplo, o impacto de “assoreamento no reservatório”, identifica principais locais de geração de sedimentos na bacia, considera sinergia com outros aproveitamentos hidrelétricos a montante, pondera o tipo de substrato geológico na calha do rio para classificar a granulometria provável do sedimento gerado e apresenta dados oficiais de UHE em operação para mensurar quantidade de sedimentos possivelmente gerados para UHE Xingó.</p>

Fonte: ENGE-RIO, 1993 (organizador pelo próprio autor).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou discutir a abordagem e a contribuição do conteúdo geomorfológico no licenciamento ambiental de 13 empreendimentos hidroenergéticos nacionais.

Assim, a análise e interpretação dos dados foram executadas sob um olhar crítico, sustentada pela revisão bibliográfica, bem como pela aplicação de uma matriz de critérios e subcritérios previamente estabelecidos. Frente aos resultados obtidos, julga-se que os procedimentos metodológicos adotados permitiram atender aos objetivos prescritos, ou seja, conhecer o conteúdo e forma das abordagens geomorfológicas em estudos ambientais de empreendimentos hidrelétricos recentes, bem como fornecer indicadores – de primeira aproximação – para novos EIAs de mesma tipologia.

Entretanto, embora tenhamos adotados critérios fixos de levantamento para atenuar a subjetividade do resultado, a amplitude do universo amostral agrega inevitável generalização a algumas ponderações, que poderão ser sanadas em pesquisas realizadas para menores recortes temporais ou espaciais.

Nesta linha de raciocínio, mesmo sobre o crivo de aproveitamentos hidrelétricos de grande porte⁷⁷, observamos projetos com estruturas operacionais substancialmente distintas, a exemplo da UHE Corumbá IV com pouco menos de 10 km² de reservatório de regularização e a UHE Belo Monte com mais de 500 km² de área inundável e reservatório a fio d'água. Cabe também pontuar o contexto localizacional dos empreendimentos analisados, que se estendem de sítios em faixas de dobramentos remobilizados (UHE Aimorés) à extensas coberturas sedimentares da bacia do Paraná (UHE Estreito), bem como a conjuntura política do período em que o projeto foi apresentado, sobre a hipótese de que a pressão política-midiática-social poderia direcionar a emissão dos Termos de Referência e parecer de

⁷⁷ Potencia Instalada acima de 30MW e/ou reservatório com 3km² ou maior. (Resolução Conama 01/86)

complementação emitidos pelo órgão licenciador. Tais ponderações representam desafios a continuidade da pesquisa aqui iniciada.

Entende-se, neste contexto, que produções que visem avaliar a efetividade do conteúdo apresentado nos Estudos de Impacto Ambiental, a exemplo da presente dissertação, produzem não apenas indicadores para estudos futuros, mas também conteúdo norteador para o órgão licenciador.

Perante o material analisado, observa-se que algumas solicitações oriundas do processo de licenciamento ambiental são responsáveis pela produção de conteúdo técnico-científico para regiões antes desprovidas destes recursos. Cita-se, como exemplo, o mapeamento geomorfológico de UHE Belo Monte, que elaborou mapa geomorfológico na escala de 1:100.000 da Área e Influência Direta do empreendimento (Vitória do Xingu, Altamira e Brasil Novo (PA) ou UHE Aimorés, com cartografia geomorfologia em escala de 1:50.000 para Área Diretamente Afetada e entorno (Aimorés (MG); Baixo Guandu (ES), Itueta (MG) e Resplendor (MG)).

Destaca-se, entretanto, que maioria dos casos analisados fez uso de mapeamentos sistemáticos existentes em pequena escala, seguidos, em menor número, por mapas adaptados com uso de ferramentas de geoprocessamento. Esta informação evidencia a importância de mapeamentos sistemáticos e o alcance que estes documentos têm na sociedade, atuando não apenas como instrumento governamental para o planejamento e gestão do território, mas como *background* para diversas produções técnicas que norteiam, como no nosso exemplo, a viabilidade ambiental de empreendimentos expressivos no país.

É válido também ponderar que os mapeamentos apresentados nos processos de licenciamento ambiental são executados sobre condições enxutas de cronograma, objetivos específicos e, por vezes, procedimentos técnicos e metodológicos pouco claros, de forma que não substituem as lacunas de produção cartográfica no território nacional. (Vide Quadro 3.2-1 do *Capítulo 3 - Análise da abordagem*

geomorfológica dos EIAs pré-selecionados, onde usualmente mapas executados em escala de 1:1.000.000 foram apresentados em escalas de 1:250.000 ou maior)

Entende-se que a análise dos resultados obtidos já foi apresentada no Item 3.2, entretanto, cabe lembrar que aproximadamente 40% do universo amostral não apresentou diagnóstico de dinâmica geomorfológica e 77% não realizou cadastro das feições morfodinâmicas existentes no sítio de implantação do empreendimento e entorno imediato.

Conforme detalhado nos Itens 2.3.2 e 3.2, a identificação de registro de erosões, movimentos de massa ou deposição de sedimentos, é de grande valia para (i) validar o mapeamento geomorfológico de detalhe (ii) identificar fontes de degradação pretéritas ao empreendimento, (iii) setorizar áreas de maior fragilidade e (iv) identificar áreas de atuação dos programas de monitoramento.

Nesta temática, registra-se que nenhum diagnóstico demonstrou preocupações com a sazonalidade climática para planejamento das atividades de campo.

Entende-se, conforme adiantado no Capítulo 3, que inventários de feições morfodinâmicas em períodos de estiagem podem mascarar a percepção da magnitude e frequência de feições menores do relevo, como erosões e movimentos de massa, atenuando a mensuração da dinâmica geomórfica da região, sobretudo, em regiões de períodos secos e úmidos bem demarcados, como o sudeste brasileiro (Caso da UHE Aimorés e Itaocara).

Outra questão que merece destaque é a superficialidade da classificação e descrição dos impactos identificados. Citamos, como exemplo, a não diferenciação entre fatores deflagradores dos processos erosivos e assoreamento, assim como o discurso genérico, sem quantificação do volume, ou espacialização dos prováveis focos. Neste sentido, no item 3.2 apresentamos exemplos de alternativas para o levantamento de dados que viabilize mensurações mais fidedignas ao cenário de pós-implantação.

Por fim, no capítulo inicial desta dissertação, citamos Rubio (2008), ao afirmar que, ao longo dos anos, “o histórico do processo de licenciamento ambiental contou com a incorporação de conhecimentos acadêmicos, mas também de conhecimentos gerados nos estudos de impactos anteriores. Soma-se a isso incorporação de dados resultantes dos monitoramentos ambientais propostos para os empreendimentos implantados desde então, que permitiram melhor precisão na descrição e na avaliação de impactos ambientais, tal como exigido pela legislação vigente”

A partir dos resultados obtidos, não foi possível verificar o aprimoramento contínuo da qualidade da abordagem dada aos estudos geomorfológicos nos EIAs aqui analisados, vide que estudos mais antigos, como o caso da UHE Xingó (1993), apresentaram maiores esforços de mapeamento, campos mais extensos (coleta de dados primários) e impactos mais detalhados do que EIAs mais recentes, a exemplo dos estudos desenvolvidos para UHE Batalha (2005).

Perante as lacunas apontadas, evidenciaram-se casos, como os EIAs das UHE Itaocara e UHE Estreito (Tocantins), onde atividades corriqueiras a diagnósticos detalhados da geologia e geomorfologia foram postergados para próxima fase do licenciamento ambiental, através de programas ambientais.

Neste sentido, temos que o processo de licenciamento ambiental é, sem dúvidas, um processo “vivo”, no qual poderão ser inseridas novas informações ao passo do detalhamento do projeto. Neste cenário, pós-aprovação, se insere os programas ambientais, por exemplo, que poderão trazer a cena “impactos adversos ou mudanças súbitas em tendência de impactos, não previstos no EIA”. (ROHDE, 1993, p.2).

Contudo, estas premissas não podem ser tomadas como justificativa para incipiência dos levantamentos ambientais na fase de licença prévia. É importante termos em mente que o EIA, conforme previsto na Resolução Conama 01/86, é um documento que deve ofertar a sociedade (audiência pública) e ao Estado (órgão ambiental) conhecimento suficiente para gerenciar o território e os recursos naturais nacionais.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.A. A teoria geomorfológica e sua edificação: análise crítica. **Revista IG**, São Paulo, nº4, p.5-23, janeiro/dezembro de 1983.

AB'SABER, A.N **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. 1957. 259. Tese (Doutor em Ciência) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1957.

AB'SÁBER, A. N. **Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas no Brasil**. Orientação, São Paulo, n. 3, p. 45-48, 1967.

AGAR - CONSULTORIA E ESTUDOS TÉCNICOS; BIODINÂMICA ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE. **Estudo de Impacto Ambiental da UHE Paulistas**. Rio de Janeiro: AGAR, BIODINÂMICA, 2005.⁷⁸

ÁGUA E TERRA PLANJEAMENTO AMBIENTAL LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Davinópolis**. Patos de Minas: Água e Terra, 2009.

AB'SABER, A.N **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo**. 1957. Tese (Doutor em Ciência) - Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1957.

AKIOSSI, A. **Análise da abordagem dos processos de dinâmica superficial em EIAS/RIMAS de projetos urbanísticos no estado de São Paulo, no período de 1987 a 2007**. 2010. 186f. Tese (Doutor em Geociências) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

ALMEIDA, F.F.M. DE; HASUI, Y.; PONÇANO, W.L.; DANTAS, A.S.L.; CARNEIRO, C.D.R.; MELO, M.S. DE; BISTRICHI, C.A. **Mapa Geológico do Estado de São**

⁷⁸ A UHE Batalha já foi nomeada como UHE Paulista, sendo o EIA desenvolvido com o nome antigo do aproveitamento.

Paulo (escala 1:500.000). São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1981. 126 p.

ALMEIDA, M.R.R; MALFARÁ, D.T.; MENDES, N.C.; MORAES, M.C.P.; SOUZA, M.P. **Aplicação de métodos para revisão da qualidade de estudos de impacto ambiental** In Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidades –GeAS.V.1,nº02, p.01-28. São Paulo, 2012.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica**. 3. ed. Brasília : Aneel, 2008.

BABINSKI, Z. **Hydromorphological consequences of regulating the lower Vistula, Poland**. Regulated Rivers: Research & Management, v. 7, 1992, p. 337-348.

BARDELIN, C.E.A. **Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica**. 2004. 113f. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

BM - BANCO MUNDIAL. **Licenciamento Ambiental de empreendimentos hidrelétricos no Brasil: uma contribuição para o debate**. Volume II: Relatório principal. Relatório 40995-BR. Brasília, 2008.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. Parte das folhas SC.23. Rio São Francisco e SC.24 Aracaju; geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973. (Levantamento de recursos naturais, 1).

BURIAN, P.P. **Do estudo de impacto ambiental à avaliação ambiental estratégica – ambivalência do processo de licenciamento ambiental no setor elétrico**. 2006. 219f. Tese (Doutor em Ciências Sociais) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

CAILLEUX, A. & TRICART, J. Le problème de la classification des faits géomorphologiques. **Ann. de Géogr.** n°65, p.162 -186, 1956.

CASSETI, V. Geomorfologia. [S.l.]: [2005]. Disponível em: <<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>>. Acesso em: setembro de 2015.

CNEC ENGENHARIA. **Estudo de Impacto Ambiental da UHE Estreito**. São Paulo: CNEC, 2001.

CNEC ENGENHARIA. **Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento hidrelétrico AHE Cachoeira**. Projeto Parnaíba. São Paulo: CNEC, 2009a.

CNEC ENGENHARIA. **Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento hidrelétrico AHE Castelhana**. Projeto Parnaíba. São Paulo: CNEC, 2009b.

CNEC ENGENHARIA. **Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento hidrelétrico AHE Estreito**. Projeto Parnaíba. São Paulo: CNEC, 2009c.

COLTRINARI, L. Cartografia geomorfológica detalhada: a representação gráfica do relevo entre 1950-1970. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v12, nº03, 2011. Disponível em:

http://www.geografia.fflch.usp.br/posgraduacao/apoio/Apoio_Lylian/5.2-Cartografia_geomorfologica.pdf. Acesso: maio/2015.

CTE - CENTRO TECNOLÓGICO DE ENGENHARIA LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Múltiplo Corumbá IV**. São Paulo: CTE, 1999.

DAVIS, W. M. The geographical cycle. **Geographical Journal**, nº 14, p.481-504, 1899.

DEMEK, J. (Editor). **Handbuch der geomorphologischen Detailkartierung**. Ferdinand Hirt. Wien, 1976.

DEMEK, J. **Generalization of geomorphological maps**. In Progress Made in Geomorphological Mapping. Brno, 35-66, 1967.

DESENVIX ENERGIAS RENOVÁVEIS S.A. **Estudo de Impacto Ambiental da UHE Foz do Chapecó**. Florianópolis: DESENVIX, 2000.

DIAS, D.S.; RODRIGUES, A.P. A regulação das indústrias de rede: o caso dos setores da infraestrutura energética. **Revista de Economia Política**, volume 17, nº3, julho/setembro de 1997. Disponível em: <http://www.rep.org.br/pdf/67-6.pdf>. Acesso outubro/2015.

ECOLOGY BRASIL LTDA. **Estudo de Impacto Ambiental da UHE Itaocara**. Rio de Janeiro: ECOLOGY, 2011.

ENGE-RIO ENGENHARIA E CONSULTORIA S.A. **Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Xingó**. Rio de Janeiro: ENGE-RIO, 1993.

FACURI, M.F. **A implantação de usinas hidrelétricas e o processo de licenciamento ambiental: importância da articulação entre os setores elétricos e de meio ambiente no Brasil**. 2004. 88f. Dissertação (Mestre em Engenharia da Energia) - Universidade federal de Itajubá, Itajubá, 2004.

FLORENZANO, T.G. Introdução à geomorfologia. In FLORENZANO, T.G. (Org.) **Geomorfologia: Conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. p11-29.

FONSECA, G.L.; ALENCAR, R.C.C.; PRUDENTE, C.N. **O estudo da dinâmica geomorfológica a partir da distribuição pluviométrica no estado de Minas Gerais**. In: VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 2006, Goiânia, p1-10.

FURLANETTO, T. **Estudo de alternativas locacionais para viabilidade ambiental de empreendimentos: o caso do aeroporto de Ribeirão Preto**. 2012. 92f. Dissertação (Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2012.

GERASIMOV, I.P. E MESCHERIKOV, J.A. **Morphostructure**. In The encyclopedia of geomorphology. Ed. R.W. Fairbridge, p. 731-732. Reinhold Book Co. New York, 1968.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 4ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de Pesquisa**. 5ed. São Paulo: Editora Atlas, 2010

GLASSON, J., THERIVEL, R. E CHADWICK, A. Introduction to enveronmental impact assessment 3rd Edition Taylor & Francis e-Library, 2005., apêndice 04.

GOLDSMITH, Edward, HILDYARD, Nicholas. **The social and environmental effects of large dams**. The Sierra Club Books, San Francisco, CA., 1984.

GOMES, A.C.S.; ABARCA, C.D.G.; FARIA, E.A.S.T.; FERNANDES, H.H.O. BNDES 50 Anos - Histórias Setoriais: O Setor Elétrico. Brasília, 2002.

GOLÇALVES, D.B.; RODRIGUES, S.C. Simbologia linear aplicada ao mapeamento geomorfológico na bacia hidrográfica do baixo curso do rio Uberabinha – Uberlândia – MG. **Revista Horizonte Científico**, Uberlândia ,vol.1, nº1, p1-2, março de 2007.

Disponível em:

<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/3855/2860>. Acesso: novembro de 2015.

GREGORY, K.J. **A natureza da geografia física**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

IESA – INTERNACIONAL DE ENGENHARIA S.A. **Estudo de Impacto Ambiental da UHE Aimorés**. Relatório Técnico. São Paulo: IESA, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Manual técnico de geomorfologia** / Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. Ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009, 182 p. (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5). Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_geomorfologia.pdf. Acesso setembro de 2015.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Termo de Referência para elaboração do Estudo de Impacto**

Ambiental e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA de aproveitamento hidrelétrico. [S.l]. Disponível em: http://licenciamento.ibama.gov.br/Hidreletricas/Urucui/01%20-%20VOLUME%20I/URU_Vol1_ESTUDOS_PRELIMINARES.pdf. Acesso outubro/2015.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS Renováveis. Manual de procedimentos do licenciamento ambiental federal. Brasília: Ibama, 2002

JUNIOR, J.T.A. **Regulação e concorrência em setores de infraestrutura.** Estudos e pesquisas n°94. INAE Instituto Nacional de Altos Estudos, 2005 Disponível em: <http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2064724.PDF>. Acesso julho/2015.

JUCHEM, P.A. (Org.). **Manual de Avaliação de Impactos Ambientais**, 1ed. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1992.

KAKINAMI, S.H. **A efetividade da informação na etapa pós-aprovação de empreendimentos hidrelétricos.** 2010. 156f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

KOHLER, A escala na análise geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 03, n°01, p. 11-19, 2002.

LEME ENGENHARIA LTDA. **Estudo do Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte.** Belo Horizonte: Leme, 2009.

MAB – MOVIMENTO DOS ATINGIDOS POR BARRAGEM. História do MAB: 20 anos de organização, lutas e conquistas. [S.l] Disponível em <http://www.mabnacional.org.br/content/1-final-da-decada-70-os-primeiros-passos>. Acesso: novembro/2015.

MAMEDE, L. Geomorfologia: uma abordagem em uma microbacia. **Geografares**, Vitória, v.1, n°1, p.51-60, 2000. Disponível em:

<http://www.periodicos.ufes.br/geografares/article/viewFile/1163/875>. Acesso: Agosto de 2015.

MANYARI, W.V. **Impactos ambientais a jusante de hidrelétricas: o caso da usina de Tucuruí/PA**. Tese (Doutor em Ciência em Planejamento Energético e Ambiental) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2007.

MARQUES, J.S. **Ciência geomorfologia**. In GUERRA, A.J.T.&CUNHA,S.B. Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 3ed. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 1998. p.23-50.

MATOS, P.O. **Análise dos planos de desenvolvimento elaborado no Brasil após II PND**. 2002. 203 f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

MESCERJAKOV, J.P. Les concepts de morphostructure et de morphosculture: un nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. **Annales de Geographie**, 77, n° 423, Paris, 1968, p. 538- 552.

MILARÉ, E. **Estudo de Impacto Ambiental no Brasil** In PLANTENBERG, C.M; AB'SABER, A.N (Orgs.) Previsão de Impactos: O estudo de impactos ambiental no leste, oeste e sul. Experiência no Brasil, na Rússia e na Alemanha. 1ed. São Paulo: Editora da universidade de São Paulo, 1994.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: novembro/2015.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Vazão ecológica e vazão ambiental**. 41ª Reunião da Câmara Técnica de Controle e Qualidade Ambiental / CONAMA. Brasília, 2010. Disponível em:http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1306/Apresentacao_Vazao+ecologica+vazao+ambiental.pdf. Acesso: dezembro/2015.

MONOSOWSKI, E. **O sertão vai virar mar** In PLANTENBERG, C.M; AB'SABER, A.N (Orgs.) Previsão de Impactos: O estudo de impactos ambiental no leste, oeste e sul. Experiência no Brasil, na Rússia e na Alemanha. 1ed. São Paulo: Editora da universidade de São Paulo, 1994.

MOREIRA, I.V.D. **Avaliação de impactos ambientais no Brasil: antecedentes, situação atual e perspectivas futuras.** In JUCHEM, P.A. (Org.). Manual de Avaliação de Impactos Ambientais, 1ed. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1992.

MOURA, N.S.V. Estudos geográficos com ênfase na geomorfologia: questões teóricas, metodológicas, mapeamento e aplicações em estudos ambientais. **Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p. 171-181, jan/jun, 2011.

MPF MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **Deficiências em estudo de impacto ambiental: síntese de uma experiência.** Brasília: Escola Superior do Ministério Público, 2004.

PAES, H.G. **Contribuição da geografia ao licenciamento e ao estudo de impacto ambiental.** 2010. 149 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

PÊGO, B.;NETO, C.A.S.C. O Pac e o setor elétrico: desafios para o abastecimento do mercado brasileiro (2007 – 2010). Texto para discussão nº1329. Brasília, 2008. 37p.

PENTEADO, M.M. **Fundamentos de Geomorfologia.** 3ª.ed. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1980.

PEREIRA, P.J.C.R. **Desafios do licenciamento ambiental de usinas hidrelétricas: um estudo de caso da UHE Itapebi.** 2011. 136f. Dissertação (Mestre em Ciências) - Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PINHEIRO, M.F.B. **Problemas sociais e institucionais na implantação de Hidrelétricas: seleção de casos recentes no Brasil e casos relevantes em outros países.** 2007. Dissertação (Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos) - Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

PINTO, R.W.P. **Evolução da paisagem geomorfológica do Rio Grande: dinâmicas de dissecação e capturas de drenagem.** 2015. 155f. Dissertação (Mestre) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

PONÇANO, W.L.; Carneiro, C.D.R.; Bistrichi, C.A.; Almeida, F.F.M. de; Prandini, F.L. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo.** São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1981. 94 p.

QUEIROZ, S.M.P. **Análise crítica do processo de avaliação de impacto ambiental (AIA) no Brasil.** In JUCHEM, P.A. (Org.). Manual de Avaliação de Impactos Ambientais, 1ed. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1992.

RAMPAZZO, L. Metodologia científica. 3ed. São Paulo: Editora Loyola, 2005.

ROHDE, G.M. **Sistemas de monitoramento ambiental: conceitos básicos e propostas para o geossistemas.** In JUCHEM, P.A. (Org.). Manual de Avaliação de Impactos Ambientais, 2ed. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, 1993.

ROSS, J. **Geomorfologia ambiente e planejamento.** S. Paulo: Contexto, 1990, 85p.

ROSS, J. S.Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Rev. Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992.

ROSS, J.L.S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs in GUERRA, A.J.T. &CUNHA,S.B. Geomorfologia e Meio Ambiente. 3ed. Rio de Janeiro: Betrand Brasil, 2000. p.291-336

RUBIO, M.F. **Leituras Geográficas do processo de apropriação do rio Paranapanema para geração de energia elétrica.** 2008. 141f. Dissertação (Mestre em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SAADI, A. A intervenção da geomorfologia na viabilização ambiental de unidades hidrelétricas-UHEs: experiências de Minas Gerais. **Geonomos**, Belo Horizonte, v.5, n.2, p.1-4, 1997.

SANCHÉZ, L.E. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SILVA, A.C.; **Contribuições da cartografia geomorfológica ao planejamento ambiental.** In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2014, Gramado, p.1-5 Disponível em: http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/11/780/CT11-30_1404263536.pdf. Acesso: novembro/2015.

TRICART, J. **Ecodinâmica.** Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TRICART, J. Géomorphologie applicable. Paris:Masson, 1978, 204 p.

TRICART, J. **Principes et méthodes de l geomorphologie.** Paris:Masson Ed., 1965, 201p.

VALERIANO, M. de M. **Modelo digital de elevação com dados SRTM disponíveis para a América do Sul.** São José dos Campos: INPE, 2004. 72p

VILELLA, F.S. **A implantação de barramentos em sistemas fluviais: ferramentas de planejamento e avaliação de impacto.** 2008. 145 f. Tese (Doutor em Ciências) - Faculdade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

VITTE, A.C. Breves considerações sobre a história da geomorfologia geográfica no Brasil, **GeoUERJ**, Rio de Janeiro, ano 12, v.1,nº21, 1º semestre de 2010. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/download/1445/1221>. Acesso: maio/2015.

VITTE, A.C.; NIELMANN, R.S. Uma introdução à história da geomorfologia no Brasil: A contribuição de Aziz Nacib Ab'Saber. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.2, nº01, janeiro/abril, 2009. Disponível em <http://www.revista.ufpe.br/rbgfe/index.php/revista/article/viewFile/57/44>. Acesso: novembro/2015.

WALM ENGENHARIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL LTDA; ARCADIS TETRPLAN. **Estudo de Impacto Ambiental da AHE Couto Magalhães**. São Paulo: WALM; ARCADIS, 2010.

WCD - WORLD COMMISSION ON DAMS. Dams and Development. A new framework for decision-making”, The Report of the World Commission on Dams. Earthscan Publications, London, 2000.

WEINHARDT, L. **Plano de Metas**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: http://www.weinhardts.net/mercado/download/economia/ECONOMIA_BRASILEIRA/1-Plano_de_Metas_-_1956_-_1961.doc. Acesso: julho/2015.

WISCHMEIER, W. H. and D. D. Smith. Predicting rainfall erosion losses: guide to conservation planning. USDA, Agriculture Handbook 537. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1978.