



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA OCUPAÇÃO ESPACIAL DO VALE DO
RIO TOCANTINS POR USINAS HIDRELÉTRICAS**

JÚLIO CÉSAR IBIAPINA NERES

GOIÂNIA
2008



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE**

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DA OCUPAÇÃO ESPACIAL DO VALE DO
RIO TOCANTINS POR USINAS HIDRELÉTRICAS**

JÚLIO CÉSAR IBIAPINA NERES

Orientador: Prof. Dr. Nelson Jorge da Silva Junior

Co-orientador: Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde.

GOIÂNIA
2008

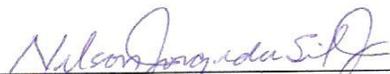
N444a Neres, Júlio César Ibiapina.
Avaliação ambiental da ocupação espacial do Vale do rio Tocantins por usinas hidrelétricas/ Júlio César Ibiapina Neres. – 2008.
xv, 87 p. : il.

Bibliografia: p. [83]-87
Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2008.
“Orientador: Prof. Dr. Nelson Jorge da Silva Junior”.
“Co-orientador: Prof. Dr. Manuel Eduardo Ferreira”.

1. Rio Tocantins – usina hidrelétrica – ocupação espacial - impactos sócio-econômicos e ambientais. 2. Usina hidrelétrica – ocupação espacial – Rio Tocantins. 3. Impacto ambiental. I. Título.
CDU: 621.311.21:504.03(817.3)(043.3)

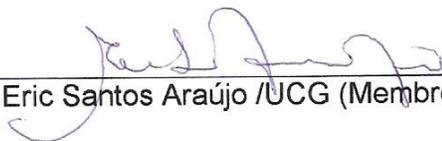
DISSERTAÇÃO DO MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE
DEFENDIDA EM 28 DE MARÇO DE 2008 E CONSIDERADA aprovada
PELA BANCA EXAMINADORA:

1)



Dr. Nelson Jorge da Silva Júnior/UCG (Presidente)

2)



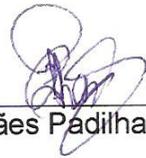
Dr. Eric Santos Araújo /UCG (Membro)

3)



Dr. Luiz Fabrício Zara/UCB (Membro)

4)



Dr. Pedro Magalhães Padilha/UNESP (Membro)

“Nosso progresso, portanto, foi uma questão predominantemente racional e intelectual, e essa visão unilateral atingiu agora um estágio alarmante, uma situação tão paradoxal que beira a insanidade. Podemos controlar os pousos suaves de espaçonaves em planetas distantes, mas somos incapazes de controlar a fumaça poluente expelida pelos nossos automóveis e nossas fábricas. Propomos a instalação de comunidades utópicas em gigantescas colônias espaciais, mas não podemos administrar as nossas cidades...”
(CAPRA, 1982).

AGRADECIMENTOS

Chegou a hora de agradecer a todos que contribuíram para a realização deste trabalho. A todos vocês o meu sincero OBRIGADO.

A PUC – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, pela oportunidade de fazer esse mestrado.

Ao Coordenador do LAPIG – Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás – UFG. **Dr. Laerte Guimarães Ferreira** pelo apoio.

Agradeço também aos estagiários do LAPIG: Fanuel, Marlon e especialmente ao mestrando e geógrafo Genival pela paciência e os ensinamentos de Sensoriamento remoto.

Ao orientador, professor, amigo **Dr. Nelson Jorge da Silva Junior** (um gênio cientista que conheci), pela sensatez, inteligência e o bom exemplo profissional. Obrigado pela Bolsa de estudo.

Ao professor, pesquisador do LAPIG-UFG o talentoso **Dr. Manuel Eduardo Ferreira**, agradeço pela Co-orientação, apoio e por contribuir muito no desenvolvimento deste trabalho.

Aos amigos do Colégio Impacto, Cursinho Fundamento, Centro de Ensino Médio Oquerlina Torres e ao Colégio Estadual Antonio Alencar de Guaraí - TO pelo apoio na realização desta dissertação.

As amigas da LIFE – Consultoria Ambiental (Carol, Kátia, Fernanda, Livia e Aline), pela força e os ensinamentos em limnologia.

Aos professores do MCAS - Mestrado em Ciências Ambientais e Saúde pela riqueza dos conhecimentos recebidos, e aos funcionários, Carlos, Elisabeth e o Hugo pela atenção e eficiência.

Aos colegas do MCAS, cuja solidariedade foi de extrema importância, faço o agradecimento através do companheiro e um grande amigo Paulo Negri, que esteve sempre presente.

A família Machado e Couto, em especial a **Tia Jane** e o **Tio Osvaldo** por me receber em sua casa como um filho. Muito obrigado por tudo.

As minhas irmãs adotivas Juliana, Larice e Ludmila. Vocês são muito especiais para mim. Obrigado pelo carinho e atenção ao longo desses dois anos.

Aos pais de minha esposa, o senhor Carlos e Floricena, pela torcida. Obrigado por tudo.

Aos amigos de Guaraí, que são muitos. Um abraço a todos e obrigado pela força.

A família **PAULA** de Piripiri – **Piauí**, representada pelo Chefe maior **Vicentão da Patrilha** (meu pai com muito orgulho) e meus queridos irmãos Antonio Manuel (Toto), Marilena, Francisca (Nina), Paulo de Tarso, Francisco (Zequinha), Ana Célia, Lorena e a todos os sobrinhos, que são muitos.

E, por fim, não poderia deixar de mencionar as **duas mulheres de minha vida**. Em primeiro lugar, minha mãe, **Neuza Ibiapina**. Obrigado pela educação, carinho, amor e por me preparar com dignidade para vida. Minha esposa **Liberta Lamarta**. Bióloga, professora, inteligente, linda e, sem dúvida, a mulher mais incrivelmente talentosa que conheci. Obrigado por compreender e entender que nesses dois anos, tive que dar mais atenção ao mestrado. Saiba que tudo isso só serviu para nos unir mais.

RESUMO

No Brasil, devido a sua enorme quantidade de rios, a maior parte da energia elétrica disponível é proveniente de grandes usinas hidrelétricas. A construção desses empreendimentos hidrelétricos envolve uma série de mudanças sócio-ambientais na região onde a obra será executada, mas é essencial para abastecer o país de energia. A necessidade de mitigação de impactos ambientais relacionados à obtenção de energia e a busca por sustentabilidade geram discussões mundiais, que envolvem interesses ambientais, políticos, sociais e econômicos. Assim, vários projetos de geração de energia a partir de usinas hidrelétricas na bacia hidrográfica do rio Tocantins, onde as condições hidrográficas facilitam a multiplicação de reservatórios hidrelétricos, necessitam de um planejamento que vise ao desenvolvimento sustentável das atividades futuras e andamento. Objetivo principal desta dissertação é verificar os impactos sócio-econômicos e ambientais pelo surgimento de usinas hidrelétricas no rio Tocantins, no período de 1980 a 2006, abrangendo os Estados de Goiás, Maranhão, Pará e Tocantins. A partir de imagens de satélite e da elaboração de mapas é possível analisar os mosaicos de imagens e comparar nesses 26 anos perdas na biodiversidade, ocupação antrópica ao longo do rio Tocantins e os impactos econômicos e sociais nos municípios envolvidos pelos empreendimentos hidrelétricos. Diante disso, o presente trabalho buscou realizar o mapeamento das formas de ocupação espacial de usinas hidrelétricas no vale do rio Tocantins através do sensoriamento remoto como subsidio para compreensão dos processos sócio-ambientais.

Palavra Chave: Análise sócio-econômica, impactos ambiental, Rio Tocantins, Usinas hidrelétricas, sensoriamento remoto.

ABSTRACT

In Brazil, due to its enormous quantity of rivers, most part of the electric energy available comes from large hydroelectric power plants. The construction of these hydroelectric enterprises involve a series of social-environmental changes on the site of location but are essential to supply the energy demand of the Country. The necessity of mitigation of the environmental impacts related to energy production and the search for sustainability generate global discussions that involve environmental, political, social, and economic interests. Therefore, several projects of energy generation of hydroelectric power plants on the Tocantins river basin which facilitate the multiplication of hydropower reservoirs need a planning that aims the sustainable development of future and ongoing activities. The main objective of this dissertation was to verify the social, economic, and environmental impacts of hydroelectric power plants on the Tocantins river between 1980 and 2006 in the States of Goiás, Maranhão, Pará and Tocantins. From satellite images and the elaboration of maps it is possible to analyze image mosaics and compare, in these 26 years, biodiversity loss, anthropic occupation along Tocantins river, and the economic and social impacts on the municipalities involved by hydroelectric power plants. From this the present study tried to map the spatial occupation of hydroelectric power plants on the Tocantins river valley using remote sensing as a subsidy to understanding the social environmental processes.

Key words : social economic analysis, environmental impact, Tocantins river, hydroelectric power plants, remote sensing.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE ABREVIACÕES.....	xiv
1. INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	21
2.1. Objetivo geral	21
2.2. Objetivo específico	21
3. REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1. Estudos de conservação dos biomas: Amazônia e Cerrado	22
3.2. História da hidreletricidade no Brasil	24
3.3. Licenciamento ambiental no Brasil.....	26
4. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	29
4.1. Área de estudo	29
4.2. Coleta de dados	31
4.2.1. Dados sócio-econômico	31
4.2.2. Dados de remanescentes da vegetação	33
4.3. Procedimento de análise	36
4.3.1. Processo de classificação	36
4.4. Compensação financeira das UHEs para os municípios.....	39
5. RESULTADOS	41
5.1. Remanescentes temporais.....	41

5.2. Análise do INR dos municípios do Estado de Goiás	41
5.3. Análise do INR dos municípios envolvidos por UEH do Estado do Maranhão	44
5.4. Análise do INR dos municípios envolvidos por UEH do Estado do Pará.....	47
5.5. Análise do INR dos municípios envolvidos por UHEs do Estado do Tocantins.....	51
5.6. Análise sócio-econômica dos municípios envolvidos por UHEs nos Estados de Goiás, Maranhão, Pará e Tocantins	58
5.7. Avaliação sócio-econômica dos municípios do Estado de Goiás envolvidos por UHEs no rio Tocantins	61
5.8. Avaliação sócio-econômica dos municípios do Estado do Maranhão envolvidos por UHEs no rio Tocantins	64
5.9. Avaliação sócio-econômica dos municípios do Estado do Pará envolvidos por UHEs no rio Tocantins	68
5.10. Avaliação sócio-econômica dos municípios do Estado do Tocantins envolvidos por UHEs no rio Tocantins.....	71
5.11. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos	75
6. DISCUSSÃO	80
7. CONCLUSÃO.....	87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Localização da área de estudo na bacia hidrográfica do Rio Tocantins ...	29
FIGURA 2. Mapa de localização das UHEs em construção, operação e prevista para Rio Tocantins	30
FIGURA 3. Mosaicos das cenas Landsat: MSS e ETM e CCD CBERS do mapeamento das áreas em estudo (limite dos municípios na cor branca).....	37
FIGURA 4. Processo de classificação das imagens	39
FIGURA 5. Redução da cobertura vegetal do município de Minaçu – GO	43
FIGURA 6. Redução da cobertura vegetal do município de Porto Franco - MA	46
FIGURA 7. Redução da cobertura vegetal do município de Jacundá - PA	49
FIGURA 8. Redução da cobertura vegetal do município de Marabá – PA.....	50
FIGURA 9. Redução da cobertura vegetal do município de Aguiarnópolis – TO	52
FIGURA 10. Redução da cobertura vegetal do município de Palmerópolis – TO	53
FIGURA 11. Evolução do Índice de desenvolvimento humano do Brasil de 1975 a 2007	59
FIGURA 12. Índice de desenvolvimento humano-municipal de 1991/2000 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado de Goiás	61
FIGURA 13. Índice de desenvolvimento humano-municipal de 1991/2000 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado do Maranhão.....	65
FIGURA 14. Índice de desenvolvimento humano-municipal de 1991/2000 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no do Estado do PA.....	68

FIGURA 15. Índice de desenvolvimento humano-municipal de 1991/2000 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no estado do Tocantins72

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Municípios envolvidos por empreendimento hidrelétricos no Rio Tocantins.....	32
TABELA 2. Datas das imagens do satélite Landsat MSS. Valores entre 237 e 241 representam as órbitas. Valores entre 62 e 70 representam os pontos	33
TABELA 3. Datas das imagens do satélite Landsat ETM. Valores entre 221 e 224 representam as órbitas. Valores entre 62 e 70 representam os pontos	34
TABELA 4. Datas das imagens do satélite CCD Cbers. Valores entre 157 e 163 representam as órbitas. Valores entre 102 e 117 representam os pontos	35
TABELA 5. Quantificação do índice normalizado de remanescente no período de 1980, 2000 e 2006 para os municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado de Goiás	42
TABELA 6. Diferença relativa entre duas datas: 1980 a 2000 e 2000 a 2006 dos municípios inseridos na área em estudo no Estado de Goiás.....	44
TABELA 7. Quantificação do índice normalizado de remanescentes no período de 1980, 2000 e 2006 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado do Maranhão	45
TABELA 8. Diferença relativa entre duas datas: 1980 a 2000 e 2000 a 2006 dos municípios inseridos na área em estudo no Estado do Maranhão	47
TABELA 9. Quantificação do índice normalizado de remanescentes no período de 1980, 2000 e 2006 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado do Pará.....	48
TABELA 10. Diferença relativa entre duas datas: 1980 a 2000 e 2000 e 2006 dos municípios inseridos na área em estudo no Estado do Pará	51

TABELA 11. Quantificação do índice normalizado de remanescentes no período de 1980, 2000 e 2006 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado do Tocantins.....	54
TABELA 12. Diferença relativa entre duas datas: 1980 a 2000 e 2000 e 2006 dos municípios inseridos na área em estudo no Estado do Tocantins.....	56
TABELA 13. Ranking dos Estados brasileiros de acordo com índice de desenvolvimento humano-municipal de 2000	60
TABELA 14. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade no município de Campinorte - GO	63
TABELA 15. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade no município de Cavalcante – GO	64
TABELA 16. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade no município de Estreito - MA.....	66
TABELA 17. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade no município de Ribamar Fiquené - MA	67
TABELA 18. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade no município de Tucuruí – PA	70
TABELA 19. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade no município de São João da Araguaia - PA	71
TABELA 20. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade no município de Babaçulândia - TO	74
TABELA 21. Indicadores de renda, pobreza e desigualdade no município de Palmas - TO	75

TABELA 22. Parcelas relativas à compensação financeira pela utilização de recursos hídricos, pagas pelas UHEs em 2007.....	76
TABELA 23. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Serra da Mesa – GO.....	77
TABELA 24. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Cana-Brava – GO	77
TABELA 25. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Peixe Angical –TO	78
TABELA 26. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Lajeado – TO	78
TABELA 27. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Tucuruí – PA.....	79

LISTA DE ABREVIACÕES

AIA - Avaliação de Impactos Ambientais.

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica.

CBERS - *China-Brazil Earth Resources Satellite*

CGH - Centrais Geradoras de Hidroeletricidades

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

EIA - Estudo de Impactos Ambientais

ELETROBRÁS - Centrais Elétricas Brasileiras

IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

ICMS - Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviço

IDH-M – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

INR - Índice Normalizado de Remanescente.

LAPIG - Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento

LI - Licença de Instalação

LO - Licença de Operação

LP - licença Prévia.

CGH - Centrais Geradoras de Hidroeletricidades

MMA - Ministério do Meio Ambiente

NDVI - Índice Vegetação da Diferença Normalizada

PCH - Pequenas Centrais Hidrelétricas

PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente

PNRH - Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento

RCV - Redução da Cobertura Vegetal

RDH - Relatório de Desenvolvimento Humano

RIMA - Relatório de Impacto Ambiental

SIAD - Sistema Integrado de alerta do desmatamento

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

UFG - Universidade Federal do Goiás

UHE - Usinas Hidrelétricas

WWF - World Wide Fund For Nature

1. INTRODUÇÃO

Poucos assuntos têm despertado tanto a atenção da mídia e da população quanto às questões referentes ao meio ambiente. A preocupação com a qualidade de vida e com a preservação do ambiente para as próximas gerações são assuntos de grande relevância nos mais diferenciados segmentos da população.

Uma das grandes discussões da atualidade, devido ao intenso processo de industrialização e urbanização que se intensificou no Brasil, gira em torno da necessidade de obter energia elétrica, que cresceu a fim de atender as necessidades do homem. Tal fato, aliado ao potencial hídrico do país e aos interesses de empresas multinacionais em subsidiar empreendimentos de grande porte, levou o país a optar pela produção de energia elétrica obtida de usinas hidrelétricas.

Os projetos hidrelétricos se constituem numa alternativa de obtenção de energia elétrica, sendo como combustível a água, apresentada como uma fonte energética limpa, renovável e barata. No Brasil, a hidreletricidade é à base de suprimento energético, respondendo por cerca de 80% de geração de energia e por 82,8% da eletricidade consumida (Müller, 1995; ANEEL, 2007), considerada como a melhor solução técnica e econômica, em face dos riscos ambientais e dos custos, se comparada com a energia nuclear (Rosa, 1995).

A construção de usinas hidrelétricas gera grandes impactos ao meio ambiente sendo, no entanto, necessária ao bem estar da população em geral. Tendo em vista a necessidade deste tipo de empreendimento, e possuindo uma visão clara dos impactos por ela causados.

Assim, vários projetos de geração de energia a partir de usinas hidrelétricas na bacia hidrográfica do rio Tocantins, onde as condições hidrográficas facilitam a multiplicação de reservatórios hidrelétricos, necessitam de um planejamento que vise ao desenvolvimento sustentável das atividades futuras e em andamento.

Contudo, os impactos ambientais causados por tal modificação são ainda pouco estudados, tornando-se de extrema importância o desenvolvimento de estudos bem estruturados acerca das transformações que sucedem sua construção.

As hidrelétricas, que são empreendimentos de envergadura e fazem parte dos grandes projetos, são constituídas basicamente de três tipos de unidades geradoras de energia elétrica, usinas hidrelétricas de energia (UHE) que possui uma potencia mínima de 30.000 kW, as pequenas centrais hidrelétricas (PCH) que possuem uma potencia entre 1000 e 3000 kW e as mini centrais hidrelétricas (MCH) ou centrais geradoras de hidroeletricidades (CGH) que possui potencia até 1000 kW (ANEEL, 2006). Quanto à ocupação espacial do vale do rio Tocantins por usinas hidrelétricas destacam-se as UHEs dos seguintes empreendimentos em operação: UHE Tucuruí (4.240 Mw), UHE de Serra da Mesa (1.275 MW), UHE Lajeado (902 MW), UHE Cana Brava (471 MW) e a UHE de Peixe Angical (452 MW). Outros empreendimentos hidrelétricos estão planejados para bacia do Tocantins.

Por outro lado, a produção de energia elétrica é, entre as atividades desenvolvidas pelo homem, uma das mais intensivas em recursos naturais, produzindo importantes alterações no ambiente, inclusive, negativas. Considerando a importância crescente da energia para o bem estar da população e para a continuidade das atividades econômicas, a busca por um desenvolvimento sustentável passa necessariamente pelo aumento da eficiência na produção e no

uso da energia, aliadas à capacidade de geração, transmissão, distribuição e comercialização de fontes alternativas e renováveis de energia (COSTA & PRATES, 2005).

Entretanto, o lidar com o custo ambiental para obtenção da energia elétrica tem sido um dos maiores desafios que o homem tem enfrentado na atualidade. A principal matriz energética brasileira, de natureza hídrica, embora renovável, produz impactos ambientais, seja durante o processo de construção de hidrelétricas, como na fase posterior de operação da geração de energia. Isso tem provocado cada vez mais a reação de grupos de defesa do meio ambiente, bem como de pessoas e de comunidades inteiras que são afetadas pelo empreendimento energético. Investidores públicos ou privados e licenciadores ambientais estão constantemente em conflito a cada vez que um empreendimento ligado à geração e à transmissão de energia toma corpo.

Contudo Jong (1993) salienta que houve uma grande frustração quanto às expectativas de desenvolvimento regional pela implantação dos empreendimentos hidrelétricos. Sendo caracterizada por uma série de etapas, a construção civil das hidrelétricas constitui-se no período de maior dinamização dos processos regionais afetados.

É neste momento que ocorre a mobilização de recursos humanos e materiais, ou seja, que se iniciam as transformações no espaço regional, por meio do uso de novas técnicas.

No entanto, uma intensificação do fluxo de capital que interfere na atividade econômica local, havendo, sobretudo uma ampliação da estrutura urbana, um contingente de população de outras localidades para as sedes urbanas desses

municípios envolvidos pelas UHEs provocando mudanças na demografia dos municípios de locação, alterações na estrutura urbana, muitas vezes inadequada para receber esse novo contingente populacional e pelo reforço da infra-estrutura social necessária para o atendimento das novas demandas, como pelo surgimento de novos serviços e estabelecimentos.

Entretanto, durante a construção das UHEs, com a operação do canteiro de obras, aumentará temporariamente a arrecadação das prefeituras com o ISS pago pelas empreiteiras. No entanto, com o fim das obras, quando se iniciar a desmobilização gradual da mão-de-obra, deverá ocorrer queda nos níveis de consumo de bens e serviços, interferindo na economia dos municípios através do provável fechamento ou redução de porte dos estabelecimentos de comércio e serviços urbanos. Por outro lado, com o início de geração, os municípios começarão a receber incremento na cota-parte do ICMS e a Compensação Financeira pela inundação das terras, em valores correspondentes a 6% do valor da energia produzida a título de Compensação Financeira (ANEEL, 2007).

Com a Constituição Federal do Brasil de 1988, a coletividade passou a ser agente ativo nas decisões, políticas ambientais e principalmente, no que se refere ao desenvolvimento sustentável, pois está disposto na Carta Magna que o meio ambiente é bem de todos, cabendo ao Poder Público e à coletividade defendê-lo e preservá-lo para a presente e futuras gerações.

É preciso crescer sim, mas de maneira planejada e sustentável, com vistas a assegurar a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a proteção da qualidade ambiental. Isso é condição para que o progresso se concretize em

função de todos os homens e não à custa do mundo natural e da própria humanidade que, com ele, está ameaçada pelos interesses de uma minoria.

Diante disso, o presente trabalho buscou fazer o mapeamento das formas de ocupação espacial de usinas hidrelétricas no vale do rio Tocantins utilizando-se do sensoriamento remoto como subsídio para compreensão dos processos sócio-ambientais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Caracterizar os impactos sócio-econômicos e ambientais, ocorridos ao longo dos anos de 1980, 2000 e 2006 pelo surgimento de usinas hidrelétricas no rio Tocantins.

2.2. Objetivo Especifico

Analisar a ocupação espacial do vale do rio Tocantins pelos municípios inseridos nas áreas de reservatórios por meio de Índices de Desenvolvimento Humano, Pobreza e Gini, além de dados temporais de áreas de remanescentes no período de 1980, 2000 e 2006 por imagens de satélites.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Estudos de conservação dos biomas: Amazônia e Cerrado

O território dessa unidade hidrográfica abriga dois importantes biomas do país, o primeiro denominado de bioma Amazônia que se estende do oceano Atlântico às encostas orientais da Cordilheira dos Andes, até aproximadamente 600 m de altitude, contendo parte de países da América do Sul, sendo 69% dessa área pertencente ao Brasil (Ab'Saber, 1977). O restante está distribuído entre a Venezuela, Suriname, Guianas, Bolívia, Colômbia, Peru e Equador.

Sem dúvida a Amazônia é o maior bioma brasileiro, abrangendo em nosso país uma área de 4.196.943 km² (IBGE, 2007). Apesar de sua grande dimensão, riqueza de espécie e diversidade de habitat, as lacunas no conhecimento sobre flora, fauna nesta região são enormes, tornando o processo de escolha de áreas para a conservação da biodiversidade um desafio.

Esse bioma abrange os Estados do Pará, Amazonas, Maranhão, Tocantins, Mato Grosso, Acre, Amapá, Rondônia e Roraima, ocupando as porções norte e noroeste da região hidrográfica do Tocantins, apresentando características de zona de transição para o bioma cerrado, que domina a maior parte da área em estudo.

O bioma Cerrado que é considerado a savana mais diversa do mundo, o que pode ser explicado por sua heterogeneidade de paisagens naturais (Ratter *et al.*, 1997; Silva & Bates, 2002; Silva *et al.*, 2006). Trata-se de um complexo vegetacional, exibe uma das floras mais ricas dentre os ambientes savânicos no mundo. Possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América tropical e de continentes como África e Austrália (Eiten, 1972; Eiten, 1994).

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área somente pela Amazônica (Ribeiro *et al.*, 2000). Por sua vasta riqueza natural e pela intensa ocupação agropastoril que o transformou na principal fronteira de expansão agrícola do país (Klink & Machado, 2005; Miziara & Ferreira, 2006), é um dos hotspots mundiais de biodiversidade (Myers *et al.*, 2000).

Estudos recentes coordenados pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), no âmbito do Programa de Biodiversidade do Ministério do Meio Ambiente (PROBIO-MMA), indicam que aproximadamente 47% do bioma já foram convertidos em pastagens e agricultura. Por outro lado, os desmatamentos ainda continuam em ritmo acelerado. No período de 2004 e 2005, o Sistema Integrado de Alerta de desmatamento para Bioma Cerrado (SIAD-UFG) detectou aproximadamente 16.000 km² de novas conversões (Ferreira *et al.*, 2007).

Situado na região central do Brasil, segundo o IBGE (2004), compreende uma área de 205,9 milhões de hectares e abrange como área contínua os Estados de Goiás, Tocantins, Distrito Federal; parte dos Estados da Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Piauí e São Paulo. Em relação à outros países, ocupa áreas na Bolívia e Paraguai. Paisagens semelhantes são encontradas na Colômbia, Guiana e Venezuela, recebendo outra denominação como Lianos, por exemplo.

Outra importante característica do Cerrado é o fato de que ele é considerado como o “berço das águas”. Por possuir sobre seus domínios as nascentes de três grandes e importantes bacias hidrográficas brasileiras: a Bacia do Paraná, do Tocantins e do São Francisco (WWF, 2000).

3.2. História da hidreletricidade no Brasil

O Brasil é um país diversificado e privilegiado em recursos hídricos. A demanda e a disponibilidade destes recursos estão distribuídas obedecendo à diversidade das regiões hidrelétricas do país.

A história da energia elétrica no Brasil surgiu na curiosidade que D. Pedro II demonstrou as invenções e descoberta de Thomas Edson. No ano de 1879, o imperador do Brasil inaugurou no Rio de Janeiro a iluminação elétrica da estação da Corte, hoje estação D. Pedro II. Sem dúvida a energia é um ingrediente essencial para a vida numa sociedade. Devido às condições hídricas favoráveis no Brasil, determinou-se um direcionamento ao investimento hidrelétrico.

Na década de 1940, sob o Governo de Getúlio Vargas, implantou-se uma política de investimento estatal no setor hidrelétrico. Isto permitiu um aumento do conhecimento e tecnologia própria na geração hidrelétrica (Müller, 1995). Em 1954 foi proposto a criação da Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás) pelo presidente Getúlio Vargas. O projeto enfrentou grande oposição e só foi aprovado após sete anos de tramitação no congresso nacional.

A expansão da produção de energia elétrica pelo estado brasileiro acontece a partir dos anos 60, e teve como propulsor a política econômica do então presidente Juscelino Kubitschek, que tinha como lema “Energia e Transporte”.

No ano de 1962 surge oficialmente a Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás), com a finalidade de promover estudos e projetos de construção e operação de usinas geradoras, linhas de transmissão e subestações, destinadas a promoção e o suprimento de energia elétrica no país.

Na década de 1970, deu-se início a construção de usinas hidrelétricas de Itaipu, em parceria com o Paraguai. A compra da Light pela Eletrobrás, em 1979, foi o passo definitivo para o estabelecimento do modelo energético.

No início da década de 1980, dois projetos seriam desenvolvidos a usina hidrelétrica de Tucuruí, no baixo Tocantins e a usina hidrelétrica de Serra da Mesa, no alto Tocantins que sofreu um grande atraso em função da mudança do perfil político brasileiro na década de 1980, vindo a ser concluída no início dos anos 90.

O setor elétrico Brasileiro, antes da reforma da década de 1990, era gerenciado pelo governo federal e pelos Estados, tanto no seu planejamento como seu financiamento. Com as deficiências de investimentos, evidenciou-se a necessidade de encontrar alternativas que viabilizassem uma reforma e expansão do setor com capitais privados.

Entretanto, no esforço de atrair novos investimentos privados para o setor energético, o Brasil viveu, ao longo dos anos de 2001 e 2002, uma crise sem precedentes no setor energético que estabeleceu uma série de medidas para a redução de consumo. Devido a essa crise, os municípios brasileiros tiveram que conviver com os racionamentos e apagões. Entre as causas do apagão, podemos citar a falta de chuvas, de planejamento e de investimento em geração e distribuição de energia no Brasil.

Para que se evite uma nova crise de fornecimento de energia, faz-se necessário a implantação de novos modelos energéticos. Por outro lado, não há como esquecer que a geração hidrelétrica, em função de sua participação na matriz energética, continua sendo a principal geradora de energia elétrica no país.

3.3. Licenciamento Ambiental no Brasil

No Brasil, a Constituição Federal de 1988, no artigo 225 com seus parágrafos e incisos, dedica de forma inovadora todo um Capítulo ao Meio Ambiente, impôs como obrigação da sociedade e do próprio Estado a sua defesa e preservação.

A partir da Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, o licenciamento ambiental tornou-se um dos mais importantes instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, para o controle de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras. Essa lei criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), inserido nele o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão consultivo e deliberativo com funções de assessorar, estudar e propor diretrizes políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais podendo deliberar sobre normas e padrões dentro do âmbito de sua competência.

O estabelecimento das definições, responsabilidades, critérios e diretrizes para o efetivo uso e implementação da AIA (Avaliação de Impacto Ambiental) se deram com a resolução nº 001/86 do CONAMA, onde são determinadas as atividades potencialmente modificadoras do meio ambiente e as exigências mínimas para a elaboração e aprovação do EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e do RIMA (Relatório de Impacto Ambiental), requisitos básicos para emissão da licença.

Então, o licenciamento ambiental é obrigatório por lei para qualquer empreendimento ou atividade potencialmente poluidora ou degradadora do meio ambiente, é um dos instrumentos da PNMA, exigidos para a construção, instalação e funcionamento de estabelecimento de atividades utilizadoras de recursos ambientais e deve ser adquirido previamente e de forma a permitir a participação social.

Para aprovação de projetos hidrelétricos, a legislação brasileira exige a apresentação de um estudo minucioso de avaliação dos impactos ambientais associados ao projeto. A AIA é um instrumento de política ambiental, formada por um conjunto de procedimentos que visa assegurar, desde o início do processo a verificação de impactos ambientais de uma determinada proposta que é composto basicamente por dois documentos: EIA e o RIMA.

Esse estudo é feito por equipes multidisciplinares que buscam identificar todos os impactos negativos sobre o ambiente e as medidas necessárias para sua mitigação.

O estudo compreende em 3 (três) etapas do licenciamento ambiental, desde o desenvolvimento do EIA / RIMA , de audiências públicas e a concessão das licenças: Prévias (LP), Instalação (LI) e a de Operação (LO), conformes descritas nos parágrafos seguintes.

Licença Prévia: é feito estudo do inventário, realizado pelos grupos privados interessados para definição do potencial hidráulico do determinado recurso hídrico e sua forma de aproveitamento.

Licença de Instalação: autoriza o início da implantação da atividade ou instalação de qualquer equipamento de acordo com os PBAs.

Licença de Operação: autoriza o início do funcionamento da obra que permitirá o enchimento do reservatório.

Assim, o Licenciamento Ambiental é uma ferramenta de fundamental importância, pois permite ao empreendedor identificar os efeitos ambientais do seu negócio, e de que forma esses efeitos podem ser gerenciados.

A Política Nacional de Meio Ambiente, que foi instituída por meio da Lei Federal nº 6.938/81 estabeleceu mecanismos de preservação, melhoria e recuperação da qualidade do meio ambiente visando assegurar em nosso país o desenvolvimento socioeconômico e o respeito à dignidade humana.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

A região hidrográfica do Tocantins, compreendida em parte do centro-oeste e norte do Brasil, possui uma área de 918.273 km² (11% do território nacional), abrangendo os Estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Maranhão, Pará e o Distrito Federal.

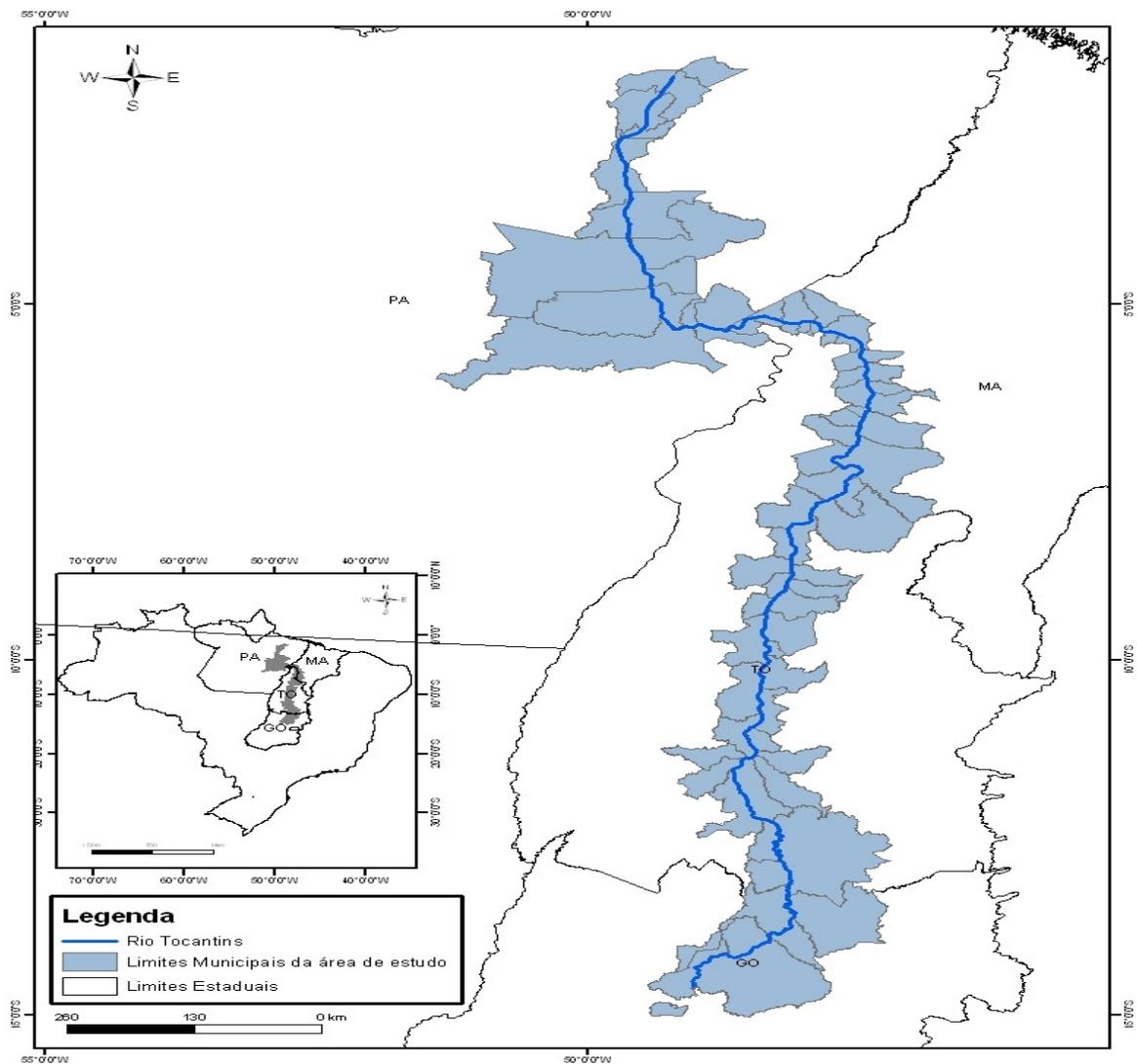


Figura 1. Localização da área de estudo (bacia hidrográfica do Rio Tocantins), compreendendo os estados de Goiás, Maranhão, Pará e Tocantins. Em azul estão os limites municipais diretamente relacionados com as usinas em questão.

Para os propósitos deste estudo, limitamos a área da bacia hidrográfica do Tocantins numa área de aproximadamente de 182.401 km², envolvendo os Estados de Goiás, Maranhão, Pará e Tocantins. Conforme mostra a Figura 1, essa área possui empreendimentos hidrelétricos em operação como as usinas de Tucuruí, Lajeado, Serra da Mesa, Cana Brava e Peixe Angical. Em construção as de São Salvador e Estreito. Os projetos de Ipueiras, Tupiratins e Serra Quebrada estão previstos, conforme a Figura 2. Todos esses empreendimentos configuram um significativo crescimento de energia para a expansão do setor elétrico do país.

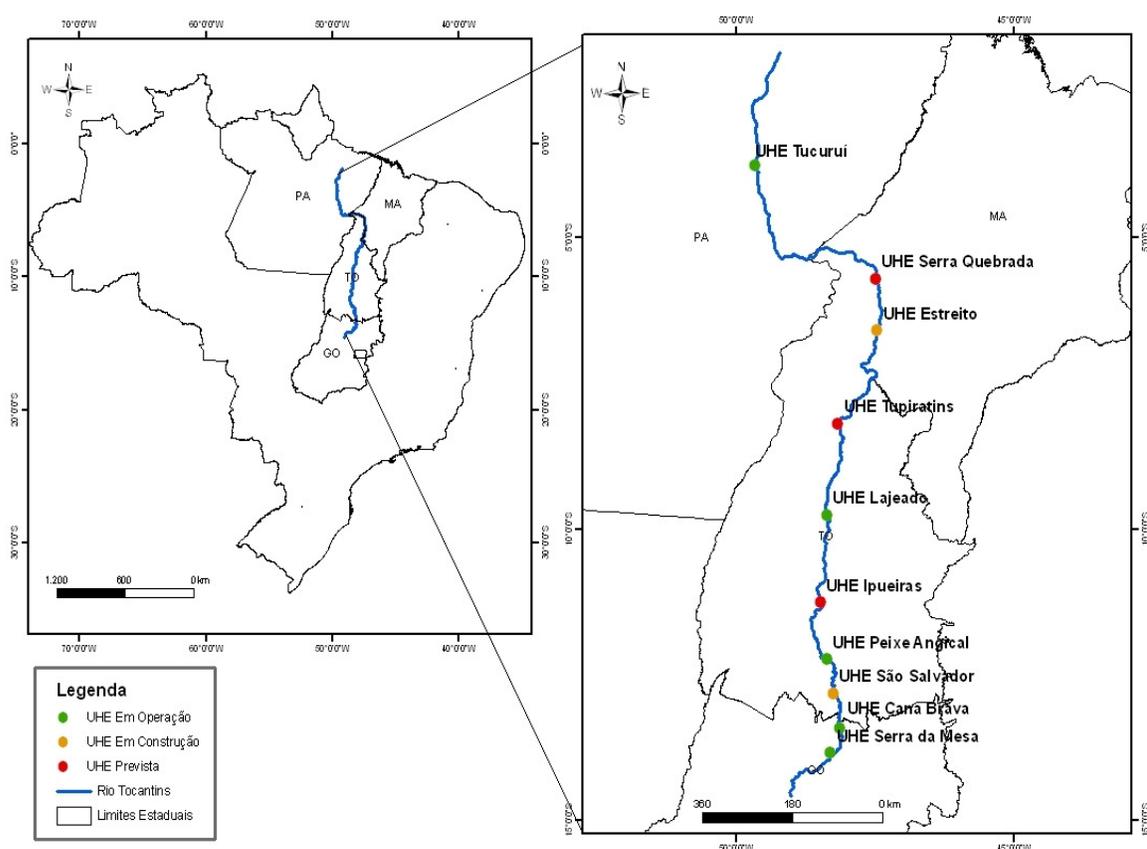


Figura 2. Mapa da bacia hidrográfica do Rio Tocantins, indicando os Estados e a localização das usinas hidrelétricas no Rio Tocantins.

A bacia hidrográfica do Tocantins está situada no rio Tocantins, que tem origem no planalto de Goiás, a cerca de 1000 metros de altitude, sendo formado pelos rios das Almas e Maranhão, e com extensão total de 1960 km até sua foz no Oceano Atlântico. Entre seus principais afluentes, destaque para o rio Araguaia com 2600 km de extensão, onde se encontra a Ilha do bananal, maior ilha fluvial do mundo. Na margem direita, destacam-se os rios Bagagem, Tocantzinho, Paranã, dos sonos, Manoel Alves e Farinha, e na margem esquerda, o rio Santa Teresa e Itacaúnas (ANA, 2006).

4.2. Coleta de Dados

4.2.1. Dados Sócio-Econômico

Foram selecionados 43 municípios envolvidos pelos reservatórios das usinas hidrelétricas no rio Tocantins. Oito municípios pertencem o Estado de Goiás, cinco no Estado do Maranhão, sete no Estado do Pará e vinte e três no Estado do Tocantins, conforme pode ser visto na Tabela 1.

Nos dados sócio-econômicos desses municípios foram considerados três variáveis: Índice de Desenvolvimento Humano (IDH-M-1991/2000), Índice de Gini (1991/2000) e Pobreza (1991/2000). Para fazer isso, trabalham-se com dados do PNUD e IBGE em diferentes níveis, integrados a mapas políticos administrativos e meio físico dos empreendimentos envolvidos no trabalho. Todos esses dados, disponibilizados gratuitamente pelo Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PNUD & IBGE, 2002).

Para uma melhor compreensão, uma breve descrição dos índices citados e analisados, o Índice de Pobreza indica a proporção de pessoas vivendo abaixo da linha de pobreza no Brasil, fixada em R\$75,00 de acordo com a metade do valor de

um salário mínimo no país em 2000. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), elaborado pelo programa das Nações Unidas para o desenvolvimento (PNUD), retrata o desenvolvimento de uma dada região ou sociedade por meio da síntese de três indicadores sociais: renda per capita, educação e longevidade. (Ferreira *et al*, 2007). O Índice de Gini o coeficiente assume valores entre zero e um. No caso de perfeita igualdade, o coeficiente assume o valor zero, situação em que todos os indivíduos recebem a mesma renda. Em uma situação de extrema desigualdade, o coeficiente assume o valor 1, mostrando que uma pessoa recebe toda a renda (Rossi, 1982).

Tabela 1. Municípios envolvidos por empreendimento hidrelétricos no Rio Tocantins.

GOIÁS	MARANHÃO	PARÁ	TOCANTINS
Campinaçu	Campestre do Maranhão	Breu Branco	Aguiarnópolis
Campinorte	Carolina	Itupiranga	Babaçulândia
Cavalcante	Estreito	Jacundá	Barra do Ouro
Colinas do Sul	Porto Franco	Marabá	Bom Jesus do Tocantins
Minaçu	Ribamar Fiquené	Novo Repartimento	Brejinho de Nazaré
Niquelândia		São João do Araguaia	Filadélfia
São Luis do Norte		Tucuruí	Ipueiras
Uruaçu			Itaguatins
			Itapiratins
			Lajeado
			Maurilândia do Tocantins
			Miracema do Tocantins
			Palmas
			Palmeirópolis
			Palmeirante
			Paraná
			Pedro Afonso
			Peixe
			Porto Nacional
			São Salvador
			Tocantinópolis
			Tupirama
			Tupiratins

Fonte: IBGE-2007.

4.2.2. Dados remanescentes de vegetação

A delimitação das áreas de remanescentes foi feita por interpretação de imagens de satélite. Foram utilizadas imagens do sensor Landsat, obtidas ao longo dos anos de 1979 a 2001, as quais estão descritas na Tabela 2 e 3. Para análise comparativa foram usadas imagens do CBERS 2006 (Tabela 4), para o mapeamento da área em estudo no trabalho.

Tabela 2. Datas das imagens do satélite Landsat MSS. Valores entre 237 e 241 representam as órbitas. Valores entre 62 e 70 representam os pontos.

	237	238	239	240	241
62				25/06/1980	
63			06/08/1981	07/06/1979	24/07/1980
64		03/08/1981	06/06/1981	25/06/1980	03/07/1981
65		01/08/1980	06/06/1979		
66		23/08/1981	06/08/1981		
67		23/06/1979	29/08/1980		
68		30/06/1981	19/07/1981		
69	26/12/1981	25/05/1981			
70	09/09/ 1981	05/08/1981			

Tabela 3. Datas das imagens do satélite Landsat ETM. Valores entre 221 e 224 representam as órbitas. Valores entre 62 e 70 representam os pontos.

	221	222	223	224
62				09/07/2001
63			31/07/2000	09/07/2001
64		06/6/2000	31/07/2000	09/07/2001
65		06/06/2000		
66		08/07/2000		
67		08/07/2000		
68		25/06/2001		
69	05/08/2001	25/06/2001		
70	05/08/2001	27/07/2001		

Tabela 4. Datas das imagens do satélite CCD Cbers. Valores entre 157 e 16 representam as órbitas. Valores entre 102 e 117 representam os pontos.

	157	158	159	160	161	162	163
102					04/07/2006	01/07/2006	
103						01/07/2006	
104					04/07/2006	01/07/2006	24/07/2006
105				07/07/2006	04/07/2006	01/07/2006	24/07/2006
106			05/08/2006	07/07/2006	04/07/2006	01/07/2006	24/07/2006
107		08/08/2006	05/08/2006	07/07/2006	04/07/2006	27/07/2006	24/07/2006
108		08/08/2006	05/08/2006	07/07/2006			
109		03/09/2006	05/08/2006	07/07/2006			
110			05/08/2006	11/07/2006			
111		08/08/2006	05/08/2006	11/07/2006			
112			05/08/2006	07/07/2006			
113		29/09/2006	05/08/2006	07/07/2006			
114	11/08/2006	29/09/2006	05/08/2006				
115	11/08/2006	29/09/2006	05/08/2006				
116	11/08/2006	08/09/2006	05/08/2006				
117	11/08/2006	08/09/2006	05/08/2006				

A maioria das imagens foi obtida nos meses de Julho, Agosto e Setembro, correspondente a estação seca.

A imagem Landsat ETM foi adquirida gratuitamente mediante download no site da Universidade Maryland: <http://glcfapp.umiacs.umd.edu>. As imagens Landsat MSS e o CCD CBERS foram adquiridas pelo site eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), no endereço www.obt.inpe.br/catalogo, fornecidas gratuitamente sendo necessário previamente preencher um cadastro dos dados pessoais.

4.3. Procedimento de Análise

4.3.1. Processo de classificação

Estas imagens foram georreferenciadas automaticamente e reunidas em mosaicos, totalizando oitenta e duas cenas, obtidas através dos sensores Landsat: MSS e ETM e do Cbers, conforme pode ser visto na Figura 3.

Para formar o mosaico e melhorar o processo de identificação, foram utilizadas as imagens em composição colorida no sistema RGB (Red - Vermelho, Green - Verde, Blue - Azul).

A composição utilizada para o sensor Landsat: MSS e ETM foi 5,4,3, e o sensor Cbers 3,4,2, com uma resolução espacial de 80 metros para MSS, 30 metros para o ETM e 20 metros de resolução espacial para o Cbers, numa escala aproximadamente 1:100.000. Ao todo, foram compilados 3 mosaicos de épocas diferentes para área em estudo.

Para uma melhor compreensão da ocupação espacial do vale do Tocantins, é de extrema importância a elaboração do monitoramento da área, utilizando-se de

sensoriamento remoto, que propicia geração de informações espaciais para o mapeamento e monitoramento da superfície terrestre.

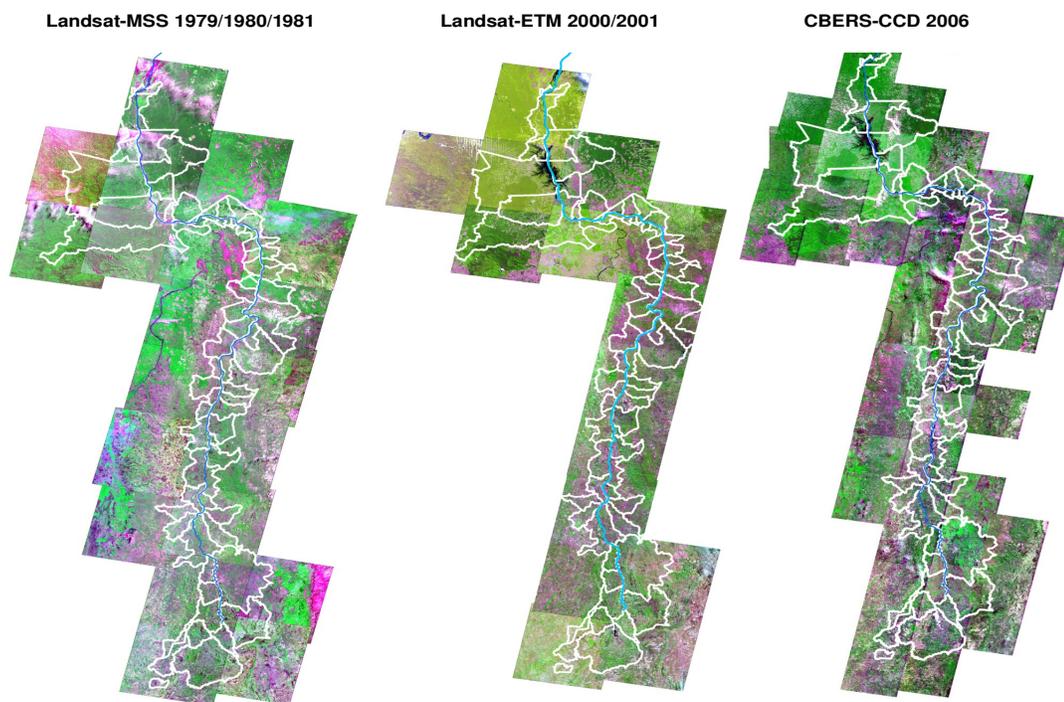


Figura 3. Mosaicos das cenas Landsat: MSS e ETM e CCD CBERS no mapeamento da área do estudo (limite dos municípios na cor branca).

Diante disso, o sensoriamento remoto tornou-se uma ferramenta que vem se desenvolvendo como um grande aliado para o monitoramento do planeta e passou a ser predominantemente orbital e, na era da internet, acessível a qualquer pessoa. Em fato, passou a ser um pouco mais Brasileiro, com o lançamento, em outubro de 1999, do *China-Brazil Earth Resources Satellite* (CBERS 1), munido de três sensores concebidos para o monitoramento da cobertura vegetal em diferentes escalas. Entre estes, destaca-se o CCD (*Charge Coupled Device*), com 20m de resolução, uma banda pancromática e bandas no azul, verde, vermelho, infravermelho próximo

(Epiphany, 2005). O CBERS 2, há três anos em órbita, tem sido utilizado nas mais diversas aplicações, como, por exemplo, monitoramento da exploração madeireira na Amazônia (Martins e Souza Filho *et al.*, 2006), monitoramento da produção agrícola em Goiás com fins de arrecadação fiscal (Barbalho *et al.*, 2005) e mapeamento de fitofisionomias em áreas de Cerrado (Ferreira *et al.*, 2006). Em função do sucesso obtido com estes dois primeiros satélites, em 2007 foi lançado o CBERS 2B.

O início do sensoriamento remoto orbital remonta aos primeiros vôos espaciais tripulados na década de 1960 e ao lançamento, em 1972, do *Earth Resource Technological Satellites* (ERTS-1), posteriormente denominado Landsat 1, cuja série, hoje no seu sétimo satélite, é certamente o programa mais bem sucedido de sensoriamento remoto para fins de mapeamento e monitoramento sistemático da superfície terrestre (Woodcock *et al.*; 2001; Salovaara *et al.*, 2005).

Com o lançamento dos Landsats 4 e 5, em julho de 1982 e março de 1984, respectivamente, o programa Landsat entra em sua segunda geração, tendo como principal inovação o sensor TM (*Thematic Mapper*), cujas características, como resolução espacial média (~30m), bandas distribuídas nas regiões do visível, infravermelho próximo e infravermelho de ondas curtas, resolução temporal de 16 dias e imagens de 8 bits, se tornaram um padrão de referência para sensores ópticos até os dias atuais, como é o caso do sensor ASTER1 e até do próprio programa CBERS. O sensor *Enhanced Thematic Mapper* (ETM+), lançado a bordo do Landsat 7 em abril de 1999, trouxe poucas, mas importantes inovações em relação ao sensor TM, entre estas, uma banda pancromática de 15m e uma preocupação, sem precedentes em sensores de uso geral, com a qualidade e calibração dos dados.

Apartir das imagens de satélite foi gerado o NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) na finalidade de realçar a vegetação, logo em seguida foi acessado o comando SLICE que permitiu o fatiamento, formando 4 classes, após o agrupamento dessas classes, foi feita uma reclassificação (RECLASS) com o objetivo de reclassificar para duas classes, uma de remanescente e outra do uso antrópico. Foi aplicado um filtro para que esta se torne mais rápida sem prejudicar o alvo classificado. No final gerou um vetor somente com a classe de vegetação.

Após os procedimentos, os vetores foram transformados em polígonos e posteriormente classificados. Para execução de tais tarefas, utilizou-se o programa ArcGis 9x. A figura 4 ilustra o procedimento de classificação.

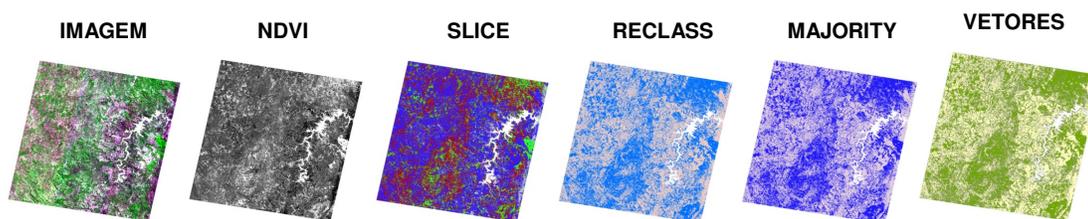


Figura 4. Processo de classificação das imagens.

4.4. Compensação financeira das UHEs para os municípios

Outra base de dados importante para a complementação deste estudo foi à análise a contribuição financeira pela exploração de recursos hídricos para geração de energia, como instrumento de sustentabilidade econômica e social. A constituição Federal Brasileira em seu artigo 20 elenca como sendo bens da união os potenciais de energia hidráulica, os recursos minerais inclusive os de solos, dentre outros bens.

Essa participação econômica está disposta na lei 7.990, 28 de Dezembro de 1989, alterada pela lei 8001, de 13 de março de 1990, que dispõe sobre a compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e define os percentuais de distribuição da compensação financeira.

A referida lei esclarece que o valor arrecadado referente à compensação financeira pelos usos de recursos hídricos para a geração de energia será direcionado para os estados, municípios em que se localizam os empreendimentos.

O valor da compensação financeira para UEHs foi calculada mensalmente de acordo com a seguinte fórmula: **CFi : 6,75% x EGi x TAR.**

- ✓ **CF:** é a compensação financeira para o mês i.
- ✓ **EGi:** é a energia gerada pela usina em MWh no mês i.
- ✓ **TAR:** é a tarifa atualizada de referência.

Segundo a Aneel, a distribuição dos recursos ocorre da seguinte forma:

6% do valor da energia produzida são distribuídos entre os Estados, Municípios e órgão da administração direta da União nos termos do art. 1º da lei nº- 8001/1990, com a redação dada pela lei n: 9984/2000, sendo:

- ✓ 0,75% ao MMA que destinara a ANA para implementação da PNRH .
- ✓ 45 % aos estados;
- ✓ 45% aos municípios;
- ✓ 3% ao Ministério do Meio Ambiente – MMA;
- ✓ 3% ao Ministério de Minas e Energia – MME;
- ✓ 4% ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT.

5. RESULTADOS

5.1. Remanescentes temporais

A análise temporal de imagens de satélite permitiu a identificação da dinâmica da paisagem nos municípios diretamente envolvidos com a construção das hidroelétricas, entre anos de 1980 e 2006, incluindo as taxas brutas de desmatamentos para cada período analisado, bem como a evolução dessa ao longo do tempo.

Para facilitar a comparação entre os estados e municípios em dois momentos, os dados de desmatamentos foram convertidos em um índice padrão, denominado Índice Normalizado de Remanescentes (INR) – Equação 1. Assim, análises comparativas foram obtidas a partir da diferença relativa entre os valores obtidos para cada ano/município.

Equação (1):

$$(R/At) \times 100$$

Onde: R = remanescentes de Cerrado.

At = Área total do município.

5.2. Análise do INR dos municípios do Estado do Goiás

Para uma melhor compreensão, os dados tabelados na tabela 5 estão representando a área total em hectares, taxa de INR e a média dos municípios envolvidos pelos empreendimentos hidrelétricos (Serra da Mesa e Cana Brava) no estado de Goiás.

Observando os municípios e sua evolução no período de estudo, com base nos dados da tabela 5, observou-se que a média dos remanescentes entre os três períodos analisados diminuiu 13,80% nesses 26 anos, passando de 61,78% em

1980 para 47,98 em 2006. As análises das mudanças mostram que a redução na vegetação dos municípios vem se acelerando, produzindo taxas médias significantes. Certamente essa redução esteja interligada com a pressão antrópica para implantação de projetos agrícolas e pastagens.

Tabela 5. Quantificação de INR no período de 1980, 2000 e 2006 para os municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado de Goiás.

Municípios	Áreas (Há)	Reman. 1980	(%)	Reman. 2000	(%)	Reman. 2006	(%)
Campinaçu	198.170,0 0	139.017,0 0	70,1 5	135.759,0 0	69,0 6	121.398,0 0	61
Campinorte	107.210,0 0	63.831,00	59,5 4	59.186,00	55,1 4	55.806,00	52
Cavalcante	697.950,0 0	462.848,0 0	66,3 2	406.684,0 0	58,3 5	327.299,0 0	47
Colinas do Sul	171.450,0 0	115.053,0 0	67,1 1	102.526,0 0	59,8 0	98.817,00	57,84
Minaçu	287.160,0 0	229.827,0 0	80,1 2	201.568,0 0	70	132.759,0 0	46
Niquelândia	987.900,0 0	549.378,0 0	55,6 1	504.359,0 0	51,0 5	468.138,0 0	47
São Luiz do Norte	58.810,00	22.242,00	37,8 2	21.046,00	36,5 4	18.556,00	32
Uruaçu	214.970,0 0	123.854,0 0	57,6 1	103.702,0 0	48,0 3	89.131,00	41
Média			61,7 8		56,0 0		47,98

Analisando os dados da Tabela 5, no período de 1980, 2000 e 2006, constatou-se que o município de Minaçu foi o que mais apresentou perda de remanescente, com 10,12% entre o período de 1980 a 2000 e 24% nos anos de 2000 a 2006 (figura 5). Vários motivos podem explicar tais mudanças, dentre estes uma fiscalização menos rigorosa e eficaz dos órgãos de defesa ambiental (Federal, Estadual e Municipal), ações ilegais de desmatamentos e áreas convertidas para atividades agrícolas, pecuárias e projetos hidrelétricos.

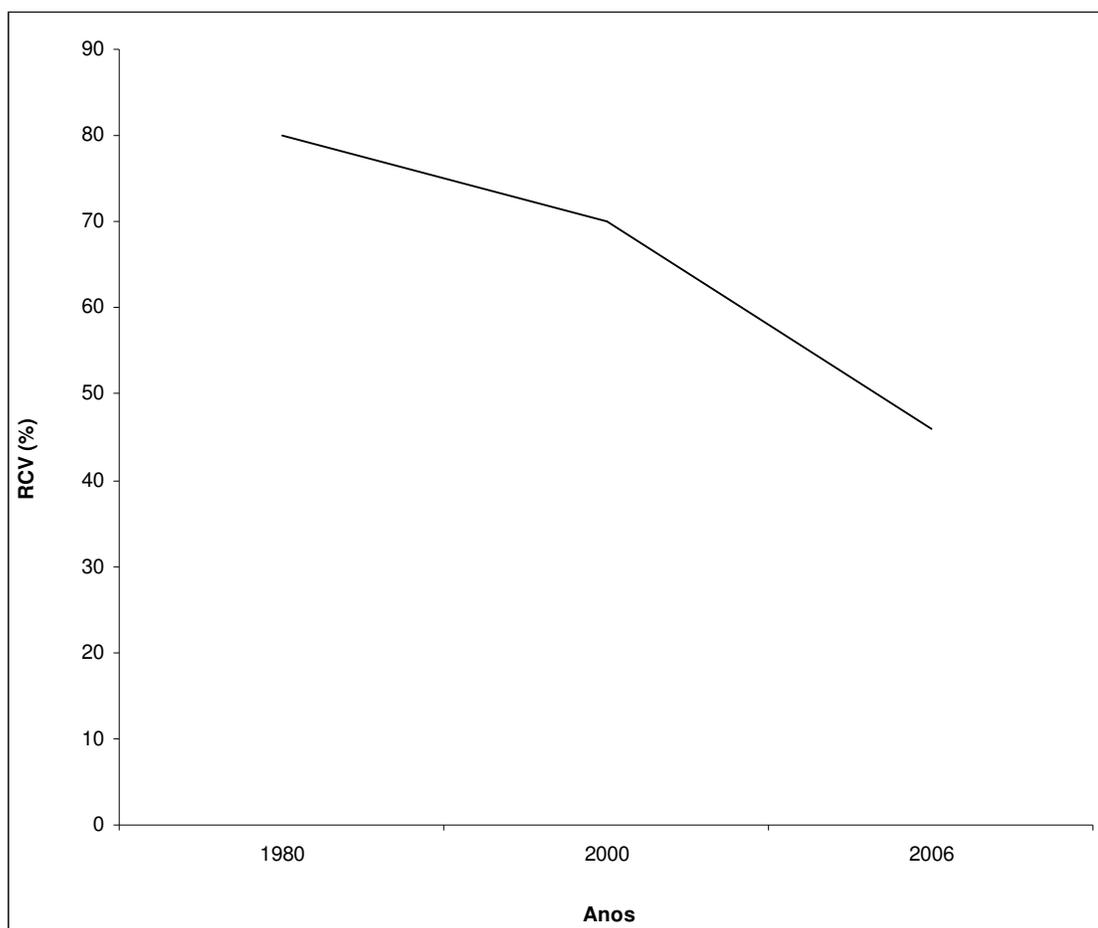


Figura 5. RCV do município de Minaçu – GO.

Em análise aos dados da tabela 6, num período de 26 anos (1980, 2000 e 2006), os municípios apresentaram índice preocupante de RCV, com uma diferença relativa média de 9,35% 2000. No entanto, a diferença relativa entre os períodos de 2000 a 2006 aumentou o índice para 13,33%.

Tabela 6. Diferença relativa entre duas datas: 1980 a 2000 e 2000 a 2006 dos municípios inseridos na área em estudo no Estado de Goiás.

Municípios	UF	INR-1980 (Ha)	INR-2000 (Ha)	INR-2006 (Ha)	(%) RCV 1980 a 2000	(%) RCV 2000 a 2006
Campinaçu	GO	139.017,00	135.759,00	121.398,00	2,34	10,58
Campinorte	GO	63.831,00	59.186,00	55.806,00	7,28	5,71
Cavalcante	GO	462.848,00	406.684,00	327.299,00	12,13	19,52
Colinas do Sul	GO	115.053,00	102.526,00	98.817,00	10,89	3,62
Minaçu	GO	229.827,00	201.568,00	132.759,00	12,30	34,14
Niquelândia	GO	549.378,00	504.359,00	468.138,00	8,19	7,18
São Luiz do Norte	GO	22.242,00	21.046,00	18.556,00	5,38	11,83
Uruaçu	GO	123.854,00	103.702,00	89.131,00	16,27	14,05
Média					9,35	13,33

5.3. Análise do INR dos municípios envolvidos por UEH no Estado do Maranhão

As transformações na cobertura vegetal dos 05 municípios do Estado do Maranhão, envolvidos pelo surgimento de usinas hidrelétricas no rio Tocantins, aconteceram de forma progressiva, ao longo do tempo, com os municípios sofrendo sensíveis mudanças nas paisagens nesses 26 anos.

A Tabela 7 apresenta a quantificação da cobertura vegetal dos municípios envolvidos no estudo. De acordo com os dados apresentados, pôde-se observar que entre os anos de 1980, 2000 e 2006 houve uma queda na redução de cobertura vegetal, o município de Porto Franco (Figura 6) foi o que sofreu maiores variações de perda nesses 26 anos, com 25% no período entre 1980 a 2000 e 10 % nos anos de 2000 a 2006. No entanto, pode ser observado que na década de 1980 o INR representa uma média de 75,2% de remanescentes, para o período de 2000 e 2006 a média diminuiu para 59,60 % e 48,2% respectivamente.

Entretanto, no atual cenário, todos os municípios apontados na Tabela 7 vêm sofrendo uma alta pressão antrópica, em grande parte por conversões de cobertura vegetal em grandes plantações, pastagem bovina e ações ilegais de desmatamentos.

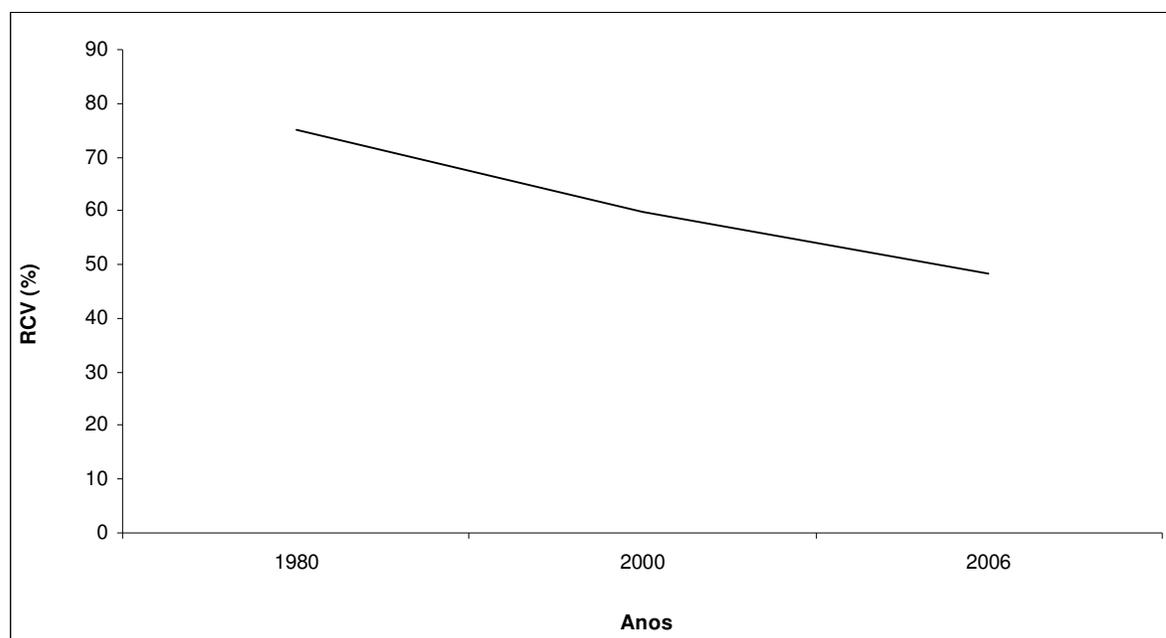
Tabela 7. Quantificação do INR no período de 1980, 2000 e 2006 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado do Maranhão.

Municípios	Áreas (Ha)	Reman. 1980 (Ha)	%	Reman. 2000 (Ha)	%	Reman. 2006 (Ha)	%
Campestre do Maranhão	61.820,00	46.799,00	76	35.085,00	57	24.268,00	39
Carolina	649.000,00	321.216,00	49	303.549,00	47	274.508,00	42

Continua...

Tabela 7. Continuação.

Estreito	272.770,00	201.219,00	74	177.671,00	65	137.719,00	50
Porto Franco	142.250,00	119.276,00	84	83.850,00	59	69.430,00	49
Ribamar Fiquene	73.840,00	68.848,00	93	52.050,00	70	45.268,00	61
Média			75,2		59,6		48,2

**Figura 6.** Redução da Cobertura Vegetal do município de Porto Franco - MA.

Os dados da Tabela 8 chamam atenção para o fato de que no ano de 2000 a 2006 cerca de 18,62% de áreas remanescentes dos municípios já ter sido convertida para áreas agrícolas, pastagens, crescimento das cidades e empreendimentos hidrelétricos. Devido a isso, a situação é bastante crítica nos municípios envolvidos por empreendimento hidrelétricos no Estado do Maranhão, apresentando um quadro ambiental preocupante, e tornando o município em estado de alerta em termos ambientais. Por outro lado, é de extrema importância adotar medidas eficazes no sentido de conscientizar as pessoas sobre a importância de preservar o meio ambiente.

Tabela 8. Diferença relativa entre duas datas: 1980 a 2000 e 2000 a 2006 dos municípios inseridos na área em estudo no Estado do Maranhão.

Municípios	UF	INR-1980 (Ha)	INR-2000 (Ha)	INR-2006 (Ha)	% RCV 1980 a 2000	% RCV 2000 a 2006
Campestre do Maranhão	MA	46.799,00	35.085,00	24.268,00	25,03	30,83
Carolina	MA	321.216,0 0	303.549,00	274.508,00	5,50	9,57
Estreito	MA	201.219,0 0	177.671,00	137.719,00	11,70	22,49
Porto Franco	MA	119.276,0 0	83.850,00	69.430,00	29,70	17,20
Ribamar Fiquene	MA	68.848,00	52.050,00	45.268,00	24,40	13,03
Média					19,27	18,62

5.4. Análise do INR dos municípios envolvidos por UEH no Estado do Pará

A distribuição da dinâmica da evolução da paisagem dos municípios envolvidos por empreendimento hidrelétrico no Estado do Pará por imagens de satélites fornecidas nos períodos de 1980, 2000 e 2006, quando colocadas juntas, ajudam não só a ilustrar e quantificar as mudanças, como também serve para comparar estas distintas épocas da cobertura vegetal dos municípios na área do estudo (Tabela 9).

Analisando a Tabela 9, observa-se que a média dos remanescentes nos municípios envolvidos na área em estudo diminuiu 7,36%, passando de 67,02% em 1980 para 59,66% em 2000. Para o período de 2000 a 2006 o INR continuou caindo, passou de 59,66% em 2000 para 57,3% em 2006. Entretanto, os municípios perderam em 26 anos 9,70 % em média do índice de remanescentes nos municípios mencionados.

Tabela 9. Quantificação do INR no período de 1980, 2000 e 2006 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado do Pará.

Municípios	Áreas (Há)	Reman. 1980 (Ha)	%	Reman. 2000 (Ha)	%	Reman. 2006 (Ha)	%
Breu Branco	398.900,00	284.557,00	71,34	262.596,00	66	245.487,00	62
Itupiranga	791.460,00	656.826,00	82,99	640.073,00	81	619.480,00	78
Jacundá	201.480,00	181.745,00	90	124.585,00	62	95.503,00	47
Marabá	1.515.790,00	1.229.351,00	81	1.129.337,00	74	1.042.068,00	69
Novo Repartimento	1.546.410,00	1.263.995,00	82	1.157.892,00	75	1.064.715,00	69
São João do Araguaia	130.170,00	95.935,00	74	93.133,00	72	87.377,00	67
Tucuruí	209.550,00	141.465,00	68	127.798,00	61	121.834,00	58
Média			67,02		59,66		57,3

O município de Jacundá, num período de 26 anos apresentou uma redução na cobertura vegetal de 43% e o município de Novo Repartimento no período entre 1980 a 2006 de 13%, conforme as figuras 7 e 8.

Atividades agrícolas, pecuárias e projetos hidrelétricos sejam os responsáveis por essas mudanças nos municípios mencionados.

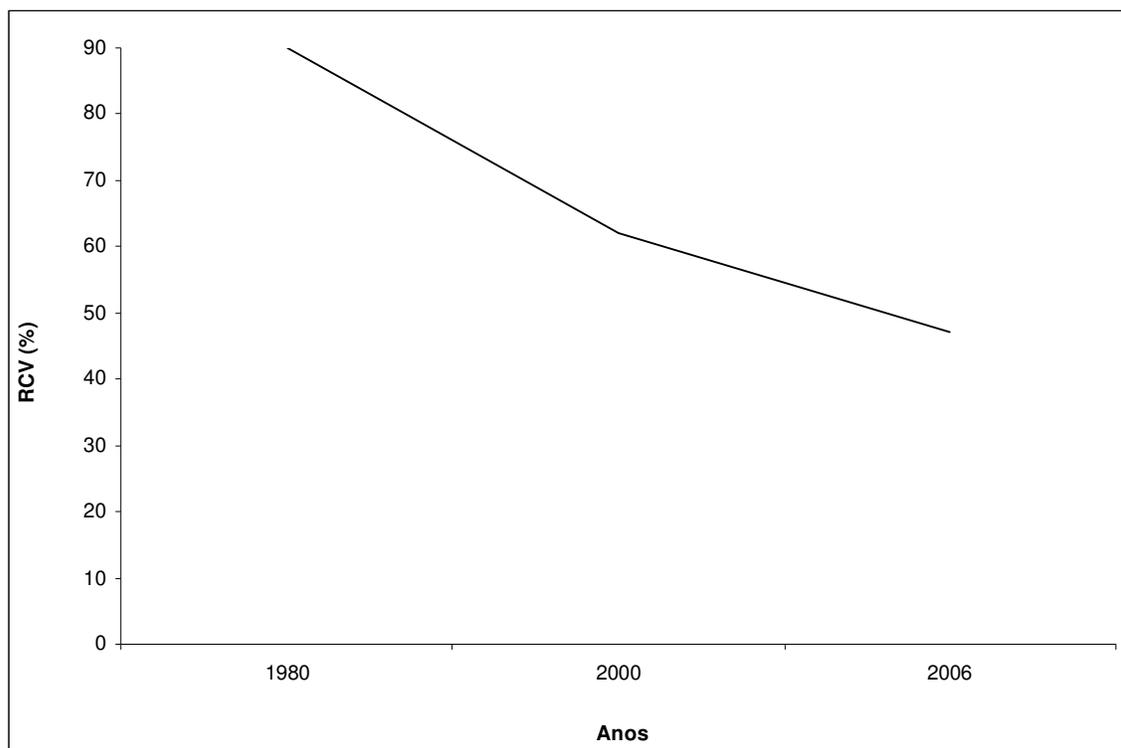


Figura 7. Redução da cobertura vegetal do município de Jacundá - PA.

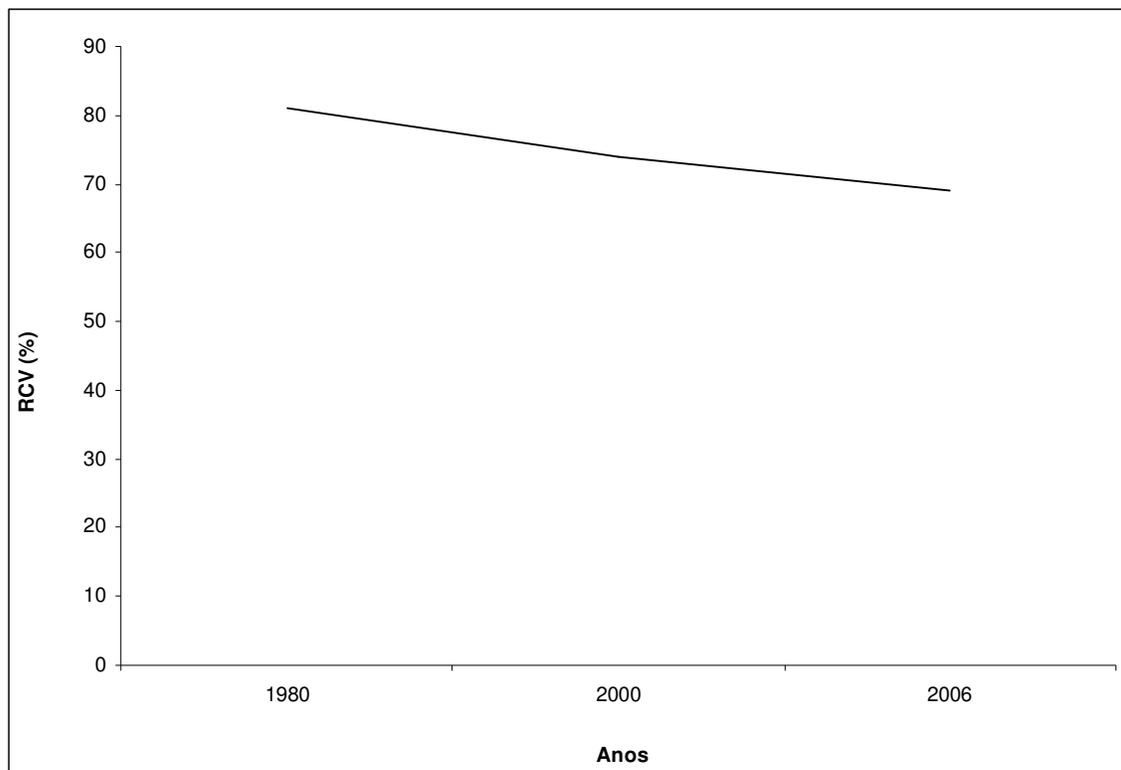


Figura 8. Redução cobertura vegetal do município de Marabá – PA.

De acordo com os resultados obtidos por diferença relativa, observado na Tabela 10, os municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos possuem um índice acentuado de ocupação.

O município de Jacundá apresentou índice de 31,45% de RCV entre o período de 1980 a 2000. No entanto, em 6 anos (2000 a 2006), o município perdeu 23,44% de áreas de remanescentes.

Tabela 10. Diferença relativa entre duas datas: 1980 a 2000 e 2000 e 2006 nos municípios inseridos na área em estudo no Estado do Pará.

Municípios	UF	INR-1980 (Ha)	INR-2000 (Ha)	INR-2006 (Ha)	% RCV 1980 a 2000	% RCV 2000 a 2006
Breu Branco	PA	284.557,00	262.596,00	261.054,00	7,72	0,59
Itupiranga	PA	656.826,00	640.073,00	619.480,00	2,55	3,22
Jacundá	PA	181.745,00	124.585,00	95.503,00	31,45	23,34
Marabá	PA	1.229.351,00	1.129.337,0 0	1.042.068,0 0	8,14	7,73
Novo Repartimento	PA	1.263.995,00	1.157.892,0 0	1.064.715,0 0	8,39	8,05
São João do Araguaia	PA	95.935,00	93.133,00	87.377,00	2,92	6,18
Tucuruí	PA	141.465,00	127.798,00	121.834,00	9,66	4,67
Média					10,12	7,68

5.5. Análise do INR dos municípios envolvidos por UHE no Estado do Tocantins

A Tabela 11 apresenta os índices normalizados de remanescentes para a totalidade dos 23 municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos nos períodos de 1980, 2000 e 2006.

Permite a visualização total de áreas de INR nos municípios e sua evolução no período estudado. Entretanto, pode ser observado que na década de 1980 o INR representa aproximadamente 60,90% de áreas verdes e teve um pequeno decréscimo em 2000 e 2006, representando 52,89% e 48,08%. Diante do resultado,

apresentado, percebeu-se que em 26 anos, houve uma RCV de 53,96% na média total dos municípios.

O município de Aguiarnópolis (Figura 9) no período de 1980 a 2006 foi o que sofreu maiores variações de perda em 26 anos, com 39%. E Palmeirópolis (Figura 10) com 26% de sua cobertura vegetal, certamente áreas convertidas para projetos agrícolas, pastagens.

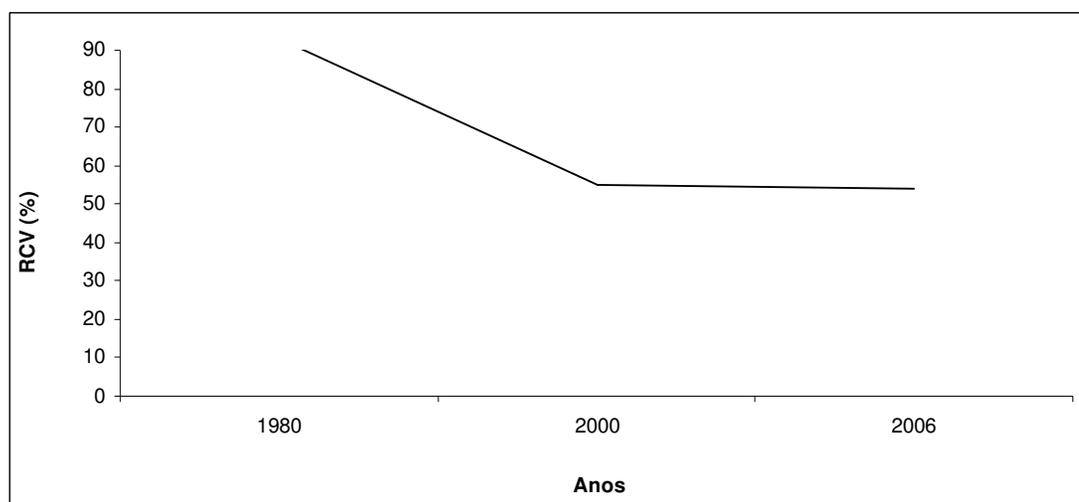


Figura 9. Redução da cobertura vegetal do município de Aguiarnópolis - TO.

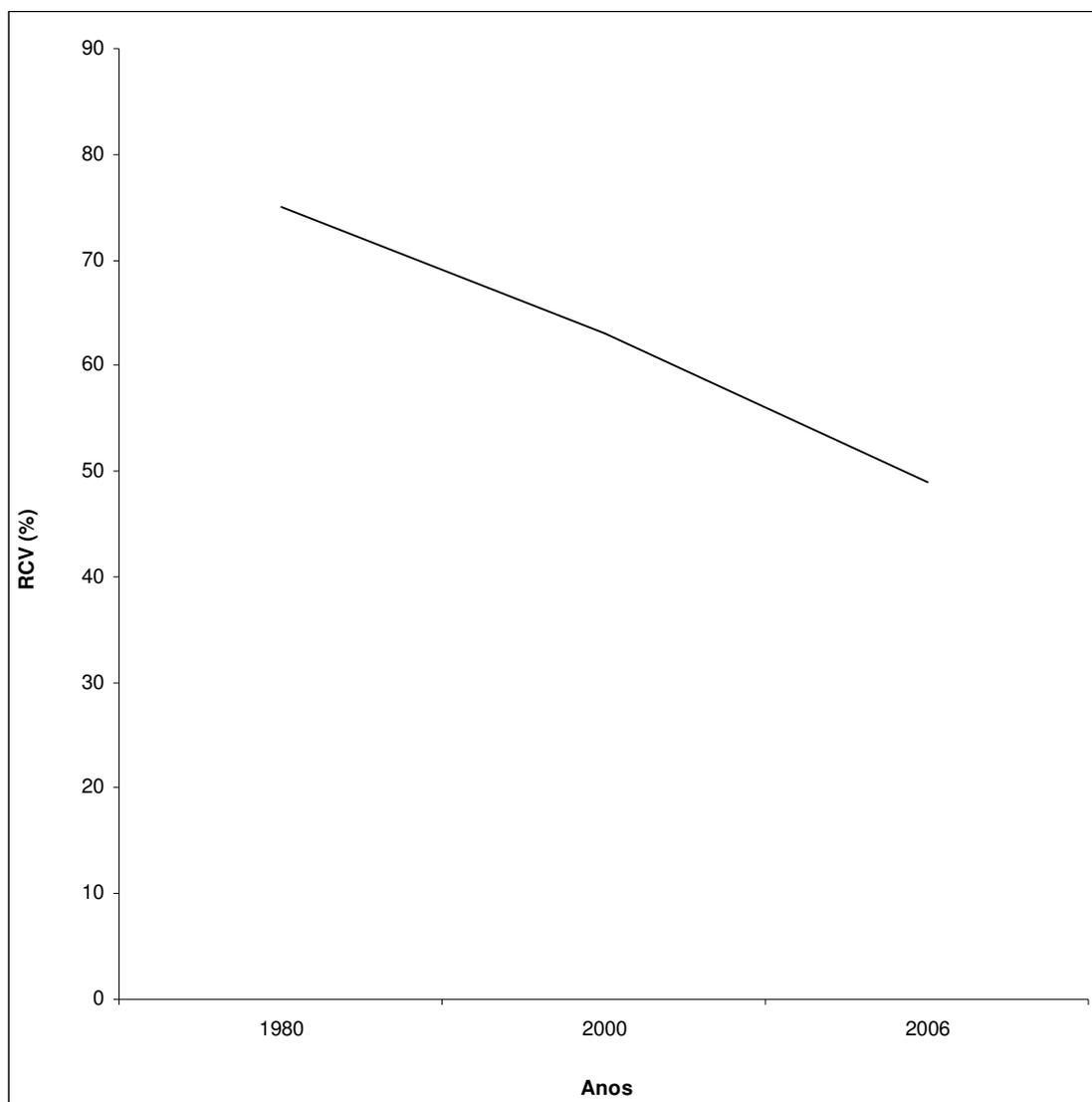


Figura 10. Redução da cobertura vegetal do município de Palmerópolis – TO.

Tabela 11. Quantificação do INR no período de 1980, 2000 e 2006 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado do Tocantins.

Municípios	Áreas (Ha)	Reman. 1980 (Ha)	%	Reman. 2000 (Ha)	%	Reman. 2006 (Ha)	%
Aguiarnópolis	23.880,00	22.185,00	93	13.231,00	55	13.027,00	54
Babaçulândia	191.640,00	110.676,00	58	105.360,00	55	104.433,00	54
Barra do Ouro	111.110,00	63.486,00	57	63.629,00	57	62.828,00	56
Bom Jesus do Tocantins	133.820,00	94.531,00	71	93.679,00	70	89.046,00	67
Brejinho de Nazaré	172.890,00	78.044,00	45	69.842,00	40	64.818,00	37
Filadélfia	199.650,00	124.713,00	62	109.116,00	55	100.910,00	51
Ipueiras	81.650,00	46.797,00	57	38.807,00	48	37.051,00	45,38
Itaguatins	82.770,00	59.343,00	71,70	51.670,00	62	47.772,00	58
Itapiratins	124.100,00	89.135,00	71,83	83.637,00	67	77.707,00	63
Lajeado	30.130,00	23.432,00	78	19.607,00	65	17.678,00	59
Maurilândia do Tocantins	79.240,00	31.802,00	40,13	30.401,00	38,37	29.088,00	36,71
Miracema do Tocantins	266.700,00	192.953,00	72	161.979,00	61	130.954,00	49
Palmas	247.490,00	170.058,00	69	116.752,00	47	115.932,00	46,84
Palmerópolis	171.020,00	128.583,00	75	108.148,00	63	83.354,00	49
Palmeirante	247.230,00	92.198,00	37	88.471,00	36	87.911,00	35,56
Paraná	1.216.090,00	651.079,00	54	574.476,00	47	570.024,00	46,45
Pedro Afonso	205.030,00	101.889,00	50	101.122,00	49	96.553,00	47

Peixe	511.120,00	280.931,00	55	250.041,00	53	272.813,00	49
Porto Nacional	446.410,00	251.982,00	56	192.994,00	43	174.569,00	39
São Salvador	142.760,00	112.418,00	79	103.582,00	73	98.139,00	69
Tocantinópolis	108.180,00	69.884,00	65	60.007,00	55	41.474,00	38
Tupirama	71.580,00	34.095,00	48	30.359,00	42	17.470,00	24
Tupiratins	89.910,00	32.039,00	36	31.424,00	35	27.761,00	31
Média			60,90		52,89		48,08

Na Tabela 12 estão transcritos os resultados da diferença relativa entre duas datas mostrando as mudanças das paisagens para os municípios, detectando a redução da cobertura vegetal (RCV) para os períodos entre 1980, 2000 e 2006.

Tabela 12. Diferença relativa entre duas datas: 1980 a 2000 e 2000 e 2006 dos municípios inseridos na área em estudo no Estado do Tocantins.

Municípios	UF	INR-1980 (Ha)	INR-2000 (Ha)	INR-2006 (Ha)	% RCV 1980 a 2000	% RCV 2000 a 2006
Aguiarnópolis	TO	22.185,00	13.231,00	13.027,00	40,36	1,54
Babaçulândia	TO	110.676,00	105.360,00	104.433,00	4,80	0,88
Barra do Ouro	TO	63.486,00	63.329,00	62.828,00	0,25	0,79
Bom Jesus do Tocantins	TO	94.531,00	93.679,00	89.046,00	0,25	4,95
Brejinho de Nazaré	TO	78.044,00	69.842,00	64.818,00	10,51	7,19

Continua...

Tabela 12. Continuação.

Filadélfia	TO	124.713,00	109.116,00	100.910,00	12,51	11,75
Ipueiras	TO	46.797,00	38.807,00	37.051,00	17,07	4,52
Itaguatins	TO	59.343,00	51.670,00	47.772,00	12,93	7,54
Itapiratins	TO	89.135,00	83.637,00	77.707,00	6,17	7,09
Lajeado	TO	23.432,00	19.607,00	17.678,00	16,32	9,84
Maurilândia do Tocantins	TO	31.802,00	30.401,00	29.088,00	4,41	4,32
Miracema do Tocantins	TO	192.953,00	161.979,00	130.954,00	16,05	19,15
Palmas	TO	170.058,00	116.752,00	115.932,00	31,35	0,70
Palmeirópolis	TO	128.583,00	108.148,00	83.354,00	15,89	22,93
Palmeirante	TO	92.198,00	88.471,00	87.911,00	4,04	0,63
Paraná	TO	651.079,00	574.476,00	570.024,00	11,77	0,77
Pedro Afonso	TO	101.889,00	101.122,00	96.553,00	0,75	4,52
Peixe	TO	280.931,00	272.813,00	250.041,00	2,89	8,35
Porto Nacional	TO	251.982,00	192.994,00	174.569,00	23,41	9,55
São Salvador	TO	112.418,00	103.582,00	98.139,00	7,86	5,25
Tocantinópolis	TO	69.884,00	60.007,00	41.474,00	14,13	30,88
Tupirama	TO	34.095,00	30.359,00	17.470,00	10,96	42,46
Tupiratins	TO	32.039,00	31.424,00	27.761,00	1,92	11,66
Média					11,59	9,45

De acordo com os dados da Tabela 12 no período de 1980 a 2000, os municípios apresentaram uma média de 11,59% na RCV. Notadamente, os municípios de Aguiarnópolis e Tocantinópolis, têm índice de perda da vegetação maior que outros. Curiosamente, os dados da tabela 12 chama atenção para o fato de que o município de Tupirama já ter sido convertido em 42,46% de sua cobertura vegetal. Nesses seis anos, essa significativa alteração na cobertura vegetal do município no Estado do Tocantins foi conduzida por extensas áreas de agricultura e pastagens. Infelizmente, esta significativa produção agropecuária carrega o ônus da redução de cobertura vegetal para a formação de pastos e a agricultura. Desta forma o município de Tupirama, já converteu boa parte de sua cobertura vegetal para implantação de projetos agrícolas e pastagens. Um fato preocupante é que está redução na cobertura vegetal ocorreu a partir do ano de 2000 a 2006, ou seja, há pouco mais de 1 ano atrás.

5.6. Análise Sócio-Econômica dos municípios envolvidos por UHEs nos Estados de Goiás, Maranhão, Pará e Tocantins.

Na busca por uma melhor compreensão, o estudo ora empreendido, avalia os impactos econômicos e sociais dos municípios envolvidos pelos reservatórios das Usinas Hidrelétricas no rio Tocantins nos estados de Goiás, Maranhão, Pará e Tocantins, mediante os seguintes índices sócios – econômico analisados: Índice de Pobreza, Índice de Desenvolvimento Humano municipal (IDH-M), Índice de Gini.

Em 1991, o IDH do Brasil era 0,696 que em 2000 passou para 0,766. No último Relatório de Desenvolvimento Humano-RDH 2007/2008, divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento-PNUD, o Brasil melhorou

entre 2005 e 2006, mas o país perdeu uma posição no ranking mundial, saindo da posição 69^o em 2006 para ocupar 70^o posição este ano.

O Relatório de Desenvolvimento Humano-RDH - 2007 separa os países em três categorias: IDH alto (de 0,800 em diante), IDH médio (de 0,500 até 0,799) e IDH baixo (de 0 até 0,499). Apesar dessas mudanças, o IDH brasileiro cresceu, passou de 0,766 em 2000 para 0,800 em 2007, conforme pode ser visto na Figura 11, resultado que mantém o Brasil posicionado na faixa considerada de desenvolvimento humano alto, portanto, dentro da linha dos países de alto desenvolvimento, que tem a Islândia em primeiro lugar no ranking mundial com um IDH de 0,968.

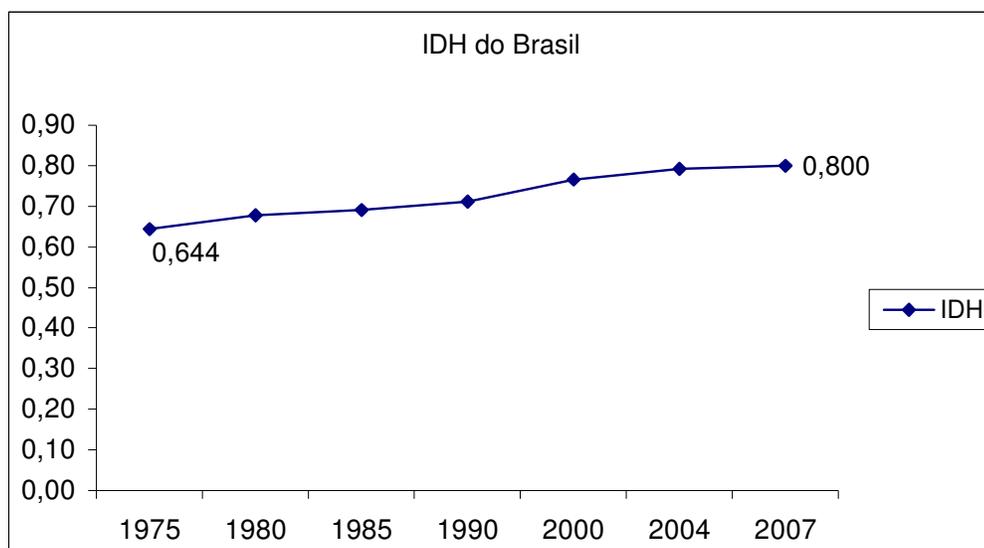


Figura 11. Evolução do IDH do Brasil de 1975 a 2007

Essa trajetória ascendente do IDH brasileiro no período de 1975 a 2007 indica que esforços significativos foram feitos na área de educação e no aumento da expectativa de vida ao longo dos últimos anos, fruto de políticas públicas voltadas ao atendimento familiar e saúde preventiva. Obviamente que a dimensão renda também

contribuiu para esta ascendência do índice. Entretanto, além dos esforços significativos para promover o crescimento econômico é preciso redistribuir a renda, de modo que se permita que a parcela carente e necessitada da população possa ter acesso a uma melhor educação, saúde e outros benefícios que permitam uma qualidade de vida melhor.

Em relação à posição em que se encontram os estados brasileiros de acordo com IDH-M na Tabela 13, percebe-se que dentre os Estados da área de estudo, Goiás com um IDH-M de 0,776, encontra-se numa posição confortável, ocupando o oitavo lugar no ranking nacional e em primeiro lugar em relação à área do empreendimento. O Estado do Maranhão ficando com o pior desempenho, em último lugar, tanto na área do empreendimento, como no ranking nacional com um IDH-M de 0,636, conforme a Tabela 13.

Tabela 13. Ranking dos Estados Brasileiros de acordo com IDH-M de 2000

Classificação	UF	IDH-M
1º	Distrito Federal	0,844
2º	Santa Catarina	0,822
3º	São Paulo	0,820
4º	Rio Grande do Sul	0,814
5º	Rio de Janeiro	0,807
6º	Paraná	0,787
7º	Mato Grosso do Sul	0,778
8º	Goiás	0,776
9º	Mato Grosso	0,773
10º	Minas Gerais	0,773
11º	Espírito Santo	0,765

Continua...

Tabela 13. Continuação.

12 ^o	Amapá	0,753
13 ^o	Roraima	0,743
14 ^o	Rondônia	0,735
15 ^o	Pará	0,723
16 ^o	Amazonas	0,713
17 ^o	Tocantins	0,710
18 ^o	Rio Grande do Norte	0,705
19 ^o	Pernambuco	0,705
20 ^o	Ceará	0,700
21 ^o	Acre	0,697
22 ^o	Bahia	0,688
23 ^o	Sergipe	0,682
24 ^o	Paraíba	0,661
25 ^o	Piauí	0,656
26 ^o	Alagoas	0,649
27 ^o	Maranhão	0,636

5.7. Avaliação sócio-econômico dos municípios do Estado de Goiás envolvidos por UHEs no rio Tocantins

Traçando um paralelo ao surgimento dos empreendimentos hidroelétricos na bacia do Rio Tocantins, entre as décadas de 1980 e 2000, este trabalho analisou os mesmos Estados e municípios em função de alguns índices socioeconômicos, visando verificar as possíveis consequências (positivas e negativas) a partir do surgimento destes empreendimentos supracitados. Tais indicadores, referentes às décadas de 1991 e 2000, englobam o Índice de Desenvolvimento Humano -

Municipal (IDH-M), Renda per capita, Proporção de pobres e GINI (Concentração de renda).

Estado de Goiás

No estado de Goiás, o estudo analisou os municípios inseridos na área de influência das usinas hidroelétricas de Serra da Mesa e Cana Brava, cujas terras foram parcialmente inundadas pelos respectivos reservatórios.

Com base no gráfico da figura 12, nota-se uma evolução na qualidade de vida estimada pelo IDH-M dos municípios envolvidos pelos empreendimentos. Essa evolução pode ser explicada pelos avanços sociais relativos ao acesso à educação, ao aumento da expectativa de vida e ao crescimento da renda. O município com o maior IDH-M foi Campinorte, enquanto Cavalcanti apresentou o menor IDH-M.

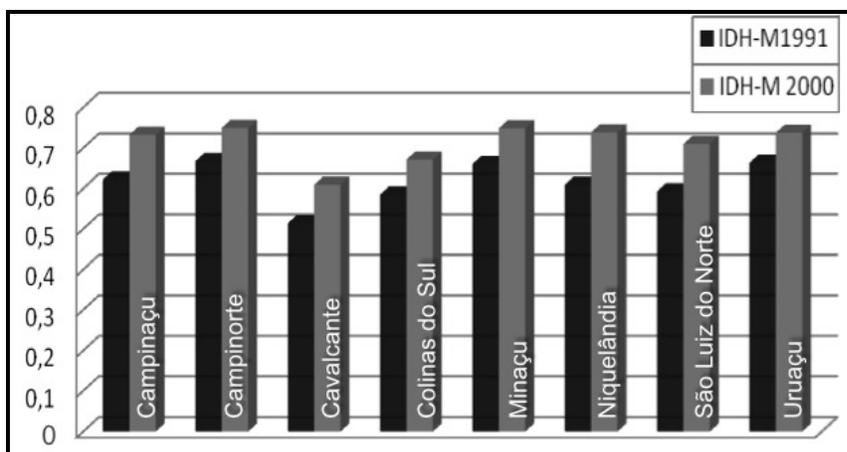


Figura 12. Variação do IDH-M nos municípios envolvidos por empreendimentos hidroelétricos no Estado de Goiás, entre 1991 e 2000.

Dentre os municípios analisados, Campinorte foi aquele com o maior crescimento de IDH-M, segundo o censo do IBGE de 2000, com um total de

habitantes (no ano 2000) de 8.257. Entretanto, em relação ao ranking nacional, Campinorte ocupa apenas a 1864^o colocação, estando entre os municípios de médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8). Isto revela o fato de que este, assim como os demais municípios desta região, precisa (e pode) melhorar no quesito “qualidade de vida” para a sua população. O que elevou o crescimento do IDH-M de Campinorte foi a longevidade, seguido pela educação e renda. Avaliando-se os indicadores de renda de Campinorte, em fato verificou-se um decréscimo na proporção de pobres e no índice de Gini, conforme a tabela 14.

Tabela 14. Indicadores de Renda, Pobreza e GINI para o município de Campinorte - GO, referentes aos anos de 1991 e 2000.

Indicadores	1991	2000
Renda per Capita Média (R\$)	116,27	167,99
Proporção de Pobres %	60,5	42,4
Índice de Gini	0,59	0,56

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano – 2002.

Já o município com o menor IDH-M, dentre aqueles com empreendimentos hidroelétricos, foi Cavalcante. Avaliando os indicadores de renda deste município, verificou-se uma melhora significativa na renda per capita média (em mais de 20%). A proporção de pobres sofreu um decréscimo (queda de 7%), enquanto o índice de Gini demonstra um pequeno aumento na desigualdade (Tabela 15).

Tabela 15. Indicadores de Renda, Pobreza e GINI para o município de Cavalcante - GO, referentes aos anos de 1991 e 2000.

Indicadores	1991	2000
Renda per Capita Média (R\$)	70,57	91,50
Proporção de Pobres %	77,4	70,1
Índice de Gini	0,55	0,63

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano – 2002.

Estado do Maranhão

Em 2000, o IDH-M para o Estado do Maranhão ficou com média de 0,636, sendo classificação pelo PNUD como uma região de médio desenvolvimento humano. Mesmo assim, observa-se no gráfico da figura 13 uma evolução em qualidade de vida estimada pelo IDH-M dos municípios envolvidos por empreendimentos. Estreito foi o município com maior IDH-M, enquanto o menor foi Ribamar Fiquené.

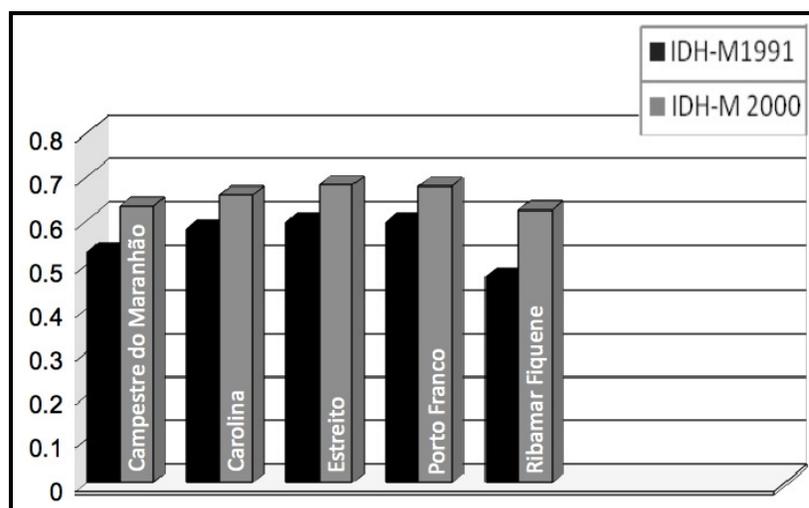


Figura 13. IDH-M dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no Estado do Maranhão.

Embora o município de Estreito, o qual apresenta um total de habitantes de 22.930 (IBGE, 2000), ocupe a primeira posição no ranking em relação aos outros municípios deste estado (0,681), este valor é baixo quando comparado ao nível nacional, ficando este na 3279ª posição. Avaliando-se os indicadores de renda do município, verificou-se uma melhora na renda média per capita, um decréscimo na proporção de pobres, mas acompanhado também por um aumento no índice de Gini, o que equivale a um aumento na concentração de renda (Tabela 16).

Tabela 16. Indicadores de Renda, Pobreza e GINI para o município de Estreito - MA, referentes aos anos de 1991 e 2000.

Indicadores	1991	2000
Renda per Capita Média (R\$)	91,53	127,09
Proporção de Pobres %	71,7	59,2
Índice de Gini	0,46	0,57

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano – 2002.

No outro extremo encontra-se o município de Ribamar Fiquené, com um desempenho muito baixo aos demais municípios no Maranhão envolvidos com empreendimentos de energia. Ainda que o município tenha apresentado um crescimento significativo, este não foi suficiente para tirá-lo do último lugar deste ranking. Avaliando seus indicadores de renda, houve uma melhora na renda per capita média, seguido por um decréscimo da proporção de pobres; mas o índice de Gini mostrou um aumento significativo, aumentando a desigualdade entre os habitantes deste município (Tabela 17).

Tabela 17. Indicadores de Renda, Pobreza e GINI para o município de Ribamar Fiquené - MA, referentes aos anos de 1991 e 2000.

Indicadores	1991	2000
Renda per Capita Média (R\$)	72,82	85,80
Proporção de Pobres %	82,0	72,7
Índice de Gini	0,46	0,57

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano – 2002.

Estado do Pará

No ano de 2000, o IDH-M do estado do Pará teve média de 0,723, o que indica uma região de desenvolvimento médio, ocupando a 15ª posição no ranking nacional. Observa-se na figura 14 uma evolução em qualidade de vida estimada pelo IDH-M dos municípios envolvidos por empreendimentos do gênero. Neste grupo, o município com maior IDH-M foi Tucuruí (0,755), enquanto o menor IDH-M foi obtido por São João do Araguaia (0,582).

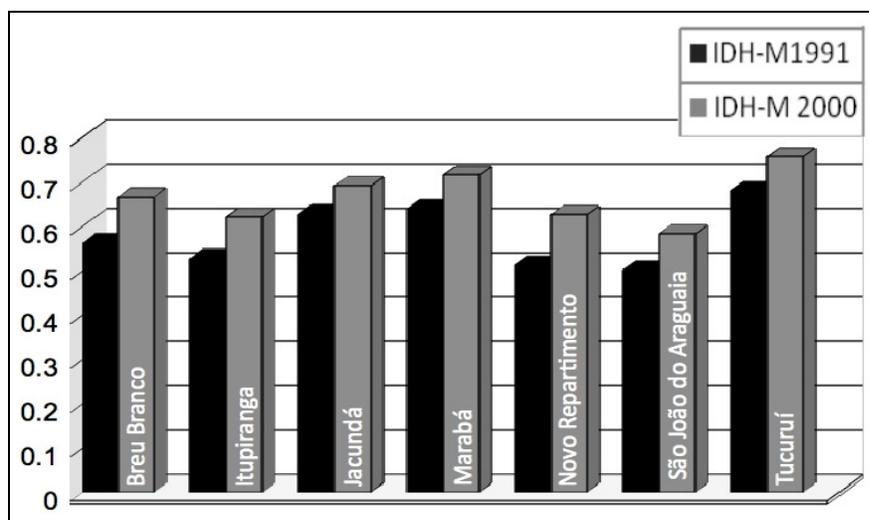


Figura 14. IDH-M de 1991 e 2000 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no do Estado do Pará.

Sobre o município de Tucuruí, o qual apresenta um total de habitantes de 73.798 (1,19% da população do Estado), este ocupa uma posição de destaque no IDH-M sobre os demais municípios envolvidos com empreendimentos hidroelétricos. Entretanto, o que elevou o crescimento deste município foi à longevidade, seguido pela educação e renda. Segundo a classificação do PNUD, o município está entre as regiões consideradas de Desenvolvimento Humano Médio. Analisando os indicadores, verificou-se um crescimento significativo na renda média per capita e um decréscimo na proporção de pobres; por outro lado, o índice de Gini (semelhantemente ao estado do Maranhão) aumentou de forma significativa, trazendo uma maior desigualdade econômica entre seus habitantes (Tabela 18).

Tabela 18. Indicadores de Renda, Pobreza e GINI para o município de Tucuruí – PA, referentes aos anos de 1991 e 2000.

Indicadores	1991	2000
Renda per Capita Média (R\$)	132,02	180,99
Proporção de Pobres %	56,7	40,0
Índice de Gini	0,58	0,59

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano – 2002.

Já o município de São João do Araguaia, com um total de habitantes de 12.247 (representando 0,2% da população do Estado), e apesar de um crescimento satisfatório nos últimos anos, ainda não ocupa uma posição de destaque na classificação dos municípios envolvidos com tais empreendimentos. O que mais contribuiu para o crescimento de seu IDH-M foi a educação, seguido pela longevidade e a renda, classificado entre as regiões de desenvolvimento médio no

país. Analisando os indicadores socioeconômicos, verificou-se uma queda na renda média per capita, um aumento na proporção de pobres, seguido por um aumento no índice de Gini, indicando aumento na desigualdade entre seus habitantes (Tabela 19).

Tabela 19. Indicadores de Renda, Pobreza e GINI para o município de São João da Araguaia-PA, referentes aos anos de 1991 e 2000.

Indicadores	1991	2000
Renda per Capita Média (R\$)	75,85	67,72
Proporção de Pobres %	76,2	77,0
Índice de Gini	0,55	0,62

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano – 2002.

Estado do Tocantins

O Estado do Tocantins está localizado na região Norte do país, com uma área de 277.297 km². Sua população em 2000 era de 1.157.098 habitantes, de acordo com o censo demográfico do IBGE para este ano, com IDH de 0,710. Segundo o PNUD (2002), o Estado está entre as regiões de desenvolvimento médio no Brasil, ocupando a 17^ª posição no ranking nacional.

Na figura 15 observa-se que os municípios de Miracema do Tocantins e Palmas apresentam os melhores índices de IDH-M, enquanto o município de Tupirama detém o menor IDH-M entre os municípios relacionados neste estudo. Com a evolução do município de Tupirama, entre 1991 e 2000, o município de Babaçulândia passou a figurar em último lugar no ranking no ano de 2000 (Figura 7).

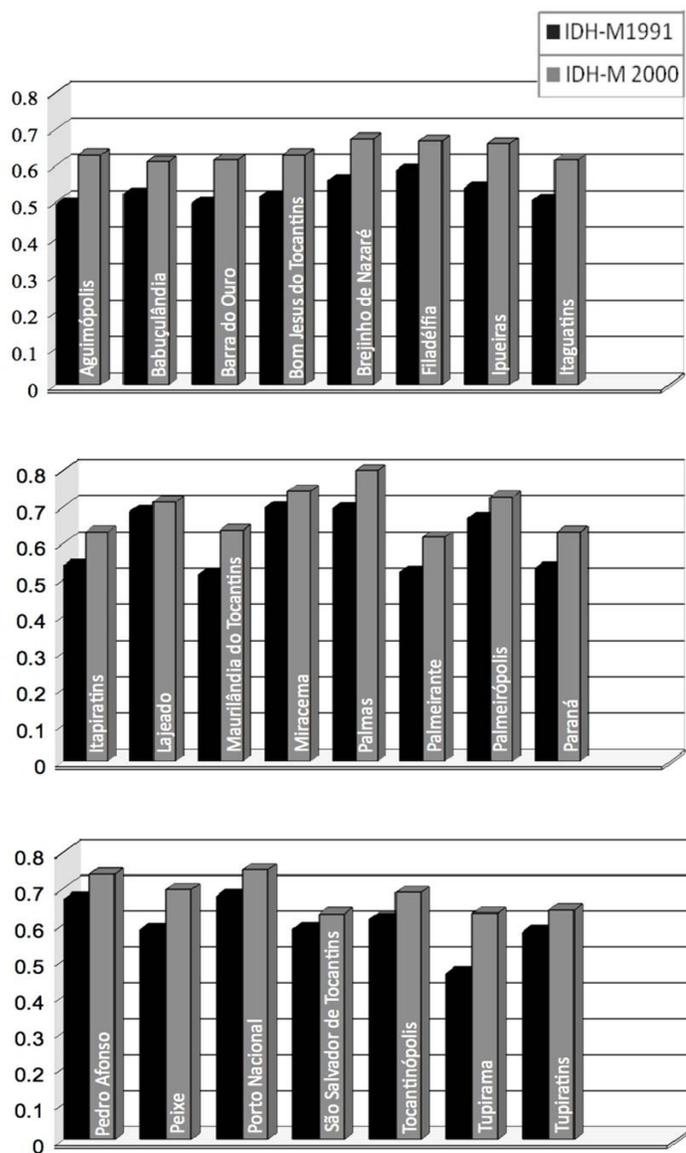


Figura 15. IDH-M de 1991 e 2000 dos municípios envolvidos por empreendimentos hidroelétricos no Estado do Tocantins.

Como pode ser observado na tabela 20, Babaçulândia, cuja população em 2000 era de 10.329 habitantes, obteve um crescimento econômico de 16,41% entre 1991 e 2000, com um decréscimo na proporção de pobres e um aumento no índice de Gini (i.e., maior desigualdade entre a população).

Tabela 20. Indicadores de Renda, pobreza e GINI para o município de Babaçulândia - TO, referentes aos anos de 1991 e 2000.

Indicadores	1991	2000
Renda per Capita Média (R\$)	60,18	74,14
Proporção de Pobres %	81,5	71,7
Índice de Gini	0,50	0,57

Fonte: PNUD – Atlas do Desenvolvimento Humano – 2002.

Num outro extremo figura o município de Palmas, cuja população em 2000 era de 137.355 habitantes. Palmas é classificada como uma região de Alto Desenvolvimento Humano (IDH superior a 0,8), ocupando a primeira posição no Estado de Tocantins. Entre 1991 e 2000, o município teve um crescimento na renda per capita, seguido por uma redução na proporção de pobres e um aumento na desigualdade, já que o índice de Gini cresceu nos últimos anos (Tabela 21).

Tabela 21. Indicadores de Renda, Pobreza e GINI para o município de Palmas - TO, referentes aos anos de 1991 e 2000.

Indicadores	1991	2000
Renda per Capita Média (R\$)	233,04	358,05
Proporção de Pobres %	40,9	24,3
Índice de Gini	0,63	0,65

Fonte: PNUD- Atlas do Desenvolvimento Humano – 2002.

A partir destes levantamentos, e apesar do IDH-M ter aumentado em praticamente todos os municípios de Tocantins, ainda existe uma significativa

desigualdade entre estes, inclusive quando comparados com municípios de outros estados brasileiros, principalmente no Centro-Sul e Sudeste (onde o IDH já ultrapassa o patamar de 0,8, numa escala de 0 a 1). Entretanto, essas informações demonstram que muitos avanços foram obtidos, principalmente ao se reduzir o número de municípios que estavam em um patamar de baixo desenvolvimento humano.

Por outro lado, faz-se necessário o estabelecimento de ações sistemáticas para a redução das diferenças socioeconômicas constatadas até aqui, tais como a geração de renda, a criação de novos postos de trabalhos, a expansão dos serviços públicos (como educação e saúde), medidas estas que precisam ser metas permanentes dos gestores públicos nos 43 municípios de Tocantins inseridos na área de estudo (com usinas hidroelétricas).

5.11. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos

Conforme estabelecido, o imposto é pago por UHEs com potencial maior que 30 MW, e as PCHs de até 30MW são isentas. A distribuição dos recursos é repassada da seguinte forma. O rateio entre os municípios é feito de duas maneiras. Na primeira maneira o ganho da energia por regularização da vazão dos rios, benefícios que um reservatório pode ter sobre a quantidade de energia gerada em outras usinas. Na segunda maneira ocorre de acordo com o percentual da área inundada pelo reservatório das UHEs. A compensação é paga quando inicia a operação comercial da primeira máquina geradora, onde as concessionárias deverão fazer os respectivos cálculos da compensação devidos. Entretanto, os municípios e estados recebem o mesmo valor de 45% dos recursos. A união fica com 10% do total.

Na Tabela 22 pode ser observado o valor total que UHEs repassaram para os municípios pela utilização de Recursos hídricos em 2007 no rio Tocantins.

Conforme as tabelas 23, 24, 25, 26 e 27 são observadas o valor que cada município recebeu dos empreendimentos hidrelétricos no rio Tocantins em 2007 das UEHS como forma de compensação financeira.

Tabela 22. Parcelas relativas à compensação financeira pela utilização de recursos hídricos, pagas pelas UHEs em 2007.

UHEs	Parcela Paga em 2007 (R\$)	Total Pago pela UHE (R\$)
Cana Brava – GO	2.952.154,85	7.380.387,12
Lajeado – TO	5.415.926,92	13.539.817,31
Peixe Angical – TO	3.553.357,69	8.883.394,72
Serra da Mesa – GO	6.614.498,59	16.536.246,48
Tucuruí – PA	47.014.464,11	117.536.160,27

Fonte: Aneel. Relatórios de Compensação Financeira, 2007.

Tabela 23. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Serra da Mesa – GO.

UHE - Serra da Mesa	Área em Km ²	Valor Pago R\$
Barro Alto	0,12	636,08
Campinaçu	226,79	1.196.170,83
Campinorte	0,15	802,23
Colinas do Sul	53,68	238.123,99

Continua...

Tabela 23. Continuação.

Minaçu	34,61	182.537,22
Niquelândia	757,62	3.995.934,01
Santa Rita	22,79	120.200,95
Uruaçu	158,33	835.093,29

Fonte: Aneel. Relatório de compensação financeira, 2007.

Tabela 24. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Cana-Brava - GO

UHE - Cana Brava	Área em Km ²	Valor Pago (R\$)
Minaçu	61,08	643.686,61
Colinas do Sul	8,14	85.782,73
Cavalcante	70,41	742.010,06

Fonte: Aneel. Relatórios de compensação financeira, 2007.

Tabela 25. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Peixe Angical –TO.

UHE - Peixe Angical	Área em Km ²	Valor Pago (R\$)
Paraná	182,23	1.516.387,80
Peixe	24,46	199.179,71
São Salvador	107,76	877.481,10

Fonte: Aneel. Relatório de compensação financeira, 2007.

Tabela 26. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos.pela UHE – Lajeado – TO.

UHE - Lajeado	Área em Km²	Valor Pago (R\$)
Aliança do Tocantins	10,60	44.127,05
Brejinho do Nazaré	161,50	672.313,09
Ipueiras	128,10	533.271,25
Lajeado	32,70	136.127,79
Miracema	80,30	334.282,23
Palmas	191,10	795.535,08
Porto Nacional	432,80	1.801.715,85

Fonte: Aneel. Relatório de compensação financeira, 2007.

Tabela 27. Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos pelos municípios diretamente atingidos pela UHE – Tucuruí – PA.

UHE - Tucuruí	Área em Km²	Valor Pago (R\$)
Breu Branco	224,51	3.193.941,78
Itupiranga	95,13	1.353.185,77
Jacundá	262,10	3.728.132,21
Novo Repartimento	1.335,08	18.990.367,05
Tucuruí	518,55	7.375.971,69

Fonte: Aneel. Relatório de compensação financeira, 2007.

6. DISCUSSÃO

As primeiras iniciativas para o monitoramento sistemático da cobertura vegetal datam do início da década de 80, quando o Instituto Nacional de Estudos Espaciais (INPE) e o então Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) fizeram uma avaliação dos desmatamentos ocorridos na Floresta Amazônica por meio da interpretação visual de imagens MSS (Landsat 3), constatando uma área desmatada de aproximadamente 152.200 km² até 1978 (Tardin *et al.*, 1980). A partir de 1993, começaram a ser utilizadas imagens TM (Landsat 5) obtidas para o ano de 1988 e 11 anos mais tarde surgiram às primeiras imagens CBERS.

Segundo Sano *et al.* (2006), o mapa de cobertura vegetal e uso do solo, produzido pelo consórcio Imagem / WWF, indica que 223.217 km² (64%) da vegetação nativa já foram convertidas em atividades agropecuárias, áreas urbanas e outras formas de uso (ex. represas e áreas de mineração).

Portanto, com as imagens Landsat e Cbers, foi possível quantificar o atual cenário dessas áreas de remanescentes nos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no rio Tocantins, não é nada animador.

Os municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos do Estado de Goiás a situação não é menos crítica. Entre os 08 municípios, todos apresentaram áreas convertidas. Entretanto, numa escala temporal de 26 anos, os municípios tinham na década de 1980 61,78 (1.706.050 ha) áreas de remanescentes, em 2000 56% (1.534.830 ha) e em 2006 com 47,98% (1.311.904 há) de áreas de remanescentes.

No Estado Maranhão, a situação não é diferente. Entre os 05 municípios da área de estudo, em 1980 o percentual era de 75,02% (757.358 ha) de

remanescentes, no ano de 2000 o índice retroagiu para 59,60% (652.205 ha) e chegou em 2006, com uma porcentagem de remanescente de 48,2% (551.193 ha). Para o Estado do Pará, o índice de remanescente continuou baixando, onde na década de 1980 a porcentagem do índice de remanescente era de 67,02% (3.853.874 há), num período de 20 anos esse índice passou para 59,66 (3.535.414 ha), perdendo 7,36% de sua cobertura de remanescentes, e no ano de 2006, esse índice chegou com 57,3 % (3.276.464 ha) de sua vegetação.

Contudo, para o Estado do Tocantins, os 23 municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no vale do Tocantins, apresentaram índice em média de 60,90% (2.862.253 ha) de áreas de remanescentes em 1980, portanto, no ano de 2000, esse índice regrediu para 52,89% (2.521.106 ha) de vegetação e em 2006 com 48,08% (2.345.540 ha) de remanescentes. Em outras palavras, apresentaram uma redução na vegetação significativa, sobretudo se levarmos em consideração que boa parte desta cobertura desmatada trazia uma proteção aos cursos d'água (Áreas de Preservação Permanente), à fauna e flora do Estado (Ferreira *et al.*,2006).

A redução da cobertura vegetal vem ocorrendo devido à ação de um conjunto de variáveis indutoras, tais como fatores naturais e fatores que beneficiam a implantação de atividades econômicas, tais como disponibilidade de infra-estrutura para deslocamento de mercadorias e insumos, necessários para a prática de agricultura e pecuária, somados à proximidade de centros consumidores economicamente desenvolvidos e com grande quantidade de população. Essas variáveis acabam por induzir a RCV, pois, de um lado, aumentam o interesse na construção do espaço de produção econômica e, por outro lado, esta construção faz

com que o espaço (antes ocupado por remanescentes) passe a ter maior valor de mercado (Miziara & Ferreira, 2006).

Portanto, processos como o de urbanização e expansão da agricultura levam a um aumento nas taxas de desmatamentos, muitas vezes influenciando no isolamento geográfico das espécies de fauna e flora. Dessa forma, as áreas de remanescentes passam a ter importância primordial nos programas de conservação da biodiversidade. Em outras palavras, a re-conexão de parte destes habitats isolados é um ponto estratégico para a conservação dos ambientes remanescentes. Na relação histórica entre sociedade e meio ambiente, são inúmeros os fatores de desequilíbrios ambientais oriundos do desenvolvimento humano, ao mesmo tempo em que cresce a necessidade de se manter os recursos básicos para a sobrevivência dos seres vivos. Esta necessidade ambiental incentiva ações políticas no sentido de se criar áreas legalmente protegidas e representativas da vida silvestre no planeta (Arruda *et al.*, 2000).

Essa tendência de aumento pode ser vista também em regiões localizadas na fronteira agrícola. Nessas áreas percebe-se que a introdução da soja e cana de açúcar pode mudar em pouco tempo a realidade local. Aparentemente essa atividade encontra-se em franca expansão.

Frente ao estágio de degradação da área em estudo na bacia do Tocantins, discriminadas aqui na escala temporal dos municípios, fica clara a necessidade de adoção de mecanismos em prol da preservação dos remanescentes de vegetação, conciliando com o desenvolvimento econômico, social e políticas pública por parte dos governos, somada às iniciativas privadas, no sentido de conscientizar e recuperar o meio ambiente como um todo.

O cenário atual da ocupação espacial do vale do rio Tocantins indica que a produção agrícola e pecuária está cada vez mais aumentando, talvez ainda tenhamos tempo de reverter essa situação e iniciar um trabalho de recomposição de áreas consideradas importantes para a biodiversidade e para a conservação dos recursos hídricos.

Na década de 80, o nível de desenvolvimento de um país, estado, ou município era medido de acordo com o valor de seu produto interno bruto (PIB), sem que se tentasse medir a qualidade de vida de seus cidadãos. No entanto, a partir do Relatório de Desenvolvimento Humano, publicado pelas Nações Unidas em 1990, é dado um novo enfoque ao conceito de desenvolvimento, cuja finalidade última passa a ser o bem-estar das populações.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), criado por um grupo de especialistas liderado pelo cientista Mahbub ul Haq, com o objetivo de medir a qualidade de vida e o progresso humano em âmbito mundial, é publicado pelo programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento Humano (PNUD) a cada ano, desde 1990.

A partir destes breves levantamentos, o que se pode considerar de maneira geral é o fato de que, apesar do IDH-M estar melhorando com o decorrer dos anos, ainda são muitas as desigualdades entre esses municípios envolvidos nos empreendimentos. Entretanto, essas informações demonstram que muitos avanços foram obtidos, principalmente ao se reduzir o número de municípios que estava em um patamar de baixo desenvolvimento humano. Por outro lado, há muito ainda o que ser feito, principalmente para regiões menos desenvolvidas como o Norte e

Nordeste, que têm baixa expectativa de vida e renda per capita insuficiente para adquirir um padrão de vida melhor.

Neste sentido, é de extrema importância estabelecer ações urgentes para a redução das diferenças sócio-econômicas constatadas em que a geração de renda, a criação de postos de trabalhos, a expansão dos serviços públicos como educação e saúde sejam metas permanentes dos gestores públicos dos municípios em estudo.

As Leis 7.990/89 e 8001/90, prevêm compensações financeiras (pagamento de “royalties”) bem como a alíquota cobrada pela geração de energia elétrica de 6,075% sobre o valor da energia produzida. Da receita gerada, 45% são destinados aos municípios cujos territórios se localizam em instalações destinadas à produção de energia elétrica ou que tenham áreas invadidas por reservatórios. Além dessa compensação financeira, os municípios têm a oportunidade de buscar a maximização do retorno sócio-econômico dos investimentos a serem realizados pelo empreendedor, por força da negociação para aprovação dos EIA / RIMA.

Contudo, em relação aos reservatórios das UHEs nos municípios envolvidos pelos empreendimentos, evidenciou-se uma clara disputa por recursos espaciais ao estabelecerem-se novas fronteiras municipais, centrada na partilha das valorizadas margens do lago para o recebimento dos “royalties” de compensações financeiras.

Por outro lado, constata-se na região dos reservatórios como reivindicação da população de modo geral (trabalhadores rurais, trabalhadores urbanos, pescadores, comunidades indígenas, etc.) e dos movimentos sociais dela representativos, a necessidade de um gerenciamento participativo conjunto com o poder público para que os recursos financeiros recebidos pelos municípios sejam distribuídos de forma

equitativa e melhor direcionados a projetos de beneficiamento da qualidade de vida, tais como: saúde, educação, saneamento básico e estímulo à produção.

Diante disso, Reis & Silveira (2000) defendem que projetos hidrelétricos de grande porte deveriam ser inseridos no contexto das políticas regionais de desenvolvimento para a mitigação dos efeitos sociais negativos e para a potencialização de quaisquer benefícios sócio – econômicos que possam ser trazidos para a região.

No entanto, com o término das obras, com a desmobilização do canteiro de obras e a demissão do contingente restante da mão-de-obra contratada, representa um momento crítico para os municípios sede ou que mais intensamente se vincularam ao empreendimento. Para de se fazer sentir os impulsos de animação econômica e social presentes durante os anos de construção, e que se constituíram em fonte geradora de novas oportunidades. Tendem a se reduzir demandas por produtos e serviços, diminui a massa salarial circulante, reduz-se o movimento econômico e amplia-se a taxa de desocupação.

Trata-se desse modo de um impacto negativo e localizado, pois afetam de modo significativo apenas os municípios mais vinculados aos efeitos do empreendimento. E assim, também, um impacto derivado diretamente do empreendimento, de ocorrência certa e até certo ponto irreversível, devendo acontecer de imediato após a cessação das atividades.

É importante destacar também que esta análise não adota de forma separada a perspectiva dos municípios locais. Estes sofrerão certamente vários impactos positivos e negativos. Haverá um incremento na população urbana, exigindo gastos de serviços públicos e infra-estrutura.

Diante disso, os municípios atingidos diretamente pelos reservatórios de UHEs no rio Tocantins receberam das empresas no ano de 2007 R\$ 49.592.997,45 a título de compensação financeira pelo uso potencial energético. Esse valor em reais serve para sustentar ações voltadas a promoção social e melhoria da qualidade de vida das populações nesses municípios que tiveram parte dos seus territórios ocupados pelos reservatórios e não cobrir despesas de custeio das prefeituras. Enfim, os impactos locais são complexos e dependentes de fatores cuja determinação exige mais estudos.

7. CONCLUSÃO

A geração de energia é essencial para o abastecimento energético. Na bacia hidrográfica do rio Tocantins a construção de usinas hidrelétricas é a mais utilizada por causa da abundância do recurso hídrico. Entretanto, as conseqüências acarretadas por um empreendimento dessa natureza envolvem muito mais do que fornecimento de energia elétrica. Toda bacia hidrográfica é envolvida, provocando mudanças ambientais, econômicas e sociais.

Nesta dissertação apresentamos os resultados da quantificação dos Índices Normalizados de Remanescentes e o sócio econômico dos municípios envolvidos pelos empreendimentos hidrelétricos e a redução da cobertura vegetal nas áreas em estudo para os períodos 1980 a 2000 e 2000 a 2006. Está análise, baseou-se em mosaicos de épocas diferentes, gerados a partir da metodologia, imagens e anos de referencia.

De acordo com análise dos dados sócios econômicos colhidos na área em estudo, conclui-se que as informações analisadas nesta dissertação permitem ao leitor que o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) nos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no rio Tocantins apresentaram crescimento nos anos de 1991 e 2000, indicando que houve melhoria na qualidade de vida das populações. No entanto, apesar da constatação da melhoria na qualidade de vida, muito ainda são os desafios a serem enfrentados e solucionados, no que diz respeito às questões de pobreza e desigualdade em que vive boa parte da população nos 43 municípios selecionados no estudo.

Este trabalho não pretende esgotar a discussão sobre a avaliação ambiental da ocupação espacial do vale do rio Tocantins por usinas hidrelétricas. Pelo

contrário, ele é um levantamento inicial que abre novos rumos para a discussão do tema proposto, com o surgimento de novas questões.

Portanto deve-se destacar para uma melhor compreensão da avaliação sócio-ambiental dos municípios envolvidos por empreendimentos hidrelétricos no rio Tocantins, que foi de extrema importância a técnica utilizada como ferramenta do sensoriamento remoto, que propiciou geração de informações espaciais para o mapeamento e monitoramento da área em estudo que passou a ter fundamental importância nos últimos anos, tornando o levantamento de áreas de remanescentes de um determinado município de interesse para a compreensão dos resultados obtidos. Por isso, um estudo nesse sentido é de suma importância, pois os efeitos do mau uso causam deterioração no ambiente.

Por fim, espera-se que este estudo sirva de suporte para o desenvolvimento da área em estudo, apontando possíveis conseqüências de ações mal planejadas e indicando áreas onde as políticas públicas devem se concentrar para minimizar os impactos negativos da ação humana no meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ab'Saber, A. N. (1977). Os domínios morfoclimáticos da América do Sul, Primeira aproximação. *Geomorfologia* 52:121-141.
- Arruda, M. B., Dias, A., Latrubesse, E. M., Galinkin, M., Mendonça, A. F., Scardua, F. (2000). *Projeto Corredor Ecológico Bananal - Araguaia*. Brasília, DF.
- Barbalho, M. G. S.; Silva, A. L. M.; Araujo, M. A.; Ferreira, R. A. F. 2005. Imagens CBERS para o Monitoramento da segunda safra agrícola de 2004 Município de Jataí - GO. Resumos do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005. Goiânia, Goiás.
- Brasil, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS/ANA (2006). *Plano Estratégico do Tocantins-Araguaia – Brasil – 2006*. Acesso em 11/ 12/ 2006. Disponível em <http://www.ana.gov.br>
- Brasil, AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA/ANEEL (2007). *Banco de Informações de Geração – Brasil - 2007*. Acesso em 12/02/2007. Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil>.
- Brasil, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/IBGE. *Mapa de biomas do Cerradol - 2004*. Acesso em 14/11/2006. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas>
- Brasil, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA/IBGE. *Mapa de biomas do Brasil - 2007*. Acesso em 14/08/2007. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/biomas2/viewer.htm>.
- Brasil, PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO / PNUD (2002). *Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - Brasília*. Acesso em 03/07/2007. Disponível em <http://www.pnud.org.br/atlas>.

Brasil, WORLD WARE FUND FOR NATURE / WWF (2000). *Expansão agrícola em perda da biodiversidade no Cerrado: Origens históricas e o papel do comércio internacional*. Brasília. Acesso em 20/10/2007. Disponível em <http://www.wwf.org.br>.

Costa, R. C. da; Prates, C. P. (2005). O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado. *BNDES Setorial*. Rio de Janeiro. 21:5-30.

Curtis E. Woodcock, C.E.; Scott, A. Macomber, M.P.; Cohen, W.B. (2001). Monitoring large areas for Forest change using Landsat: Generalization across space, time and Landsat sensors. *Remote Sensing of Environment*. 78:194-203.

Eiten, G. (1972). The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review*. 38: 201-341.

Eiten, G. (1982). Brazilian Savannas. In: Huntley, B. J.; Walker, B.H. (Org.). *Ecology of tropical Savannas*. Pp 25 – 47. NY: Springer-Verlag.

Eiten, G. (1984). Vegetation of Brasília. *Phytoecologia*. 12 : 271-292.

Ferreira, M. E; Ferreira, L.G., Huete, A. R.; Peccinini, A. A. (2006). Análise da sazonalidade de paisagens antrópicas e nativas do bioma Cerrado através dos produtos MODIS índices de vegetação, área foliar e atividade fotossintética. *Revista Brasileira de Geofísica*.

Ferreira, M. E., Ferreira, L. G. & Ferreira, N. C. (2006). Cobertura Vegetal Remanescente em Goiás: Distribuição, Viabilidade Ecológica e Monitoramento. In: Ferreira, L. G. (ed). *Conservação da Biodiversidade e Uso Sustentável em Goiás. Estratégias, Prioridades e Perspectivas*. Goiânia: SEMARH/Agência Ambiental/Banco Mundial (no prelo).

- Ferreira, M. E.; Ferreira, L.G.; Ferreira, N.C.; Lobo, F.C. (2007). Base de dados territoriais necessárias a análise de um sistema de reserva legal extra-propriedade em Goiás. *Boletim Goiano de Geografia*, 2007.
- Jong, G.M. (1993). As Grandes Obras Hidrelétricas: Contribuição para a análise de seus efeitos regionais. In: Souza, M.A.A. (ORG). *O Novo Mapa do Mundo. Natureza e Sociedade de Hoje: uma leitura geográfica*. São Paulo, HUCITEC, P.174-181.
- Klink C. A & Machado, R. B. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1(1): 147-155.
- Martins e Souza Filho, P.W.; Paradella, W.R, Souza Junior, C.; Valeriano, D.M.; Miranda, F.P. (2006). Sensoriamento remoto e recursos naturais da Amazônia. *Ciência e Cultura*, 58:37-41.
- Milare, E. Direito do Ambiente. Editora Revista dos Tribunais. P. 43. São Paulo, 2001.
- Miziara, F.; Ferreira, N.C. (2006). Expansão da fronteira agrícola e evolução da ocupação e uso do espaço no Estado de Goiás: subsídios à política ambiental. In: Ferreira, L. G. (org.). *Conservação da Biodiversidade e Uso Sustentável em Goiás. Estratégias, Prioridades e Perspectivas*. SEMARH/Agência Ambiental / Banco Mundial. Cap. 4, p. 94-109. Goiânia, 2006.
- Müller, A. C. Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento. Makron Books. São Paulo, 1995. 390p.
- Myers, N.; Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G.; Fonseca, G. A. B. & Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*. 403: 853 – 858. 2000.
- Novaes Pinto, M. (1994). *Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas*. 2a Ed. Universidade de Brasília. Brasília. 681 pp.

- Ratter, J. A.; Ribeiro, J. F. & Bridgewater, S. (1997). The Brazilian Cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of Botany*. vol. 80. Pp. 223-230.
- Reis, L.B. dos; Silveira, S. (Orgs.) (2000). *Energia elétrica para o desenvolvimento sustentáveis*. Edusp. São Paulo.
- Ribeiro, J. F. & B. M. T. Walter. (1998). Fitofisionomias do bioma Cerrado; Pp. 89 – 166. *In: S. M. Sano & S. P. Almeida (Org). Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA. Brasília, Brasil.
- Rosa, L. P.; Sigaud, L.; La Rovere, E. L.; Magrini, A.; Poole, A.; Fearnside, P. (1995). *Estado, Energia Elétrica e Meio Ambiente: O Caso das Grandes Barragens*. COOPE / UFRJ.
- Rossi, J. W. (1982). Índice de desigualdade de Renda e medidas de concentração industrial: aplicação a casos brasileiros. Rio de Janeiro: Zahar editores.
- Salovaara, K.J.; Thessler, S. Malik, R.N.; Tuomisto, H. (2005). Classification of Amazonian primary rain Forest vegetation using Landsat ETM+ satellite imagery. *Remote Sensing of Environment*. 97 (1):39-51.
- Sano, E.E.; Dambrós, L.A.; Oliveira, G.C.; Brites, R.S. (2006). Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás. *In: Ferreira, L. G. (Org.). Conservação da Biodiversidade e Uso Sustentável em Goiás. Estratégias, Prioridades e Perspectivas*. Cap. 3. P. 76-93. SEMARH/Agência Ambiental / Banco Mundial (no prelo). Goiânia
- Souza, M. A. A. *O novo mapa do mundo. Natureza e sociedade de hoje: uma leitura geográfica*. HUCITEC, p. 174-181. São Paulo, 1993.

Tardin, A. T. Lee, D. C. L.; Santos, R. J. R.; Osis, O. R.; Barbosa, M. P. S.; Moreira, M. L.; Pereira, M. T.; Silva, D. (1980). Subprojeto desmatamento: convênio IBDF/CNPq - INPE. Relatório Técnico INPE-1649-RPE/103, Instituto de Pesquisas Espaciais, Brasil.