

RISCO DE DESMATAMENTO
ASSOCIADO À HIDRELÉTRICA DE
BELO MONTE

Paulo Barreto
Amintas Brandão Jr.
Heron Martins
Daniel Silva
Carlos Souza Jr.
Márcio Sales
Tarcísio Feitosa



RISCO DE DESMATAMENTO ASSOCIADO À HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE

Paulo Barreto
Amintas Brandão Jr.
Heron Martins
Daniel Silva
Carlos Souza Jr.
Márcio Sales
Tarcísio Feitosa



Belém, Pará - 2011

Copyright © 2011 by Imazon

Autores

Paulo Barreto
Amintas Brandão Jr.
Heron Martins
Daniel Silva
Carlos Souza Jr.
Márcio Sales
Tarcísio Feitosa

Foto de capa

Vista aérea de Altamira, Pará, 2011. © Marcelo Salazar/ISA

Design Editorial e Capa

Luciano Silva e Roger Almeida
www.rl2design.com.br

Revisão de texto

Gláucia Barreto

DADOS INTERNACIONAIS PARA CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
DO DEPARTAMENTO NACIONAL DO LIVRO

R595r Risco de desmatamento associado à hidrelétrica de Belo Monte
Risco de desmatamento associado à hidrelétrica de Belo Monte / Paulo Barreto; Amintas Brandão Jr.; Heron Martins; Daniel Silva; Carlos Souza Jr.; Márcio Sales; Tarcísio Feitosa. – Belém, PA: Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia-IMAZON, 2011.

98 p.

ISBN - 978-85-86212-38-3

1. DESMATAMENTO 2. USINA HIDRELÉTRICA DE BELO MONTE 3. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 4. PROTEÇÃO AMBIENTAL 5. ALTAMIRA 6. PARÁ I. Barreto, Paulo. II. Brandão Jr., Amintas. III. Martins, Heron. IV. Silva, Daniel. V. Souza Jr., Carlos. VI. Sales, Márcio. VII. Feitosa, Tarcísio. VIII. Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON.

CDD: 333.7137098115

Os dados e opiniões expressas neste trabalho são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente a opinião dos financiadores deste estudo.



Rua Domingos Marreiros, 2020 • Bairro Fátima
Belém (PA), CEP 66060-160
Tel: (91) 3182-4000 • Fax: (91) 3182-4027
E-mail: imazon@imazon.org.br • Página: www.imazon.org.br

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE QUADROS..	6
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE GRÁFICOS..	7
RESUMO	9
APRESENTAÇÃO.....	11
1. OS FATORES QUE AFETAM O RISCO DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA..	13
2. AVANÇOS E LIMITAÇÕES NO CONTROLE DO DESMATAMENTO.	19
2.1 A Combinação de Políticas contra o Desmatamento	20
2.2 Ação do Ministério Público Federal contra a Pecuária Ilegal	21
2.3 O Efeito da Fiscalização Ambiental na Região de Estudo	24
3. AS PROPOSTAS PARA COMPENSAR E MITIGAR O DESMATAMENTO.	26
3.1 O Desmatamento Direto Associado ao Projeto da UHE Belo Monte..	26
3.2 Plano Básico Ambiental.	28
3.2.1 O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios	29
3.3 Propostas de criação de Unidades de Conservação...	31
3.3.1 Propostas do PBA	31
3.3.2 Propostas do Serviço Florestal Brasileiro	32
3.3.3 Proposta Adicional.	32
3.4 Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu	34
4. MÉTODO	35
4.1 A Região de Análise de Risco de Desmatamento Indireto	36
4.1.1 A Cobertura Vegetal na Área de Análise de Risco do Desmatamento	38
4.2 A Estimativa da Área Total Desmatada	41
4.2.1 A Projeção da População sem e com a UHE Belo Monte	41
4.2.1.1 Projeção Tendencial.	41
4.2.1.2 Estimativa da População dentro da Região de Influência do Projeto	42
4.2.1.3 Projeção com a UHE Belo Monte	43
4.2.2 A Área Desmatada na Região de Estudo em Função da População Total	44
4.3 A Projeção Espacial do Risco de Desmatamento	47
4.3.1 Calibração	54
4.3.2 Validação..	55
4.3.3 Projeção Espacial do Risco	56

4.4 Estimativa do potencial de mitigação do risco de desmatamento pela criação de Áreas Protegidas... ..	58
5. RESULTADOS.	59
5.1 A Área Desmatada Projetada sem e com a UHE Belo Monte	59
5.2 A Projeção Espacial do Risco de Desmatamento	62
5.2.1 O Risco Total de Desmatamento... ..	63
5.2.2 As diferenças de Risco de Desmatamento.... ..	66
6. AS OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A MITIGAÇÃO DO RISCO DE DESMATAMENTO	73
6.1 Criação e Implementação de Áreas Protegidas	73
6.2 Reforço da fiscalização e da gestão ambiental..	77
6.2.1 Reforço da Fiscalização.... ..	77
6.2.1.1 Qual o Esforço de Fiscalização Necessário?	79
6.2.2 Reforço do Licenciamento Ambiental	81
6.2.3 Será Viável Mitigar os Riscos de Desmatamento?	82
7. LIMITAÇÕES DA MODELAGEM E IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO DO RISCO DE DESMATAMENTO.... ..	84
8. REFERÊNCIAS	86
ANEXOS	90

● LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-1 - Área desmatada na Amazônia até 2009.. .. .	15
FIGURA 3-1 - Arranjo geral da UHE Belo Monte segundo o Projeto Básico de Engenharia. Fonte: Nesa, 2010.	27
FIGURA 3-2 - Área de Preservação Permanente (APP) variável proposta pelo Plano Básico Ambiental e Áreas Desmatadas dentro da APP... .. .	30
FIGURA 3-3 - Áreas propostas no Plano Ambiental Básico para estudos de criação de Unidades de Conservação de proteção integral	31
FIGURA 3-4 - Áreas propostas para a criação de Áreas Protegidas na região do projeto UHE Belo Monte... .. .	33
FIGURA 4-1 - Região de análise de risco do desmatamento indireto associado ao projeto da UHE Belo Monte.... .. .	38
FIGURA 4-2 - O desmatamento recente na região de análise de risco de desmatamento indireto associado ao projeto da UHE Belo Monte... .. .	40
FIGURA 4-3 - Etapas para projetar a distribuição espacial do risco de desmatamento até 2030 na região de Belo Monte.	48
FIGURA 4-4 - Distância (km) de estradas na área de análise de risco... .. .	49
FIGURA 4-5 - Distância (km) de áreas desmatadas até 2008 na área de análise de risco	50
FIGURA 4-6 - Custo de transporte de madeira (US\$/m ³ /km ²) na área de análise de risco	51
FIGURA 4-7 - Pluviosidade (mm) anual média na área de análise de risco	52
FIGURA 4-8 - Probabilidade de desmatamento em assentamentos, Terras Indígenas e Unidades de Conservação na área de análise de risco.. .. .	53
FIGURA 4-9 - Exemplo da janela do MLP no modelador de cobertura do solo do Idrisi Taiga, apresentando a acurácia do modelo (<i>Accuracy rate</i> na base da figura).... .. .	55
FIGURA 4-10 - Áreas que serão alagadas e estradas projetadas e que serão melhoradas por causa da UHE Belo Monte	57
FIGURA 5-1 - Exemplo de mudanças de risco de desmatamento na escala do pixel em áreas selecionadas. O valor se refere ao pixel destacado no quadrado em cada figura	63
FIGURA 5-2 - Risco de desmatamento até 2030 sem a UHE Belo Monte e com tendência de desmatamento alto (2000-2005).. .. .	64
FIGURA 5-3 - Risco de desmatamento até 2030 com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento alto (2000-2005) com novas Áreas Protegidas	65
FIGURA 5-4 - Diferença do risco de desmatamento até 2030 entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento baixo (2006-2009) sem novas Áreas Protegidas	68
FIGURA 5-5 - Diferença do risco de desmatamento até 2030 entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento baixo (2006-2009) com novas Áreas Protegidas	69



FIGURA 5-6 - Diferença do risco de desmatamento até 2030 entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento alto (2000-2005) sem novas Áreas Protegidas ..	70
FIGURA 5-7 - Diferença do risco de desmatamento até 2030 entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento alto (2000-2005) com novas Áreas Protegidas..	71
FIGURA 5-8 - Detalhe da diferença do risco entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento alto (2000-2005) com novas Áreas Protegidas. A APP em torno do lago indica a área em que haveria reflorestamento e as áreas de risco que seriam protegidas...	72
FIGURA 6-1 - O desmatamento em torno de Áreas Protegidas na região da UHE Tucuruí.	76

● LISTA DE QUADROS

QUADRO 1-1 - Fatores associados ao risco de desmatamento na Amazônia de acordo com várias fontes...	17
QUADRO 3-1 - Medidas propostas no Plano Básico Ambiental para atender condicionantes da Licença Prévia da UHE Belo Monte.	28
QUADRO 3-2 - Cobertura vegetal das áreas propostas para a criação de Áreas Protegidas na região do projeto UHE Belo Monte..	32
QUADRO 3-3 - Medidas propostas no Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu que podem afetar o desmatamento...	34
QUADRO 4-1 - Cenários usados para a projeção da taxa de desmatamento..	35
QUADRO 4-2 - Base de dados utilizados no modelo de risco e de apresentação dos mapas.	54
QUADRO 4-3 - Fatores utilizados como variáveis de incentivo e limitante para projetar os cenários de desmatamento em 2030.....	58
QUADRO 6-1 - Problemas e lacunas da fiscalização e sugestões para reforçar a mitigação ...	78
QUADRO 6-2 - Sugestões para resolver problemas e lacunas para a implementação do TAC da pecuária na região de influência da UHE Belo Monte.....	82



● LISTA DE TABELAS

TABELA 4-1 - Participação dos municípios na área de análise do risco de desmatamento	37
TABELA 4-2 - Cobertura do solo na área de análise de risco de desmatamento	39
TABELA 5-1 - Projeção da área cumulativa desmatada em 2030 sem e com a UHE Belo Monte variando cenários de tendência de taxa de desmatamento e nível de imigração..	62
TABELA 6-1 - Desmatamento evitado por meio da criação de Áreas Protegidas (AP) na região de estudo de acordo com cenários de taxa de desmatamento e imigração alta	75
TABELA 6-2 - Número de estabelecimentos rurais em 2010 e de imóveis registrados no Cadastro Ambiental Rural do Pará. Ordenado pelo número de imóveis iguais ou maiores do que 100 hectares	81

● LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1-1 - Área desmatada total em função da população total da Amazônia entre 2000 e 2009 ..	14
GRÁFICO 2-1 - Evolução das taxas de desmatamento e de índices de preços de soja e gado	19
GRÁFICO 2-2 - Esforço de fiscalização (R\$ em multas e embargos) do Ibama na microrregião de Altamira e área desmatada na região de análise de risco entre 2000 e 2009	24
GRÁFICO 2-3 - A relação entre a fiscalização ambiental na microrregião de Altamira e as taxas de desmatamento na região de análise entre 2000 e 2009 ...	25
GRÁFICO 3-1 - Área (km ² e % do total) projetada para desmatamento direto para a instalação da UHE Belo Monte..	26
GRÁFICO 4-1 - Taxas geométricas médias de crescimento anual da população em município com sede até 150 km, entre 150 km e 230 km e resto do Pará em relação à UHE Tucuruí...	37
GRÁFICO 4-2 - Taxas de crescimento populacional projetadas para a região de risco de desmatamento da UHE Belo Monte .	42



GRÁFICO 4-3 - Projeção da população tendencial (sem UHE) e com a UHE Belo Monte em cenários de imigração alta (96 mil), atenuada (74 mil) e dois níveis de permanência dos imigrantes após o fim das obras (20% e 50%).	43
GRÁFICO 4-4 - Taxa de desmatamento e desmatamento cumulativo na região de análise de risco de desmatamento ...	45
GRÁFICO 4-5 - Área total desmatada em função da população entre 2000 e 2009 na região de análise de risco de desmatamento	45
GRÁFICO 4-6 - A área desmatada total como função da população total entre 2006 e 2009 na região de análise de risco de desmatamento	46
GRÁFICO 4-7 - A área desmatada total como função da população total entre 2000 e 2005 na região de análise de risco de desmatamento	46
GRÁFICO 5-1 - Área desmatada (km ²), projetada em 20 anos, de acordo com as tendências de taxa de desmatamento em dois períodos recentes e em cenários sem e com a UHE Belo Monte, em dois cenários de imigração..	60
GRÁFICO 5-2 - Taxa média de desmatamento (km ²), projetada em 20 anos, de acordo com as tendências de taxa de desmatamento em dois períodos recentes e em cenários sem e com a UHE Belo Monte, em dois cenários de imigração...	60
GRÁFICO 5-3 - Área adicional desmatada projetada (km ²) em 20 anos, considerando duas tendências de taxa de desmatamento recentes e nível de imigração associada ao projeto	61
GRÁFICO 5-4 - Projeção da proporção da floresta remanescente em 2009 que seria desmatada até 2030 de acordo com a tendência da taxa de desmatamento e situações sem e com a UHE.	61
GRÁFICO 5-5 - Distribuição (% e km ²) da diferença de risco de desmatamento entre o cenário sem e com a UHE Belo Monte com imigração alta e tendência de desmatamento baixo (2006-2009) com e sem a criação de Áreas Protegidas....	67
GRÁFICO 6-1 - Distribuição de Áreas Embargadas nos municípios na região de análise de risco de desmatamento ...	79
GRÁFICO 6-2 - Número mínimo de embargos para reduzir a taxa de desmatamento anual abaixo da média do cenário sem a UHE.	80
GRÁFICO 6-3 - Valor mínimo anual de multas ambientais para reduzir a taxa de desmatamento anual abaixo da média do cenário sem a UHE.	80

RESUMO

Este relatório, preparado por uma equipe do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon), visou atender a demanda do Ibama para sobre as estimativas dos riscos de desmatamento associados à implantação da Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte na região de Altamira, estado do Pará. Em seu Parecer nº 06/2010 (Ibama, 2010), de 26 de janeiro de 2010, o Ibama demandou que o empreendedor apresentasse projeções da escala e da distribuição do risco de desmatamento e propostas de medidas para mitigar tal risco. Para atender a esta demanda a empresa Leme Engenharia LTDA contratou o Imazon para estimar os riscos do desmatamento.

Para responder a essas demandas, primeiramente foi projetada a taxa provável de desmatamento até 2031 (20 anos em relação a 2011) considerando cenários sem e com a UHE. Os cenários foram desenhados variando pressupostos sobre a tendência de desmatamento recente (taxa alta no período 2000-2005 e taxa menor entre 2006-2009), projeções de imigração alta e atenuada com o projeto.

Depois, projetou-se a distribuição espacial do risco de desmatamento usando o modelador de mudança da cobertura do solo disponível no programa Idrisi Taiga. Testaram-se 12 variáveis que poderiam explicar a distribuição do desmatamento na região de análise entre 2004 e 2006. Foram selecionadas as sete que, combinadas, resultaram em uma maior acurácia do modelo (83%) para projetar o desmatamento que ocorreu em 2008. As variáveis selecionadas incluíram a distância até as estradas, a probabilidade de desmatamento em assentamentos do Incra e em Áreas Protegidas, a pluviosidade média, entre outras. Para projetar a distribuição espacial do risco de desmatamento, multiplicou-se o mapa de risco projetado para 2008 por fatores que poderiam incentivar ou li-

mitar o desmatamento até 2031. Entre os incentivos foram incluídos o efeito da população na taxa projetada de desmatamento e a abertura de estradas em torno da área de instalação da UHE. Como fatores limitantes considerou-se a criação de Áreas Protegidas propostas pelo Serviço Florestal Brasileiro (SFB), pelo Projeto Básico Ambiental (PBA) e pelo presente trabalho.

Combinando a tendência do desmatamento mais baixa do período 2006-2009 com as projeções de população com o projeto, foi projetado que seriam desmatados em torno de 800 km² adicionais em 20 anos. Já considerando a tendência do desmatamento mais elevada do período 2000-2005, projetou-se que seriam desmatados de 4.408 km² a 5.316 km² adicionais, dependendo do nível de imigração.

Para mitigar o risco de desmatamento, considerou-se a criação e implementação de Áreas Protegidas propostas (14.608 km²), o reforço da fiscalização e do licenciamento ambiental de imóveis rurais. Contabilizou-se a mitigação do risco de desmatamento da criação de Áreas Protegidas usando duas abordagens. Na primeira, foi considerada apenas a mitigação das áreas propostas pelo PBA (1.023 km²) e por este estudo (241 km²). Neste caso, assumiu-se que estas áreas só seriam criadas nos cenários com a UHE. Na segunda, considerou-se que a mitigação envolveria também a criação das Florestas Nacionais (Flo-nas) propostas pelo SFB. Neste caso, assumiu-se que a criação destas áreas ocorreria no contexto do projeto com apoio substancial do empreendedor para a implementação das mesmas.

O desmatamento evitado pela criação das áreas propostas seria de 785 km² no cenário de tendência alta da taxa de desmatamento (padrão 2000-2005). Isto equivaleria a 15% do total do desmatamento adicional da UHE com imigração

alta e taxa de desmatamento alta. A contabilização da criação das duas Flonas propostas pelo SFB (13.345 km²) neste cenário evitaria 3.401 km² de desmatamento (ou 64% do impacto do projeto). Assim, a criação das áreas propostas pelo PBA, pelo presente estudo e pelo SFB evitaria 4.187 km² de desmatamento ou 79% da área sob risco indireto derivado do projeto.

No cenário de tendência de desmatamento mais baixo (2006-2009), as áreas propostas pelo PBA e por este estudo reduziriam 685 km² de desmatamento (72% da área desmatada projetada com a UHE e imigração alta). A soma do desmatamento evitado por estas propostas e pelas Flonas propostas pelo SFB (2.549 km²) seria 3.184 km². Portanto, o desmatamento evitado neste cenário equivaleria a 3,6 vezes a área de risco adicional do projeto considerando uma tendência de desmatamento mais baixa. A área mitigada seria maior do que o risco adicional do projeto porque neste cenário considerou-se que as Flonas só seriam criadas no contexto da instalação da UHE. Portanto, a criação das áreas mitigaria parte do desmatamento que ocorreria no cenário sem a UHE.

O potencial de mitigação das Áreas Protegidas só seria efetivo se não ocorresse deslocamento do desmatamento evitado nessas áreas para os imóveis privados. Assim, seria necessário também aumentar a eficácia e o volume de fiscalização ambiental das áreas privadas. Para isso seria necessário aumentar a cobrança das multas já aplicadas além de manter o embargo econômico de áreas desmatadas ilegalmente. Portanto, sugeriu-se que o empreendedor deveria alocar recursos para os custos operacionais dessas atividades.

Se a eficácia da aplicação das penas não aumentasse, seria necessário um grande investimento no aumento da fiscalização. De fato, estimou-se que seria necessário dobrar o número de imóveis embargados e triplicar o valor de multas emitidas para manter a taxa de desmatamento pelo menos igual à situação sem o projeto.

A terceira opção para mitigação seria avançar no licenciamento ambiental. Cerca de três quartos dos imóveis rurais da região estão fora do Cadastro Ambiental Rural (CAR). Há oportunidades para reforçar o cadastramento e licenciamento já que os principais municípios do entorno do projeto da UHE assinaram o Termo de Ajustamento de Conduta com o Ministério Público se comprometendo a apoiar o cadastramento. Por exemplo, o empreendedor poderia apoiar as prefeituras para montarem equipes para recepcionar informações sobre alertas de desmatamento e para encaminhar a responsabilização de infratores ao Ibama ou à Secretaria Estadual de Meio Ambiente (Sema), como tem feito com sucesso a Prefeitura de Paragominas, no leste do Pará.

Apesar da viabilidade técnica da mitigação, há incerteza sobre a capacidade operacional e política de aumentar tão rapidamente e sustentar o controle ambiental na região. A garantia da mitigação dependeria de um comprometimento de longo prazo tanto do empreendedor quanto das várias instituições públicas envolvidas.

Na seção final discutem-se as limitações e incertezas da modelagem e suas implicações para a mitigação. Considera-se que as sugestões para lidar com os riscos de desmatamento são robustas apesar dessas limitações.

APRESENTAÇÃO

Este relatório foi preparado por uma equipe do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia para atender a demanda do Ibama (Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renováveis) sobre as estimativas dos riscos de desmatamento indiretos associados à implantação da Usina Hidrelétrica (UHE) de Belo Monte na região de Altamira, no Pará. Em 1º de fevereiro de 2010, o Ibama emitiu a licença prévia nº 342/2010 atestando a viabilidade ambiental da construção desta UHE. Entretanto, estabeleceu uma série de condicionantes que deveriam ser atendidas para a emissão da Licença de Instalação (LI). O empreendedor responsável pela construção da UHE¹ deveria apresentar estudos e programas adicionais, inclusive a análise sobre os riscos de desmatamento indireto e como mitigá-los. Para atender a esta demanda a empresa Leme Engenharia LTDA (que coordenou os estudos ambientais para o empreendedor – Consórcio Norte Energia) contratou o Imazon para estimar os riscos do desmatamento.

O desmatamento direto relacionado à UHE inclui a abertura de áreas para a construção da infraestrutura do projeto (estradas, canteiro de obras, acampamentos, área para estoques de solo etc.) e para o reservatório de água. O construtor da UHE deve compensar a área desmatada por meio de medidas previstas em um plano de compensação ambiental. O desmatamento indireto, objeto deste relatório, é aquele que pode resultar do aumento da atividade econômica em torno da região de instalação da UHE. Por exemplo, o au-

mento de imigrantes para trabalhar na obra e para aproveitar outras oportunidades econômicas surgidas a partir da construção da UHE aumenta a demanda local por produtos agropecuários. Para atender a esta demanda, os produtores rurais (antigos e imigrantes) podem aumentar a produção por meio do aumento de produtividade das áreas já desmatadas e/ou por meio do desmatamento de novas áreas².

Em janeiro de 2010, o Ibama demandou projeções sobre a extensão e distribuição do risco de desmatamento indireto na Área de Influência Indireta (AII) do projeto e propostas de medidas para mitigar o risco (Ibama, 2010). Especificamente, o Ibama exigiu: “análises de cenários futuros, com e sem barramento, modelando fluxos migratórios, níveis e tipos de ocupação, aumento da demanda por recursos naturais, entre outros, e com base nisto apresentar previsões para o desmatamento na região para as próximas décadas; que a área desmatada seja especializada nos municípios da AII do empreendimento; e que as medidas mitigadoras propostas para o empreendimento sejam direcionadas a cada local, conforme os diferentes eixos de evolução do desmatamento identificados.”

Para atingir as demandas do Ibama, a equipe do Imazon realizou as seguintes atividades: i) estabeleceu-se a região de análise do risco de desmatamento; ii) estimou-se a área total sob risco de desmatamento em 20 anos em cenários sem e com a UHE; iii) projetou-se a distribuição geográfica do risco de desmatamento de acordo com

¹ Depois da emissão da licença, em 20 de abril de 2010, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) realizou o leilão de energia da UHE Belo Monte, vencido pelo Consórcio Norte Energia. O processo de licença ambiental da UHE Belo Monte é registrado no Ibama, sob número 021001.001848/2006-75.

² Ressalta-se que o desmatamento indireto inclui também aqueles realizados por especuladores para demarcar preventivamente a posse de terras públicas com o objetivo de lucrar posteriormente por meio do cultivo da área ou por meio da venda das terras (Margulis, 2003).

as mudanças de fatores críticos como o aumento populacional e a criação de Áreas Protegidas; e iv) analisaram-se opções de mitigação do risco de desmatamento.

Este relatório é composto de sete seções. As duas primeiras após a apresentação revisam o conhecimento sobre as causas do desmatamento e as lições sobre como controlá-lo. Esta revisão será usada na modelagem do risco de desmatamento bem como para sugerir e avaliar as propostas de mitigação. A terceira seção descreve as propostas de mitigação do empreendedor e outras como o Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu (PDRS), preparada pelos governos federal e do Pará. Os métodos e variáveis utilizados nas projeções são descritos na seção 4. Na seção 5 apresentam-se os resultados da estimativa da taxa e da distribuição do risco de desmatamento. A seção 6 é dedicada às sugestões para mitigar o

risco do desmatamento. Nesta seção também são discutidos os desafios e incertezas sobre a viabilidade operacional e política de mitigar o desmatamento. A seção 7 discute as limitações da modelagem e suas implicações para a gestão do risco de desmatamento. As seções seguintes incluem as referências bibliográficas e vários anexos com informações adicionais que são referenciadas no corpo principal do relatório.

O Ibama disponibilizou o relatório original preparado pelo Imazon em seu sítio eletrônico na seção referente ao licenciamento da UHE. O endereço do documento é: <http://bit.ly/q1Ogx3>. Este documento contém pequenas alterações (ordem de parágrafos na seção 6) em relação ao relatório original para aumentar a sua clareza.

A equipe do Imazon agradece à equipe da Leme Engenharia LTDA pelos comentários oferecidos durante a preparação deste relatório.



1. OS FATORES QUE AFETAM O RISCO DE DESMATAMENTO NA AMAZÔNIA

O desmatamento é um fenômeno complexo, associado a diversos fatores que variam espacialmente e temporalmente, conforme demonstram alguns estudos resumidos no QUADRO 1-1. O risco de desmatamento de uma dada área é o resultado da combinação de fatores ligados a ameaças, exposição e vulnerabilidade da floresta. O risco refere-se à probabilidade e magnitude do desmatamento uma vez que uma floresta seja exposta à ameaça (por exemplo, agricultores dispostos a desmatar para satisfazer o mercado). A probabilidade e grau do desmatamento dependem da vulnerabilidade da floresta, que é relacionada a condições biofísicas como o tipo de solo e da efetividade da proteção legal (por exemplo, as Áreas Protegidas e o Código Florestal), entre outros.

Desde o final dos anos 1960, o risco do desmatamento na Amazônia tem oscilado em virtude das mudanças em políticas públicas, demográficas e do mercado. Inicialmente, as políticas públicas predominantemente favoreceram o desmatamento como parte de um grande objetivo geopolítico: a ocupação da Amazônia. A partir do fim da década de 1980, houve uma combinação de políticas a favor e contra o desmatamento. Só recentemente o governo começou a aplicar

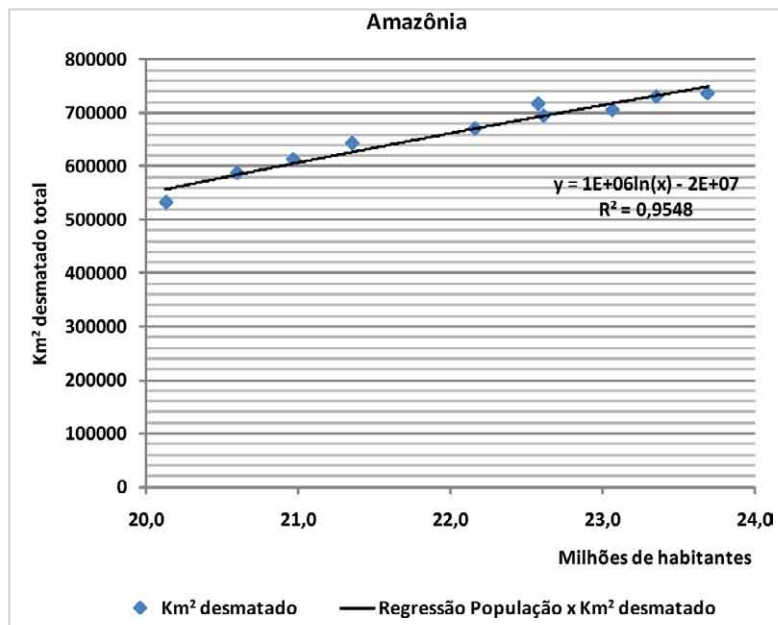
políticas mais consistentes e abrangentes contra o desmatamento uma vez que o corte de florestas passou a ser visto como destrutivo, conectado a riscos ambientais (mudanças climáticas), e como uma barreira para outras oportunidades econômicas, tais como a expansão das exportações de etanol (Barreto & Silva, 2010).

A seguir um resumo dos principais fatores que têm sido associados ao desmatamento na Amazônia desde o início da intensificação da colonização por meio de políticas públicas até recentemente, conforme os trabalhos citados no QUADRO 1-2.

População: Pesquisas têm demonstrado que o aumento da população tem sido fortemente associado ao crescimento da área desmatada na Amazônia (QUADRO 1-2). O GRÁFICO 1-1 mostra que o crescimento populacional tem sido fortemente associado à área total desmatada na região. Além disso, Prates (2008) mostrou que a população foi o fator mais significativo associado ao desmatamento na região em análise do período 2002-2007. Na seção 4.2.2 analisar-se-á mais detalhadamente a relação entre população e área desmatada e sua aplicação nesta análise.

GRÁFICO 1-1

Área desmatada total em função da população total da Amazônia entre 2000 e 2009



Fonte: Km² desmatamento (Inpe); Habitantes (IBGE, vários anos).

Renda: Estudos demonstram que o aumento de renda na Amazônia está associado a maiores áreas desmatadas, seja considerando o PIB *per capita* ou a renda municipal.

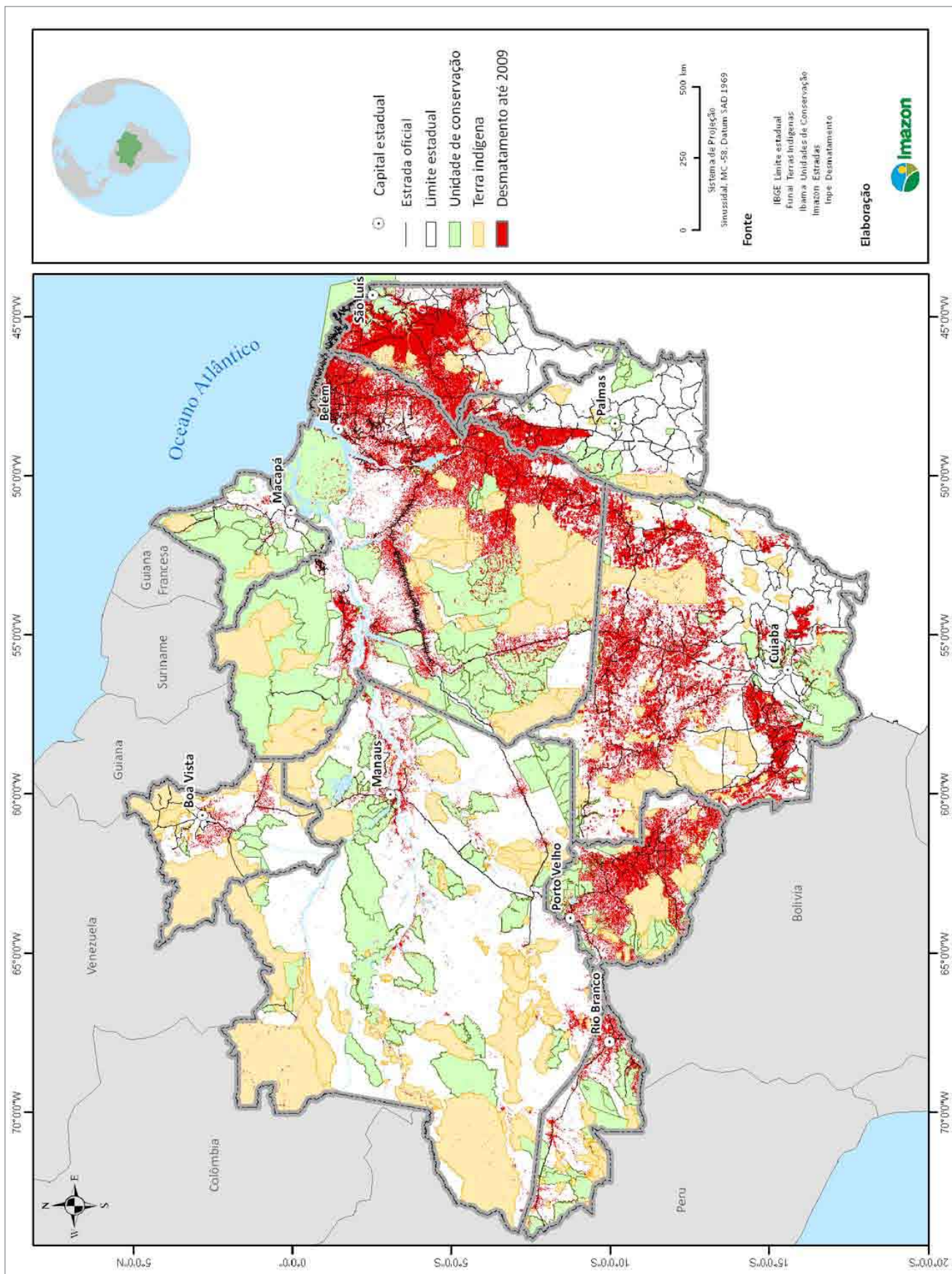
Preço de mercadorias agrícolas: Estudos têm demonstrado a influência do preço de mercadorias agrícolas de duas maneiras. Primeiro, o preço recebido pelos produtores na porteira da fazenda tem sido altamente correlacionado com a distribuição geográfica do desmatamento. Como este preço depende em grande parte da infraestrutura, ele é altamente ligado à existência e condições de estradas. Ao mesmo tempo, a variação anual de preços de gado e soja foi fortemente associada à variação anual da taxa de desmatamento até recentemente (Barreto, Pereira & Arima, 2008). Entretanto, desde 2008, o desmatamento continuou a cair ou ficou estável apesar do aumento dos preços de mercadorias agrícolas. Isto indica que o reforço do controle ambiental governamental e boicotes do mercado

têm contribuído para reduzir o desmatamento, como será detalhado na seção 2. A região do entorno do projeto da UHE é também suscetível a influência dos preços já que a produção pecuária tem sido um importante vetor do desmatamento (Ver ANEXO 1).

Estradas: O desmatamento tem sido concentrado ao longo das estradas conforme demonstram a FIGURA 1-1 e estudos que mostram a relação espacial entre essas variáveis. As estradas reduzem os custos de transporte, o que favorece os investimentos agropecuários e também atraem imigrantes que buscam se apossar de terras públicas por meio do desmatamento especulativo (Margulis, 2003); ou seja, a pessoa desmata mesmo que não obtenha lucro imediato confiante de que a agropecuária será viável quando a infraestrutura melhorar. As estradas podem ser abertas tanto pelo governo quanto informalmente por agentes privados como madeireiros e garimpeiros.



FIGURA 1-1
Área desmatada na Amazônia até 2009



Crédito rural: O crédito rural tem favorecido o desmatamento desde a década de 1970 quando o governo oferecia crédito subsidiado diretamente para o corte de florestas e ainda recentemente apesar da proibição de crédito para desmatar (Silva, 2009; Prates, 2008). O desmatamento mais elevado em imóveis ou municípios com mais crédito indica que os bancos possuem sistemas de controle ineficazes ou que eles confiam no controle falho dos órgãos ambientais.

Assentamentos de reforma agrária: Estudos têm revelado que a taxa de desmatamento tende a ser maior em assentamentos de reforma agrária ou em municípios com concentração mais alta de assentamentos. Os assentamentos se constituem uma ameaça adicional seja por que recebem créditos com subsídios mais elevados (Barreto, Pereira e Arima, 2008) e, assim, tornam a produção mais atrativa do que o normal, ou porque são menos sujeitos a medidas de controle – por exemplo, nos últimos anos a fiscalização tem se concentrado nos grandes imóveis e também a restrição ao crédito, imposta a partir de 2008, excetuou os clientes do Programa Nacional de Agricultura Familiar (Pronaf).

Histórico de ocupação e estoque de florestas: Estudos revelam que o histórico de ocupação de uma região está associado à distribuição e intensidade do desmatamento presente. Por exemplo, quanto maior a proporção do desmatamento no município menor o desmatamento no futuro. Esta variável indica que à medida que o desmatamento avança, reduz o estoque de terras florestadas adequadas para ocupação agropecuária; ou seja, diminui a área de florestas vulneráveis ao desmatamento (por exemplo, restam apenas solos menos férteis ou com relevo inadequado). Por outro lado, o desmatamento de uma área é maior quanto maior o crescimento do desmatamento em áreas vizinhas.

Fatores limitantes do solo e pluviosidade: Fatores biofísicos influenciam a vulnerabilidade de uma determinada área ao desmatamento. Estudos na região revelam que quanto maior a pluviosidade menor o risco de fogo e desmatamento e que alguns fatores limitantes do solo, como baixa permeabilidade, também reduzem o risco.

Áreas Protegidas (AP): Vários estudos têm demonstrado que o risco de desmatamento em Áreas Protegidas na Amazônia (Terras Indígenas e Unidades de Conservação) é menor do que nas áreas não protegidas mesmo descontando-se a influência de outros fatores como distância para estradas. Entretanto, algumas Áreas Protegidas têm sido mais vulneráveis visto que foram criadas em áreas onde já existia algum tipo de ocupação informal ou ilegal. Por outro lado, o sucesso das Áreas Protegidas contra o desmatamento tem levado a iniciativas para reduzir o tamanho, extinguir ou reduzir o grau de proteção de algumas unidades. Araújo e Barreto (Araújo & Barreto, 2010) avaliaram 37 medidas (projetos de leis e ações judiciais) deste tipo, iniciadas entre 1992 e 2009, que visavam alterar 250.169 km² de Áreas Protegidas. Até julho de 2010, resultaram na retirada da proteção legal de 49.506 km² (supressão) e outros 86.538 km² seguiam ameaçados (ou seja, em indefinição).

Controle ambiental: Áreas com maior intensidade de fiscalização ambiental tendem a ser menos vulneráveis ao desmatamento. Além disso, mudanças de abordagem têm tornado o controle ambiental mais eficaz. Entre as mudanças recentes mais relevantes estão o embargo econômico de áreas desmatadas ilegalmente e a restrição do crédito para imóveis acima de quatro módulos fiscais que não iniciaram a regularização ambiental (Ver Barreto e Silva, 2010). Ver na seção 2 detalhes sobre os avanços e limitações do controle ambiental recentemente.

QUADRO 1-1

Fatores associados ao risco de desmatamento na Amazônia de acordo com várias fontes

Fatores	Tipo de variável	Impacto no risco de desmatamento (+ aumenta, - diminui)	Período de análise	Referências
População	População total e rural, mudança no tamanho da população	+	1975-1985	Andersen, 1996
			2002-2004	Prates, 2008
	Distância para grandes centros consumidores	-	2002-2007	Silva, 2009
Renda municipal		+	2002-2004	Prates, 2008
PIB per capita	% mudança do PIB	+	1975-1985	Andersen, 1996
Preço de mercadorias agrícolas	Preços anuais de soja, gado	+	1995-2007 ³	Barreto, Pereira & Arima, 2008
	Preço recebido pelos produtores na porteira da fazenda		2002-2007	Silva, 2009
	Índice de preço de agricultura temporária e permanente e preço de soja		2002-2008	Prates, 2008
Crédito rural	Valor	+	1975-1985	Andersen, 1996
			2002-2007	Silva, 2009
			2002-2004	Prates, 2008
			1996	Wood <i>et al.</i> , 2003
Estradas	Gastos em transporte	+	2002-2008	Prates, 2008
	Extensão de estradas no município	+	1975-1985	Andersen, 1996
	Proximidade de estradas	+	2001	Arima, Simmons, Walker & Cochrane, 2007
Nível inicial de desmatamento no município		Quanto maior o nível, menor o desmatamento	1975-1985	Andersen, 1996
Proximidade de desmatamentos anteriores	Nível de desmatamento em municípios vizinhos	+	1975-1985	Andersen, 1996
	Proximidade de área desmatada em 1991	+	2001	Arima, Simmons, Walker & Cochrane, 2007
Crescimento do desmatamento em municípios vizinhos		+	1975-1985	Andersen, 1996

➤ continua

³ Aumento de preço em um ano associado com aumento do desmatamento no ano seguinte.



continuação do quadro 1-1

Fatores	Tipo de variável	Impacto no risco de desmatamento (+ aumenta, - diminui)	Período de análise	Referências
Assentamentos de reforma agrária	% do município em assentamentos	+	2002-2007	Silva, 2009
	Taxa de desmatamento em assentamentos	+	1997-2004	Brandão & Souza Jr., 2006
Áreas Protegidas	Probabilidade de fogo dentro e fora de Áreas Protegidas	-	2001	Arima, Simmons, Walker & Cochrane, 2007
	Desmatamento antes e depois da criação de Áreas Protegidas; Desmatamento dentro e fora de Áreas Protegidas		1997-2008	Soares-Filho <i>et al.</i> , 2010
	% do município em Áreas Protegidas		2002-2007	Silva, 2009
Fatores limitantes do solo	Probabilidade de fogo de acordo com tipos de fatores limitantes do solo	Alguns fatores reduzem a vulnerabilidade de desmatamento	2001	Arima, Simmons, Walker & Cochrane, 2007
Pluviosidade	Probabilidade de fogo de acordo com média anual de pluviosidade	Pluviosidade excessiva reduz vulnerabilidade de desmatamento	2001	Arima, Simmons, Walker & Cochrane, 2007
	Pluviosidade x área desmatada		1995-1996	Chomitz & Thomas 2001
Fiscalização ambiental	Número de multas dividido pela área desmatada no município	-	2002-2007	Silva, 2009
	Área desmatada em municípios foco da fiscalização x outros municípios			Barreto, Arima & Salomão, 2009



2. AVANÇOS E LIMITAÇÕES NO CONTROLE DO DESMATAMENTO

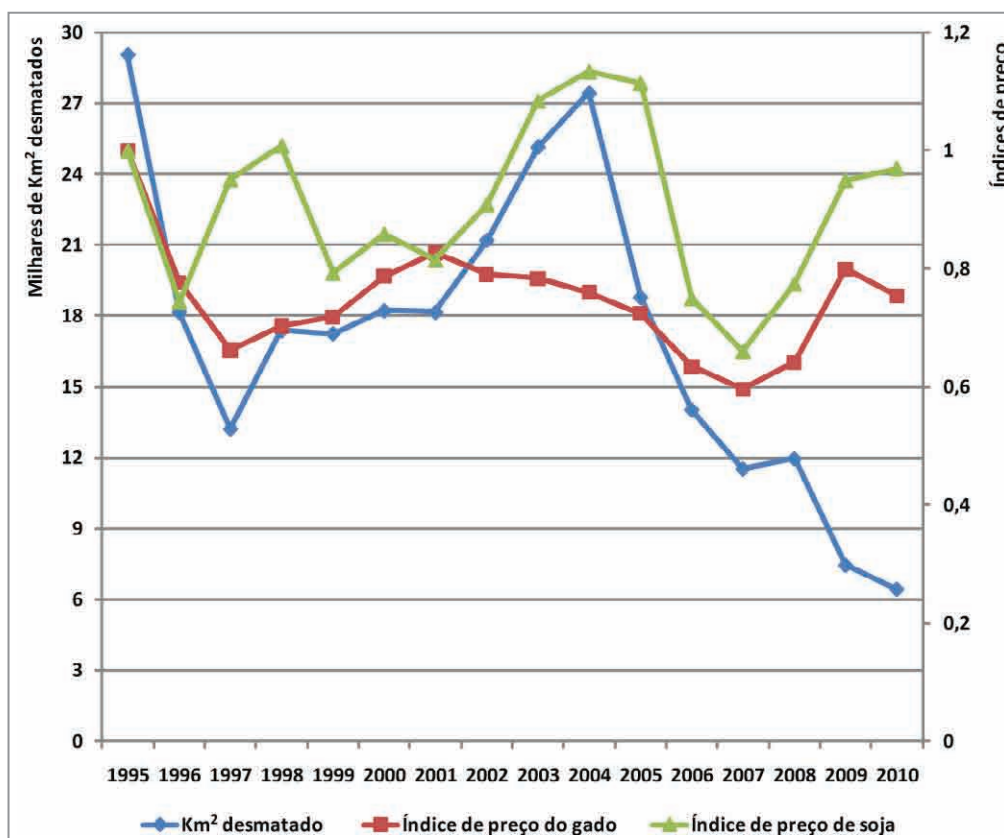
Nesta seção resume-se o histórico recente do desmatamento na Amazônia e na região de análise como base para a projeção e para as propostas de mitigação que serão apresentadas posteriormente.

Desde o fim de 2007, políticas públicas e campanhas ambientais levaram a uma queda de 55% na taxa de desmatamento (6.454 km² em

2010 comparado com 11.633 em 2007) que chegou a menor taxa absoluta desde o início do monitoramento anual em 1988⁴. A queda ocorreu mesmo em um período de aumento de preços de soja e gado, que tradicionalmente estiveram associados ao aumento do desmatamento (GRÁFICO 2-1). Assim, estas medidas recentes revelam que é possível controlar o desmatamento.

GRÁFICO 2-1

Evolução das taxas de desmatamento e de índices de preços de soja e gado



Fonte: Barreto e Silva (2010).

⁴ Dados de desmatamento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe, 2010).

• 2.1 A Combinação de Políticas Contra o Desmatamento

Em dezembro de 2007, o sistema de detecção mensal de desmatamento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) mostrou que em novembro do mesmo ano o desmatamento havia dobrado se comparado ao mesmo período do ano anterior. Esse aumento acentuado do desmatamento coincidiu com o aumento dos preços das mercadorias agrícolas. Os órgãos oficiais de meio ambiente preocuparam-se com a possibilidade de retorno do desmatamento descontrolado por causa de projeções de aumento significativo nos preços das mercadorias agrícolas naquela época. Para evitar isto, em dezembro de 2007, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) convenceu o Presidente da República a lançar o mais abrangente plano contra o desmatamento até então (Leão, 2007), incluindo as seguintes ações.

Inspeções de campo mais intensivas e focadas: O governo priorizou a inspeção de campo no combate ao desmatamento em 36 municípios (de 760) responsáveis por 50% do desmatamento total da Amazônia. As operações de campo, que começaram em março de 2008, resultaram em multas, confisco de equipamentos e de bens associados a crimes ambientais e embargos de áreas desmatadas. Uma das primeiras operações envolveu a apreensão de cerca de 20 mil metros cúbicos de madeira ilegal em Tailândia, município do leste do Pará. Em 2008, o governo federal aumentou o número de áreas embargadas e os bens confiscados em 53% nos 36 municípios críticos em relação a 2007⁵, enquanto que nos outros mu-

nicipios o aumento da repressão foi equivalente a 11%. A operação mais espetacular aconteceu em junho de 2008, quando pela primeira vez o governo federal apreendeu 3 mil cabeças de gado em uma Estação Ecológica no Pará. Dois meses depois, o governo leiloou o gado (Barreto & Daniel, 2009).

Embargo econômico das áreas ilegalmente desmatadas e responsabilização da cadeia produtiva: Os analistas ambientais do Ibama passaram a embargar as áreas ilegalmente desmatadas autuadas e não apenas multá-las como faziam em muitos casos no passado. Os infratores ficavam proibidos de vender os produtos originários de áreas desmatadas ilegalmente. Os fiscais também geraram um mapa da área embargada e, posteriormente, o publicaram na internet.⁶ Os compradores dos produtos dessas áreas - por exemplo, frigoríficos - tornaram-se passíveis de sanções contra os crimes ambientais (Brasil, 2007).

Restrição de crédito a proprietários rurais violadores da legislação ambiental e fundiária: Em fevereiro de 2008, o Conselho Monetário Nacional emitiu uma norma que exige dos bancos públicos e privados a interrupção do fornecimento de crédito rural a agricultores não cumpridores da legislação ambiental e fundiária. A partir de julho de 2008, antes de conceder crédito a propriedades rurais a partir de 400 hectares, os bancos começaram a requerer a comprovação de que seus proprietários haviam iniciado os procedimentos para

⁵ Estimativa realizada pelos autores com dados fornecidos pelo Ibama.

⁶ A lista está disponível em: http://siscom.ibama.gov.br/geo_sicafi/



a obtenção de um título de propriedade válido e uma licença ambiental (Brasil, 2008). O primeiro passo nessa direção seria registrar o imóvel no Cadastro Ambiental Rural (CAR).

Barreto, Arima & Salomão (2009) constataram que por causa dessas novas abordagens a

redução do desmatamento foi mais significativa nos 36 municípios foco da fiscalização no campo do que nos outros municípios. Além disso, verificaram que a redução do desmatamento havia começado antes da crise financeira internacional que explodiu em setembro de 2008.

• 2.2 Ação do Ministério Público Federal contra a Pecuária Ilegal

Em 2009, o Ministério Público Federal (MPF) iniciou ações contra a pecuária ilegal no Pará que resultaram em avanços e ao mesmo tempo revelam a fragilidade dos governos estaduais e municipais para reforçar a gestão ambiental.

Baseado nas ações de embargo realizadas pelo Ibama, o MPF propôs ações judiciais contra 21 fazendas (20 por desmatamento ilegal e uma por situar-se em Terra Indígena) e 13 frigoríficos que adquiriram gado dessas fazendas. Ademais, o MPF recomendou a 69 empresas consumidoras de produtos oriundos desses frigoríficos que deixassem de adquiri-los para evitar outras ações. Em menos de um mês do início da ação do MPF e de uma campanha do Greenpeace contra a pecuária ilegal, 35 redes varejistas e indústrias suspenderam contratos com os frigoríficos envolvidos na ação.

Para evitar a continuação das ações legais e para voltar a operar, em agosto de 2009 três frigoríficos e o representante dos pecuaristas assinaram com o MPF um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) com compromissos de regularização

ambiental e fundiária do setor⁷. Os frigoríficos se comprometeram, a partir da data de assinatura do TAC, a não adquirir gado de fazendas inseridas nas listas de áreas embargadas do Ibama e de trabalho escravo do Ministério do Trabalho⁸, ou que realizarem novos desmatamentos nos próximos dois anos. Os frigoríficos se comprometeram também, a partir de janeiro de 2010, a só comprar gado de fornecedores que apresentassem o comprovante de solicitação do CAR da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (Sema) do Estado do Pará e que a partir de julho de 2010 apresentassem o pedido de licenciamento ambiental junto à Sema. Inicialmente, os produtores teriam até julho de 2011 para apresentar a licença ambiental final (LAR) e, até agosto de 2014 para concluir a regularização fundiária de suas fazendas.

O governo do Pará também assinou um TAC para implementação de políticas públicas de apoio à regularização e ordenamento fundiário, incluindo a conclusão do Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE)⁹. Além disso, o governo se comprometeu a elaborar, em seis meses, o termo

⁷ Bertin, kaiapós, Minerva e Coopermeat foram os primeiros frigoríficos a assinar o TAC junto à Federação da Agricultura e Pecuária do Pará (Faepa). Ver documentos completos em: <<http://tinyurl.com/y9fy2y2>>.

⁸ Consulta das listas nos endereços eletrônicos do Ibama e Ministério do Trabalho, respectivamente: <http://siscom.ibama.gov.br/geo_sicafi/> e <http://www.mte.gov.br/trab_escravo/default.asp>.

⁹ O zoneamento define regras sobre a recuperação da Reserva Legal, onde seria de 50% ou de 80% da propriedade, esclarecendo a cobrança pelo cumprimento do Código Florestal e facilitando o licenciamento ambiental e monitoramento. Os únicos estados que concluíram o ZEE na Amazônia foram Rondônia e Acre.



de referência para a auditoria independente para verificação dos termos do TAC (o qual depende de aprovação pelo MPF) e a disponibilizar até R\$ 5 milhões por ano para fazer as auditorias.

Para cumprir o TAC, os frigoríficos e exportadores de boi vivo passaram a cobrar o CAR dos seus fornecedores. Como resultado, o número de imóveis registrados no CAR cresceu de cerca de 400 antes de junho de 2009 para cerca de 30 mil em 4 de fevereiro de 2011¹⁰. Destes, cerca de um quarto são na região de influência do projeto da UHE de Belo Monte (Ver detalhes na seção 6.2.2). Entretanto, poucos produtores do Estado protocolaram na Sema os pedidos para a obtenção da LAR no prazo estabelecido. Alguns líderes do setor rural argumentaram com o MPF que as barreiras para cumprir os requisitos da LAR incluíam a falta de títulos das terras e incertezas sobre as regras ambientais (por exemplo, qual o % de Reserva Legal a considerar na proposta de recomposição ambiental?)¹¹.

Em resposta, o MPF propôs aos municípios um acordo pelo desmatamento zero em compensação para a ampliação do prazo para os pecuaristas pedirem a LAR. Nos municípios que assinassem o acordo, os prazos para protocolamento do pedido de LAR seriam: 30/06/2011 para imóveis iguais ou maiores que 3.000 ha; 31/12/2011 para imóveis acima de 500 ha e menores que 3.000 ha; e 30/06/2012 para imóveis menores de 500 ha.

Em contrapartida à extensão de prazo para a LAR, as prefeituras deveriam celebrar um pacto com a sociedade civil pelo combate e controle do desmatamento similar ao que foi realizado em Paragominas, no leste do Pará. Naquele município, um pacto contribuiu para a redução de 65% da taxa de desmatamento entre 2008 e 2009 (de 61 km² para 21 km²), o atingimento de 80% da área do município no CAR (Prefeitura de Paragominas, s/d). Assim, o MMA excluiu o município da lista de maiores desmatadores, situação única entre os 36 que foram inicialmente listados.

Para atingir as metas, a Prefeitura de Paragominas usou dados mensais de alerta de desmatamento disponibilizados pelo Imazon para fiscalizar o desmatamento ilegal e para iniciar medidas de responsabilização dos infratores. Ao mesmo tempo, o Sindicato de Produtores Rurais (SPR) instalou um escritório de apoio para o cadastramento dos imóveis rurais com apoio da organização The Nature Conservancy (TNC).

Da mesma forma que em Paragominas, o pacto proposto pelo MPF deverá envolver a participação do Legislativo e de entidades que representam o setor econômico, como sindicatos patronais e de trabalhadores de cada município. Os municípios também deverão ter 80% de seu território – excluindo-se Áreas Protegidas – no CAR até 03/03/2011. Além disso, o município não poderá estar na lista do Ibama de municípios

¹⁰ Informação coletada no portal de monitoramento da Sema: <http://monitoramento.sema.pa.gov.br/simlam/>

¹¹ O percentual da Reserva Legal a ser utilizado para fins de recomposição depende da aprovação do ZEE. O ZEE pode estabelecer que seja 50% nas áreas adequadas para uso agropecuário.



que mais desmatam ou, se já estiver, deverá providenciar sua exclusão no prazo de um ano. Ademais, deverá manter o controle do desmatamento em níveis inferiores a 40 km² por ano, contado de agosto de 2010 a julho de 2011 e assim sucessivamente.

Os municípios terão até 1º de março de 2011 para aderir ao pacto. Nos municípios que não aderirem, permanecerão válidos os prazos já definidos com os frigoríficos, ou seja, só pode comercializar gado quem já pediu a LAR. Dentre os municípios da área de influência do projeto Belo Monte, dez aderiram ao acordo até 28/01/2011, representados pelo prefeito de Anapu, Francisco de Assis dos Santos Sousa, que assinou um TAC pelo seu município e outro pela Associação dos Municípios do Consórcio Belo Monte. Assim, até 7 de fevereiro, Melgaço, Novo Repartimento, Portel e Prainha não haviam assinado o acordo.

Um secretário de governo do Pará, que participou das negociações para a assinatura do TAC dos municípios, informou que muitos prefeitos resistiram a assinar o acordo pela incapacidade de executá-lo¹². Para convencê-los, o novo governo do Estado prometeu apoiar sua execução. De fato, o novo governo que tomou posse em janeiro de 2011 assinou um novo TAC se comprometendo a apoiar os municípios nos acordos que assinaram com o MPF. Entretanto, até agora o próprio Go-

verno do Estado cumpriu parcialmente o acordo. Por exemplo, pelo acordo inicial o governo já deveria ter contratado a auditoria independente sobre a execução do TAC. Porém, o edital lançado pela Sema em Dezembro de 2010 foi anulado por conter vários erros. A auditoria da execução do TAC seria realizada no segundo semestre de 2011.

Em resumo, o desenrolar deste caso revela as seguintes lições:

- ▶ A responsabilização dos compradores de produtos de origem ilegal acelerou o esforço para a regularização ambiental em todo o Estado, especialmente o registro no CAR.
- ▶ Em Paragominas, a combinação de vontade política local com auxílio técnico e apoio financeiro ágeis permitiu que o município reduzisse rapidamente o desmatamento e atingisse um nível relativamente elevado de cadastramento ambiental.
- ▶ Mesmo com a pressão dos compradores, a conclusão do licenciamento rural (a obtenção da LAR) quase não avançou dadas as incertezas sobre a regularização fundiária e sobre a proporção do imóvel que deverá ser considerado para a recuperação da Reserva Legal.

¹² Comunicação pessoal a um dos autores deste relatório de um dos Secretários Estaduais do Pará em 3 de fevereiro 2011.



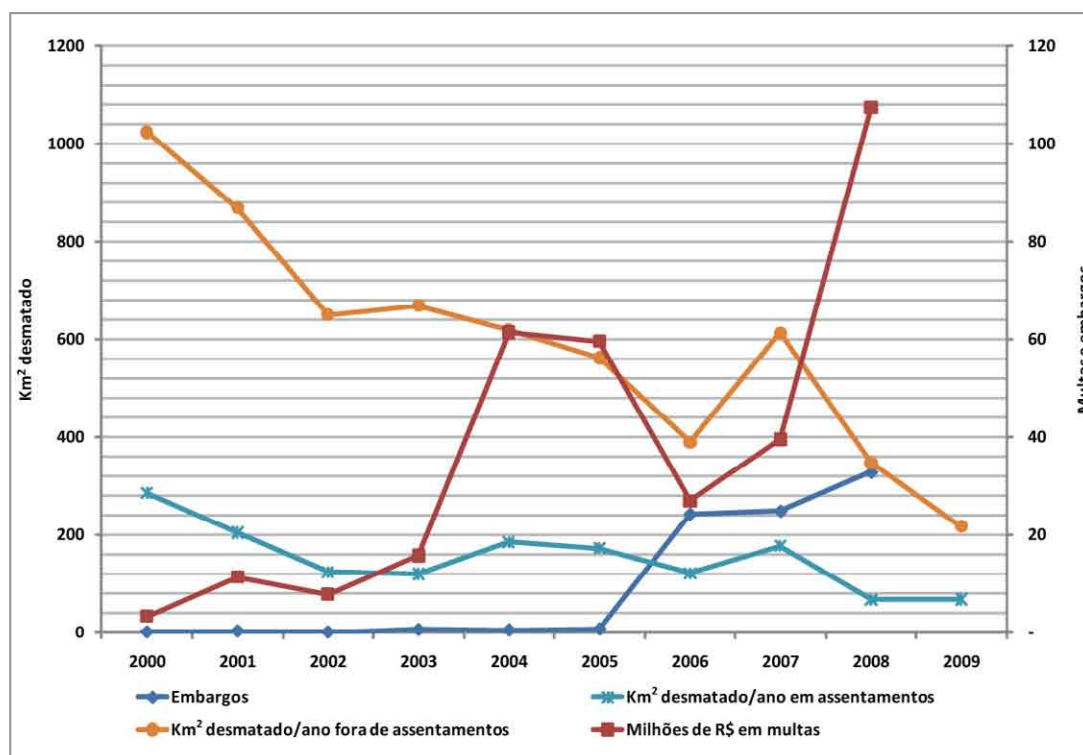
• 2.3 O Efeito da Fiscalização Ambiental na Região de Estudo

Os esforços de fiscalização ocorreram também na região de análise entre 2000 e 2009. Primeiramente, com o aumento da emissão de multas, e a partir de 2006 incluindo o embargo de empreendimentos ilegais (por exemplo, serrarias ou áreas desmatadas ilegalmente). Neste período, a taxa de desmatamento caiu aproximadamente 78% e 76%, respectivamente, fora e dentro de as-

sentamentos, indicando que o risco de penalização passou a inibir os infratores (GRÁFICO 2-2). De fato, nossas análises de regressão mostram que o valor de multas e o número de embargos foram negativamente correlacionados com a taxa de desmatamento¹³ (GRÁFICO 2-3). Na seção 6.2.1 será discutido como esta análise poderá ajudar no planejamento da mitigação.

GRÁFICO 2-2

Esforço de fiscalização (R\$ em multas e embargos) do Ibama na microrregião de Altamira e área desmatada na região de análise de risco entre 2000 e 2009



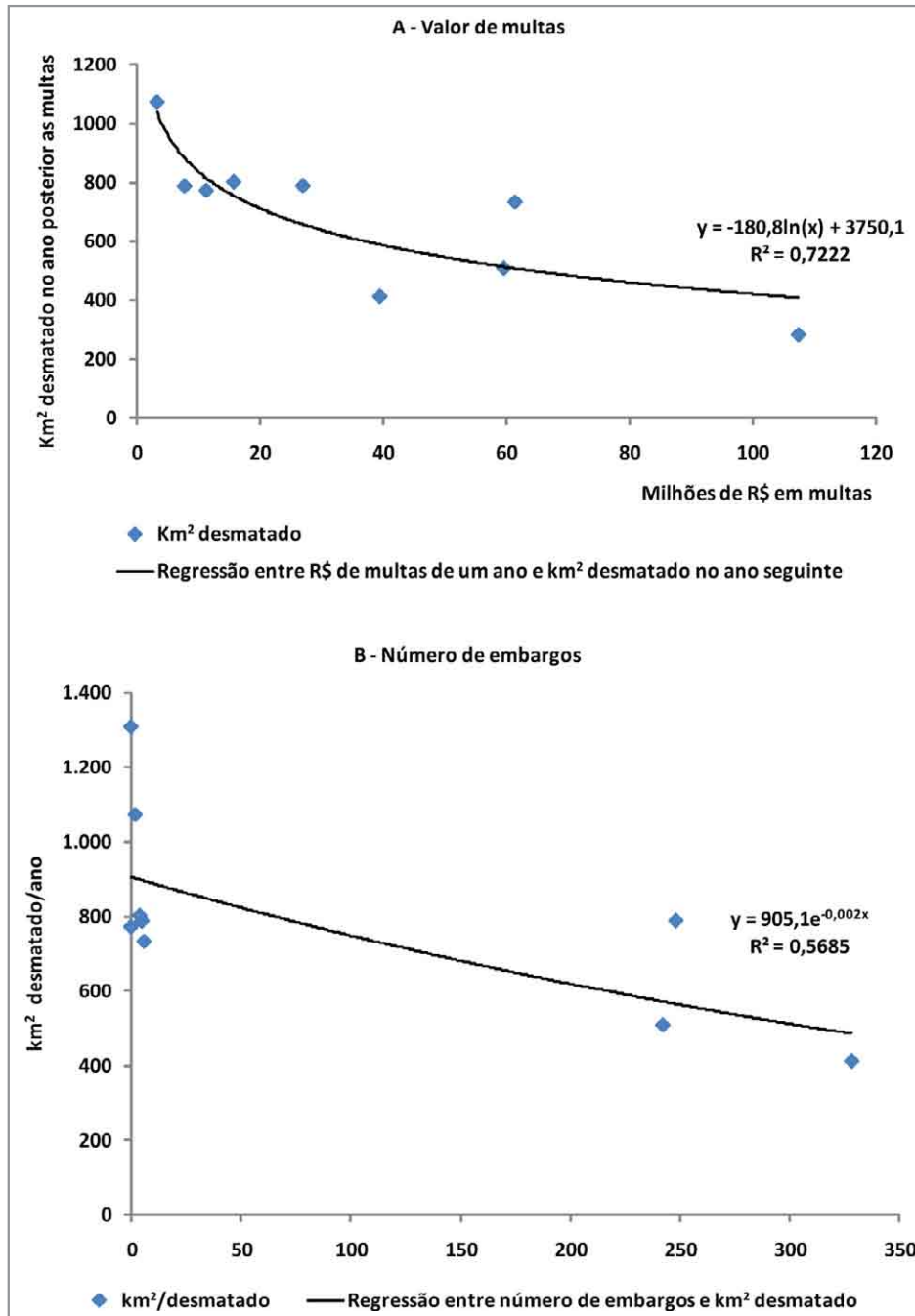
Fonte: Milhões de R\$ em multas e embargos (Ibama). Taxa de desmatamento (Imazon, com dados do Inpe).

¹³ A taxa de desmatamento considerada nesta análise foi corrigida para excluir o efeito de nuvens nas estimativas originais realizadas pelo Inpe. Ver detalhes no Anexo 2.



GRÁFICO 2-3

A relação entre a fiscalização ambiental na microrregião de Altamira e as taxas de desmatamento na região de análise entre 2000 e 2009



Fonte: Fiscalização (Ibama); Taxa de desmatamento (Imazon, com dados do Inpe).

3. AS PROPOSTAS PARA COMPENSAR E MITIGAR O DESMATAMENTO

Nesta seção apresenta-se as propostas para a compensação e mitigação do desmatamento em geral (direto e indireto), incluindo aquelas já apresentadas pelo empreendedor para o Ibama no seu Plano Básico Ambiental

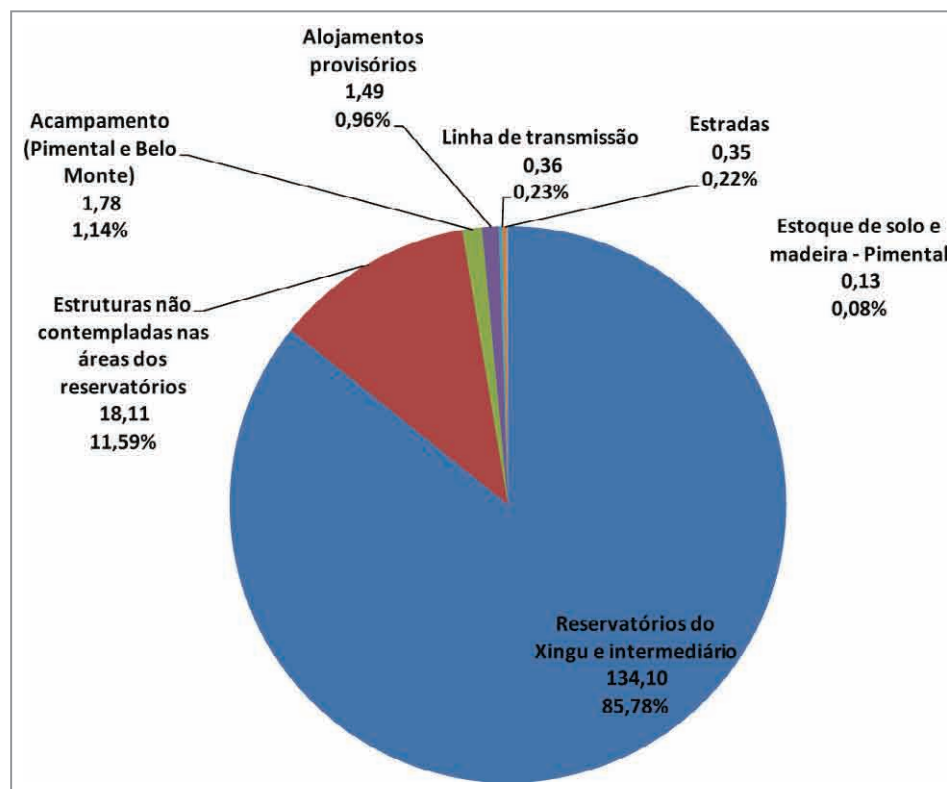
(PBA), as iniciativas governamentais para a região e uma proposta adicional de criação de uma Unidade de Conservação feita pela equipe que preparou este relatório. Antes disso, apresenta-se a estimativa da área de desmatamento direto do projeto.

3.1 O Desmatamento Direto Associado ao Projeto da UHE Belo Monte

Segundo a Norte Energia S.A. (Nesa, 2010), a construção e as instalações finais da UHE ocupariam 333,4 km², incluindo os reservatórios, estradas, linha de transmissão de energia, acampamentos e outras estruturas (FIGURA 2-1). Desta área total, o

empreendedor estima que seria necessário desmatar 156,36 km² (ou 47% da área a ser ocupada) porque o restante da área já está desmatada ou é o leito do rio. A maioria da área a ser desmatada (86%) será ocupada pelos reservatórios (GRÁFICO 3-1).

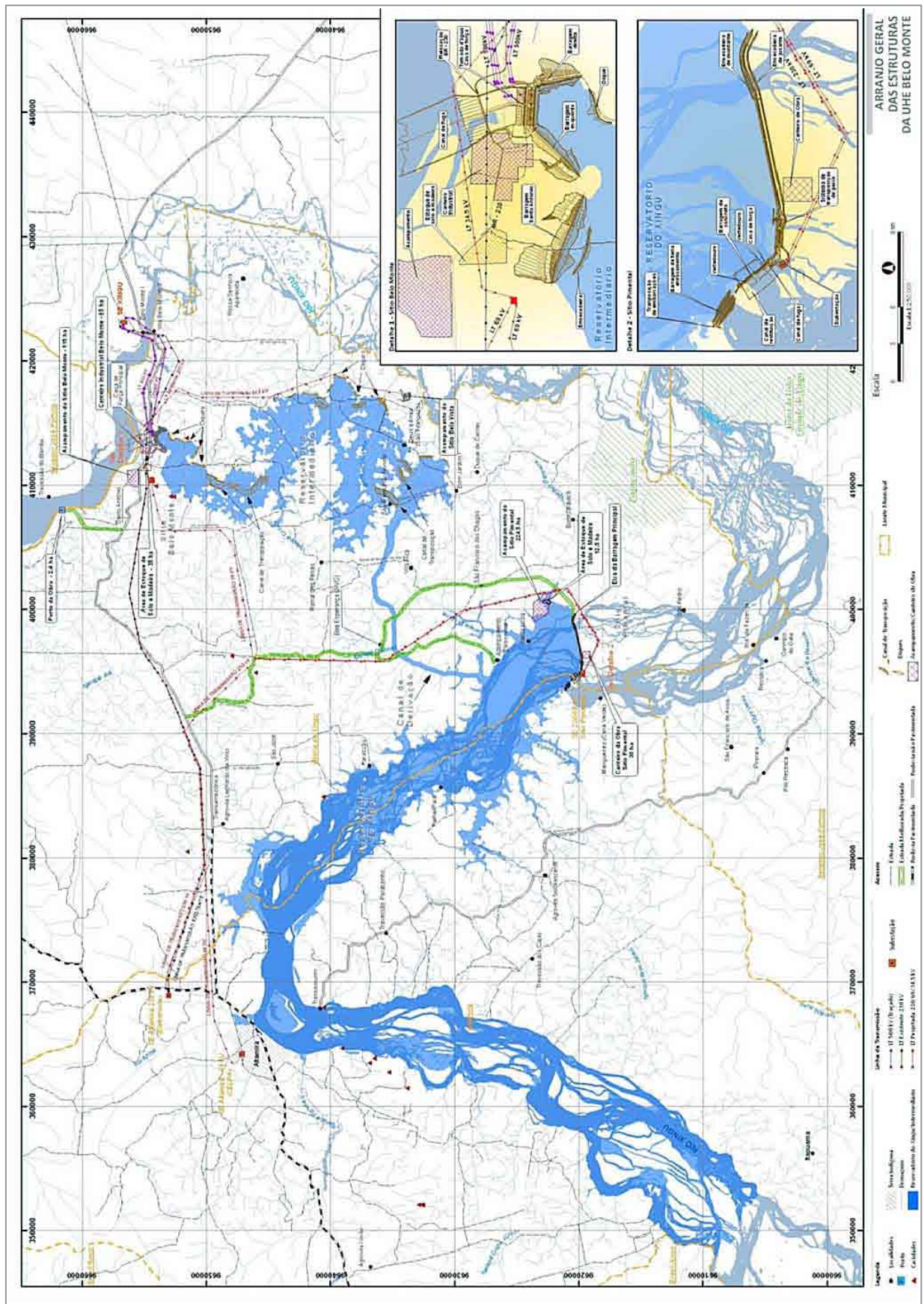
GRÁFICO 3-1
Área (km² e % do total) projetada para desmatamento direto para a instalação da UHE Belo Monte



Fonte: Preparado pelos autores com dados de Nesa (2010).



FIGURA 3-1
Arranjo geral da UHE Belo Monte segundo o Projeto Básico de Engenharia. Fonte: Nesa, 2010



• 3.2 Plano Básico Ambiental

O PBA apresenta propostas que poderiam compensar e mitigar os impactos do desmatamento direto e outras que poderiam mitigar o risco de desmatamento indireto (QUADRO 3-1). O potencial de efeito destas medidas é variável. Por exemplo, o plano para conservação e recuperação da Área de Preservação Permanente (APP) dos reservatórios evitaria o desmatamento em uma área claramente estabelecida (Ver detalhes na seção seguinte). Já o efeito da proposta de apoio à fiscalização dependeria de sua extensão. Para ter um efeito substancial deveria ser aplicada regionalmente conforme será

discutido na seção 6.2. O efeito do plano de reassentamento de famílias da área que será alagada é incerto, pois dependeria de onde as famílias seriam reassentadas. Se as famílias fossem para imóveis com predominância de florestas intactas, o desmatamento provavelmente aumentaria. A proposta de criação e apoio à implementação de Unidades de Conservação de proteção integral poderia mitigar o risco de desmatamento em uma área mais ampla. A seção 3.3 apresenta as características das áreas para criação de Área Protegida e a seção 6.1 avalia o potencial de mitigação destas áreas.

QUADRO 3-1

Medidas propostas no Plano Básico Ambiental para atender condicionantes da Licença Prévia da UHE Belo Monte

Programa, projeto ou ação	Objetivo	Impacto potencial sobre o desmatamento
Projeto de Criação de Unidades de Conservação	Estudar três áreas para a criação de Unidades de Conservação de proteção integral, das quais duas em áreas de floresta (Ver seção 3.3.1).	Reduziria a vulnerabilidade ao desmatamento das áreas criadas.
Projeto de Apoio às Ações de Implantação e Manejo de Unidade de Conservação existente	Apoiar financeira e tecnicamente a implantação da Estação Ecológica Terra do Meio.	Esta Unidade de Conservação fica a cerca de 170 km do empreendimento, com acesso limitado por meio fluvial da região do projeto. Como será mostrado nos resultados, o risco aumentaria pouco em função da UHE.
Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios – Pacuera.	Conservação e uso dos recursos naturais no entorno dos reservatórios da UHE Belo Monte.	Compensaria parte das APPs ocupadas pelo projeto e mitigaria o risco de desmatamento no entorno do reservatório.
Fiscalização ambiental ¹⁴	Apoiar a aplicação das leis ambientais na área de influência da UHE Belo Monte.	Poderia reduzir a vulnerabilidade ao desmatamento se o foco das ações fosse regional e não apenas no entorno do projeto.

➔ continua

¹⁴ Está previsto um Acordo de Cooperação Técnica entre Ibama e Nesa.

↳ continuação do quadro 3-1

Programa, projeto ou ação	Objetivo	Impacto potencial sobre o desmatamento
Programa de Conservação e Manejo de Flora	Preservar parte da diversidade genética das espécies de flora e monitorar os impactos do lago sobre as áreas florestais na área de influência direta do projeto.	Contribuiria para a conservação na área de influência direta. Porém, o risco do desmatamento tende a ser regional.
Programa de Limpeza e Desmatamento do Reservatório	Mitigar e prevenir impactos quando da formação dos reservatórios e operação da UHE Belo Monte.	Foco limitado na gestão do desmatamento da área do reservatório. Portanto, sem previsão de afetar risco do desmatamento regionalmente.
Projeto de Reassentamento Rural	Garantir aos atingidos condições de moradia e produção minimamente iguais e preferencialmente melhores das que dispunham antes da implantação do empreendimento.	Dependeria de onde as pessoas seriam reassentadas. O reassentamento para zonas florestais poderia aumentar a pressão de desmatamento.

3.2.1 O Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno dos Reservatórios

Uma das principais ações do Pacuera seria a conservação e recuperação das APPs em torno do lago. A APP seria variável, com um mínimo de 100 m e média de 500 m (FIGURA 3-2). O Pacuera apresenta um balanço das APPs dos reservatórios que serão perdidas e das que serão mantidas e recuperadas. As perdas foram estimadas em 239 km², enquanto as APPs propostas para os reservatórios somam 297 km² (Nesa, 2010¹⁵) Da

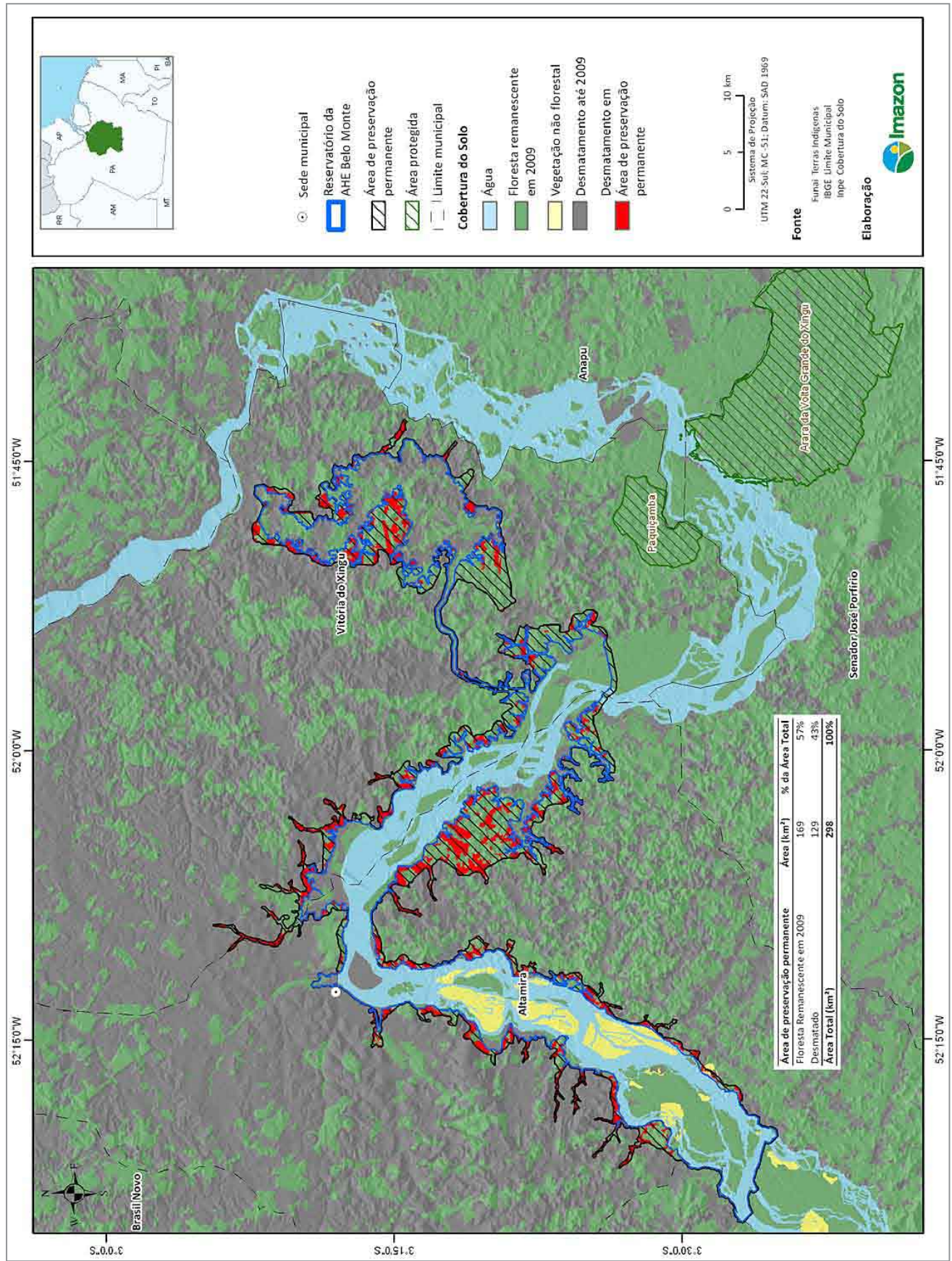
área proposta, estimou-se que 169 km² estavam desmatados em 2009 considerando o mapa de cobertura vegetal do Inpe (FIGURA 3-2). Portanto, esta porção já desmatada da APP deveria ser recomposta. A forma de recomposição deverá ser determinada durante a primeira etapa de execução do Pacuera, que incluirá um diagnóstico ambiental segundo o PBA (Nesa, 2010) . As opções para a recomposição incluiriam o reflorestamento pleno, o enriquecimento (plantio parcial em meio a vegetação já existente) e a regeneração natural.

¹⁵ Estimativas disponíveis na página 484 do PBA, de setembro de 2010, que contém os itens 13 a 19.



FIGURA 3-2

Área de Preservação Permanente (APP) variável proposta pelo Plano Básico Ambiental e Áreas Desmatadas dentro da APP



• 3.3 Propostas de criação de Unidades de Conservação

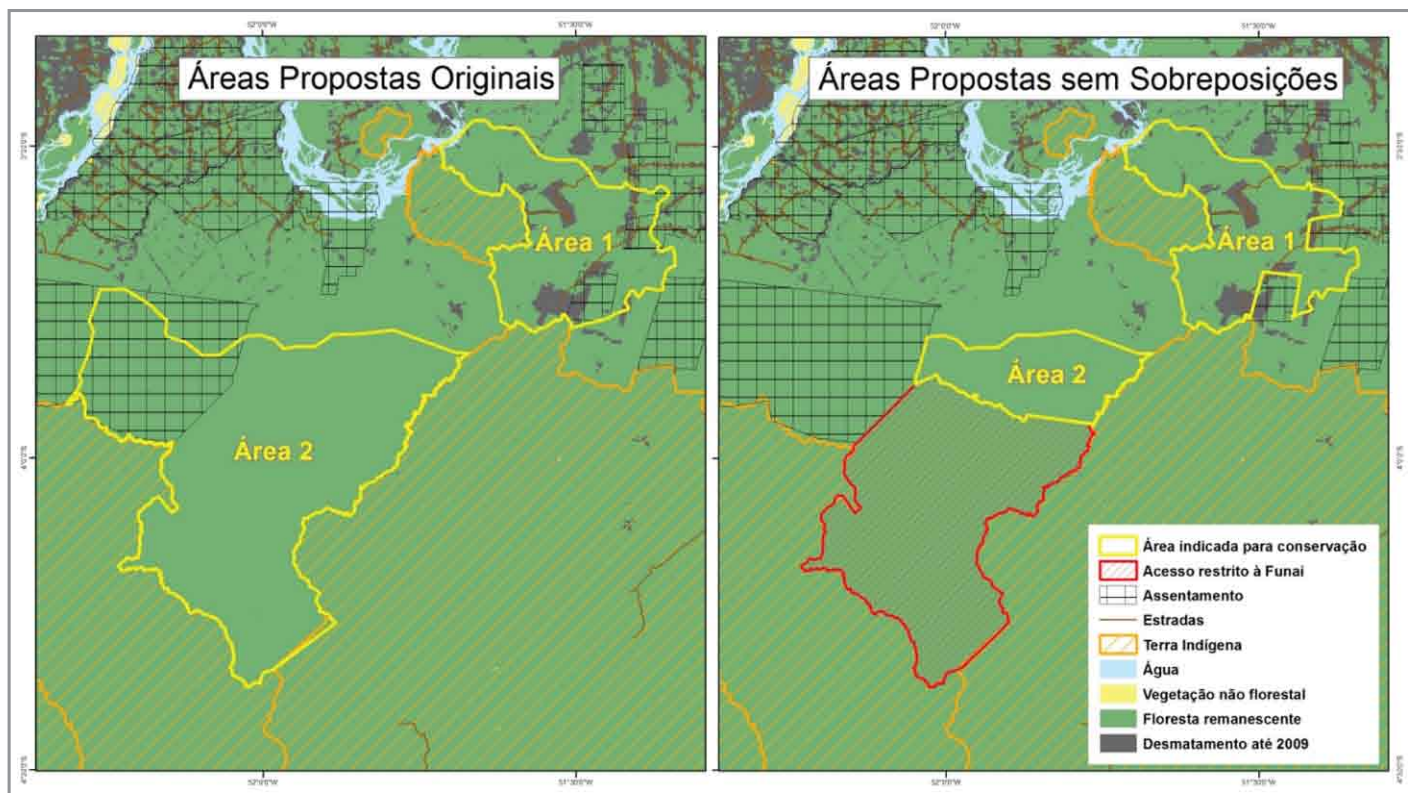
3.3.1 Propostas do PBA

O PBA propõe duas áreas para a análise de criação de Unidade de Conservação de proteção integral em áreas com florestas ou que eram originalmente florestadas (FIGURA 3-3). Entretanto, parte dessas áreas está sobreposta a assentamentos criados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) e por uma área de acesso restrito à Fundação Nacional do Índio (Funai), estabelecida recentemente (Portaria da Funai nº 38, de 11/01/2011). Conforme a Portaria da Funai nº 38, de 11/01/2011, é proibido o ingresso, locomoção e permanência de pessoas não autorizadas pela Funai na Terra Indígena Ituna/Itata,

localizada entre as Terras Indígenas Koatinemo e Trincheira/Bacajá. A restrição vale por dois anos e visa proteger áreas ocupadas por índios isolados. Para estabelecer as áreas restantes para análise de criação de Áreas Protegidas, foram excluídos da proposta original os assentamentos e a Terra Indígena (FIGURA 3-3).

Caso a Terra Indígena seja criada, é provável que a área seja conservada assumindo que o governo reforçaria o controle da área. Por outro lado, a conservação da área de assentamento é incerto. Se o governo investir na construção de estradas e continuar com o baixo investimento ambiental em assentamentos, é provável que o desmatamento aumente naquela área.

FIGURA 3-3
Áreas propostas no Plano Ambiental Básico para estudos de criação de Unidades de Conservação de proteção integral



3.3.2 Propostas do Serviço Florestal Brasileiro

O Serviço Florestal Brasileiro (SFB) propôs ao Instituto de Conservação da Biodiversidade Chico Mendes (ICMBio) a criação de duas Florestas Nacionais (Flonas) na área de análise de risco, uma em 2009 (SFB, 2009) e outra em 2010 (SFB, 2010). De acordo com o SFB, ambas as áreas estão parcialmente sobrepostas a Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS) criados pelo Incra, mas que foram suspensos por Ações Cíveis Públicas propostas pelo MPF (Ver sobreposição na FIGURA 3-4). Segundo o MPF, a criação dos PDS foi irregular por conter vícios (por exemplo, sem os pareceres estabelecidos em regras do próprio Incra) e por falta de licenciamento ambiental (MPF, 2007). A atuação do MPF compreendeu um conjunto de outras ações que visavam combater a criação de assentamentos para facilitar a exploração irregular em terras públicas (Ver análise em Greenpeace, s/d; MPF, 2007). Na presente análise, considerou-se que a suspensão seria mantida e as áreas seriam criadas conforme a proposta do SFB. O QUADRO 3-2 resume informações sobre a área e a cobertura vegetal das áreas propostas pelo SFB.

3.3.3 Proposta Adicional

Os autores deste relatório consideraram a criação de uma Área Protegida adicional entre as Terras Indígenas Arara da Volta Grande do Xingu e Trincheira Bacajá (Área 5 na FIGURA 3-4). Essa área seria especialmente importante para proteger a Terra Indígena Arara da Volta Grande, que corre o risco de ser isolada de outros grandes blocos de floresta por causa da expansão do desmatamento que vem ocorrendo a leste (Ver FIGURA 3-4) e que poderá ocorrer a oeste (no cenário com a UHE Belo Monte). Além do mais, esta área deveria ser considerada pelo fato de que a área proposta 1 já contém indícios de ocupação (por exemplo, 19% estão desmatados) que podem dificultar a criação de uma Área Protegida naquela região.

Todas as áreas propostas somam 14.605 km², dos quais 96% eram florestas em 2009 (QUADRO 3-2¹⁶). Mesmo a área com menor cobertura florestal (Área 1) é 81% florestada. As Flonas propostas pelo SFB somam cerca de 90% do total da superfície das áreas propostas.

QUADRO 3-2

Cobertura vegetal das áreas propostas para a criação de Áreas Protegidas na região do projeto UHE Belo Monte

Itens	Área 1	Área 2	Área 3 Flona Liberdade	Área 4 Flona Macapixi	Área 5	Total
Proponente	PBA	PBA	Serviço Florestal Brasileiro	Serviço Florestal Brasileiro	Este relatório	
Floresta – km ²	586	437	10.796	2.549	241	14.608
Vegetação nativa não floresta - km ²	0	-	0,7	-	-	0,7
Desmatado -km ²	137,2	0,6	267,3	122,6	13,1	540,9
Área total - km ²	727	437	11.186	2.672	254	15.276
% de floresta na área proposta	81%	100%	97%	95%	95%	96%
% da área total das propostas	5%	3%	73%	17%	2%	100%

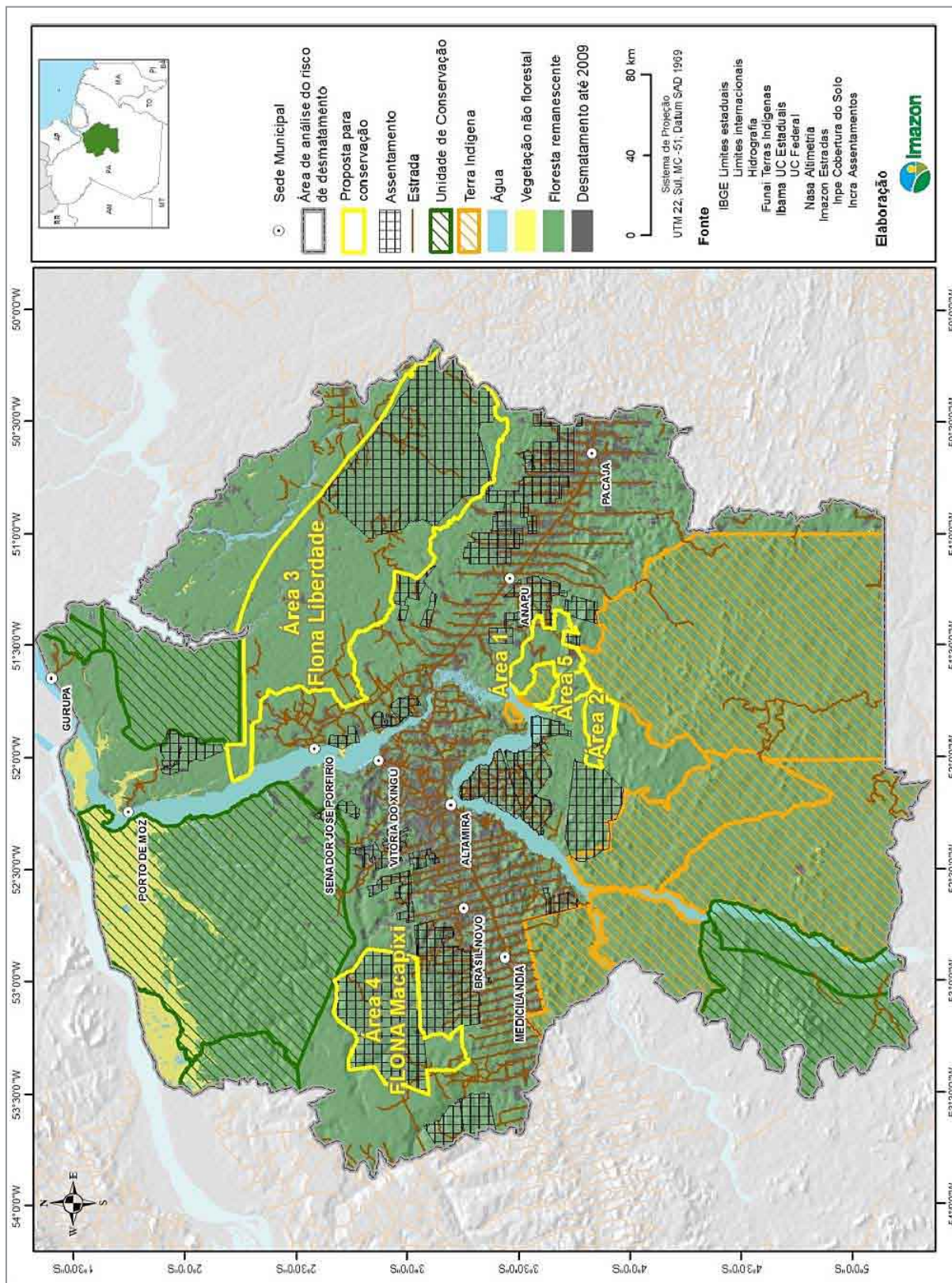
Fonte: Estimado pelo Imazon com base nos polígonos disponibilizado pelos proponentes.

¹⁶ A tabela não quantifica a área coberta por massa d'água.



FIGURA 3-4

Áreas propostas para a criação de Áreas Protegidas na região do projeto UHE Belo Monte¹⁷.



¹⁷ Os assentamentos nas Áreas 3 e 4 são aqueles que foram suspensos por decisão judicial. Portanto, aqui servem apenas para ilustrar as áreas que estavam sendo alvo de ações dos madeireiros.

• 3.4 Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu

Em agosto de 2010, os governos federal e estadual do Pará lançaram o Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu, que visa maximizar os efeitos positivos e mitigar os impactos negativos das obras de infraestrutura naquela região. O QUADRO 3-3 resume as principais ações do plano que podem afetar o desmatamen-

to na região. A maioria das propostas poderia reduzir o risco de desmatamento como a criação e demarcação de Áreas Protegidas e o apoio ao Cadastro Ambiental Rural (CAR). Entretanto, as propostas de reforma e construção de estradas podem aumentar o risco de desmatamento se o controle ambiental for insuficiente.

QUADRO 3-3

Medidas propostas no Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu que podem afetar o desmatamento

Tema	Projetos	Objetivos	Impacto potencial sobre o desmatamento
Ordenamento territorial, regularização fundiária e gestão ambiental	Avaliar a criação de novas Unidades de Conservação nas ilhas do Xingu; Fortalecer a gestão do ICMBio e Secretaria (s) de Meio Ambiente; e Priorizar o CAR	Criar e consolidar Unidades de Conservação e garantir meios para sua gestão	Reduziria o risco de desmatamento
	Delimitar a Reserva Indígena Cachoeira Seca.	Garantir proteção de Terras Indígenas	Reduziria o risco de desmatamento
	Titular e demarcar áreas quilombolas, Projetos de Assentamento e Unidades de Conservação.	Promover regularização fundiária	A demarcação de Unidades de Conservação reduziria o risco de desmatamento
	Proporcionar apoio técnico e financeiro para Planos Diretores Urbanos; Realizar ZEE municipal	Fortalecer o ZEE na região	Os ZEE tem tido pouco efeito no desmatamento na Amazônia. Portanto, o efeito na região do Xingu é incerto
Infraestrutura para o desenvolvimento	Construir terminal hidroviário em Senador José Porfírio; e Recuperar e construir estradas	Transporte	A construção e recuperação de estradas pode aumentar o risco de desmatamento dependendo da eficácia do controle

Fonte: Compilado pelos autores de Brasil/Pará (2010).



4. MÉTODO

Para atender as demandas do parecer do Ibama sobre o risco do desmatamento indireto decorrente do projeto da UHE Belo Monte conduziram-se as seguintes análises.

- ▶ Estabelecimento da região de análise do risco de desmatamento.
- ▶ Estimativa da área total sob risco de desmatamento em 20 anos em cenários sem e com a UHE.
- ▶ Projeção da distribuição geográfica do risco de desmatamento de acordo com as mudanças de fatores críticos como o aumento populacional e a criação de Áreas Protegidas.
- ▶ Análise de opções de mitigação do risco de desmatamento.

Antes de avançar nos detalhes dos métodos, explicam-se aqui os cenários que foram usados para projetar a taxa de desmatamento indireto. Consideraram-se três fatores principais para definir os cenários: i) a relação entre população e taxa de desmatamento; ii) o nível de imigração para a região do projeto; e iii) a eficácia do controle do desmatamento. Esta abordagem foi considerada adequada já que: i) a população total tem sido altamente correlacionada com a área total desmatada na Amazônia (Ver seção 2); ii)

o aumento da população seria a maior mudança associada ao projeto que teria efeito direto no desmatamento (Ver seções 3.1 e 5.2.1.3); e iii) o fato de que a intensidade de controle ambiental tem afetado as tendências de desmatamento. Especificamente, identificaram-se duas tendências recentes de relação entre taxa de desmatamento e população (uma entre 2000 e 2005 e outra entre 2006 e 2009) e tais tendências coincidiram com fortes mudanças na intensidade de fiscalização. Compreender este último fator é essencial já que indica que o impacto do aumento populacional pode ter magnitudes diferentes dependendo da política de controle do desmatamento.

Esta abordagem permitiu identificar seis cenários para a análise da taxa de desmatamento (QUADRO 4-1). Nos cenários sem a UHE, foram considerados o crescimento tendencial da população e as duas tendências de relação entre população e desmatamento (alta e baixa, respectivamente para os períodos 2000-2005 e 2006-2009 na seção 5.2.2). No cenário com a UHE, consideraram-se as duas tendências da relação entre população e desmatamento e dois níveis de imigração associada ao projeto (alta e atenuada conforme será explicado na seção 5.2.1.3). O impacto da UHE no desmatamento seria a diferença entre as estimativas sem e com a UHE sem as medidas de mitigação. Depois se considerou como as medidas de mitigação propostas poderiam alterar as taxas estimadas.

QUADRO 4-1

Cenários usados para a projeção da taxa de desmatamento

Sem UHE		Com UHE			
Tendência de desmatamento alta (2000-2005)	Tendência de desmatamento baixa (2006-2009)	Tendência de desmatamento alta (2000-2005)		Tendência de desmatamento baixa (2006-2009)	
		Imigração alta	Imigração atenuada	Imigração alta	Imigração atenuada

• 4.1 A Região de Análise de Risco de Desmatamento Indireto

Para estabelecer a região de análise do risco de desmatamento, analisaram-se primeiro os municípios em que haveria aumento populacional. O EIA/RIMA do projeto (Leme Engenharia, 2009) aponta os municípios para onde a população seria atraída¹⁸. Entretanto, assumiu-se que o projeto tenderia a atrair população adicional para as áreas no entorno, como ocorreu em outras regiões (Becker, 1996; Fearnside, 2002; Biery-Hamilton, 1996). Ademais, o risco se propagaria na região, independente dos limites municipais, que são artificiais. A propagação se daria conforme a acessibilidade às florestas (por exemplo, proximidade de estradas) e vulnerabilidade das regiões em torno (por exemplo, existência ou não de Áreas Protegidas e assentamentos de reforma agrária) como será detalhado na estimativa da distribuição geográfica (Seção 4.3).

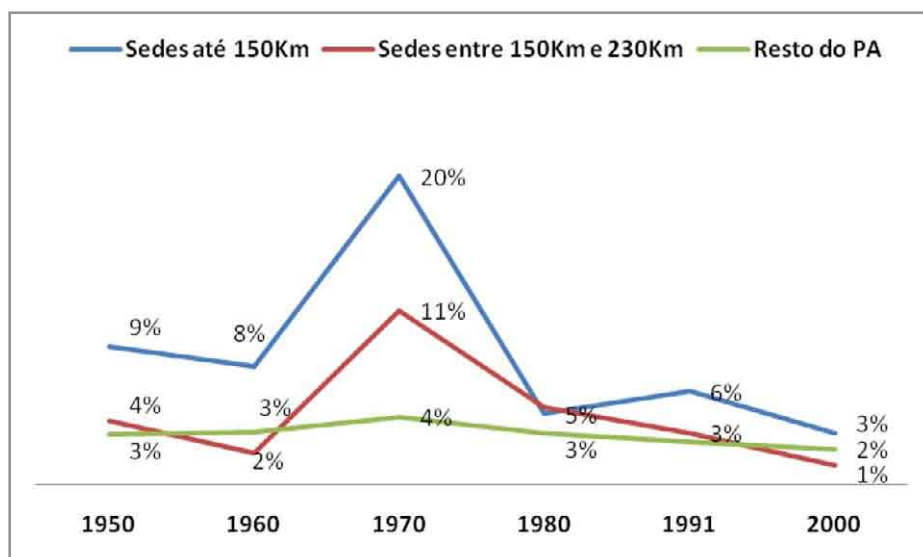
Para estimar a extensão da região vizinha a UHE Belo Monte que atrairia imigrantes, usou-se como base o crescimento populacional na região em torno da UHE Tucuruí em comparação com o restante do Pará entre 1950 e 2000 – período antes e 8 anos depois da finalização da conclusão da primeira etapa do projeto em dezembro de 1992. (Eletronorte s/d). O caso de Tucuruí apresenta características similares às de Belo Monte, como a proximidade da rodovia Transamazônica e por ser uma região com expansão de ocupação e tipologia agroflorestal similar.

Encontrou-se que em um raio de 150 km da UHE Tucuruí o crescimento populacional foi 50% maior do que no restante do Pará (GRÁFICO 4-1). A população na região também cresceu mais rapidamente do que no Pará entre 150 e 230 km do projeto pelo menos até 1991, mas foi mais reduzida após este período. Desta forma, foram usados dois círculos com raio de 150 km a partir da sede municipal de Altamira e da vila Belo Monte na região do projeto como uma base para estabelecer os limites da área de análise de risco de desmatamento (FIGURA 4-1). Depois disso, consideraram-se outros fatores para estabelecer a região final de análise: i) ao norte foi incluída a foz do rio Xingu até onde seguiu a Área de Influência Indireta estabelecida pelo EIA/RIMA do projeto adicionando-se regiões adjacentes com Unidades de Conservação; ii) nos extremos leste e oeste considerou-se a existência de estradas informais mapeadas pelo Imazon que poderiam facilitar novas ocupações; e iii) ao sul, dada a presença de Áreas Protegidas considerou-se de forma conservadora o limite acima do raio de 150 km até o limite de alguns municípios (por exemplo, Senador José Porfírio) e sub-bacias hidrográficas. A região de análise inclui total ou parcialmente o território de 14 municípios e atinge 121.535 km² (TABELA 4-1).

¹⁸ Altamira, Anapu, Brasil Novo, Gurupá, Medicilândia, Pacajá, Placas, Porto de Moz, Senador José Porfírio, Uruará, Vitória do Xingu.

GRÁFICO 4-1

Taxas geométricas médias de crescimento anual da população em município com sede até 150 km, entre 150 km e 230 km e resto do Pará em relação à UHE Tucuruí



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE.

TABELA 4-1

Participação dos municípios na área de análise do risco de desmatamento

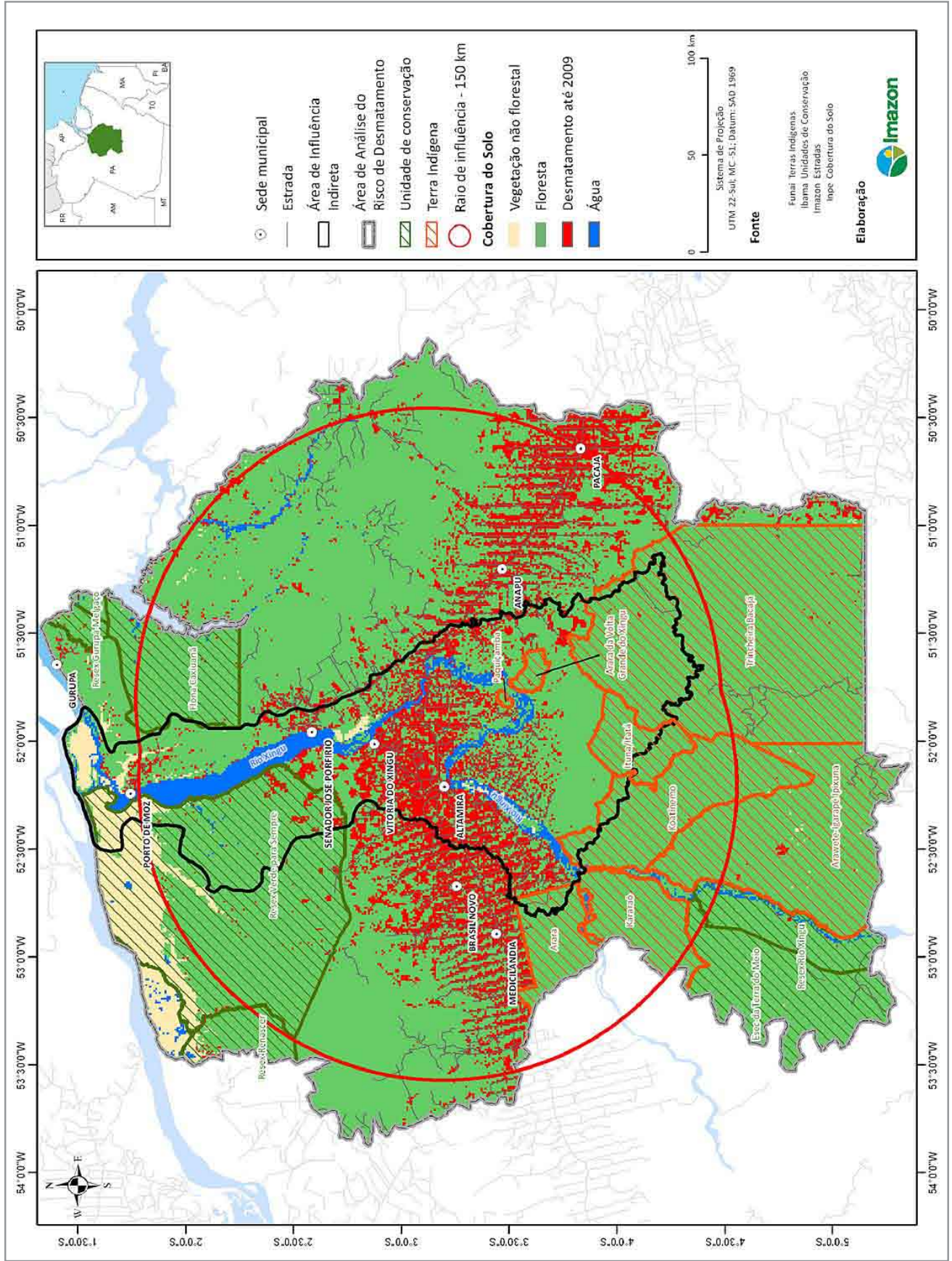
Município	Área total	Área de análise do risco de desmatamento	% da região de estudo
Altamira	159.533	23.436	19,3%
Portel	25.385	19.910	16,4%
Porto de Moz	17.423	17.315	14,2%
Senador José Porfírio	14.374	14.370	11,8%
Anapu	11.895	11.889	9,8%
Medicilândia	8.273	8.225	6,8%
Pacajá	11.832	7.302	6,0%
Brasil Novo	6.363	6.128	5,0%
Prainha	14.787	3.766	3,1%
Vitória do Xingu	3.135	2.965	2,4%
Gurupá	8.540	2.400	2,0%
Melgaço	6.774	1.482	1,2%
Uruará	10.791	1.266	1,0%
Novo Repartimento	15.399	1.082	0,9%
Total	314.504	121.535	100%

Fonte: Área total conforme o IBGE. Área de análise calculada pelo Imazon em SIG, UTM22-S, MC-15, Datum: SAD1969.



FIGURA 4-1

Região de análise de risco do desmatamento indireto associado ao projeto da UHE Belo Monte



4.1.1 A Cobertura Vegetal na Área de Análise de Risco do Desmatamento

A TABELA 4-2 resume a cobertura do solo da região de análise de risco em 2009. Aproximadamente 16.000 km² ou o equivalente a 14% da cobertura florestal original estavam desmatados. Noventa e sete por cento do desmatamento ocorreu fora das Áreas Protegidas e o restante em Áreas Protegidas. A área desmatada equivaleu a 24% da cobertura florestal original das áreas privadas ou devolutas fora de Áreas Protegidas e somente 1% da floresta original em Áreas Protegidas.

A FIGURA 4-2 mostra que o desmatamento tem ocorrido principalmente próximo das estradas e desmatamentos já existentes. Porém, observam-se padrões distintos de tamanho das áreas desmatadas a partir de 2004. Em torno das áreas de ocupação mais antigas (isto é, em uma faixa de menos de 20 km da rodovia Transamazônica)

as áreas desmatadas mais recentes são relativamente menores do que os desmatamentos nas fronteiras mais recentes de ocupação; ou seja, nos extremos das vicinais que partem da rodovia federal. Notam-se áreas maiores de desmatamento recente especialmente na porção oriental nos municípios de Anapu e Pacajá. Essa tendência é consistente com o fato de que a ocupação vem se intensificando do leste ao longo da Transamazônica.

Ademais, são marcantes as frentes de desmatamento ao nordeste da sede municipal de Senador José Porfírio, na porção sul da volta do Rio Xingu e ao norte da sede municipal de Brasil Novo.

Apesar de o desmatamento ser mais raro nas Áreas Protegidas, a Reserva Extrativista Verde para Sempre contém vários desmatamentos recentes relativamente grandes, especialmente em sua porção sul.

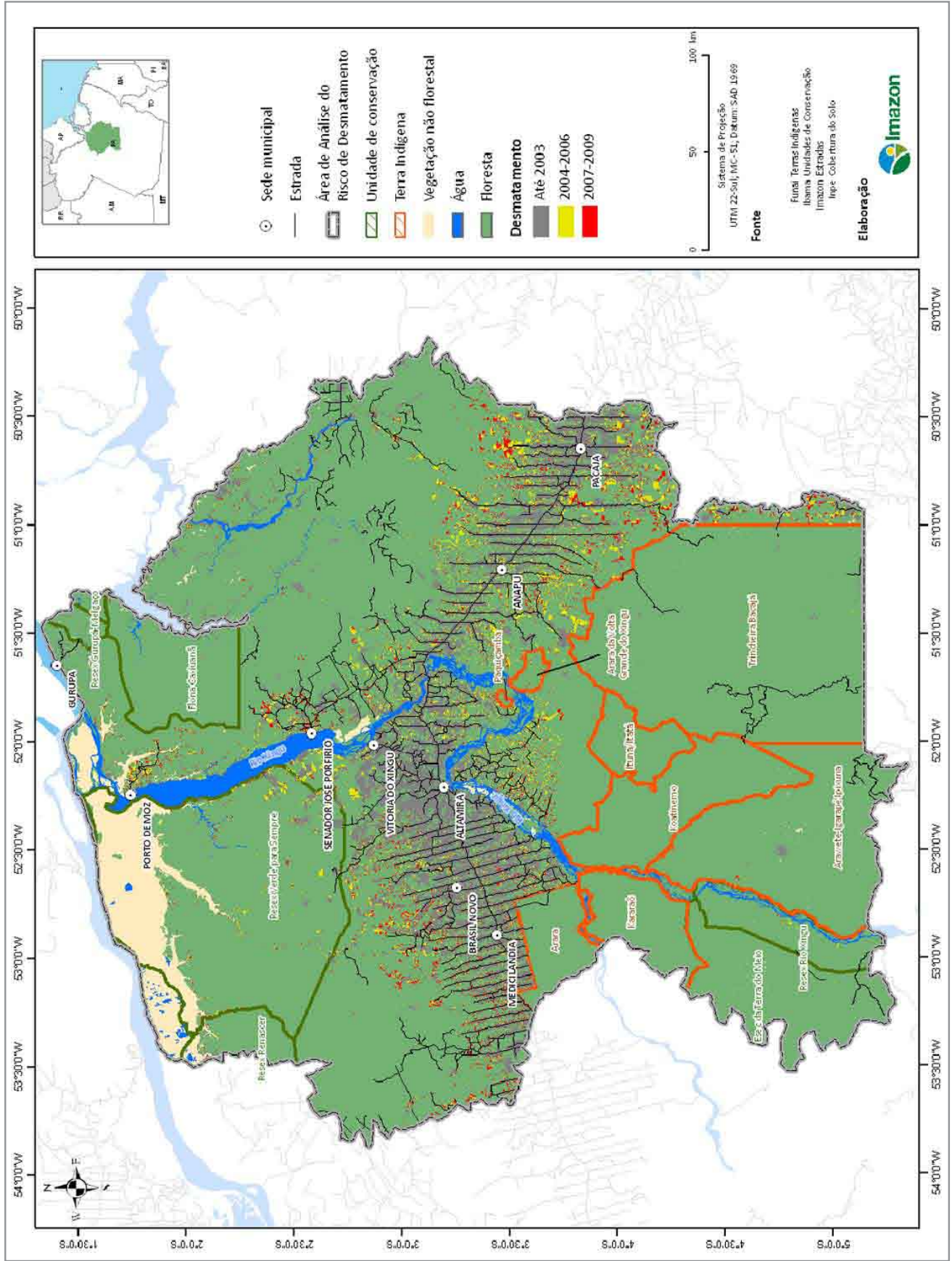
TABELA 4-2
Cobertura do solo na área de análise de risco de desmatamento

Itens	Total (km ²)	Fora de Área Protegida (km ²)	Dentro de Área Protegida (km ²)	% do total de floresta original	% do total original de floresta fora de Área Protegida	% do total original de floresta em Área Protegida
Floresta remanescente em 2009	97.680	48.864	48.816	86	76,0	99,0
Desmatado	15.901	15.420	480	14	24,0	1,0
Vegetação não florestal	4.493	1.362	3.131			
Água	3.461	3.068	393			
Total da superfície	121.535	68.715	52.820			
Total de floresta original	113.581	64.284	49.296	100	100	100

Fonte: Estimada pelo Imazon com base nas imagens de satélite Landsat e mapa de vegetação do IBGE.



FIGURA 4-2
O desmatamento recente na região de análise de risco de desmatamento indireto.



• 4.2 A Estimativa da Área Total Desmatada

Usou-se a população total projetada nos cenários com e sem a UHE Belo Monte para projetar a área total desmatada em 20 anos. A estimativa do desmatamento acumulado foi mais prudente do que estimar taxas anuais que são influenciadas por muitos fatores fora do controle do projeto e de difícil previsão como os preços de mercadorias agrícolas¹⁹.

A projeção da área desmatada foi realizada em três etapas. Primeiro, projetou-se a população da região de análise em 20 anos sem e com o projeto, sendo dois cenários de imigração para a situação com projeto. Paralelamente, analisou-se a relação entre a população total e a área total desmatada na região para estimar a função a ser usada na projeção da área desmatada. Finalmente, estimou-se a área total desmatada no ano 20 usando esta função e a população projetada. A seguir detalham-se essas etapas.

4.2.1 A Projeção da População sem e com a UHE Belo Monte

Cenários de população foram projetados para o período 2011 a 2030 para a região de análise do risco de desmatamento sem e com o proje-

to. A seguir, os parâmetros e valores para cada um desses cenários.

4.2.1.1 Projeção Tendencial

Para projetar a população tendencial sem a UHE usou-se a fórmula:

$$P_t = P_0 \times (1 + i)^t$$

Na qual

P_t = População no tempo “t” projetado

P_0 = População no tempo inicial, ou ano do último censo antes da projeção

t = Tempo (ano) no qual se está projetando a população

i = Taxa anual de crescimento da população na região de risco de desmatamento considerada²⁰, calculada com base no Censo Demográfico (em escala municipal) e nas projeções de população para o Estado do Pará, segundo o IBGE.

O IBGE projeta que a taxa anual de crescimento da população (i) será decrescente no Pará entre 2011 e 2030 começando com 1,9% por ano (IBGE, 2010). Entretanto, o IBGE não disponibiliza essas taxas por município e a taxa de crescimento dos municípios da região de análise tem sido maior do que a do Pará (2,5% por ano entre 2000 e 2010²¹). Assim, foi necessário adaptar

¹⁹ O preço de produtos agropecuários depende de fatores macroeconômicos nacionais e internacionais que não serão afetados pelo projeto. Por outro lado, a alta correlação entre população total e a área total desmatada parece já capturar a influência do aumento de demanda de produtos agropecuários associado ao aumento da população localmente.

²⁰ Os municípios considerados foram: Altamira, Anapu, Brasil Novo, Gurupá, Medicilândia, Melgaço, Novo Repartimento, Pacajá, Portel, Porto de Moz, Prainha, Senador José Porfírio, Uruará e Vitória do Xingu.

²¹ A estimativa da taxa de crescimento (i) da população na região de análise foi calculada por

$$i = \sqrt[n]{\frac{P_n}{P_m}} - 1$$

Na qual

i = Taxa geométrica anual de crescimento

P_n = População no tempo “n” - Censo 2010

P_m = População no tempo inicial (censo 2000) anterior ao tempo “n”

n = Número de anos entre P_n e P_m



a tendência de queda do Estado para a taxa dos municípios – ou seja, assumiu-se que a taxa de crescimento dos municípios começaria em 2,5 % em 2010 e cairia na mesma tendência do Pará (GRÁFICO 4-2). Os dados do IBGE para população nos municípios do Pará – incluindo os de influência da UHE – são referentes ao Censo 2000 e 2010.

4.2.1.2 Estimativa da População dentro da Região de Influência do Projeto

Em alguns casos, apenas uma porção dos municípios fez parte da região de influência do projeto. Por isso, foi necessário estimar a parcela da população total que ocupava tal porção para

usar como base da projeção. Para estimá-la, assumiu-se que a distribuição da população rural seria equivalente a distribuição da área desmatada no município, conforme a fórmula:

$$P_e = (P_r \times d) + P_u$$

Na qual

P_e = População estimada no polígono do município dentro da área de influência

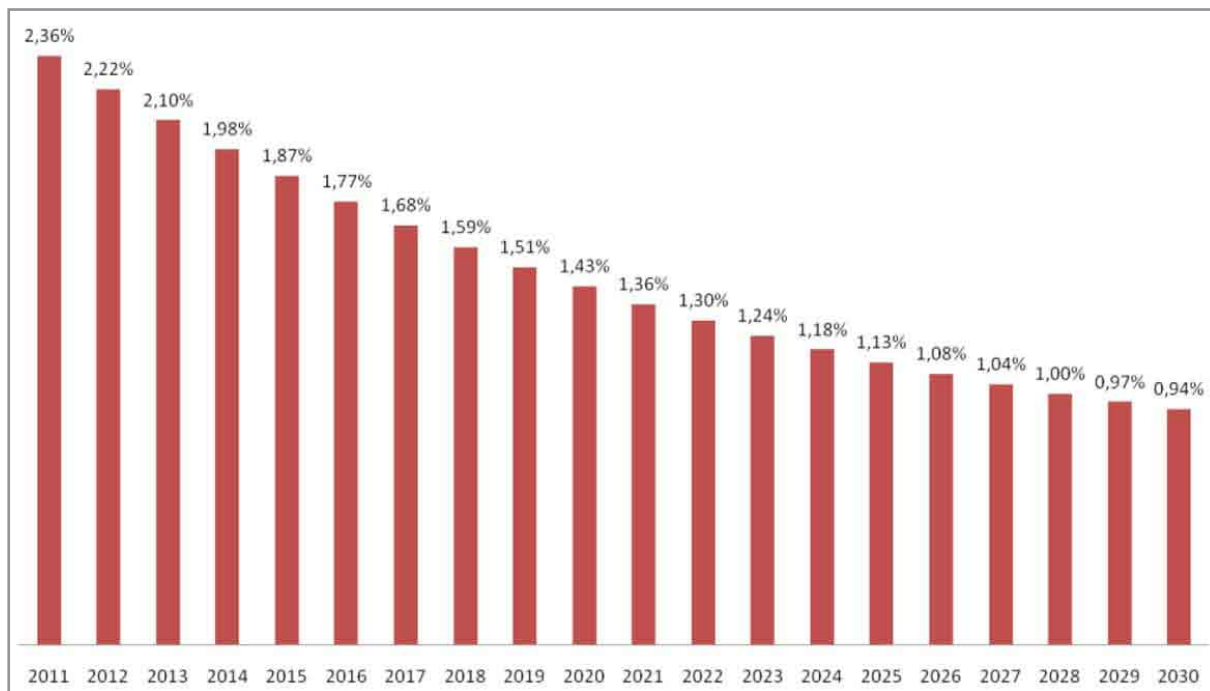
P_r = População rural segundo censo

d = Percentual da área desmatada no polígono até 2009 segundo o Prodes (Inpe, 2010)

P_u = População urbana total, caso a sede do município se encontre dentro da área de influência

GRÁFICO 4-2

Taxas de crescimento populacional projetadas para a região de risco de desmatamento da UHE Belo Monte



Fonte: Adaptada do IBGE para a região analisada.



4.2.1.3 Projeção com a UHE Belo Monte

Foram usados dois cenários de crescimento populacional com a UHE Belo Monte, conforme dados do EIA (descrição das projeções do EIA no Anexo 3) e de estudos complementares da Consultoria Leme²²: i) imigração alta (96 mil pessoas no pico); ii) e imigração atenuada (74 mil pessoas no pico). De acordo com informação da consultoria Leme²³ a imigração atenuada considera que 22 mil residentes na região ocupariam parte dos empregos gerados. Para tanto, o empreendedor realizaria programas de capacitação.

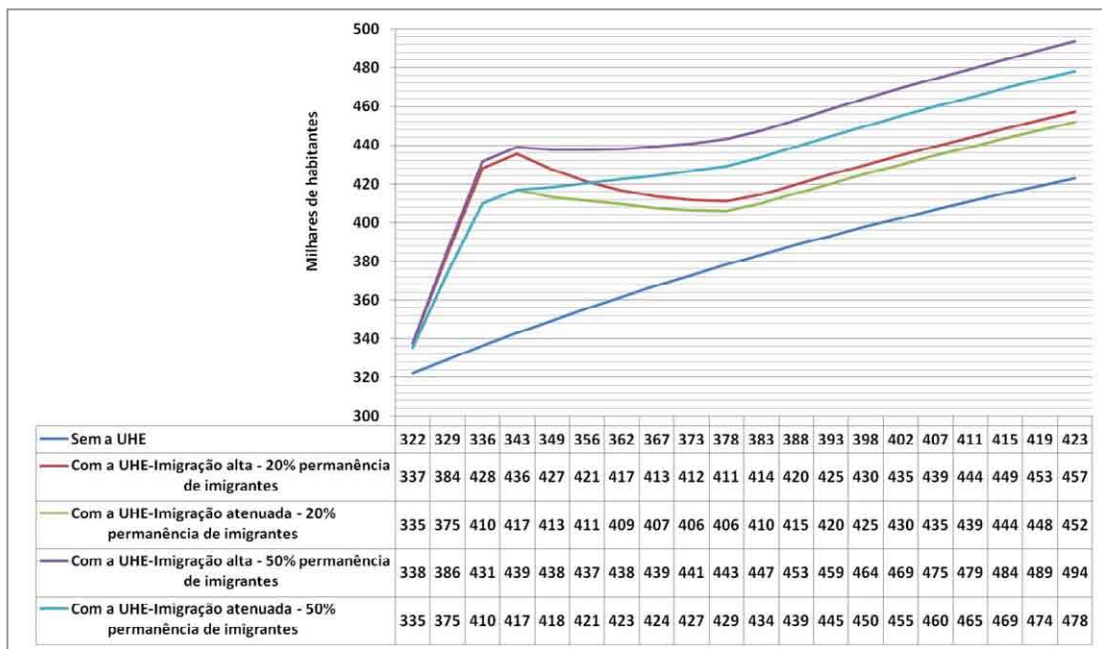
Os estudos de impacto consideram ainda que apenas 20% dos trabalhadores atraídos para a região permaneceriam na região após as conclusões das obras. Assim, para estimar a população,

foi considerada a taxa de crescimento aplicada à população original da região somada à população imigrante durante sua permanência no município e à população remanescente. Dado que o percentual de permanência de imigrantes é incerto, estimou-se também a população assumindo-se que 50% dela permaneceria ao fim das obras. Esta análise adicional foi usada para avaliar a ordem de grandeza da variação resultante desta incerteza.

O GRÁFICO 4-3 mostra a evolução da população entre 2011 e 2030 para os cenários. Em 2030, a população nos cenários com projeto seria entre 7% e 13% maiores do que a população sem a UHE, dependendo da intensidade da imigração e de permanência dos imigrantes após a conclusão das obras.

GRÁFICO 4-3

Projeção da população tendencial (sem UHE) e com a UHE Belo Monte em cenários de imigração alta (96 mil), atenuada (74 mil) e dois níveis de permanência dos imigrantes após o fim das obras (20% e 50%)



²² Texto enviado por Moreira, M. para Imazon, recebida por pbarreto@imazon.org.br, em 25 de janeiro 2011.

²³ Idem nota 22.

4.2.2 A Área Desmatada na Região de Estudo em Função da População Total

Usaram-se dados do período 2000 a 2009 para estimar a relação entre população e área desmatada. Para estimar a área desmatada, obteve-se a área desmatada até 2000 e estimou-se o desmatamento adicional até 2009 com dados de imagens de satélite Landsat²⁴. Em seguida, somou-se o total desmatado entre 2001 e 2009 à área desmatada até o ano 2000 estimada pelo Inpe (GRÁFICO 4-4). Foram obtidos do IBGE os dados de população dos municípios (IBGE, 2010).

Em seguida, foram cruzados os dados da população total e da área total desmatada na região de análise. Assim como na Amazônia, a área total desmatada na região de análise foi positivamente correlacionada à população total entre 2000 e 2009. Entretanto, identificaram-se dois períodos bem distintos desta relação. Entre 2000 e 2005 o desmatamento cresceu mais rapidamente do que no período 2006-2009. Essa diferença é indicada pela curva mais acentuada no primeiro período (vermelho no GRÁFICO 4-5) e menos acentuada no segundo período (em verde). A redução da

taxa de desmatamento no período recente é compatível com o aumento da fiscalização ambiental na região (Seção 4.3).

Dado que havia duas tendências bem distintas, decidiu-se considerar dois cenários da relação entre população e desmatamento para a projeção. Para isso, dividiram-se os dados em dois períodos. Depois, usou-se o projetor de tendências do programa Excel para testar os tipos de funções que representariam melhor as tendências – ou seja, aquelas com os maiores coeficientes de correlação entre a área total desmatada e a população.

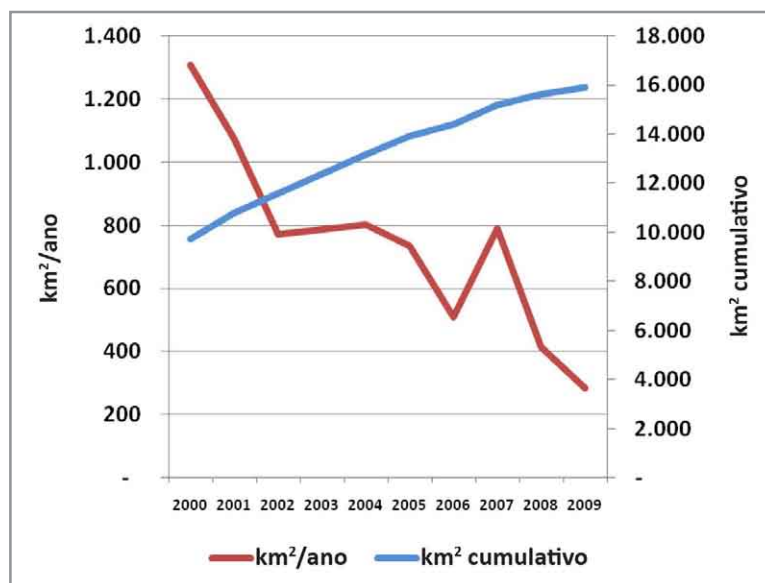
Os **GRÁFICOS 4-6 e 4-7** mostram as funções que apresentaram o melhor ajustamento entre a população e a área total desmatada nos dois períodos. Em seguida estas funções foram usadas para estimar a área total desmatada no ano 2030 para cada cenário de população total projetada.

Finalmente, a área que seria desmatada foi calculada descontando-se a área total desmatada em 2030 da área que já estava desmatada em 2009 (em torno de 16.000 km²). A diferença entre as estimativas sem e com a UHE seria o impacto do projeto.

²⁴ Nossa estimativa da taxa é diferente da taxa estimada pelo Inpe. Em algumas estimativas feitas pelo Inpe a taxa anual de um ano acumula desmatamento de anos anteriores em que houve nuvem nas imagens de satélite que impossibilitaram a estimativa anual correta. Corrigiram-se essas estimativas para que a estimativa anual contivesse apenas desmatamento do ano em questão.

GRÁFICO 4-4

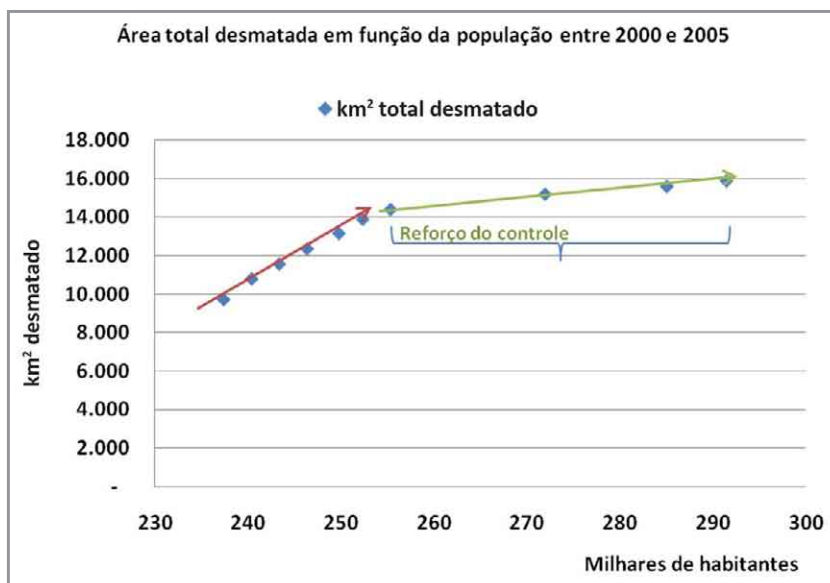
Taxa de desmatamento e desmatamento cumulativo na região de análise de risco de desmatamento



Fonte: Estimados pelo Imazon com base em imagens de satélite Landsat e dados do Inpe (desmatamento até 2000).

GRÁFICO 4-5

Área total desmatada em função da população entre 2000 e 2009 na região de análise de risco de desmatamento

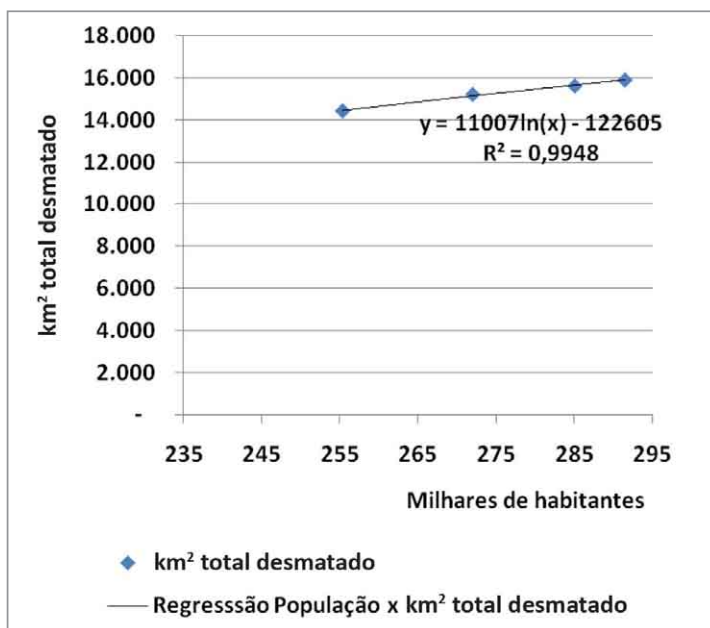


Fonte: Elaborado pelos autores com dados de população do IBGE e dados de desmatamento estimado pelo Imazon e Inpe.



GRÁFICO 4-6

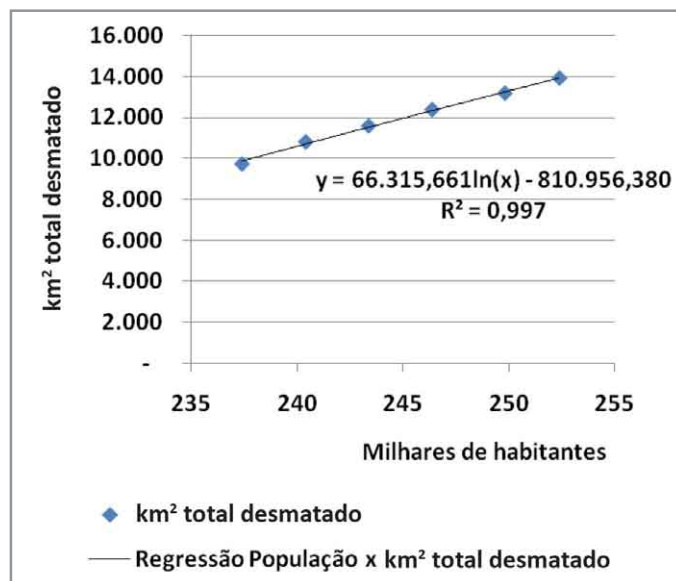
A área desmatada total como função da população total entre 2006 e 2009 na região de análise de risco de desmatamento



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de população do IBGE e dados de desmatamento estimado pelo Imazon e Inpe.

GRÁFICO 4-7

A área desmatada total como função da população total entre 2000 e 2005 na região de análise de risco de desmatamento



Fonte: Elaborado pelos autores com dados de população do IBGE e dados de desmatamento do estimado pelo Imazon e Inpe.



• 4.3 A Projeção Espacial do Risco de Desmatamento

A distribuição espacial do risco de desmatamento foi projetada usando-se o modelador de mudança da cobertura do solo (LCM da sigla em inglês *Land Change Modeler*) disponível no programa Idrisi Taiga (Clark Labs, 2009). Nesta análise foram usados mapas com unidade (pixels) de 1 km x 1 km. Cada pixel foi associado aos valores das variáveis utilizadas no modelo como, por exemplo, distância para estrada, desmatamento, dentre outras.

A modelagem do risco de desmatamento ocorreu em três etapas (FIGURA 4-3): i) calibração; ii) validação; e iii) projeção de cenários. Na calibração, buscou-se identificar as variáveis que mais se correlacionaram com o incremento de desmatamento ocorrido entre 2004 e 2006 na área de análise. Inicialmente, testou-se no LCM a combinação de 10 variáveis que estudos anteriores apontaram como importantes explicadores da distribuição do desmatamento²⁵. Após os testes realizados automaticamente pelo LCM, selecionaram-se as sete variáveis (FIGURA 4-3) que resultaram em maior acurácia da estimativa do risco. A seguir são apresentados os dados das variáveis explicativas selecionadas e depois os detalhes das três etapas da modelagem.

As variáveis explicativas que resultaram em maior acurácia do modelo abrangeram aspectos institucionais (Áreas Protegidas, assentamentos), biofísicos (pluviosidade) e econômicos (custo de transporte de madeira), bem como histórico da cobertura do solo (desmatamento recente). O QUADRO 4-2 apresenta detalhes e fontes de dados usados para gerar as variáveis explicativas e outros mapas usados para apresentação dos resultados. A seguir são descritas as variáveis.

Distância para estradas: Gerou-se um mapa de distância para as estradas oficiais e não oficiais na região de análise (FIGURA 4-4). As estradas oficiais foram aquelas que coincidiram com os mapas de estradas federais e estaduais do IBGE e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) de 2001. As estradas em assentamentos de reforma agrária estão localizadas dentro dos limites de Projetos de Assentamento (PA) bem como de Projetos de Desenvolvimento Sustentável (PDS) criados pelo Inbra. O mapa de estradas não oficiais foi gerado pelo Imazon usando o método de Brandão Jr. e Souza Jr. (2006). O mapeamento foi realizado usando o software ArcGIS 10.0, por meio de interpretação visual de imagens Landsat (bandas 3 e 5) na escala 1:50.000, adquiridas até 2007.

²⁵ Antes disso, usou-se a ferramenta “*stepwise forward regression*” (Draper & Smith, 1998) para testar a inclusão de variáveis que poderiam explicar a distribuição do desmatamento na região de análise incluindo o valor de multas e o número de embargos emitidos pelo Ibama por município e o crédito rural por município. Entretanto, não se encontrou coeficientes significativos para estas variáveis e, assim, foram também descartadas. A inadequação destas variáveis para explicar a distribuição do desmatamento nos municípios pode ter decorrido da baixa variabilidade dos dados de 14 municípios da área de análise em comparação com outras análises feitas com centenas de municípios na escala da Amazônia.



FIGURA 4-3

Etapas para projetar a distribuição espacial do risco de desmatamento até 2030 na região de Belo Monte

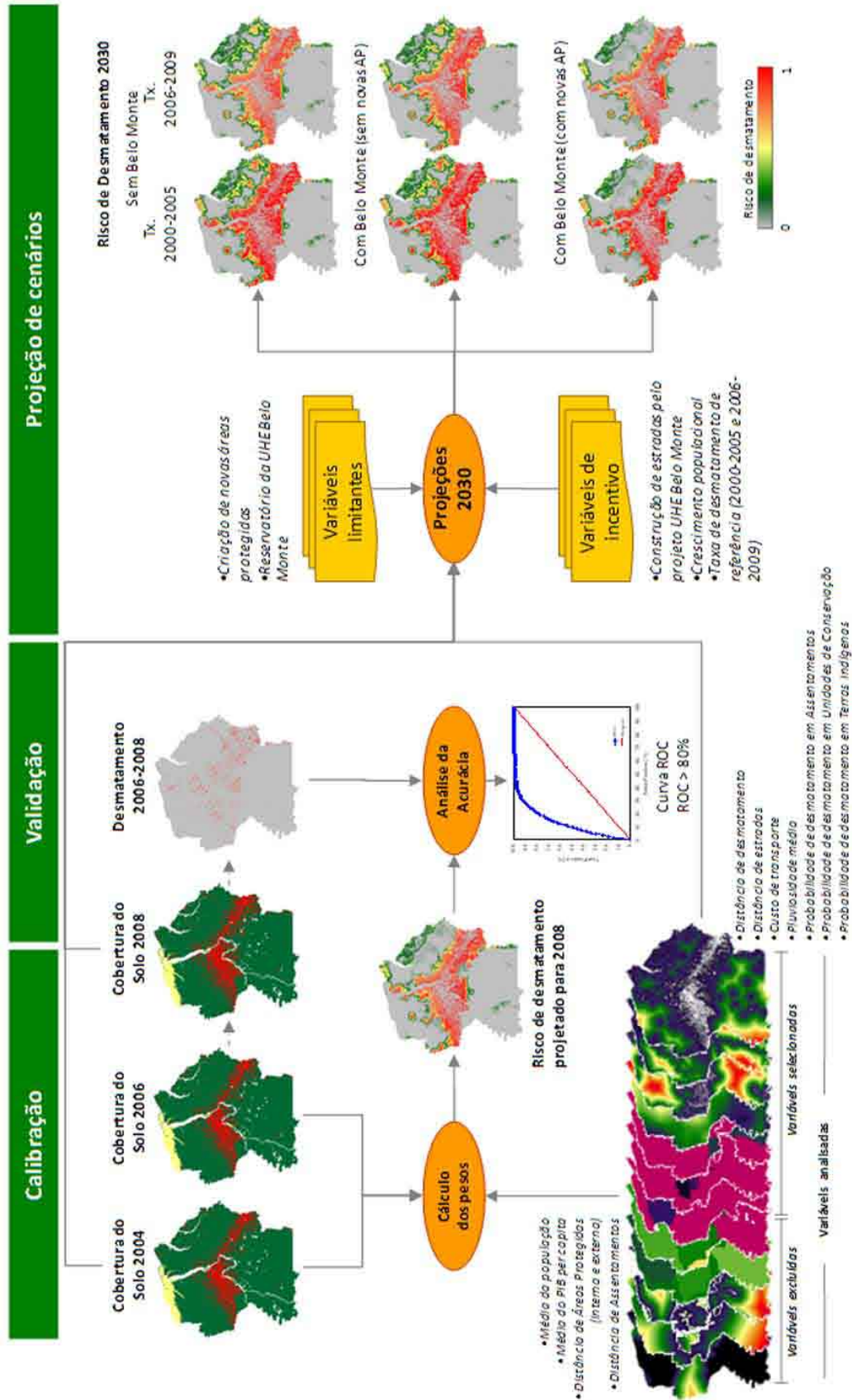
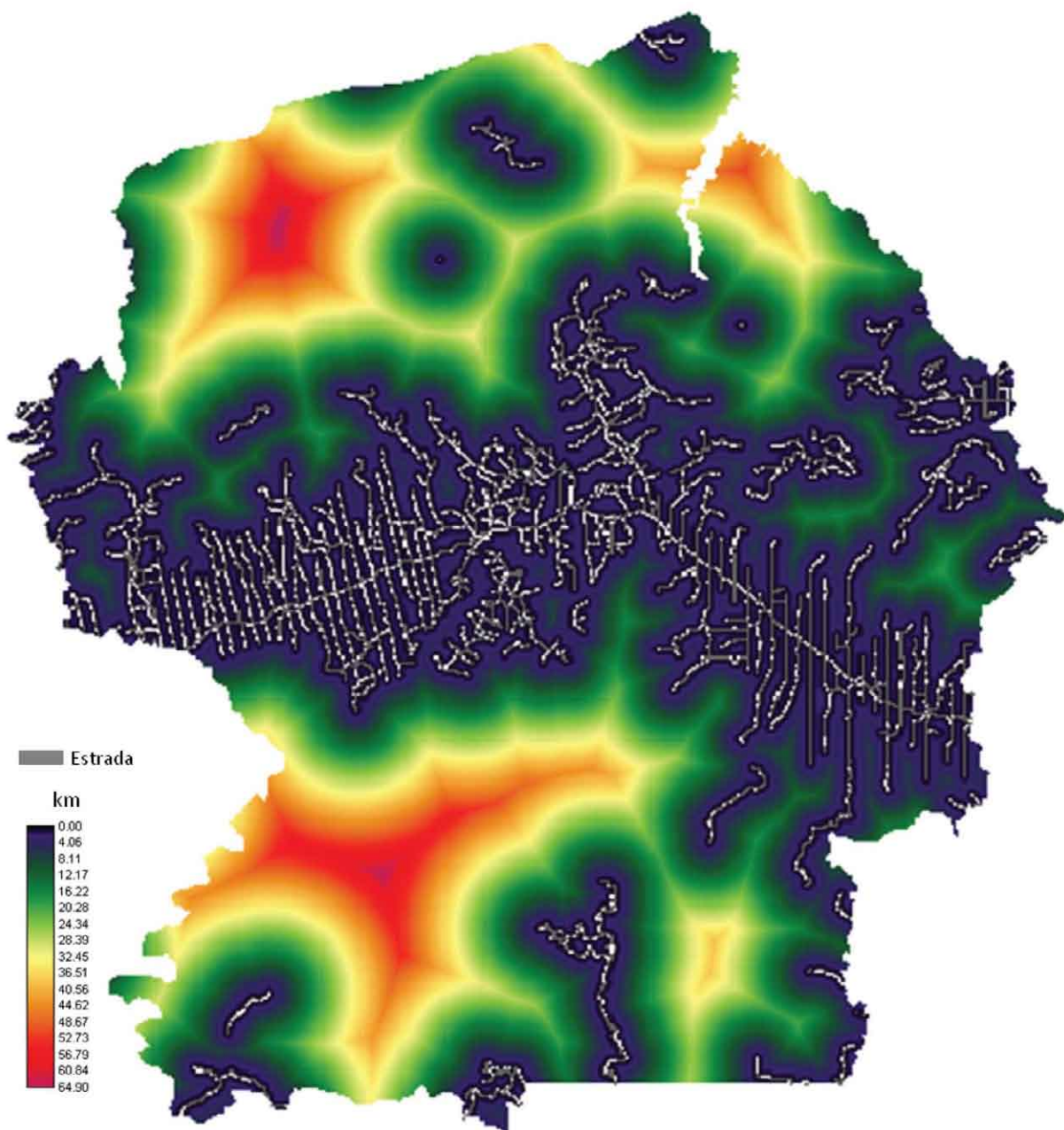


FIGURA 4-4
Distância (km) de estradas na área de análise de risco

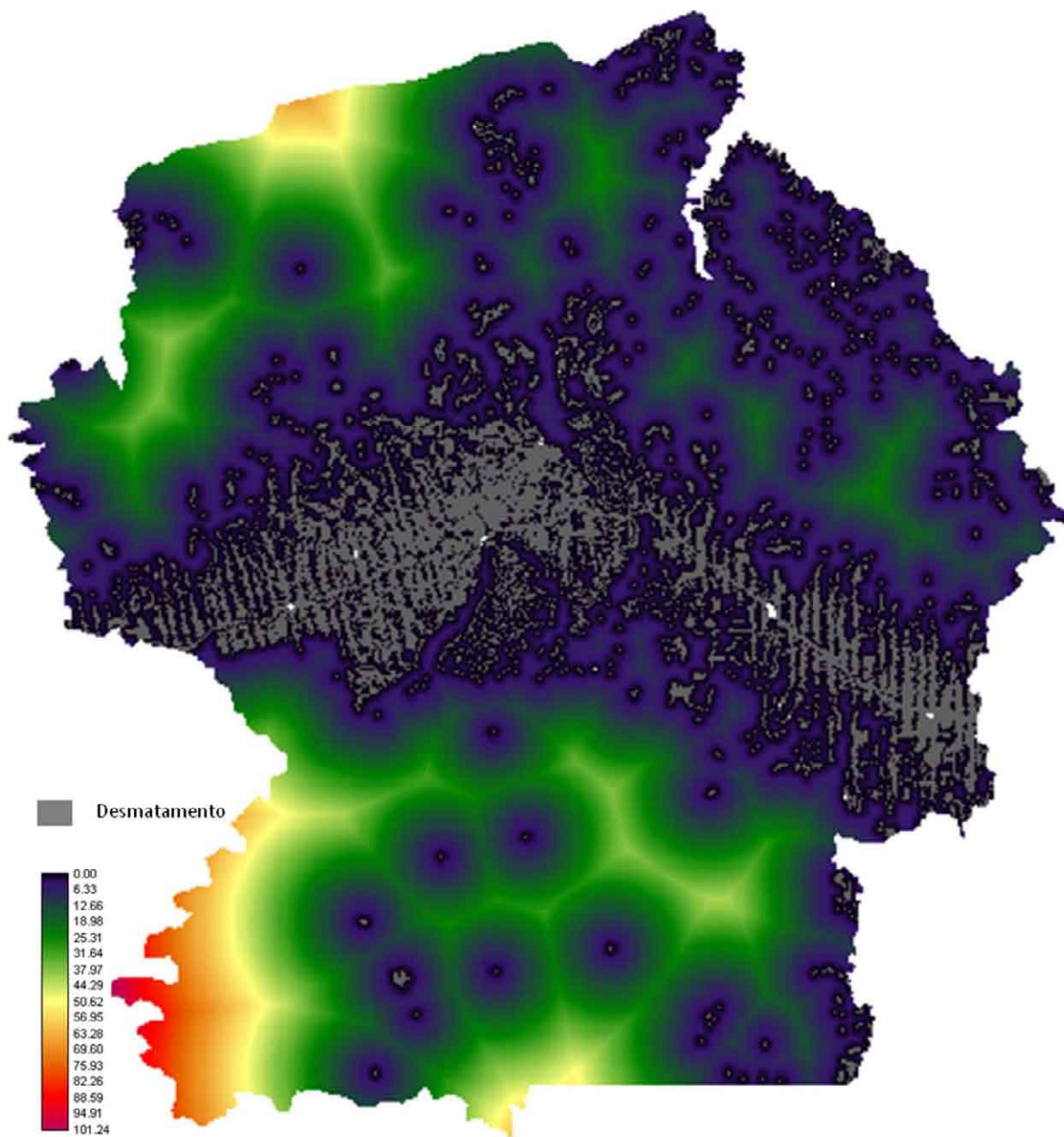


Distância do desmatamento: Produziu-se um mapa da distância para os polígonos de áreas

desmatadas (FIGURA 4-5). Obteve-se o mapa das áreas desmatadas do projeto Prodes, do Inpe.

FIGURA 4-5

Distância (km) de áreas desmatadas até 2008 na área de análise de risco

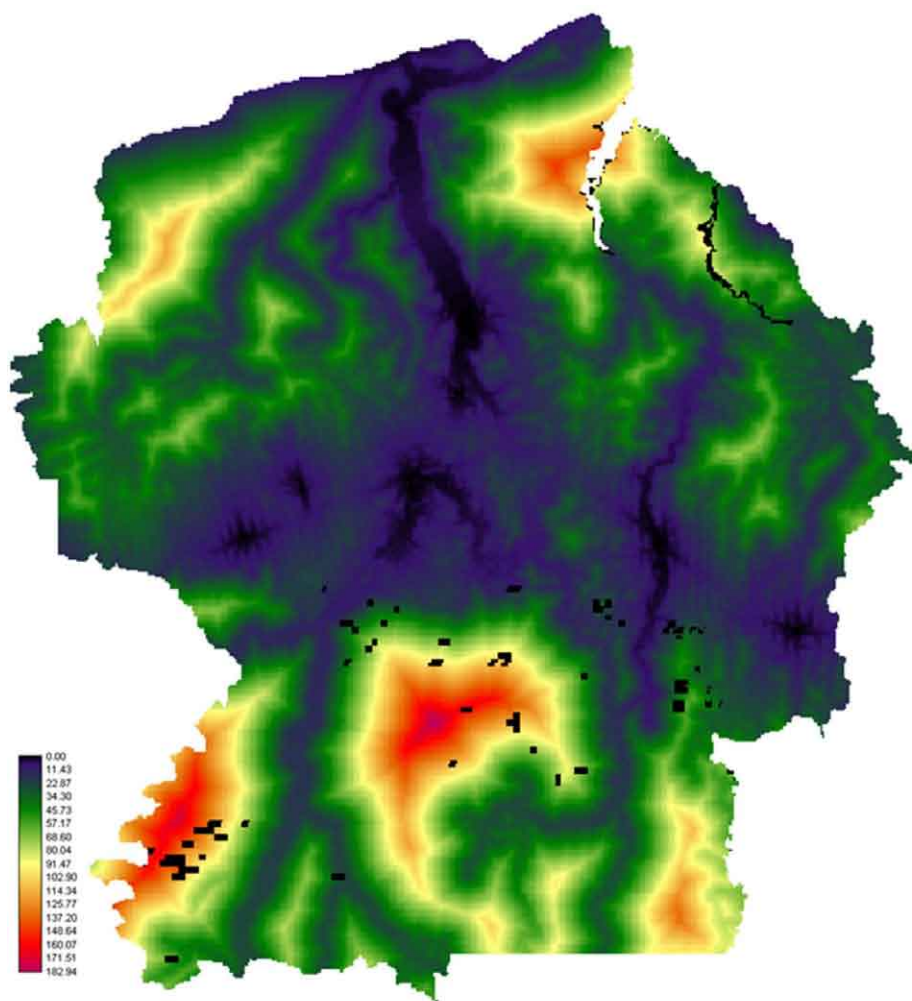


Custo de transporte de madeira: O mapa de acessibilidade da exploração madeireira indica o custo para transportar a madeira entre um determinado ponto no mapa e um polo madeireiro, inclusive o custo de abrir estradas em áreas intactas (Stone, 1998; Souza Jr. *et al.*, 2010). Como a exploração de madeira tende a preceder o desmatamento, quanto mais acessível à exploração for uma área maior será a probabilidade de desmatamento no futuro. Nes-

te trabalho usa-se o mapa do custo de transporte cumulativo mínimo para o transporte de madeira entre um determinado ponto no mapa e os polos de processamento de madeira na região (FIGURA 4-6). O método de estimativa de custos considerou os modais de transporte fluvial e terrestre. A topografia do terreno também foi considerada no modelo. Detalhes sobre o método para a estimativa deste custo estão em Souza Jr *et al.* (2010).

FIGURA 4-6

Custo de transporte de madeira (US\$/m³/km²) na área de análise de risco²⁶



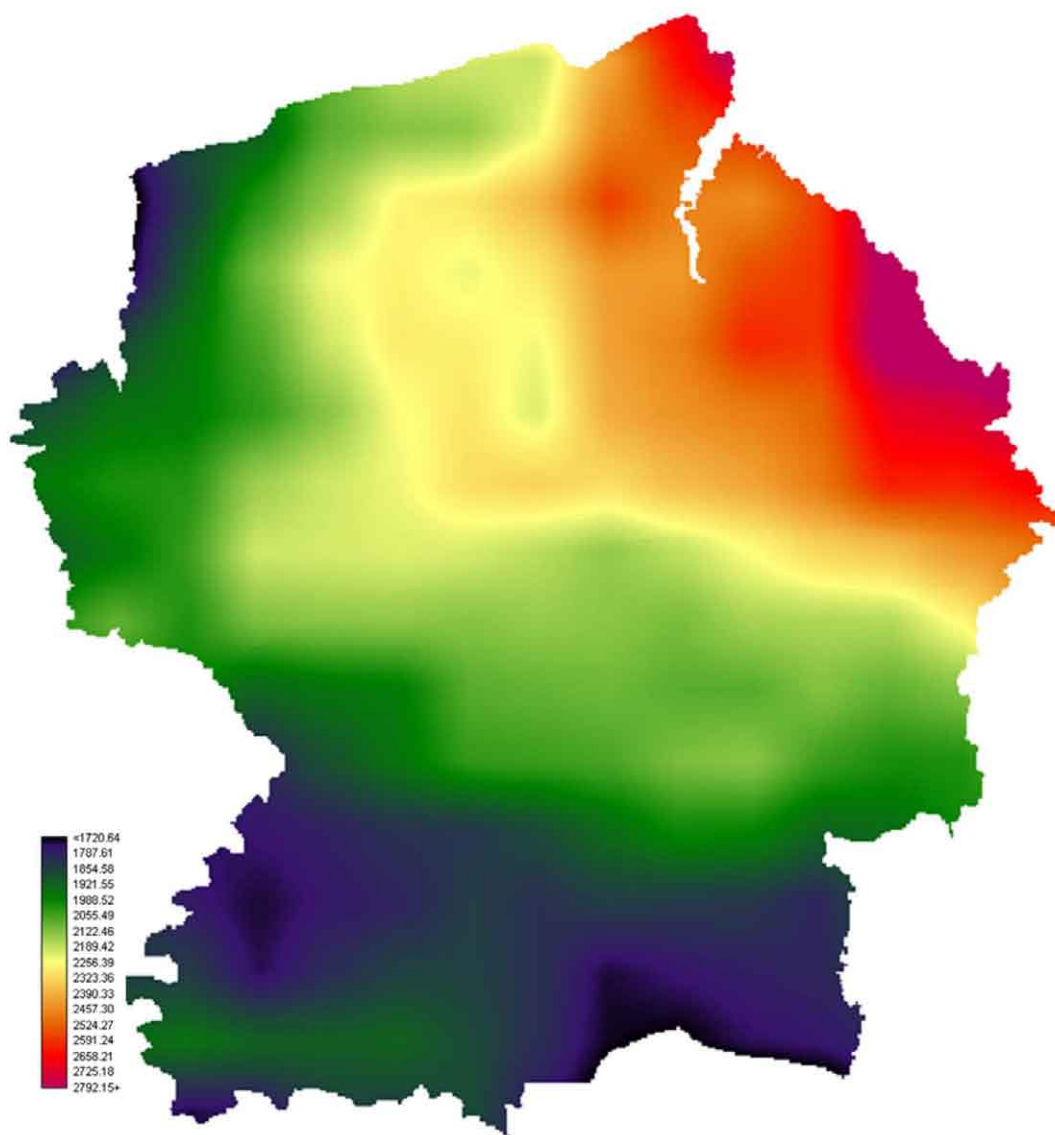
²⁶ Os polígonos retangulares sem informação representam áreas com topografia muito acidentada. O modelo de estimativa de custo de transporte considera que seria inviável transportar madeira através destes polígonos. Da mesma forma, é provável que estas áreas seriam inviáveis para o desmatamento.



Pluviosidade: Os dados de pluviosidade foram obtidos do *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM), os quais foram produzidos pela Agência Espacial Americana (NASA) a partir do modelo 3B43 (TRMM, 2010). Os dados da TRMM modelo 3B43 estimam a média mensal de chuva em milímetros por hora na escala de 0,25 x 0,25 décimos de grau (aproximadamente 27,75 x 27,75 km). Para incluir esta variável no modelo de desmatamento

foi calculado o total de chuva por ano referente ao período de 2000 a 2008. Além disso, aplicou-se um filtro espacial focal de média para suavizar o efeito causado entre a diferença do pixel dos dados de pluviosidade e o pixel adotado pelo modelo de desmatamento. O filtro espacial focal aplica uma função matemática nos pixels analisando a relação do pixel com sua vizinhança. O mapa final de pluviosidade está na FIGURA 4-7.

FIGURA 4-7
Pluviosidade (mm) anual média na área de análise de risco



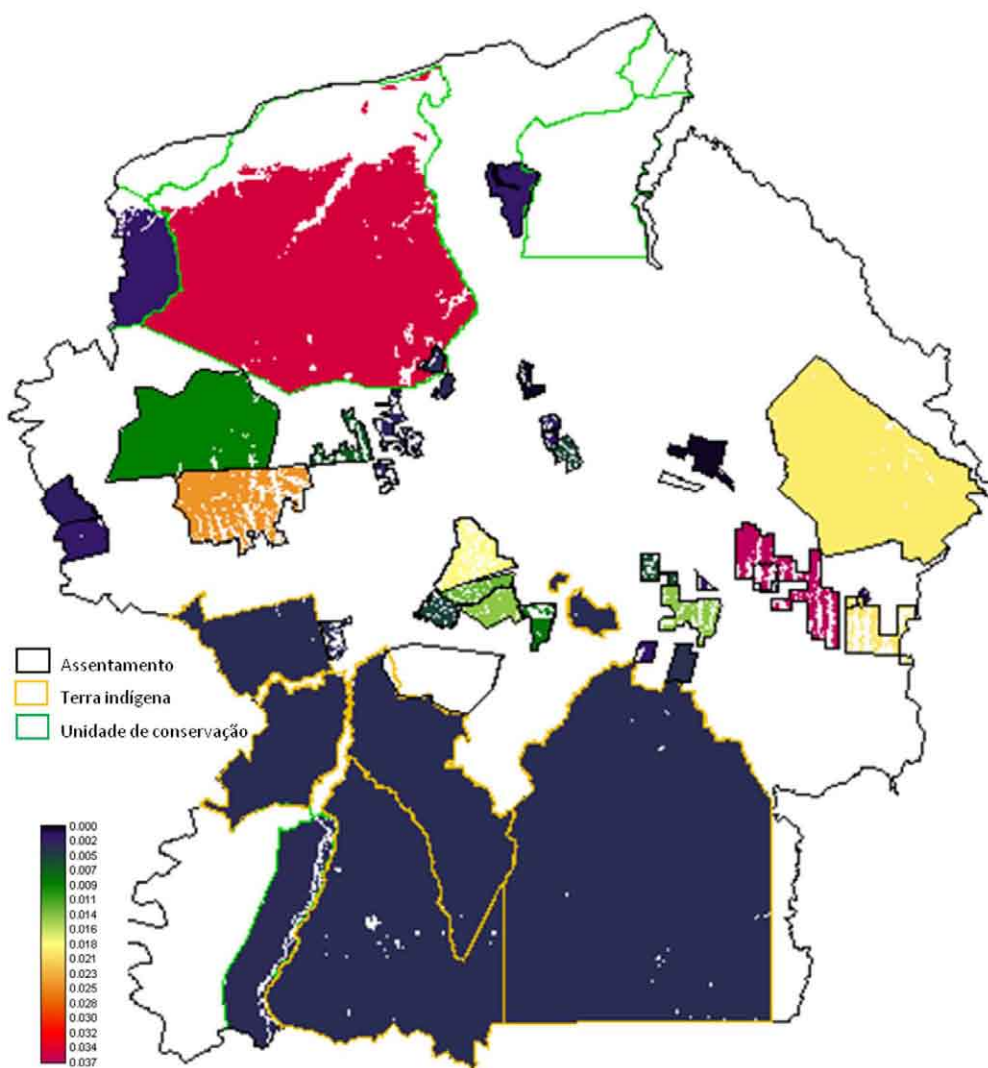
Probabilidade de desmatamento em assentamentos de reforma agrária, Terras Indígenas e Unidades de Conservação: Cada uma destas áreas tem risco próprio de desmatamento de acordo com diversos fatores. Para incorporá-las no modelo estimou-se a probabilidade de desmatamento entre 2004 e 2006 usando a seguinte fórmula:

Probabilidade = incremento de desmatamento dentro da área / total de incremento na região de análise de risco

A área desmatada foi obtida do Inpe. Obtiveram-se os polígonos dos assentamentos do Incra até 2004. Foram usados os mapas das Terras Indígenas classificadas como declaradas e regularizadas pela Funai até 2011, além da Terra Indígena Ituna/Itatá, interdita em fevereiro de 2011. Os mapas de Unidades de Conservação foram obtidos do Ibama, em parceria com o ICMBio. O mapa final está na FIGURA 4-8.

FIGURA 4-8

Probabilidade de desmatamento em assentamentos, Terras Indígenas e Unidades de Conservação na área de análise de risco



Cobertura do solo: Obtiveram-se também do Inpe as informações sobre cobertura do solo, incluindo floresta, vegetação nativa não florestal e água. O mapeamento destas classes foi realizado a partir de imagens Landsat, na escala de 1:250.000. Os limites políticos foram gerados pelo IBGE, no projeto Brasil ao Milionésimo.

População municipal: Usou-se a população municipal de 2004 a 2006 obtida do IBGE.

PIB per capita: O PIB per capita foi estimado dividindo-se o PIB municipal pela população dos municípios entre 2004 e 2006.

Todos os dados foram organizados em um Sistema de Informação Geográfica (SIG), adotando o Sistema de Projeção UTM Zona 22, Datum South American de 1969 (SAD-69) e Meridiano Central -51,00. Os dados foram organizados no formato raster, com células de 1 km x 1 km.

4.3.1 Calibração

Na etapa de calibração o LCM utilizou o método *Multi-Layer Perceptron* (MLP) para calcular a importância das variáveis explicativas. O MLP cruzou o mapa de áreas desmatadas entre 2004 e 2006 com o mapa de variáveis explicativas e avaliou qual a combinação dessas variáveis estimou com melhor acurácia a distribuição do desmatamento neste período. Primeiro o MLP dividiu aleatoriamente os pixels de incremento de desmatamento em duas partes. A primeira metade foi utilizada para treinamento do modelo e a segunda, para avaliar a acurácia da calibração. Para cada pixel de incremento de treinamento o algoritmo estimou a importância de cada variável explicativa e aplicou uma função matemática para simular o desmatamento. Detalhes desta função estão em Mas & Flores (2008). Em seguida, o MLP calculou o erro associado a esta estimativa

QUADRO 4-2

Base de dados utilizados no modelo de risco e de apresentação dos mapas

Informação	Ano (S)	Escala	Fonte
Limites estaduais e municipais	2006	1:500.000	IBGE
Sedes municipais	2006	1:500.000	IBGE
Estradas (oficiais e não oficiais)	2007	1:50.000	Imazon
Terras Indígenas ²⁷	2011	1:500.000	Funai
Unidades de Conservação	2008	1:1.000.000	Ibama
Assentamentos	2004	1:500.000	Incra
Acessibilidade para exploração de madeira	2004	1:250.000	Imazon
Desmatamento	2000 a 2009	1:250.000	Inpe
Pluviosidade (TRMM)	2000 a 2009	1:2.500.000	Nasa
PIB per capita	2004-2008		IBGE
População municipal	2004-2008		IBGE

²⁷ Incluiu a Terra Indígena Ituna/Itatá, interdita em fevereiro de 2011 (Seção 3.2.2.1).

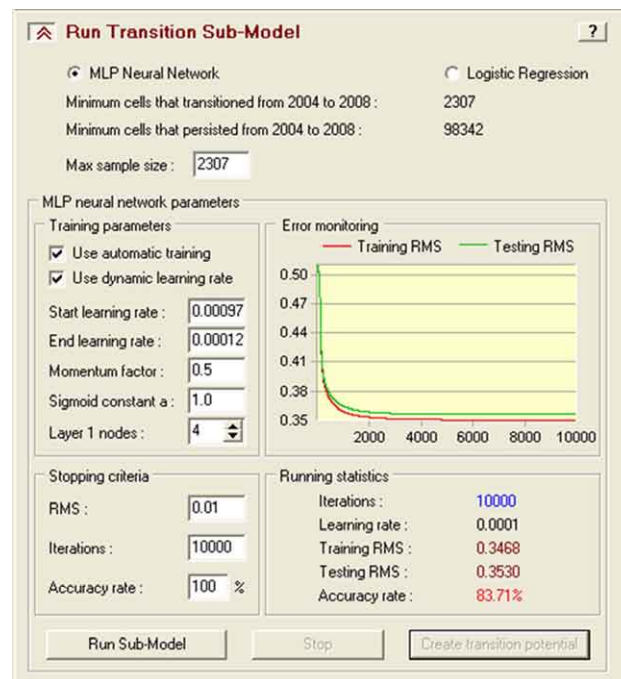
e descartou as combinações com erro superior a 1%. Esse processo foi repetido automaticamente pelo LCM 10 mil vezes em cada teste. Ao final, foram selecionadas as variáveis que resultaram em maior acurácia: 83,7% (FIGURA 4-9).

Ao final desta fase, o LCM gerou o mapa de risco de cada pixel ser convertido de floresta para área desmatada (mapa de potencial de transição)

de acordo com a combinação de seus valores para as variáveis explicativas. Por exemplo, os pixels que combinaram maior proximidade de estradas com maior proximidade de desmatamentos recentes tiveram maiores valores do que pixels dentro de Áreas Protegidas e longe de estradas. Os valores de risco variaram de zero a um: zero indicando áreas sem risco, e um indicando risco máximo.

FIGURA 4-9

Exemplo da janela do MLP no modelador de cobertura do solo do Idrisi Taiga, apresentando a acurácia do modelo (*Accuracy rate* na base da figura)



4.3.2 Validação

Na segunda etapa, a validação, o mapa de risco de desmatamento projetado pelo modelo foi comparado com o mapa de desmatamento ocorrido de fato em 2008. Desta forma, foi possível validar se as variáveis selecionadas como explicativas conseguiram representar com precisão os locais com alto risco de desmatamento.

Para projetar o risco de desmatamento de 2008 foi usada a taxa real de desmatamento ocorrida entre 2006 e 2008 e modelou-se o risco de desmatamento em 2008. Usou-se o método *Relative Operating Characteristic* (ROC) para realizar a validação. O método ROC é uma abordagem amplamente usada pela comunidade científica para avaliar a acurácia de mapas de risco de mudança de uso do solo (Pontius Jr. & Schneider,



2001; Pontius & Batchu, 2003; Pontius & Pacheco, 2004). Usando tabelas de contingência, o método ROC compara um mapa com valores binários (0 ou 1) que representa a conversão do uso do solo com um mapa de risco de ocorrência desta mudança (risco de desmatamento com valores variando entre 0 e 1). No caso da presente análise, o método ROC usou o mapa de risco de desmatamento projetado para 2008 para verificar a eficiência deste mapa para prever o desmatamento real ocorrido entre 2006 e 2008. Valores de ROC superiores a 80% indicam uma boa acurácia do modelo.

4.3.3 Projeção Espacial do Risco

Para projetar a probabilidade de risco em 2030 combinou-se o mapa de potencial de transição com os fatores que mudariam no futuro conforme os cenários estabelecidos no QUADRO 4-1. Usaram-se duas abordagens para lidar com as mudanças futuras. A primeira foi incorporar nos mapas os elementos que mudariam de acordo com os cenários. Por exemplo, nos cenários com a UHE foram incorporados os 60 km de estradas a serem construídas ou melhoradas, os reservatórios e o canal (FIGURA 4-10). Isso gerou um novo mapa de distância para estradas e a área a ser inundada passou a constar como sem dados, pois deixou de conter floresta.

O mapa de APP proposta pelo empreendedor em torno do lago não foi incluído no mapa de projeção, pois a largura das faixas de APP (pelo menos 100 metros) era menor do que o menor pixel usado para análise de risco (1 km de lado). Assim, evitou-se superestimar a área

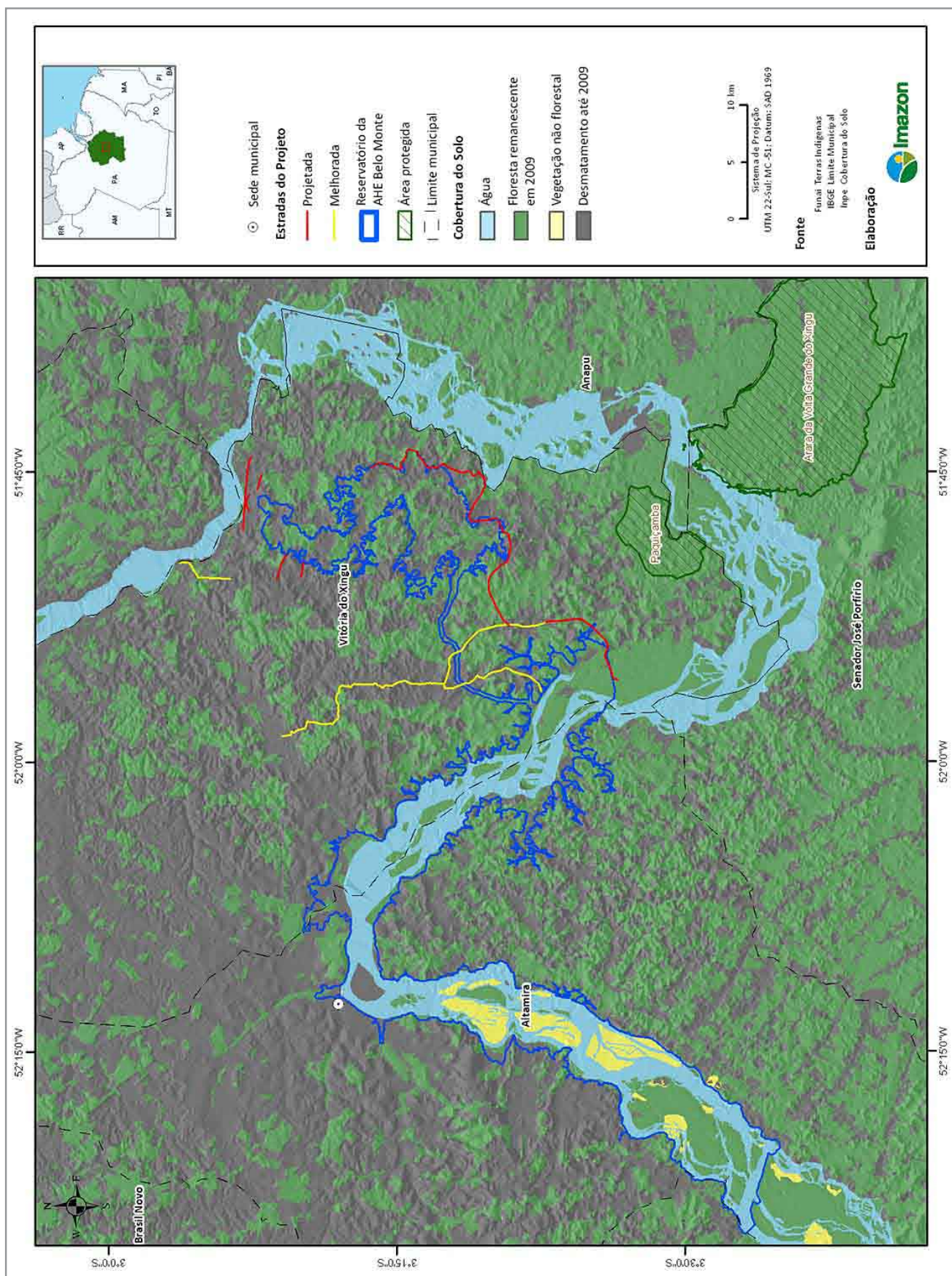
que ficaria livre de risco por causa da proposta de APP. Para mostrar a área que seria protegida, depois se sobrepôs o mapa da APP proposta sobre o mapa de risco.

A segunda abordagem para incorporar as mudanças na projeção foi multiplicar o mapa de risco de desmatamento em 2008 por fatores que poderiam incentivar ou limitar o desmatamento nos cenários sem e com a UHE Belo Monte. Como foi utilizada a população para estimar a taxa de desmatamento, considerou-se que o incentivo da população seria a perda de floresta projetada com base no aumento populacional. Por exemplo, projetou-se que o aumento da população tendencial até 2030 sem a UHE resultaria no desmatamento de 4,19% e 33% da área remanescente de floresta em 2009, respectivamente considerando as tendências de desmatamento de 2006-2009 e 2000-2005. Assim, para incorporar este aumento de risco até 2030 multiplicou-se o mapa de risco de 2008 por 1,049 e 1,33 para os respectivos cenários. Os outros fatores de risco de população foram baseados nas projeções do GRÁFICO 5-4.

Por outro lado, a criação de uma Área Protegida reduziria o risco, assumindo que o nível de proteção atual dessas áreas continuaria no futuro. Assim, multiplicou-se as áreas das Áreas Protegidas propostas por fatores limitantes do desmatamento. Para estimar o fator limitante das Áreas Protegidas calculou-se a média da probabilidade de ocorrência do desmatamento dentro de uma Área Protegida e multiplicou-se este valor pelo fator de incentivo gerado pelo crescimento populacional. O QUADRO 4-3 lista todos os fatores utilizados de acordo com os cenários.



FIGURA 4-10
Áreas que serão alagadas e estradas projetadas por causa da UHE Belo Monte



QUADRO 4-3

Fatores utilizados como variáveis de incentivo e limitante para projetar os cenários de desmatamento em 2030

Cenário	Variável		Tendência de desmatamento de referência	Fator
	Nome	Tipo (limitante / incentivo)		
Sem UHE Belo Monte	Interdição de uma nova Terra Indígena ²⁸	Limitante	2000-2005	0,00431
			2006-2009	0,00338
	Aumento da população	Incentivo	2000-2005	1,33000
			2006-2009	1,04190
Com UHE Belo Monte (sem novas Áreas Protegidas propostas)	Demarcação de uma nova Terra Indígena	Limitante	2000-2005	0,00449
			2006-2009	0,00341
	Aumento da população	Incentivo	2000-2005	1,38500
			2006-2009	1,05090
Com UHE Belo Monte (com novas Áreas Protegidas propostas)	Demarcação de uma nova Terra Indígena	Limitante	2000-2005	0,00449
			2006-2009	0,00341
	Aumento da população	Incentivo	2000-2005	1,38500
			2006-2009	1,05090
	Criação de novas Unidades de Conservação propostas	Limitante	2000-2005	0,09642
			2006-2009	0,09339

• 4.4 Estimativa do potencial de mitigação do risco de desmatamento pela criação de Áreas Protegidas

Estimou-se o potencial de mitigação do risco de desmatamento de cada Área Protegida proposta em duas etapas. Primeiro, o risco médio de desmatamento das células do mapa no cenário sem a criação da Área Protegida foi multiplicado pelo número de células com algum risco de desmatamento. Depois, fez-se a mesma estimativa

considerando a criação da Área Protegida. A diferença seria o risco evitado. Considerou-se que o risco no cenário com a criação seria a média do risco nas Áreas Protegidas já existentes na região da mesma categoria - por exemplo, para as Flonas propostas pelo SFB seria similar às Áreas Protegidas de uso sustentável.

²⁸ Inseriu-se a Terra Indígena interdita no cenário sem a UHE porque esta foi criada em 2011 e a calibração do modelo foi feita com os dados até 2008.

5. RESULTADOS

5.1 A Área Desmatada Projetada sem e com a UHE Belo Monte

A combinação da projeção da população sem e com o projeto e de duas tendências da taxa de desmatamento recentes resultaram em seis cenários de área desmatada em 20 anos (GRÁFICO 5-1). A diferença de tendência de taxa de desmatamento considerada na projeção (mais alta no período 2000-2005 ou menor entre 2006-2009) foi o fator mais importante na diversificação das estimativas de área desmatada e das taxas médias anuais de desmatamento nos cenários (GRÁFICO 5-2).

Para estimar o impacto do projeto da UHE no desmatamento calculou-se a diferença entre a área total desmatada em 20 anos nos cenários com e sem o projeto. Combinando a tendência do desmatamento mais baixo do período 2006-2009 com as projeções de população com o projeto projetou-se que seriam desmatados em torno de 800 km² adicionais em 20 anos. Já considerando a tendência do desmatamento mais elevado do período 2000-2005, projetou-se que seriam desmatados de 4.408 km² a 5.316 km² adicionais, dependendo do nível de imigração (GRÁFICO 5-3).

A proporção da floresta remanescente em 2009 que seria desmatada até 2030 também variaria grandemente dependendo da tendência da relação entre população e desmatamento. Se prevalecesse a tendência observada entre 2006 e 2009, em 20 anos seriam perdidos cerca de 5% da floresta remanescente em 2009 nos cenários com e sem a UHE. Mas se prevalecesse a tendência de 2000-2005, em 20 anos seriam desmatados de 33% a 38,5% da floresta remanescente em 2009 (GRÁFICO 5-4).

Cerca de três quartos da floresta original fora de Áreas Protegidas estaria desmatada em 20 anos se a tendência elevada de desmatamento prevalecesse mesmo no cenário sem a UHE Belo Monte. Com a UHE com taxa elevada de desmatamento a perda de floresta chegaria a cerca de 80% da área original de floresta (TABELA 5-1). Portanto, a variação do nível de intensidade e eficácia da fiscalização (que resultaram em tendências de taxas muito diversas recentemente) será um fator preponderante na capacidade de mitigar os impactos do projeto.

GRÁFICO 5-1

Área desmatada (km²), projetada em 20 anos, de acordo com as tendências de taxa de desmatamento em dois períodos recentes e em cenários sem e com a UHE Belo Monte, em dois cenários de imigração

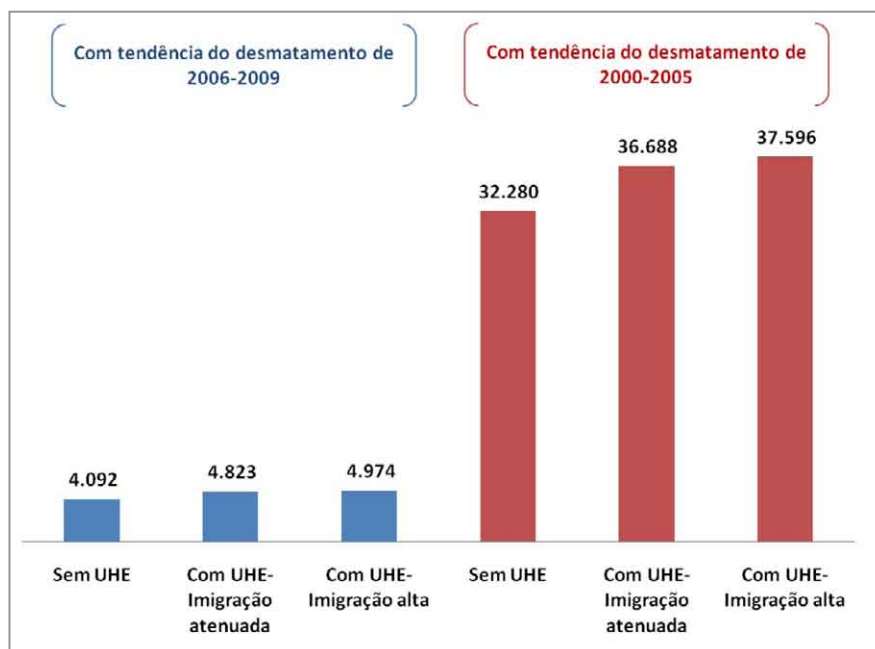


GRÁFICO 5-2

Taxa média de desmatamento (km²), projetada em 20 anos, de acordo com as tendências de taxa de desmatamento em dois períodos recentes e em cenários sem e com a UHE Belo Monte, em dois cenários de imigração

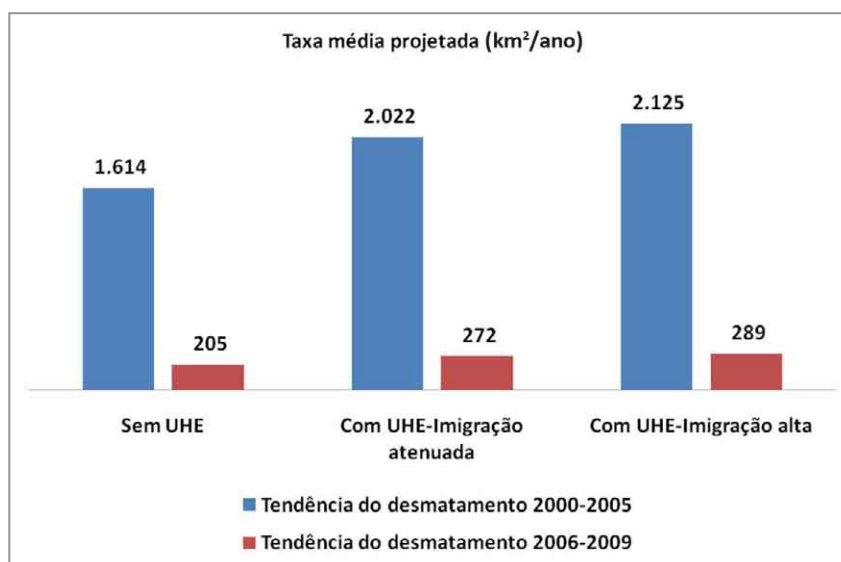


GRÁFICO 5-3

Área adicional desmatada projetada (km²) em 20 anos, considerando duas tendências de taxa de desmatamento recentes e nível de imigração associado ao projeto

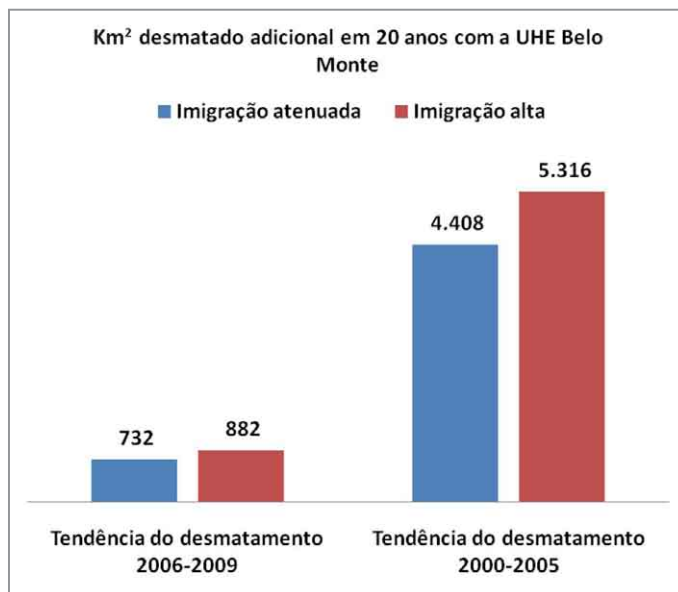


GRÁFICO 5-4

Projeção da proporção da floresta remanescente em 2009 que seria desmatada até 2030 de acordo com a tendência da taxa de desmatamento e situações sem e com a UHE

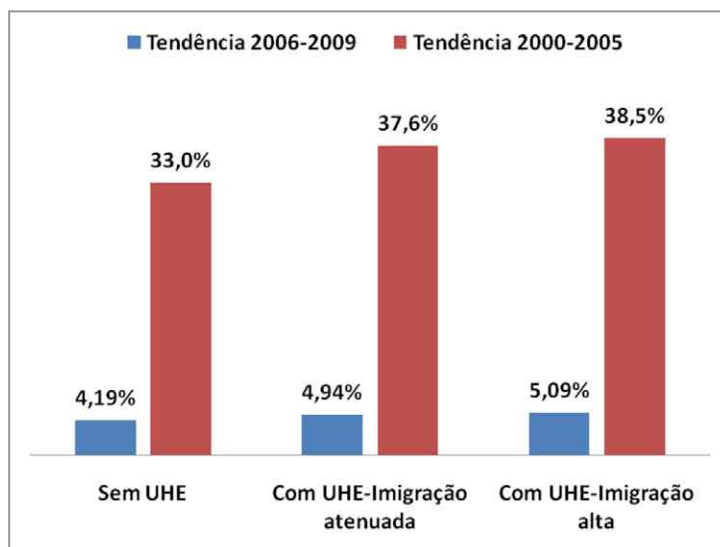


TABELA 5-1

Projeção da área cumulativa desmatada em 2030 sem e com a UHE Belo Monte variando cenários de tendência de taxa de desmatamento e nível de imigração

Variáveis	Tendência 2000-2005			Tendência 2006-2009		
	Sem UHE	Com UHE Imigração atenuada	Com UHE Imigração alta	Sem UHE	Com UHE Imigração atenuada	Com UHE Imigração alta
Km ² total acumulado desmatado	48.181	52.589	53.497	19.993	20.724	20.875
% do total de floresta original desmatado	42%	46%	47%	18%	18%	18%
% da área original de florestas fora de Áreas Protegida desmatada	73%	80%	81%	31%	32%	32%

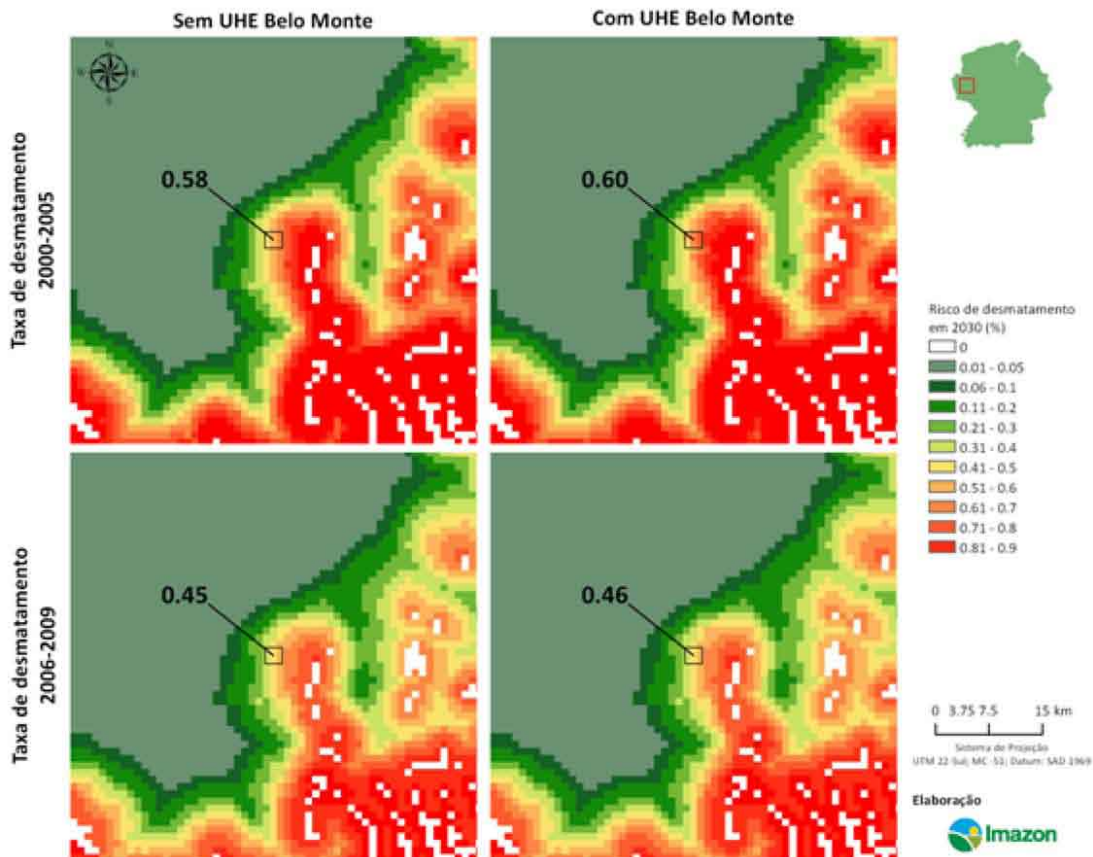
• 5.2 A Projeção Espacial do Risco de Desmatamento

Nesta seção apresenta-se a distribuição espacial do risco de desmatamento de duas maneiras. Primeiro, mostram-se mapas da probabilidade total de risco de desmatamento em exemplos de cenários sem e com o projeto que revelam os padrões gerais da distribuição de risco. Depois, mostram-se mapas da diferença da probabilidade de risco entre cenários sem e com o projeto para facilitar a visualização de onde o risco aumentaria e diminuiria (isto é, onde seriam criadas Áreas Protegidas e onde seriam mantidas as APPs do reservatório).

Entretanto, antes de visualizar os mapas de toda a área de análise, é relevante entender as mudanças de risco de desmatamento na escala do pixel do mapa. Os mapas de projeção do risco de desmatamento expressam a probabilidade de cada pixel de 1 km² ser desmatado em 20 anos. A probabilidade varia de zero (sem risco) a um (altíssimo risco). A FIGURA 5-1 mostra exemplos de como a probabilidade de risco aumentou ou diminuiu em determinados pixels.

FIGURA 5-1

Exemplo de mudanças de risco de desmatamento na escala do pixel em áreas selecionadas. O valor se refere ao pixel destacado no quadrado em cada figura



5.2.1 O Risco Total de Desmatamento

As FIGURAS 5-2 e 5-3 revelam similaridades da distribuição espacial do risco de desmatamento nos cenários sem e com a UHE. Em ambos os cenários o risco é mais alto em torno das estradas e de áreas desmatadas recentemente. Além disso, há núcleos de risco mais elevado em torno de comunidades ribeirinhas onde têm ocorrido desmatamento mesmo que sem rede intensa de estradas.

Em geral, o risco seria muito baixo (menos de 3%) nas Áreas Protegidas assumindo que o mesmo nível de proteção até agora se manteria no

futuro; ou seja, sem a redução da área ou abrandamento da classe de proteção de Unidades de Conservação ou a redução de Terras Indígenas. Porém, o risco de desmatamento seria elevado na porção sul e sudeste da Reserva Extrativista (Resex) Verde Para Sempre nos diversos cenários assumindo que o nível de desmatamento que vem ocorrendo ali continuaria. Em média, a área sob risco nesta Resex seria de 16% comparado com menos de 3% nas outras Áreas Protegidas. O desmatamento nesta Resex tem ocorrido por falhas na fiscalização, ausência de demarcação da área e pela permanência de criadores de gado na área, além da sobreposição com um assentamento de reforma agrária.



FIGURA 5-2

Risco de desmatamento até 2030 sem a UHE Belo Monte e com tendência de desmatamento alto (2000-2005)

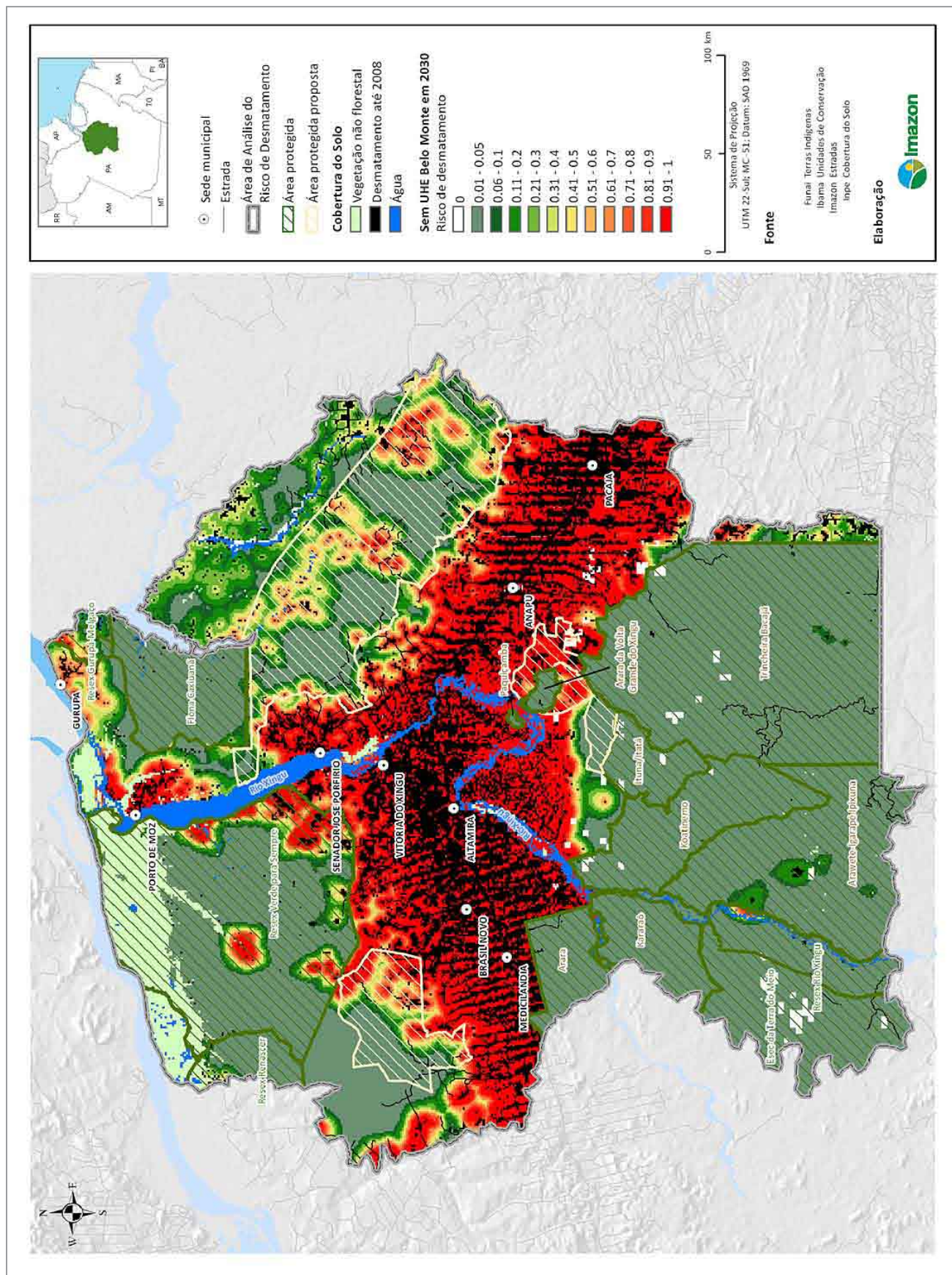
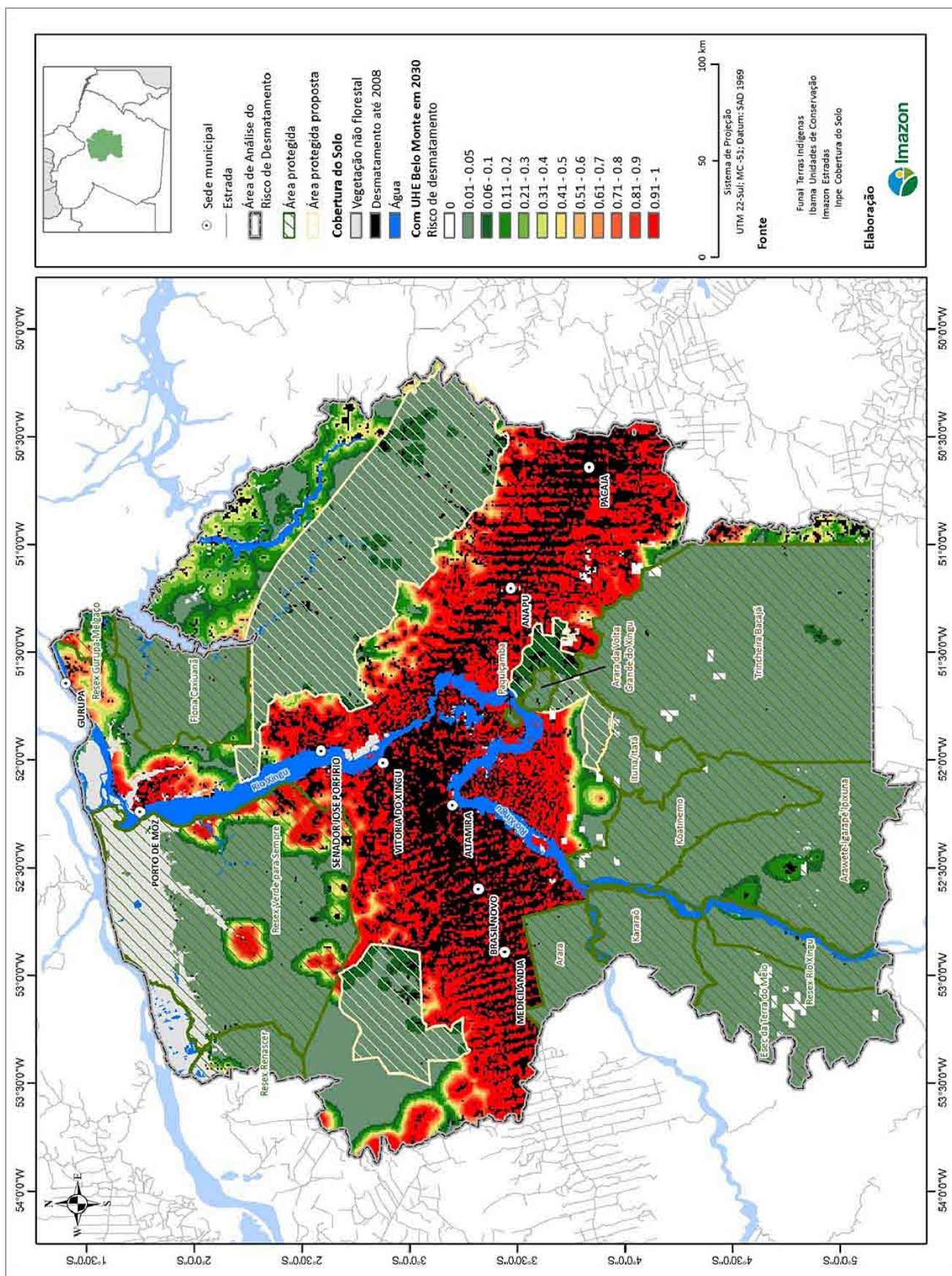


FIGURA 5-3
Risco de desmatamento até 2030 com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento alto
(2000-2005) com novas Áreas Protegidas



Ademais, sem ou com o projeto, o risco de desmatamento tenderia a aumentar em torno de algumas Áreas Protegidas já circundadas por estradas e próximo de áreas desmatadas. Nesta situação destacam-se a Terra Indígena Arara na porção oeste da área de análise de risco, as Terras Indígenas Arara da Volta Grande do Xingu e Paquiçamba a menos de 100 km a sudeste do reservatório e a Terra Indígena Trincheira/Bacajá, no leste, e a Flona de Caxiuanã, no norte da região analisada.

O risco diminuiria significativamente nos polígonos propostos para criação de Áreas Protegidas (FIGURA 5-3), considerando que essas áreas seriam criadas e implementadas efetivamente (ou seja, considerando a média de risco de desmatamento nos anos recentes). Na seção 6.1 serão detalhadas as estimativas de mitigação de cada área proposta.

Os Anexos 4 a 7 apresentam os mapas do risco total de desmatamento para os demais cenários.

5.2.2 As diferenças de Risco de Desmatamento

Nesta seção apresenta-se a diferença do risco de desmatamento entre os cenários sem e com o projeto com imigração alta. Antes de apresentar os dados seguem dois esclarecimentos:

i. Deixou-se de apresentar os mapas de cenário de imigração atenuada porque a distribuição espacial da diferença seria similar ao da imigração alta.

ii. As estatísticas que serão apresentadas se referem à área de floresta remanescente em 2009 excluindo a floresta que seria ocupada diretamente pelo empreendimento (156 km²). Além disso, exclui cerca de 20% da área de análise do risco que já está desmatada, a área de vegetação nativa não florestal e alguns trechos com relevo muito acidentado que seriam livres de risco sem ou com a UHE (sem variação de risco na legenda dos mapas), além da cobertura por água original.

Cenários com tendência de desmatamento mais baixo (2006-2009): Com esta tendência o risco aumentaria em 99,8% da floresta remanescente no cenário sem a criação de Áreas Protegidas (FIGURA 5-4 e GRÁFICO 5-5). O aumento de risco mais significativo seria em torno das estradas e de áreas já desmatadas (tons laranja escuro e vermelho na FIGURA 5-4). Estas áreas somariam 28% da área de floresta sob risco. Neste cenário o risco diminuiria apenas em 169 km² de APP (FIGURA 3-2) proposta em torno do reservatório (apenas 0,18% da área em que o risco aumentou).

Ademais, a projeção revelou que sem ou com a UHE haveria uma área com risco máximo (1) em um assentamento do Incra (55 km²); ou seja, esta já é uma área com risco elevado atualmente e chegaria ao risco máximo apenas considerando o aumento tendencial da população sem o projeto. Curiosamente, este assentamento está sobreposto à Resex Verde para Sempre (em preto na FIGURA 5-4).



A criação de Áreas Protegidas reduziria o risco em 15% do total de área de floresta remanescente (FIGURA 5-5 e GRÁFICO 5-5).

Cenários com tendência de desmatamento alto (2000-2005): Neste cenário seria marcante o fato de que aproximadamente 12% da floresta (cerca de 12.000 km²) estariam sob risco máximo (preto na FIGURA 5-6 e GRÁFICO 5-5) sem ou com a UHE. Portanto, um cenário de continuidade da tendência elevada de desmatamento (2000-2005) seria devastador para toda essa área.

Neste cenário, o risco aumentaria em aproximadamente 87% da floresta remanescente

no cenário com a UHE e sem a criação de Áreas Protegidas. Sem a criação de Áreas Protegidas, a área com aumento de risco mais expressivo equivaleria a 22% da floresta atual (tons laranja escuro e vermelho na FIGURA 5-6).

Da mesma forma que no cenário anterior, a criação de Áreas Protegidas reduziria o risco em aproximadamente 15% da área onde ocorreria aumento de risco se estas áreas não fossem criadas (FIGURA 5-7 e GRÁFICO 5-5).

Finalmente, a FIGURA 5-8 mostra a diferença de risco destacando a área em torno da UHE no cenário de tendência de desmatamento alto, incluindo a Área de Proteção Permanente proposta pelo empreendedor.

GRÁFICO 5-5

Distribuição (%) da diferença de risco de desmatamento entre o cenário sem e com a UHE Belo Monte com imigração alta e tendência de desmatamento baixo (2006-2009) com e sem a criação de Áreas Protegidas

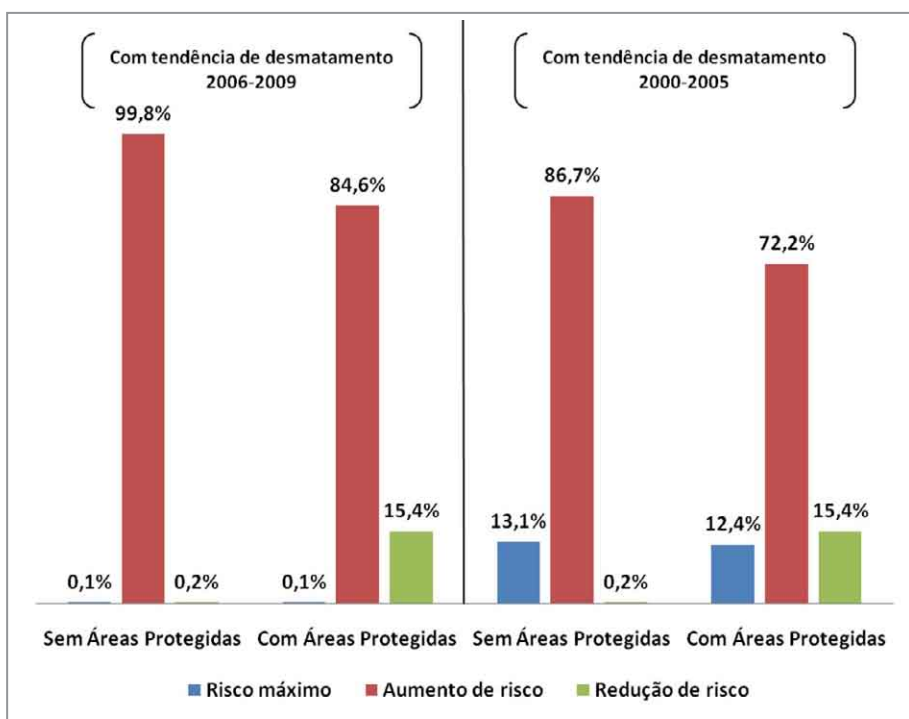


FIGURA 5-4

Diferença do risco de desmatamento até 2030 entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento baixo (2006-2009) sem novas Áreas Protegidas

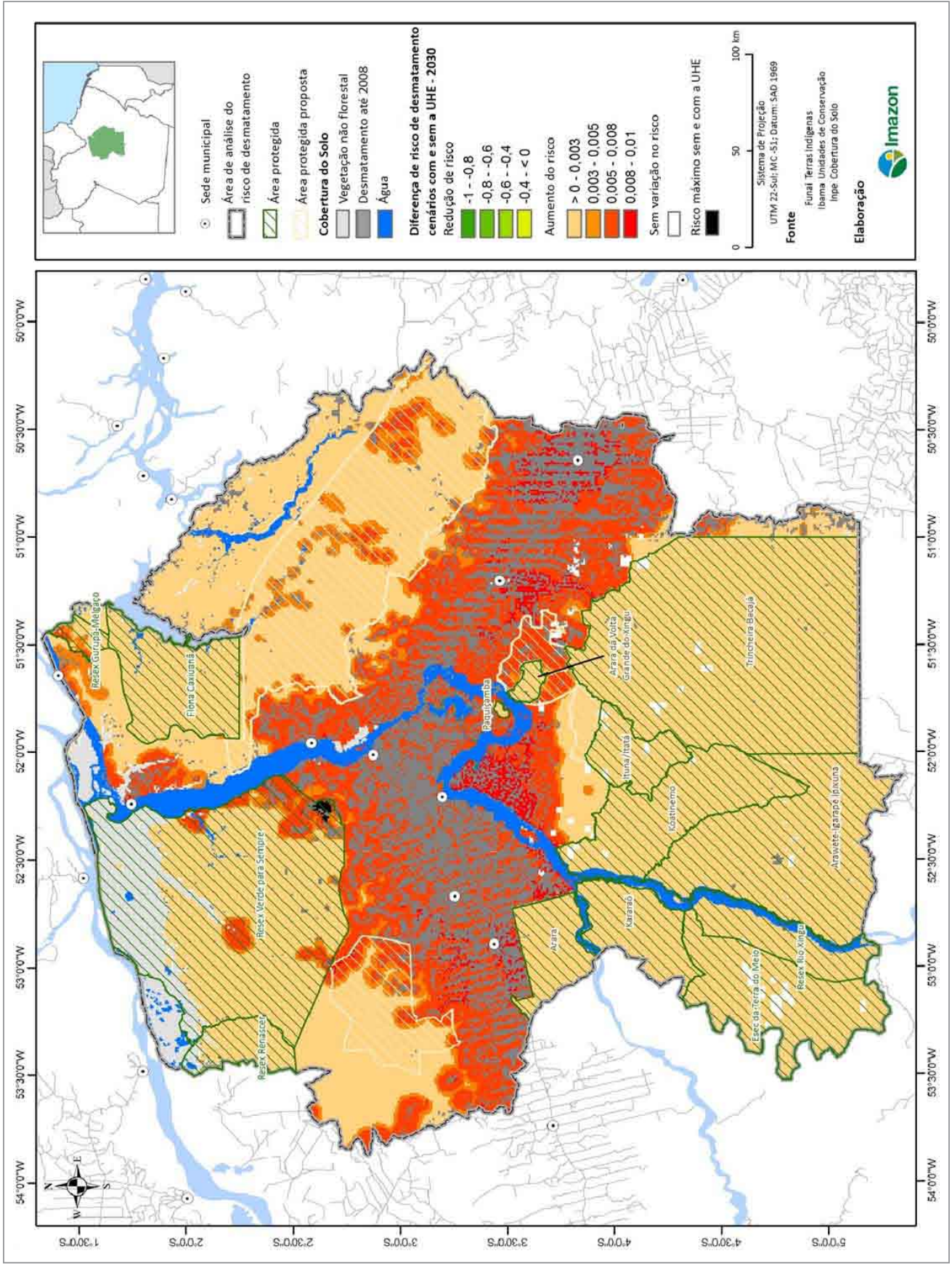


FIGURA 5-5

Diferença do risco de desmatamento até 2030 entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento baixo (2006-2009) com novas Áreas Protegidas

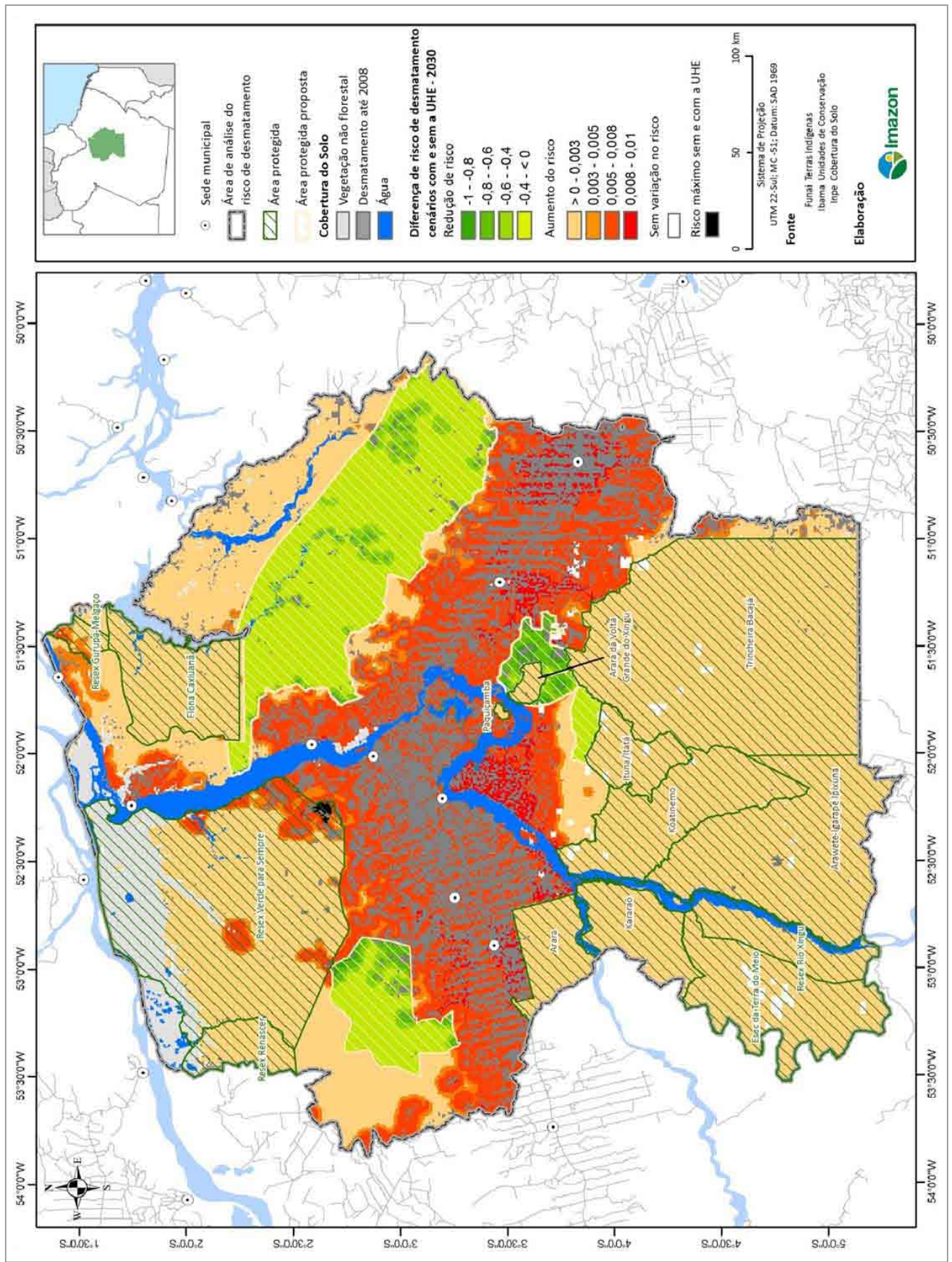


FIGURA 5-6

Diferença do risco de desmatamento até 2030 entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento alto (2000-2005) sem novas Áreas Protegidas

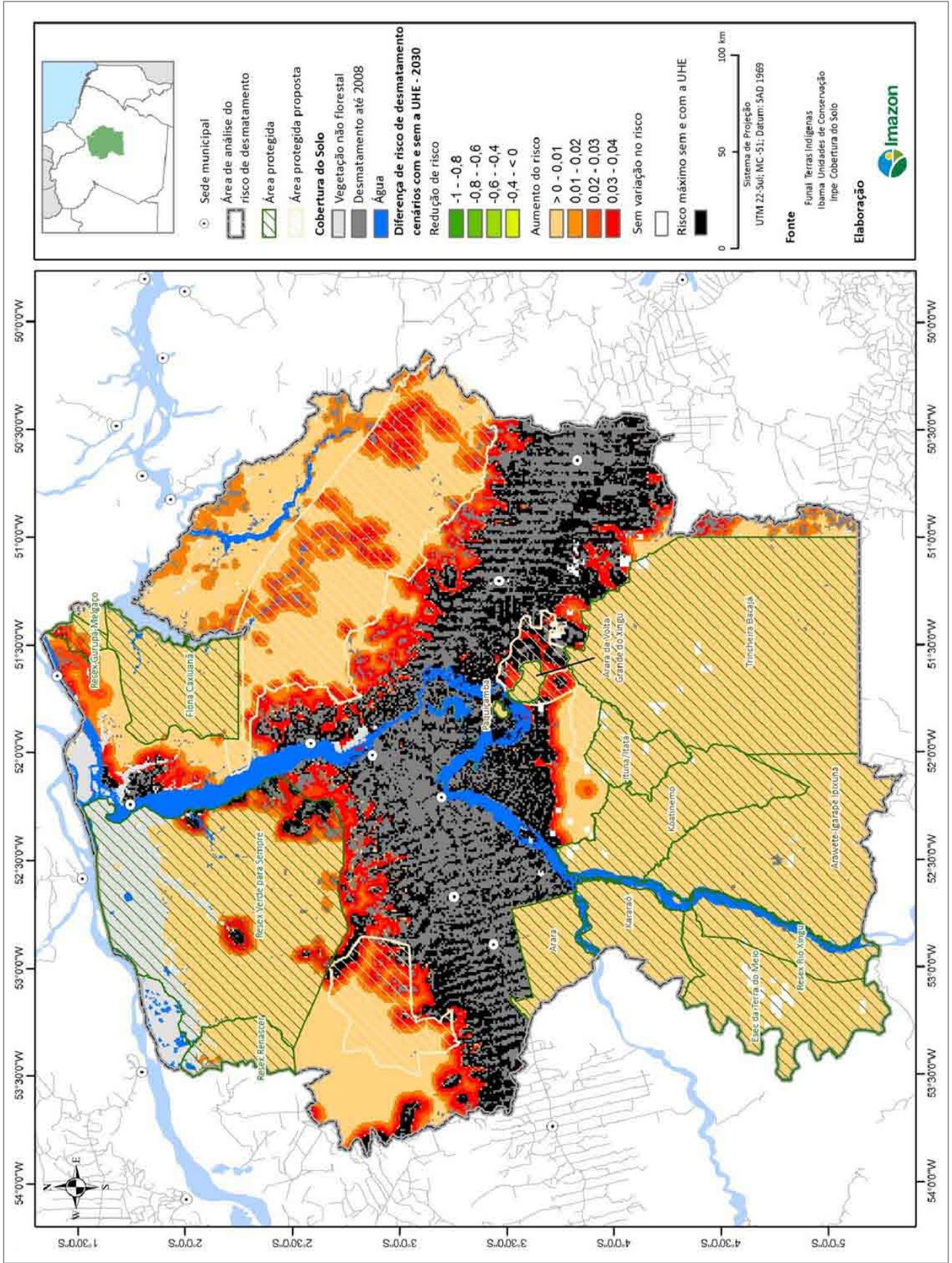


FIGURA 5-7

Diferença do risco de desmatamento até 2030 entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento alto (2000-2005) com novas Áreas Protegidas

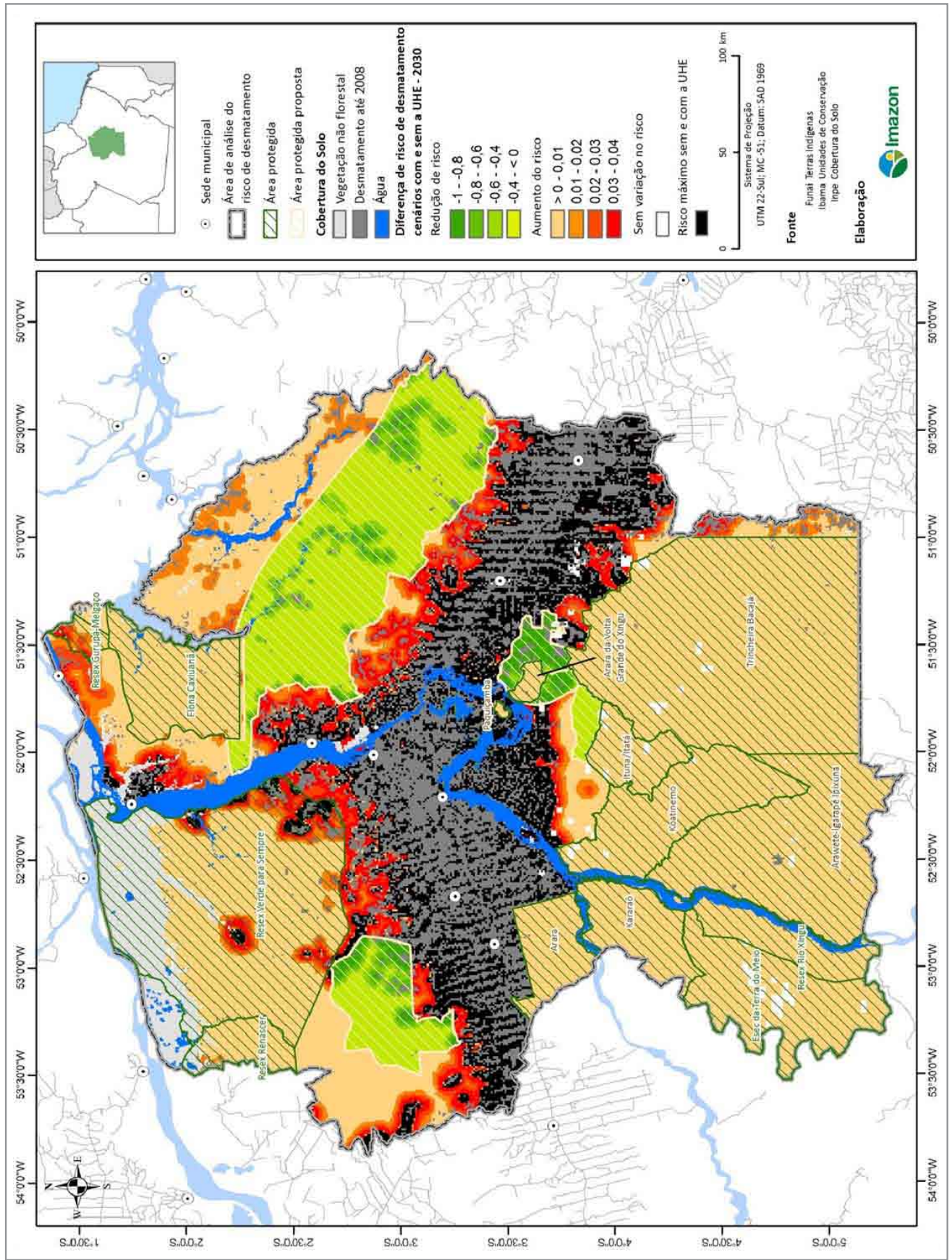
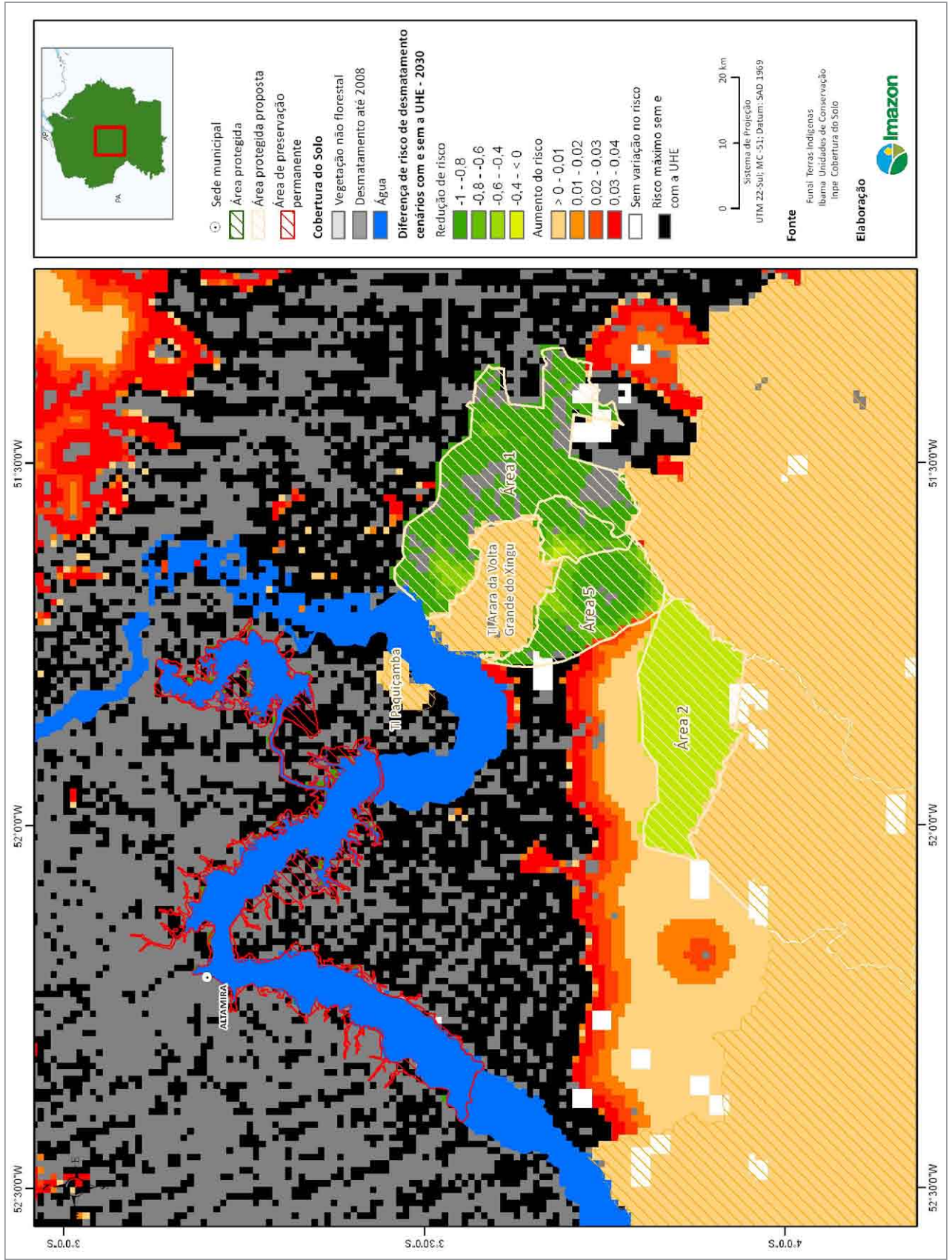


FIGURA 5-8

Detalhe da diferença do risco entre os cenários sem e com a UHE Belo Monte, imigração alta e tendência de desmatamento alto (2000-2005) com novas Áreas Protegidas. A APP em torno do lago indica a área em que haveria reflorestamento e as áreas de risco que seriam protegidas



6. AS OPORTUNIDADES E DESAFIOS PARA A MITIGAÇÃO DO RISCO DE DESMATAMENTO

Apresentam-se a seguir três oportunidades para reduzir o risco de desmatamento indireto associado à construção da UHE Belo Monte. Antes, seguem considerações relevantes para interpretação das recomendações:

- ▶ A mitigação do desmatamento indireto depende, em grande medida, de regras a serem aplicadas pelas instituições públicas. Portanto, destacaram-se as ações que o empreendedor poderia tomar para apoiar o poder público.
- ▶ O grau de apoio do empreendedor para a mitigação do desmatamento indireto seria objeto de negociação com os órgãos públicos responsáveis. De qualquer forma, consideraram-se todos os tipos de apoio possíveis para embasar a negociação entre as partes interessadas. As

estimativas dos custos das alternativas devem também ser tratadas entre o empreendedor e os órgãos públicos que detêm os dados específicos para o orçamento necessário.

- ▶ As recomendações foram baseadas em diagnósticos das dificuldades e avanços do controle do desmatamento nos últimos anos, bem como em iniciativas recentes que podem ser ampliadas e aprimoradas. Além disso, considerou-se que as recomendações estão alinhadas com projetos e programas propostos no Plano Ambiental Básico do empreendimento (Seções 3.2 e 3.3.1) e com as ações propostas no Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu, lançado pelos governos federal e paraense (Seção 3.4).

6.1 Criação e Implementação de Áreas Protegidas

Contabilizou-se o potencial de mitigação do risco de desmatamento pela criação de Áreas Protegidas na área de análise usando-se duas abordagens. Na primeira, foi considerada apenas a mitigação relacionada às áreas propostas pelo PBA e da área adicional proposta neste relatório (Seções 3.3.1 e 3.3.3). Neste caso, assumiu-se que essas áreas só seriam criadas nos cenários com a UHE. Na segunda, considerou-se que a mitigação envolveria também a criação das Flonas propostas pelo SFB. Neste caso, assumiu-se que a criação dessas áreas ocorreria no contexto do projeto com apoio substancial do empreendedor para a implementação das mesmas.

A TABELA 6-1 apresenta a área sob risco de desmatamento de cada área proposta nos cenários com e sem a criação no cenário com imigração alta para as duas tendências de taxa de desmatamento (2000-2005 e 2006-2009). A diferença é,

portanto, a área de desmatamento evitado pelas Áreas Protegidas.

O desmatamento evitado pela criação das áreas propostas pelo PBA e aliada àquela proposta neste relatório seria de 785 km² no cenário de tendência da taxa de desmatamento alta (padrão 2000-2005). Isto equivaleria a aproximadamente 15% do total do desmatamento adicional derivado do cenário com a UHE com imigração alta e taxa de desmatamento alta. A contabilização da criação das Flonas propostas pelo SFB neste cenário evitaria 3.401 km² de desmatamento (ou 64% do impacto do projeto). Assim, a criação de todas as áreas propostas evitaria 4.187 km² de desmatamento ou o equivalente a 79% da área sob risco por causa do projeto.

No cenário de tendência de desmatamento mais baixo (2006-2009) as áreas propostas pelo PBA mais a proposta neste relatório reduziriam

685 km² de desmatamento (equivalente a 72% da área desmatada projetada com a UHE e imigração alta). A soma do desmatamento evitado por todas as propostas de criação de Áreas Protegidas, incluindo as Flonas propostas pelo SFB (2.549 km²), seria 3.184 km². Portanto, o desmatamento evitado neste cenário equivaleria a 3,6 vezes a área de risco adicional do projeto considerando uma tendência de desmatamento mais baixa. A área mitigada seria maior do que o risco adicional do projeto porque neste cenário considera-se que as Flonas só seriam criadas no contexto da instalação da UHE. Portanto, a criação das áreas mitigaria parte do desmatamento que ocorreria no cenário tendencial.

As Flonas, além do potencial de mitigar o desmatamento, poderiam contribuir também para o desenvolvimento de uma economia sustentável por meio do manejo florestal para produção de madeira e outros produtos. Assim, o apoio a Flona se enquadraria entre as medidas de mitigação e de apoio ao desenvolvimento da economia da região conforme o Projeto Básico Ambiental e o Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu (Seções 3.2.1 e 3.2.3).

Ademais, seria possível reduzir o desmatamento apoiando a implementação da Resex Verde para Sempre. O risco de desmatamento projetado naquela área seria de cerca de 1.200 a 1.500 km² até 2030 se a tendência de risco recente continuasse. Se o risco diminuísse para o nível de outras Áreas Protegidas (3% ou menos) o desmatamento evitado seria da ordem de 950 a 1.200 Km². Portanto, o apoio à proteção e manejo dessa Resex poderia aumentar ainda mais a contribuição das Áreas Protegidas para a mitigação.

É relevante notar que pelas regras atuais os recursos de compensação ambiental só poderão ser

destinados para Unidades de Conservação de proteção integral. Entretanto, as oportunidades mais significativas para compensação estão em áreas que o SFB propõe para criação de Unidades de Conservação de uso sustentável. Pelas regras atuais, os recursos de compensação só poderiam ser usados nestas áreas se o empreendimento as afetasse diretamente²⁹, o que não seria o caso da UHE Belo Monte. Desta forma, caberá ao poder público as decisões sobre a criação das áreas propostas pelo SFB, em que categorias tais áreas seriam criadas e se e como alocar recursos da compensação ambiental da UHE para a implementação destas áreas.

Os resultados deste relatório indicam que seria relevante reconsiderar o apoio a implementação da Estação Ecológica da Terra do Meio. Embora este apoio seja louvável como forma de compensação, as projeções deste relatório indicam que os riscos de desmatamento indiretos associados à UHE Belo Monte tenderiam a ocorrer distante desta Unidade de Conservação. Desta forma, o apoio para fins de evitar o desmatamento associado ao projeto deveria ser concentrado nas áreas avaliadas neste relatório.

A criação de Áreas Protegidas não garante a mitigação total por causa do risco do deslocamento ou vazamento do desmatamento evitado por esta medida – ou seja, parte do desmatamento evitado nas novas Áreas Protegidas poderia ocorrer fora das áreas se o controle em áreas privadas for ineficaz. De fato, na região de Tucuruí é visível que o desmatamento foi evitado nas Áreas Protegidas, mas que ocorreu amplamente no entorno destas áreas (FIGURA 6-1). Portanto, para assegurar a mitigação, seria necessário complementar a criação de Áreas Protegidas com o controle do desmatamento nas áreas privadas.

²⁹ Ver artigo 36 da Lei 9.985 (SNUC) e artigo 33 do Decreto 4.340.

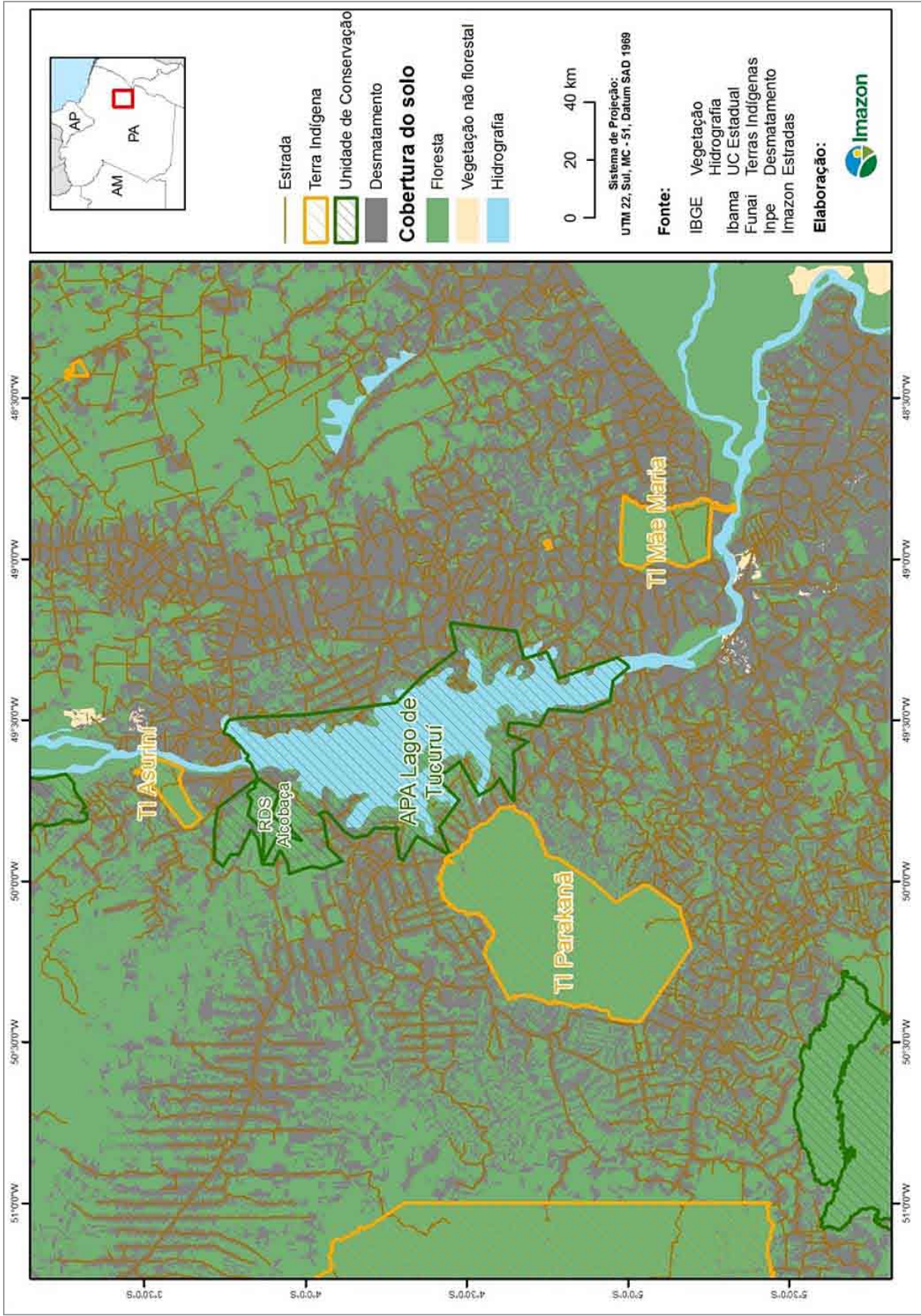
TABELA 6-1

Desmatamento evitado por meio da criação de Áreas Protegidas (AP) na região de estudo de acordo com cenários de taxa de desmatamento e imigração alta

Número da AP na FIGURA 4.4	Proponente da AP	Média de risco com tendência do desmatamento de 2000 - 2005			Média de risco com tendência do desmatamento de 2006 - 2009				
		Km² desmatado sem APs propostas	Km² desmatado com APs propostas	Km² evitado (diferença sem - com APs)	% de mitigação do risco com UCs	Km² desmatado sem APs propostas	Km² desmatado com APs propostas	Km² evitado (diferença sem - com APs)	% de mitigação do risco sem APs
Área 1	PBA	551	43	508	10%	460	42	418	47%
Área 5	Equipe deste estudo	277	6	271	5%	218	6	212	24%
Área 2	PBA	8	2	7	0,1%	6	1	5	1%
	Subtotal	837	51	785	15%	684	49	635	72%
Área 3 - Flona Liberdade	SFB	2.731	206	2.525	47%	2.072	196	1.876	213%
Área 4 - Flona Macapixi	SFB	955	78	876	16%	747	74	673	76%
	Subtotal propostas do SFB	3.685	284	3.401	64%	2.819	270	2.549	289%
Total geral das propostas		4.522	336	4.187	79%	3.503	319	3.184	361%
Total do risco a mitigar				5.316				882	



FIGURA 6-1
O desmatamento em torno de Áreas Protegidas na região da UHE Tucuruí.



• 6.2 Reforço da fiscalização e da gestão ambiental

A outra alternativa para mitigar o risco de desmatamento seria aumentar a intensidade e a eficácia da fiscalização ambiental – ou seja, seria necessário aumentar o risco de punição de quem desmata ilegalmente. Além disso, seria recomendável apoiar o licenciamento ambiental dos imóveis rurais, o que facilitaria o monitoramento do desmatamento além de facilitar um desenvolvimento rural mais sustentável à região.

6.2.1 Reforço da Fiscalização

O aumento da fiscalização (Valor de multas e embargos) recentemente ajudou a reduzir o desmatamento na região de estudo (GRÁFICO 2-2) e no restante da Amazônia. Para garantir a mitigação do risco indireto associado ao projeto, o desmatamento teria que cair para um nível pelo menos igual ao cenário sem o projeto. Para tanto, seria necessário aumentar a intensidade da fiscalização (emissão de autos de multas e embargo) e a eficácia da aplicação das penas (cobrança das multas, embargo efetivo de áreas desmatadas ilegalmente).

O fato de o desmatamento ilegal continuar na região apesar do aumento recente da fiscali-

zação indica que o esforço de controle tem sido insuficiente e/ou ineficiente. Para garantir a mitigação seria prioritário aumentar a eficiência da aplicação das penas para evitar a necessidade de aumentar significativamente o investimento na fiscalização (Ver seção seguinte). No QUADRO 6-1 são apresentadas medidas que o empreendedor poderia tomar para apoiar os órgãos públicos para tratar de problemas e lacunas da aplicação de penas. Enfatizam-se medidas de apoio, já que as funções de fiscalização e aplicação das penas são essencialmente dos órgãos públicos. Isto implica que os órgãos públicos deveriam estar minimamente preparados com equipamentos e pessoal para coordenar as ações a serem apoiadas pelo empreendedor.

Ademais, será essencial assegurar a aplicação de penas contra infratores já autuados por desmatamento ilegal. Assim, seria sinalizado que a fiscalização resulta em penas efetivas e, por sua vez, aumentaria seu efeito preventivo.

Finalmente, destaca-se que estas medidas deveriam ser aplicadas na escala regional (isto é, em toda a área de análise de risco) para evitar que ocorra o vazamento da pressão de desmatamento dentro de sub-regiões em torno do projeto.



QUADRO 6-1

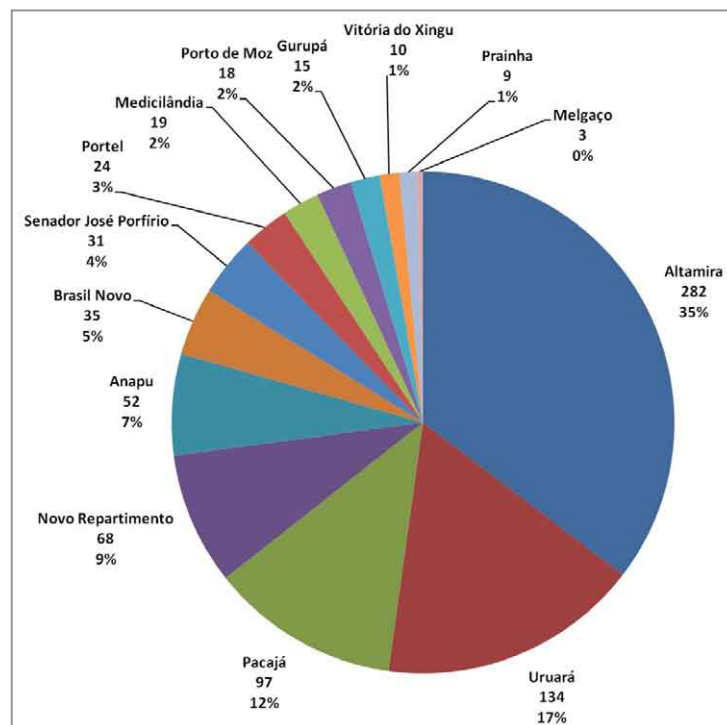
Problemas e lacunas da fiscalização e sugestões para reforçar a mitigação

Problemas/Lacunas	Sugestões
Baixa arrecadação de multas. Por exemplo, menos de 5% do valor total das multas do Ibama na Amazônia foi arrecadado entre 2001 e 2005 (Barreto, Pereira e Arima, 2008).	Contratar advogados ou estagiários que apoiem os procuradores do Ibama no processamento de autos de infração e nas ações judiciais contra infratores.
<p>O monitoramento insuficiente das áreas embargadas facilita que produtos agropecuários oriundos dessas áreas sejam comercializados.</p> <p>O Ibama recentemente reportou que fiscalizou 72 mil hectares de áreas ilegalmente desmatadas e embargadas no sul e sudeste do Pará e que poucos fazendeiros têm respeitado os embargos. Apesar disso, eles apenas notificaram os fazendeiros para retirar o gado das áreas em 30 dias (Feitosa, 2011)³⁰.</p>	<p>Custear o monitoramento das áreas sob embargo econômico. Este trabalho envolveria vistoriar em campo, por amostragem, se as áreas embargadas estão sendo utilizadas. As equipes deveriam ter meios para apreender bens e produtos (por exemplo, gado) oriundos de áreas que estivessem desrespeitando o embargo.</p> <p>Em 7 de fevereiro de 2010, o site de Consulta Pública de Áreas Embargadas do Ibama³¹ registrava 797 áreas embargadas nos municípios da região de análise (GRÁFICO 7.1). Portanto, essas áreas seriam prioritárias para ampliar as auditorias.</p>
Poucos imóveis desmatados ilegalmente são embargados e multados. As áreas embargadas nos municípios da área de análise do risco (797) correspondem a aproximadamente 8% dos imóveis acima de 100 hectares na região.	Custear atividades dos órgãos ambientais para aumentar o embargo e a emissão de multas contra áreas já desmatadas ilegalmente.

³⁰ O descumprimento dos embargos é facilitado por falhas no controle de transporte animal. Há relatos de que fazendeiros com imóveis embargados estão arrendando suas áreas para outros produtores que depois podem comercializar o gado sem restrições; isto é, usando um documento de identificação (CNPJ ou CPF) diferente daquele na lista de imóveis embargados (Comunicação pessoal de um fazendeiro para um dos autores desta análise). Este tipo de operação deveria ser detectado pelos mecanismos de controle de transporte animal, como as Guias de Transporte Animal das agências de vigilância animal.

³¹ Informação coletada de http://siscom.ibama.gov.br/geo_sicafi/

GRÁFICO 6-1
Distribuição de Áreas Embargadas nos municípios na região de análise de risco de desmatamento³²



Fonte: Elaborado pelos autores com informações do Ibama. http://siscom.ibama.gov.br/geo_sicafi/

6.2.1.1 Qual o Esforço de Fiscalização Necessário?

Se a eficácia da aplicação de penas continuar no mesmo nível atual, seria necessário aumentar o esforço de fiscalização (mais embargos e multas) para reduzir o desmatamento projetado com o projeto. Qual o esforço adicional necessário? Estimou-se o esforço de fiscalização adicional usando a equação da taxa de desmatamento em função do esforço de fiscalização (GRÁFICO 2-3).

Estimou-se que para reduzir a taxa de desmatamento abaixo de 205 km²/ano (média do cenário sem a UHE assumindo a continuação da tendência de 2006 a 2009) seria necessário mais

do que duplicar o número de embargos realizados em 2008 (ou seja, realizar cerca de 750 embargos por ano - GRÁFICO 6-2) e triplicar o valor total de multas emitidas anualmente (GRÁFICO 6-3). É relevante notar que a função da relação das multas com a área desmatada apresenta retornos decrescentes – isto é, à medida que aumenta o valor de multas emitidas, cada valor adicional de multas teria uma eficácia menor para coibir o desmatamento. Essa tendência revela que a emissão de multas elevadas, que raramente são pagas, tende a gerar descrédito. Portanto, o aumento da fiscalização seria pouco efetivo sem o aumento da aplicação de penas.

³² Incluem todos os casos dos municípios, mesmo aqueles que estão parcialmente na área de análise.



GRÁFICO 6-2

Número mínimo de embargos para reduzir a taxa de desmatamento anual abaixo da média do cenário sem a UHE

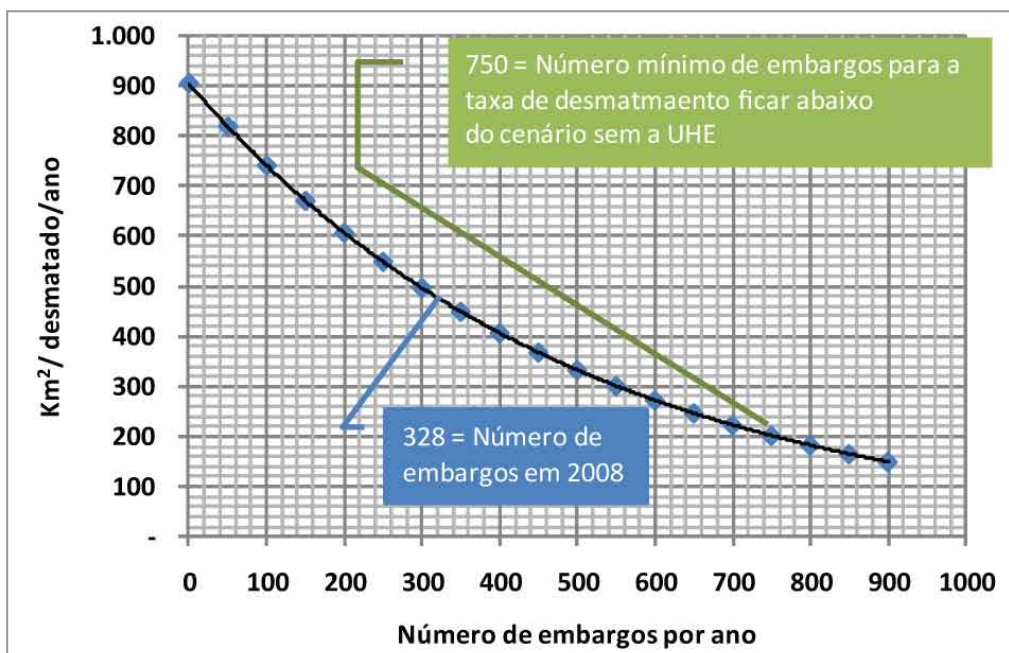
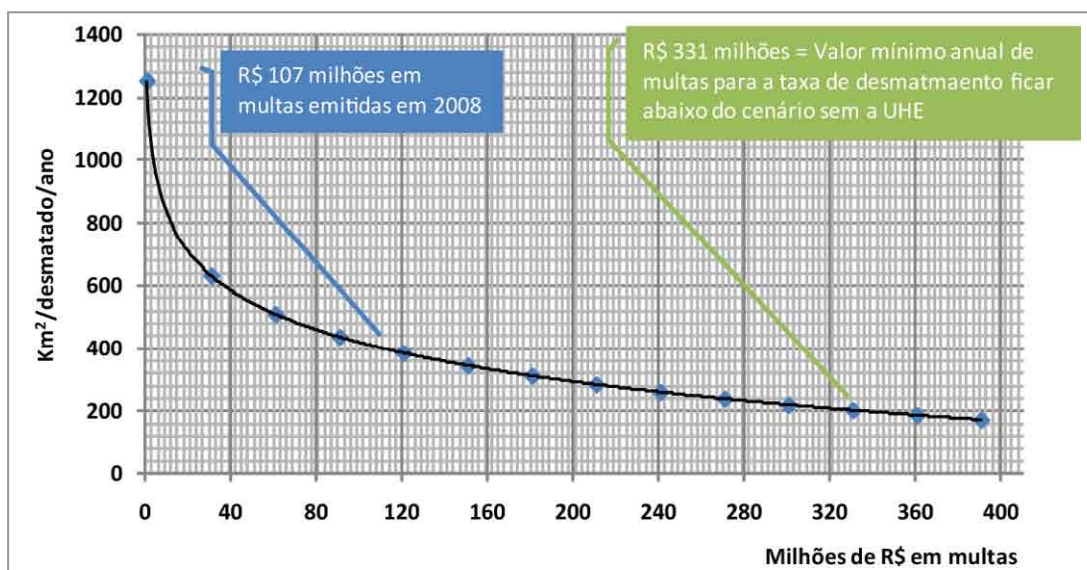


GRÁFICO 6-3

Valor mínimo anual de multas ambientais para reduzir a taxa de desmatamento anual abaixo da média do cenário sem a UHE



6.2.2 Reforço do Licenciamento Ambiental

Uma terceira forma de facilitar o combate ao desmatamento seria apoiar a implementação do TAC da pecuária nos municípios da região de influência. Até agora, cerca de um quarto dos imóveis dos municípios na área de análise de risco foi cadastrado no CAR e 72% dos municípios da região de influência assinaram o TAC para controlar o desmatamento. Entretanto, há um grande número de imóveis fora do CAR e sem a licença ambiental considerando os números de estabelecimentos rurais da região segundo o IBGE (TABELA 6-2).

O QUADRO 6-2 resume sugestões de como o empreendedor poderia tratar de problemas e lacunas para a implementação do TAC baseadas na experiência recente de Paragominas (Ver detalhes desta experiência em Prefeitura de Paragominas s/d). É relevante notar que parte do traba-

lho realizado em Paragominas foi financiada com recursos de fontes privadas. Assim, a experiência deste município também pode ser útil em termos dos mecanismos de parcerias público-privadas.

Note que a conclusão do licenciamento também dependerá de ações cuja responsabilidade é essencialmente estatal como a regularização fundiária e a aprovação do ZEE para estabelecer as regras sobre a recuperação da Reserva Legal. Dado que essas ações, especialmente a regularização fundiária, têm avançado muito lentamente, a conclusão do licenciamento tende a demorar. Entretanto, a contribuição para acelerar o CAR pelo menos criará a base de mapas que permitirá um monitoramento mais efetivo de novos desmatamentos e o acionamento da responsabilização de eventuais infratores. Portanto, o apoio ao CAR contribuiria para reduzir o desmatamento mesmo que o licenciamento ainda não esteja concluído.

TABELA 6-2

Número de estabelecimentos rurais em 2010 e de imóveis registrados no Cadastro Ambiental Rural do Pará. Ordenado pelo número de imóveis iguais ou maiores do que 100 hectares

Municípios	Número de estabelecimentos rurais por classe de tamanho				Nº de imóveis no CAR	Prefeitura assinou TAC?
	Menor que 50 hectares	De 50 até menor que 100 ha	Igual ou maior que 100 ha	Total		
Pacajá	1.464	1.075	1.280	3.819	1235	Sim
Porto de Moz	258	306	1.268	1.832	68	Sim
Brasil Novo	527	484	1.033	2.044	604	Sim
Altamira	782	476	964	2.222	879	Sim
Uruará	957	777	906	2.640	388	Sim
Novo Repartimento	1.997	691	732	3.420	2329	Não
Medicilândia	1.872	565	700	3.137	314	Sim
Prainha	775	372	597	1.744	465	Não
Anapu	629	579	514	1.722	356	Sim
Vitória do Xingu	140	228	505	873	419	Sim
Portel	809	214	402	1.425	121	Não
Gurupá	1.584	310	354	2.248	6	Sim
Senador José Porfírio	376	369	153	898	157	Sim
Melgaço	335	31	40	406	4	Não
Total	12.505	6.477	9.448	28.430	7.345	

Fonte: Número de estabelecimentos rurais (Censo Agropecuário do IBGE 2010); Número de imóveis no CAR (Sema: <http://monitoramento.sema.pa.gov.br/simlam/>); Prefeituras que assinaram o TAC do Ministério Público Federal (MPF, 2011).



QUADRO 6-2

Sugestões para resolver problemas e lacunas para a implementação do TAC da pecuária na região de influência da UHE Belo Monte

Problemas/Lacunas	Sugestões
Cerca de três quartos dos imóveis não estão registrados no Cadastro Ambiental Rural.	<p>Apoiar os produtores locais para o cadastramento no CAR.</p> <p>Como funcionou em Paragominas? Uma equipe de geoprocessamento hospedada no Sindicato de Produtores Rurais recepcionava e verificava as informações providenciadas pelos produtores (mapas georreferenciados, documentos etc.). Depois, a equipe enviava, via <i>Internet</i>, as informações para a Sema.</p> <p>Na região de Belo Monte, o empreendedor poderia providenciar apoio adicional para a coleta das coordenadas geográficas dos imóveis de pequenos produtores que eventualmente sejam desprovidos dos meios necessários.</p>
Capacidade limitada dos municípios para a execução do TAC da Pecuária. Por exemplo, inexistência de sistema local para monitorar (ou recepcionar informações do monitoramento) e fiscalizar o desmatamento ilegal.	<p>Fortalecer a capacidade das prefeituras para recepcionar os alertas e fiscalizar o desmatamento ilegal e para encaminhar a responsabilização de infratores.</p> <p>Como funcionou em Paragominas? Três técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente foram treinados em geoprocessamento e recepcionam alertas sobre desmatamento do Imazon. Depois, eles inspecionam a situação no campo e acionam os órgãos com autoridade como o Ibama e a Sema para autuar os infratores. Em alguns casos, a prefeitura tomou ações próprias como cancelar o Alvará de fornos de produção de carvão ilegal.</p>

6.2.3 Será Viável Mitigar os Riscos de Desmatamento?

As projeções realizadas neste estudo indicam que a imigração associada à UHE seria suficiente para aumentar drasticamente o risco de desmatamento na região. Por outro lado, analisou-se que o impacto poderia ser evitado dependendo do aumento expressivo da intensidade e eficácia do controle ambiental e da criação de Áreas Protegidas. Essa constatação levanta questões estratégicas. Qual a viabilidade operacional e política de aumentar tão rapidamente e depois sustentar o controle ambiental na região?

A experiência recente revela que o governo foi capaz de aumentar rapidamente o controle do

desmatamento em algumas regiões da Amazônia. Porém, a capacidade de controle é incipiente como o próprio Ibama revelou recentemente sobre o descumprimento de embargos no Pará. Mais grave ainda, é incerto se o governo será capaz de consolidar esta capacidade tendo em vista várias iniciativas em curso. O avanço recente do controle resultou em propostas para reduzir Áreas Protegidas, para limitar a capacidade de fiscalização do governo federal e para enfraquecer o Código Florestal.

Algumas dessas propostas foram bem sucedidas em reduzir a proteção. Por exemplo, Araújo e Barreto (2010) avaliaram 38 iniciativas (ações judiciais, projetos de lei) para reduzir 47 Áreas Protegidas na Amazônia que somavam 250.169

km². Destes, 49.506 km² foram reduzidos³³ e outros 86.538 km² permaneciam ameaçados pelas iniciativas em trâmite. Ademais, o Código Florestal que estabelece a principal regra limitante do desmatamento tem sido alvo de propostas legislativas que prevêm a redução da proteção ou anistias, e continua em debate no Congresso.

Ao mesmo tempo, o próprio governo tem avançado lentamente em algumas de suas políticas de proteção. Por exemplo, até 2010 o Incri obteve licença ambiental para apenas 21% dos assentamentos de reforma agrária no Brasil (Alen-

castro, 2011). Na própria região analisada, a justiça cancelou assentamentos que foram criados sem seguir os procedimentos ambientais adequados (seção 3.3.2).

Em resumo, dado que o controle ambiental depende em grande medida do poder público e de políticas voláteis, a capacidade do empreendedor mitigar o desmatamento indireto é bastante incerta. A garantia da mitigação dependeria de um comprometimento de longo prazo tanto do empreendedor quanto das várias instituições públicas envolvidas.

³³ Um caso especialmente preocupante foi a redução da Flona Bom Futuro, em Rondônia, como parte de um acordo para facilitar o licenciamento ambiental da UHE do Rio Madeira (Barreto e Mesquita, 2010). O governo federal criou a Flona Bom Futuro com 271 mil hectares praticamente intactos em 1988 para conciliar o asfaltamento de parte da BR-364 e a conservação. Porém, 21 anos depois, 32% da Flona haviam sido ilegalmente desmatados apesar da fiscalização do Ibama, de decisões judiciais e acordos do MPF para retirada dos invasores. Quando o governo federal resolveu finalmente remover os invasores, o governo estadual impôs uma chantagem: só renovaria uma licença ambiental de parte das obras da UHE se o governo desistisse da remoção. Em 2009, o governo federal concordou com o governo estadual em transformar parte da Flona em Área de Proteção Ambiental (uma categoria de menor proteção do que Flona) de maneira a regularizar a ocupação irregular.



7. LIMITAÇÕES DA MODELAGEM E IMPLICAÇÕES PARA A GESTÃO DO RISCO DE DESMATAMENTO

Modelos para projeções são simplificações da realidade para avaliar futuros prováveis. Entretanto, como simplificações as modelagens são inerentemente falhas. Nesta seção são discutidas as limitações desta modelagem e suas implicações para a gestão do risco de desmatamento.

Desconsideração do cenário com a UHE Belo Monte e outros eventuais grandes empreendimentos na região: Foram projetados dois cenários puros com e sem a UHE desconsiderando que em ambos poderia haver a combinação com outros eventuais empreendimentos. Esta combinação poderia aumentar os impactos de ambos os cenários, especialmente no cenário com a UHE. Entretanto, preferiu-se comparar os cenários puros para estimar de forma mais clara o impacto do projeto UHE. Se outros empreendimentos vultosos forem projetados para a região seria necessário atualizar as projeções para saber o impacto total. De qualquer forma, mesmo os cenários mais extremos com Belo Monte – por exemplo, com imigração alta e tendência de desmatamento alta – já seriam suficientes para aumentar drasticamente o risco

de desmatamento. Portanto, já está claro que seria necessário adotar medidas muito eficazes de controle para evitar tais riscos, as quais também deveriam ajudar a reduzir o risco associado a outros empreendimentos vultosos. Lembra-se que a materialização do risco depende em grande parte da vulnerabilidade das florestas; isto é, se o controle for eficaz, o risco seria anulado em qualquer cenário de aumento de ameaça.

Incerteza sobre a população imigrante que permaneceria na região após a conclusão das obras: A estimativa da proporção de imigrantes que continuaria na região após a conclusão das obras é de extrema relevância para a modelagem do desmatamento. Entretanto, esta estimativa pode ser bastante incerta dependendo de muitas variáveis da região, do restante do país e até internacionais (como exemplo, crises financeiras). A modelagem do desmatamento utilizou como padrão a permanência de 20% conforme o estudo de impacto ambiental realizado pelo empreendedor seja no cenário de imigração de 96 mil, seja no de 74 mil pessoas. Entretanto, a análise de sensibilidade considerando a permanência de 50% de imigrantes revelou que a taxa



de desmatamento dobraria em relação ao que foi estimado com a permanência de 20%. Esta análise implica que para mitigar o risco será essencial: i) assegurar uma rápida capacitação da população local de forma a reduzir a necessidade de importar trabalhadores mais qualificados; e ii) executar rapidamente as medidas que inibam a imigração de quem visa se apropriar gratuitamente de terras públicas para exploração de madeira e para a agropecuária. A imigração espontânea poderia ser desencorajada pelo aumento imediato da fiscalização ambiental e de criação das Unidades de Conservação nas áreas recomendadas. Finalmente, será essencial monitorar o nível de imigração para ajustar o nível de fiscalização ambiental adequado.

Tendência à concentração excessiva do desmatamento: Projetou-se uma concentração do desmatamento em torno das estradas já existentes. Na realidade, no longo prazo, o desmatamento poderia ser mais espalhado na paisagem por dois motivos. Há limites naturais para o desmatamento de toda a floresta em torno da infraestrutura existente, como uma topografia muito acidentada ou micro situações inadequa-

das para a ocupação agropecuária como solos encharcados. A falta de mapas detalhados de solo e de topografia impede identificar esses limites e o modelo assume que toda a floresta remanescente próxima das estradas poderia atingir o risco máximo de desmatamento.

A segunda limitação foi a consideração apenas das estradas informais abertas até o momento. No longo prazo, os próprios ocupantes tenderiam a abrir outras estradas, especialmente em situação sem controle. Inexiste um modelo para modelar exatamente onde estas estradas seriam abertas. O mapa de custo de transporte de madeira usado na modelagem ajuda a reduzir a incerteza, pois mostra onde estariam as zonas de custos mais baratos inclusive em terrenos onde ainda inexistem estradas. Porém, este mapa não materializa a abertura de estradas que tornariam as áreas de menor custo ainda mais propensas ao desmatamento. O fato de que o risco de desmatamento tenderia a ser mais espalhado implica que as Áreas Protegidas propostas, que estão mais distantes das áreas já ocupadas, seriam ainda mais importantes para mitigá-lo. Além disso, reforça a recomendação de que o controle deve ser em escala regional.



8. REFERÊNCIAS

Alencastro, C. Somente 21% dos núcleos rurais da reforma agrária têm licença ambiental. O Globo. Disponível em: <<http://glo.bo/hxoCXF>>. Acesso em: 10 jan. 2011.

Andersen, L. 1996. The causes of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Environment & Development* 5 (3): 309-328.

Arima, E.; Simmons, C. S.; Walker, R. & Cochrane, M. 2007. Fire in the Brazilian Amazon: A spatially explicit model for policy impact analysis. *Journal of Regional Science* 47 (3): 541-567.

Barreto, P. & Mesquita, M. 2009. Como prevenir e punir infrações ambientais em áreas protegidas na Amazônia? Belém: Imazon.

Barreto, P.; Pereira, R. & Arima, E. 2008. *A pecuária e o desmatamento na Amazônia na era das mudanças climáticas*. Belém: Imazon.

Barreto, P. & Daniel, S. 2009. Os desafios para uma pecuária mais sustentável na Amazônia. *O Estado da Amazônia* 14, Belém:Imazon, 4 p.

Barreto, P.; Arima, E. & Salomão, R. 2009. Qual o efeito das novas políticas contra o desmatamento na Amazônia?" Disponível em: <http://www.imazon.org.br/novo2008/arquivosdb/164523desmatamento_resultados_preliminares.pdf> Acesso em 5 jun. 2010.

Barreto, P & Silva, D. Imazon. 2010. *Will cattle ranching continue to drive deforestation in the Brazilian Amazon?* In: International Conference: Environment and Natural Resources Management in Developing and Transition Economies, 18 e 19 novembro 2010, Clermont-Ferrand, França. 23 p.

Becker, B. Amazônia. 1990. Série Princípios. São Paulo: Ática.

Becker, B.; DO Nascimento, J. A. S.; Couto, R. C. S. 1996. Padrões de desenvolvimento, hidrelétricas e reordenação do território na Amazônia. In: Magalhães, S.; Britto, R.; Castro, E. Energia na Amazônia. Volume I. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p 787.

Biery-Hamilton, G. M. 1996. The differential impacts of development upon an urban population on the Tucuruí reservoir, Pará, Brazil. In: Magalhães, S.; Britto, R.; Castro, E. Energia na Amazônia. Volume I. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p 361.

Brandão Jr., A. & Souza Jr., C. 2006. Mapping unofficial roads with Landsat images: a new tool to improve the monitoring of the Brazilian Amazon rainforest. *International Journal of Remote Sensing*, 27(1)177-189.

Brasil. 2007. Decreto 6.321/2007. Dispõe sobre ações relativas à prevenção, monitoramento e controle de desmatamento no Bioma Amazônia, bem como altera e acresce dispositivos ao Decreto 3.179, de 21 de setembro de 1999, que dispõe sobre a especificação das sanções aplicáveis às condutas.... Brasília: Diário Oficial da União.

Brasil. 2008. Decreto 6.514/2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações e dá outras providências. Brasília.

Brasil/Pará. 2010. Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Xingu. Região de Integração Xingu. Versão de Trabalho (Agosto/2010).

Chomitz, K. M. & S. Thomas. S. T. 2001. Geographic patterns of land use and land intensity in the Brazilian Amazon. *Policy Research Working Paper 2687*. The World Bank. Development Research Group. Disponível em: <http://www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2001/11/06/000094946_01101904382119/Rendered/PDF/multi0page.pdf> Acesso em: 5 jan. 2011.

Clark Labs. 2009. IDRISI Focus Paper: The land change modeler for ecological sustainability. Clark Labs. Disponível em: <<http://www.clarklabs.org/applications/upload/Land-Change-Modeler-IDRISI-Focus-Paper.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2011.

Draper, N. R. & Smith, H. 1998. *Applied Regression Analysis* (Wiley Series in Probability and Statistics).

Eletronorte. s/d. Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Disponível em: <<http://www.eln.gov.br/opencms/opencms/pilares/geracao/estados/para/>> Acesso em: 15 fev. 2011.

Fearnside, P. 2002. Impactos sociais da hidrelétrica de Tucuruí. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA. Disponível em: <http://philip.inpa.gov.br/publ_livres/mss%20and%20in%20press/tuc-soc-por-inpa.pdf> Acesso em: 10 jan. 2011.

Feitosa, N. 2011. Operação Harpia multa fazendas em R\$ 155 milhões por quebra de embargo no sul e sudeste do Pará. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/archives/14441>> Acesso em: 11 fev. 2011.

Greenpeace. s/d. Assentamentos de papel, madeira de lei. Disponível em: <http://www.greenpeace.org/raw/content/brasil/documentos/amazonia/greenpeacebr_070821_amazonia_relatorio_assentamentos_incra_port_v2.pdf> Disponível em: 8 fev. 2011.



Greenpeace. 2009. Slaughtering the Amazon - Summary. Amsterdam: Greenpeace International.
Ibama. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2010. Parecer nº 06/2010.COVID/CGENE/DILIC/IBAMA.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 27 dez. 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Pesquisa Agrícola Municipal. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acervo2.asp?e=v&p=PA&z=t&o=11>>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?z=t&o=23&i=P> Acesso em: 6 jan. 2010.

Inpe. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2008. Projeto de Monitoramento Florestal da Amazônia por Satélite - Prodes. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/prodes/>> Acesso em: 18 dez. 2010.

Inpe. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 2009. Estimativas Anuais desde 1988 até 2009. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm> Acesso em: 5 jul. 2010.

Leão, L. 2007. Decreto Presidencial reforça ações de controle do desmatamento. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=ascom.noticiaMMA&codigo=3825>> Acesso em: 1 nov. 2010.

Leme, Engenharia Ltda. 2009. Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte - Estudo de Impacto Ambiental (EIA).

Margulis, S. 2003. Causas do desmatamento na Amazônia brasileira. Brasília: Banco Mundial.

Mas, J. F. & Flores, J. J. 2008. The application of artificial neural networks to the analysis of remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*. 29 (3): 617-663.

MPF. Ministério Público Federal. 2007. Inquérito Civil Público nº 1.23.002.000185/2007-76/PRM/STM/MPF. Procuradorias da República nos Municípios de Santarém e Altamira/PA. Disponível em: <<http://www.prpa.mpf.gov.br/news/2007/acao%20incra%20sectam.pdf>> Acesso em: 8 fev. 2011.

MPF. Ministério Público Federal no Pará. 2011. Governo paraense assina acordo para controlar desmatamento. Assessoria de Comunicação. Disponível em: <<http://www.prpa.mpf.gov.br/news/2011/governo-paraense-assina-acordo-para-controlar-desmatamento>> Acesso em: 4 fev. 2011.

Najberg, S. & Ikeda, M. 1999. Modelo de geração de emprego: metodologia e resultados. Texto para discussão nº 72. Rio de Janeiro: BNDES.

Nesa (Norte Energia, S. A.) 2010. Projeto Básico Ambiental das Instalações Iniciais do Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) Belo Monte.

Pontius Jr., R. G. & Schneider, L. C. 2001. Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture Ecosystems and Environment*, (85): 239-248.

Pontius Jr., R. G. & Batchu, K. 2003. Using the relative operating characteristic to quantify certainty in prediction of location of land cover change in India. *Transaction in GIS*. 7(4): 467-484.

Pontius Jr., R. G. & Pacheco, P. 2004. Calibration and validation of a model of forest disturbance in the Western Ghats, Índia 1920-1990. *GeoJournal*. 61, 325-334.

Prates, Rodolfo Coelho. 2008. O desmatamento desigual na Amazônia brasileira: sua evolução, suas causas e suas consequências sobre o bem-estar. *Tese de Doutorado*. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 135 p.

Prefeitura de Paragominas. s/d. Relatório de ações para cumprimento dos critérios para exclusão da lista dos municípios que mais desmatam na Amazônia.

SFB. Serviço Florestal Brasileiro. 2009. Nota Técnica nº 30/2009. Brasília: SFB.

SFB Serviço Florestal Brasileiro. 2010. Nota Técnica 6/2010/GEMAF/SFB/MMA. Brasília: SFB.

Silva, J. H. G. 2009. Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: an empirical analysis. *Tese de Mestrado*. Friburgo, Alemanha: University of Friburgh. 46 p.

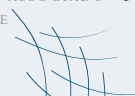
Soares-Filho *et al.*, 2010. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. *PNAS*. Disponível em: <www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.0913048107> Acesso em: 26 mai. 2010.

Souza Jr. C.; Brandão Jr. A. & Lentini, M. 2010. The feasibility of logging in the Pará Calha Norte region of the Brazilian Amazon. In: P. Eredics. *ESRI Mapping Forestry Book*.

Stone, S. W. 1998. Using a geographic information system for applied policy analysis: the case of logging in the eastern Amazon. *Ecological Economics*, 27 (1): 43-61.

TRMM. Tropical Rainfall Measuring Mission. 2010. Disponível em: <<http://trmm.gsfc.nasa.gov/>> Acesso em: 18 dez. 2010.

Wood, C. H.; Walker, R. & Fabiano Toni. 2001. Os efeitos da posse de título da terra sobre o uso do solo e investimentos entre pequenos agricultores na Amazônia brasileira. *Cadernos de Ciência & Tecnologia* 18 (2): 95-111.



ANEXOS

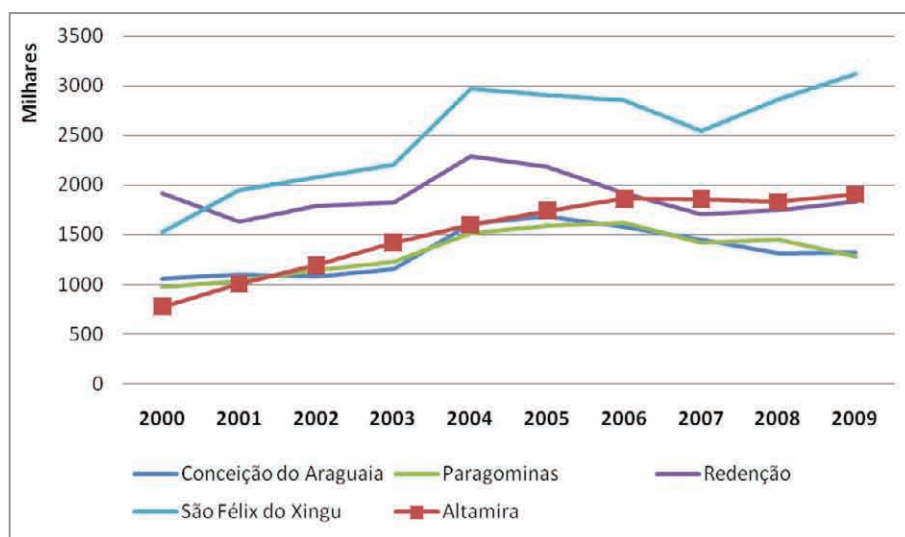
• ANEXO 1

AGROPECUÁRIA NA MICRORREGIÃO DE ALTAMIRA

A expansão da área desmatada na região de Altamira tem sido em grande parte para a criação de gado como no restante da Amazônia. Entre 2005 e 2006 o rebanho mais do que dobrou e se manteve estável até 2009 (GRÁFICO 1).

GRÁFICO 1

Microrregiões do Pará com os cinco maiores rebanhos do Estado



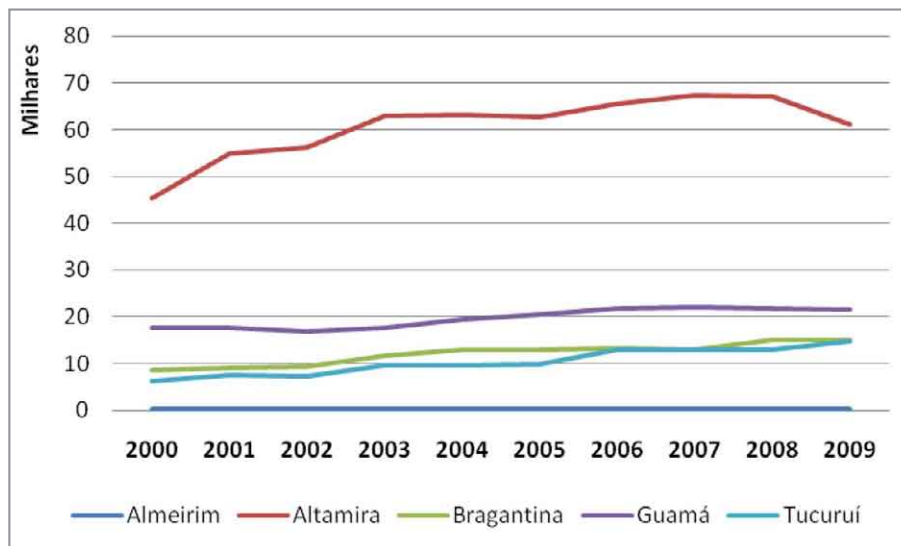
Fonte: Elaborado pelos autores com dados da Pesquisa Pecuária Municipal – IBGE.

As culturas perenes também cresceram expressivamente na microrregião de Altamira (GRÁFICO 2), que lidera o total de área plantada com essas culturas no Pará. Banana e Cacaú correspondem a 77% da área plantada com cultura permanente. Por outro lado, a área plantada com cultura temporária caiu quase pela metade entre 2000-2009 (GRÁFICO 3).



GRÁFICO 2

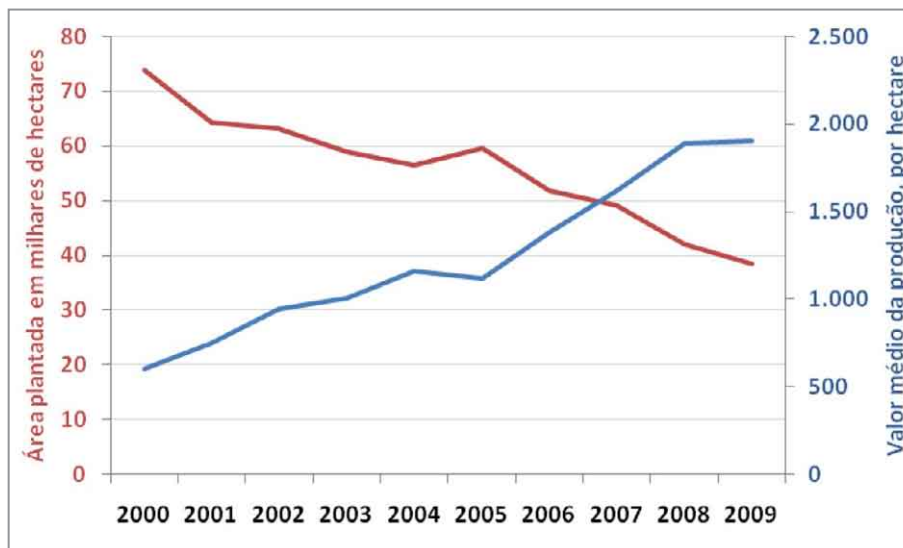
Área plantada com culturas perenes nas microrregiões do Estado do Pará



Fonte: Elaborado pelos autores com dados da Pesquisa Agrícola Municipal – IBGE.

GRÁFICO 3

Área plantada em hectares e valor médio da produção por hectare plantado com cultura temporária, na microrregião de Altamira



Fonte: Elaborado pelos autores com dados da Pesquisa Agrícola Municipal – IBGE.



• ANEXO 2

CÁLCULO DA TAXA ANUAL DE DESMATAMENTO

Calculou-se a taxa anual de desmatamento nos municípios da microrregião de Altamira com base nos dados do projeto Prodes do Inpe. O ano base do monitoramento do desmatamento do Prodes é 1997, com o subsequente incremento de desmatamento ocorrido entre 1997 e 2000, e os incrementos anuais ocorridos entre 2000 e 2009. Anualmente, o Inpe monitora dois tipos de incremento de desmatamento. O primeiro tipo é o incremento de desmatamento identificado na imagem de satélite no determinado ano e refere-se à taxa real do desmatamento mapeado pelo Prodes (km² por ano). O segundo tipo é o incremento de desmatamento mapeado na imagem de satélite do determinado ano, mas identificado como nuvem em anos anteriores.

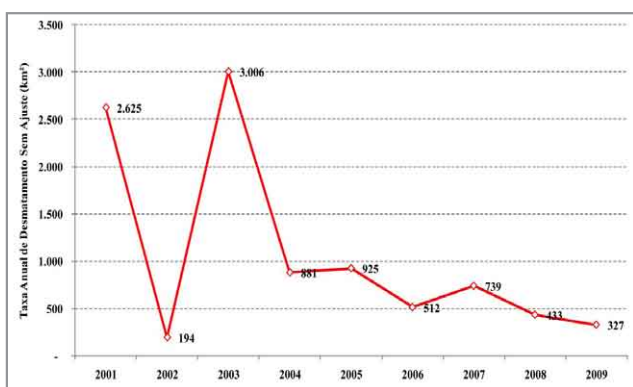
Para estimar a taxa anual de desmatamento ajustou-se o incremento de desmatamento

tipo 2 conforme o número de anos sobre nuvem. Por exemplo, supondo que 30 km² foram mapeados em 2003, mas identificado como nuvem em 2002 e 2001, o incremento de desmatamento estimado foi igual a 10 km² (30 dividido por 3). Este tipo de ajuste foi realizado para cada ano de incremento de desmatamento. O resultado desta operação foi adicionado ao incremento de desmatamento tipo 1, gerando a taxa anual de desmatamento. O GRÁFICO 1 mostra a taxa anual de desmatamento sem a correção da presença de nuvens (A) e com o ajuste (B). Fica evidente que a variação extrema entre 2001 e 2003 parece anormal justamente porque em 2001 e 2003 houve uma porção significativa da estimativa que incluía desmatamentos que não foram identificados nos anos anteriores por causa da cobertura de nuvens.

GRÁFICO 1

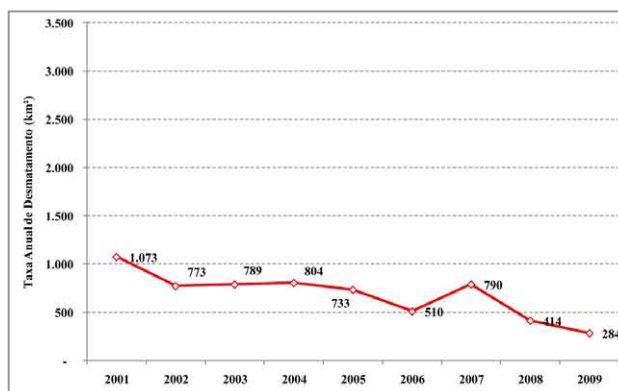
Taxa anual de desmatamento sem ajuste (A) e com ajuste (B).

(A)



Fonte: Inpe (2010).

(B)



Fonte: Calculada pelos autores.



• ANEXO 3

PROJEÇÃO DE POPULAÇÃO SEGUNDO O EIA

O EIA estima a projeção de população a migrar em função do número de empregos criados segundo o modelo de geração de emprego proposto por Najberg & Ikeda (1999). A projeção considera que uma parcela dos profissionais contratados para empregos diretos se deslocará com as respectivas famílias de acordo com a categoria profissional (TABELA 1) e considerando a média de 4 pessoas por família. Para empregos indiretos mais empregos gerados por efeito renda (TABELA 2), a média é de 4,24 pessoas atraídas para a região por emprego. As TABELAS 3 e 4 apresentam a distribuição anual da população total que seria atraída no cenário de imigração alta e o total da imigração atenuada.

TABELA 1

Número de empregos diretos com a obra e percentual a migrar com a família – em média, 4 pessoas por família

Ano/Nível funcional [1]	N1	N2	N3	N4	N5	N6	Total
Ano 1	2.095	2.946	753	524	144	85	6.547
Ano 2	4.934	6.939	1.773	1.234	339	200	15.419
Ano 3	5.983	8.414	2.150	1.496	411	243	18.697
Ano 4	5.552	7.807	1.995	1.388	382	226	17.350
Ano 5	4.968	6.986	1.785	1.242	342	202	15.525
Ano 6	1.693	2.381	608	423	116	69	5.290
Ano 7	564	793	203	141	39	23	1.763
Ano 8	491	690	176	123	34	20	1.534
Ano 9	440	619	158	110	30	18	1.375
Ano 10	339	477	122	85	23	14	1.060
A deslocar-se com a família	35%	50%	65%	80%	95%	100%	-

Fonte: EIA – Vol.4, página 309; Vol. 29, página 78.

TABELA 2

Empregos indiretos e gerados por efeito renda

Ano/ Empregos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indiretos (previstos pelo modelo)	3.369	9.857	14.644	17.014	16.915	9.102	1.453	1.145	964	866	675
Efeito renda	1.823	4.940	8.029	7.509	5.184	3.768	9.795	8.084	4.881	2.423	2.706

Fonte: EIA – vol. 29, página 75.



TABELA 3**População atraída para a região em função da UHE Belo Monte**

Ano	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
População atraída pelo projeto	15.520	56.952	95.133	95.888	80.546	67.659	56.833	47.740	40.101	33.685	32.001

Fonte: EIA – vol. 29, página 79.

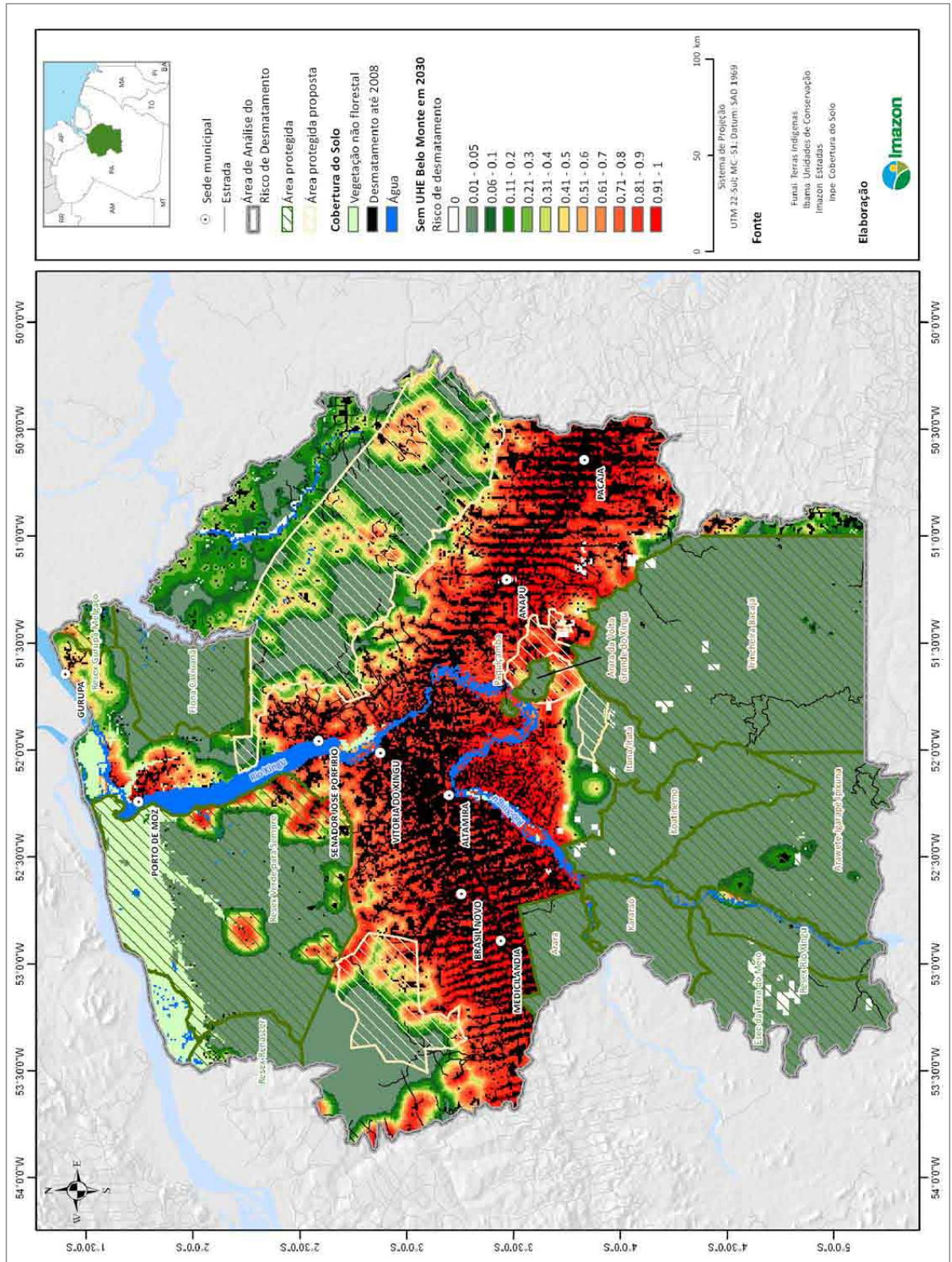
TABELA 4**Projeção de população atraída segundo estudo complementar do empreendedor**

Municípios	População atraída
Altamira	26.200
Vitória do Xingu	36.500
Senador José Porfírio	3.020
Anapu	4.430
Brasil Novo	3.850
Total	74.000

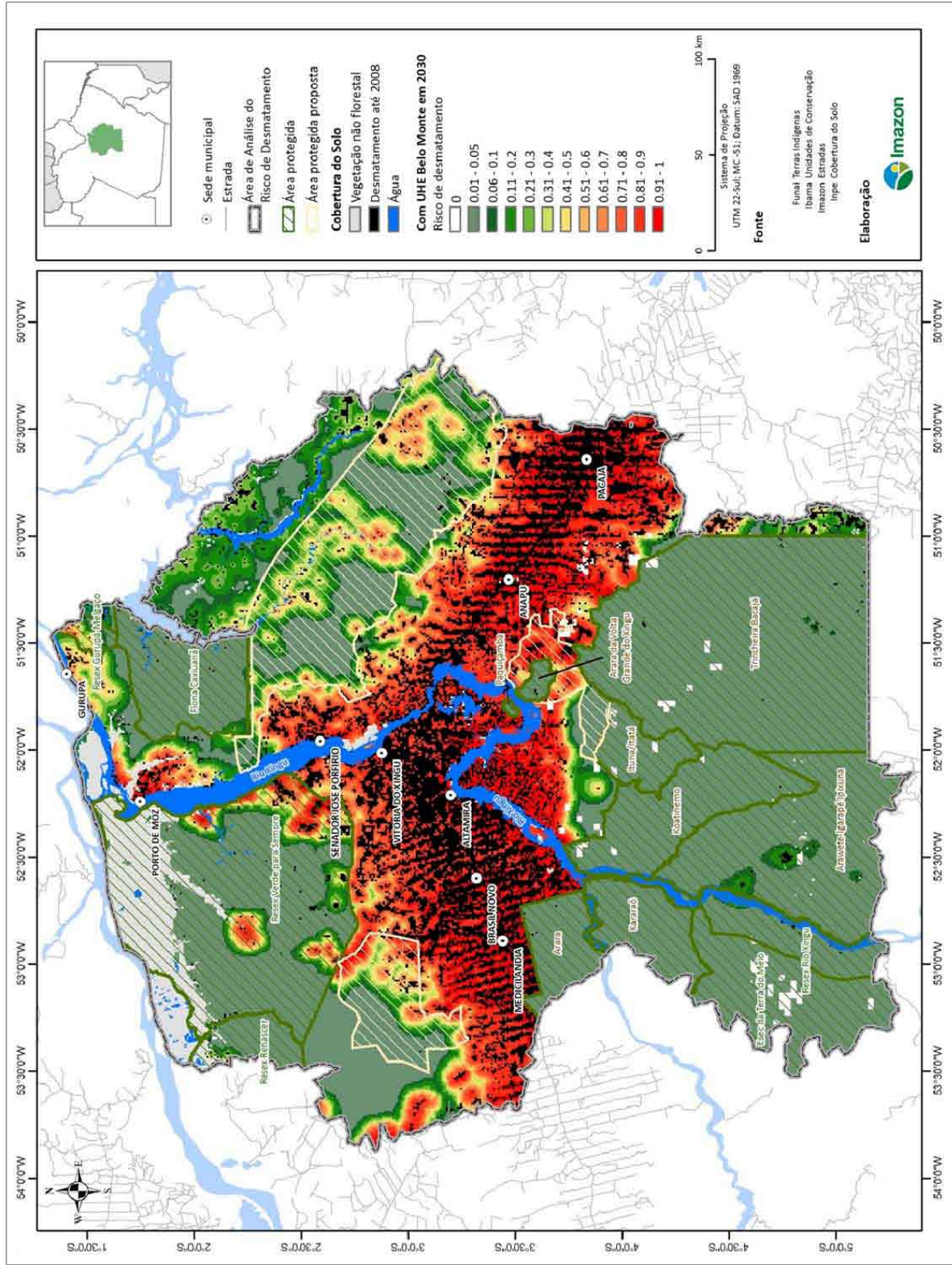
Fonte: Estudo de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte (2009).

• ANEXO 4

RISCO DE DESMATAMENTO ATÉ 2030 SEM A UHE BELO MONTE E COM TENDÊNCIA DE DESMATAMENTO BAIXO (2006-2009)

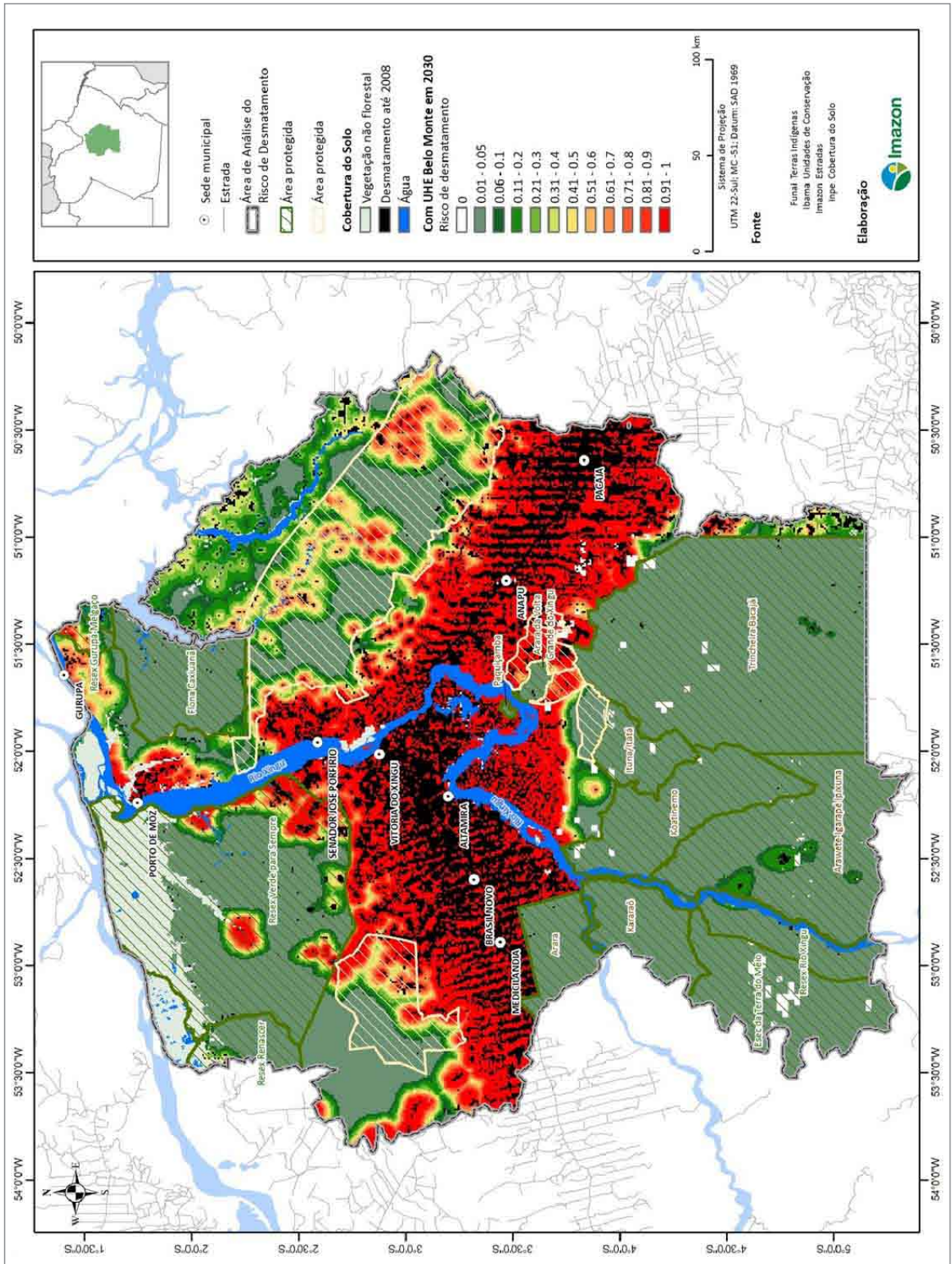


RISCO DE DESMATAMENTO ATÉ 2030 COM A UHE BELO MONTE, IMIGRAÇÃO ALTA E TENDÊNCIA DE DESMATAMENTO ALTO (2000-2005) SEM NOVAS ÁREAS PROTEGIDAS

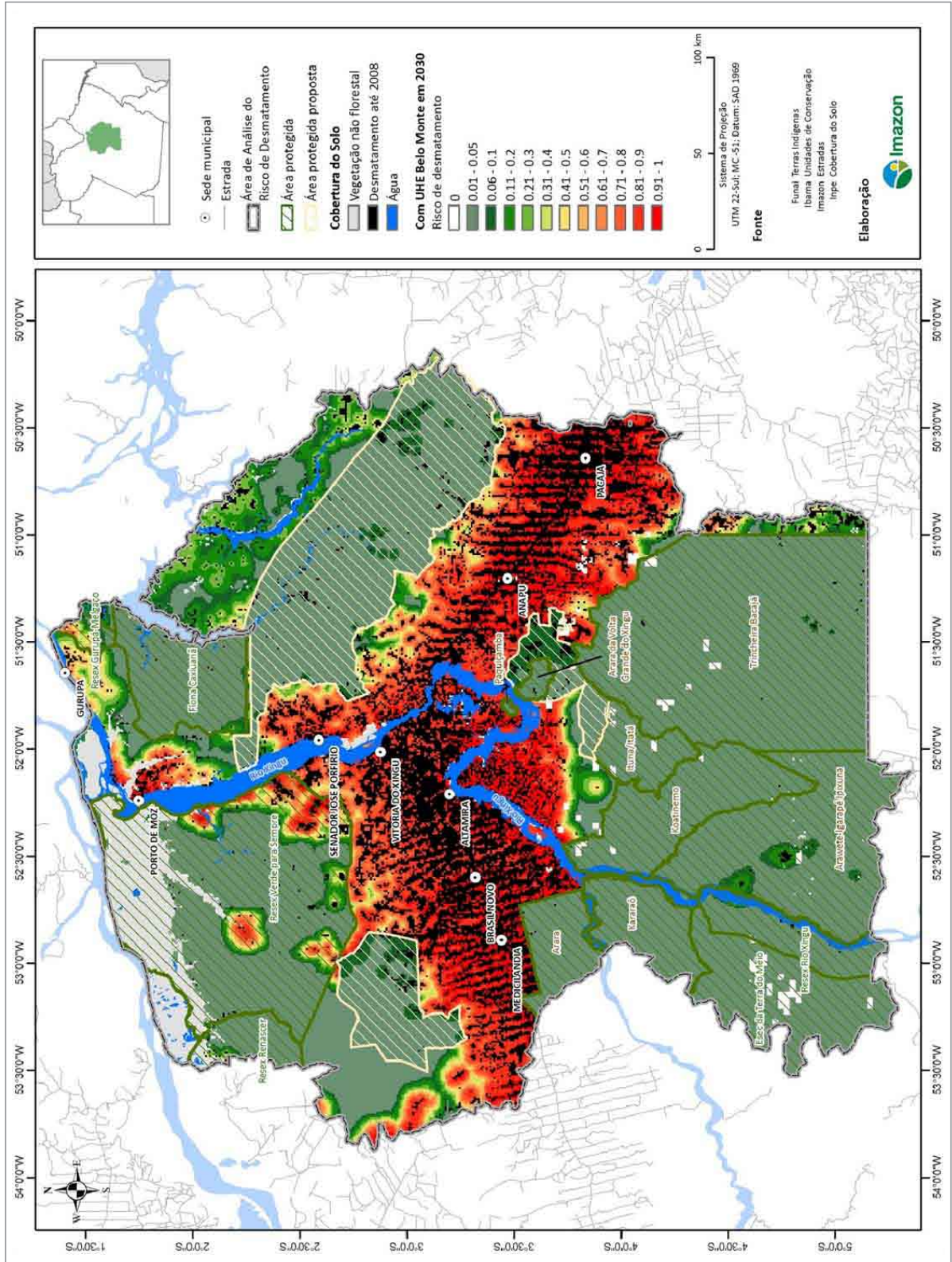


• ANEXO 6

RISCO DE DESMATAMENTO ATÉ 2030 COM A UHE BELO MONTE, IMIGRAÇÃO ALTA E TENDÊNCIA DE DESMATAMENTO BAIXO (2006-2009) SEM NOVAS ÁREAS PROTEGIDAS



RISCO DE DESMATAMENTO ATÉ 2030 COM A UHE BELO MONTE, IMIGRAÇÃO ALTA E TENDÊNCIA DE DESMATAMENTO BAIXO (2006-2009) COM NOVAS ÁREAS PROTEGIDAS





ISBN 978-85-86212-38-3

9 788586 212383