

## SUMÁRIO

7.8.2.2	Unidades de paisagem: Grau de Fragmentação e Isolamento de Remanescentes Florestais.....	61
7.8.2.2.1	Contextualização.....	61
7.8.2.2.2	Procedimentos Adotados .....	64
7.8.2.2.3	Resultados e Discussão.....	70
7.8.2.2.4	Conclusões.....	116
7.8.2.2.5	Bibliografia.....	116

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 7.8.2.2- 1	- Localização da AID do AHE Belo Monte. ....	65
FIGURA 7.8.2.2- 2	- Classes de uso e desflorestamento da Amazônia Legal brasileira. ....	67
FIGURA 7.8.2.2- 3	- Interface gráfica do programa V LATE mostrando as principais métricas de paisagem usadas neste estudo.....	69
FIGURA 7.8.2.2- 4	- Desflorestamento observado na AID do AHE Belo Monte em relação à margem do rio Xingu.....	73
FIGURA 7.8.2.2- 5	- Distribuição espacial da evolução do desflorestamento entre 2000 e 2006 na margem esquerda e direita do rio Xingu, AID do AHE Belo Monte. ....	75
FIGURA 7.8.2.2- 6	- Áreas de isolamento na Área de Influência Direta do AHE de Belo Monte em relação as estradas, ramais, canal de derivação, reservatório dos canais e margem do rio Xingu. ....	77
FIGURA 7.8.2.2- 7	- Distribuição dos fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu em relação às classes de tamanho. ....	79
FIGURA 7.8.2.2- 8	- Distribuição dos fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu em relação às classes de distância ao vizinho mais próximo. ....	82
FIGURA 7.8.2.2- 9	- Fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu divididos em relação ao índice de forma. ....	84
FIGURA 7.8.2.2- 10	- Fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu divididos em relação ao índice de forma. ....	86
FIGURA 7.8.2.2- 11	- Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A1 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.....	88
FIGURA 7.8.2.2- 12	- Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A1 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.....	90
FIGURA 7.8.2.2- 13	- Rodovia Transamazônica entre as cidades de Altamira e Belo Monte na AID do AHE Belo Monte, mostrando o elevado grau de antropização da mata ciliar. Um importante elemento para a conectividade dos fragmentos florestais. .	92
FIGURA 7.8.2.2- 14	- Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A3 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.....	93
FIGURA 7.8.2.2- 15	- Imagem de satélite de 2008 mostrando um fragmento florestal localizado na Área A3 próximo a cidade de Altamira que poderia ser transformado em um Parque Municipal. ....	95
FIGURA 7.8.2.2- 16	- Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A4 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.....	96

FIGURA 7.8.2.2- 17 – Imagem de satélite mostrado dos fragmentos florestais da Área A4 que poderiam ser conectados através da mata ciliar dos igarapés, o que permitiria o aumento do fluxo gênico entre fragmentos florestais isolados.....	98
FIGURA 7.8.2.2- 18 – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A5 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.....	99
FIGURA 7.8.2.2- 19 – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A6 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.....	101
FIGURA 7.8.2.2- 20 – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A7 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.....	103
FIGURA 7.8.2.2- 21 – Localização dos fragmentos florestais situados na margem direita do rio Xingu na AID do AHE Belo Monte.....	106
FIGURA 7.8.2.2- 22 – Localização dos fragmentos florestais situados na margem direita do rio Xingu na AID e na AII do AHE Belo Monte.....	108
FIGURA 7.8.2.2- 23 – Sobreposição dos fragmentos florestais na AII e AID do AHE Belo Monte na margem direita do rio Xingu em relação aos assentamentos do INCRA ao longo da rodovia Transassurini até a vila do garimpo da Ressaca na Volta Grande rio Xingu.....	110
FIGURA 7.8.2.2- 24 – Sobreposição dos fragmentos florestais na AII e AID do AHE Belo Monte na margem direita do rio Xingu em relação à Terra Indígena Arara Volta Grande incluída na AID e o polígono do ITERPA Gleba Bacajá.....	112
FIGURA 7.8.2.2- 25 – Áreas protegidas na AII e AID do AHE Belo Monte.....	115

### **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 7.8.2.2- 1 - Relação do desflorestamento e floresta remanescente na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Belo Monte entre os anos de 1997 e 2006.....	71
GRÁFICO 7.8.2.2- 2 – Proporção do desflorestamento nas Áreas de Influência Direta (AID) e na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Belo Monte entre os anos de 1997 e 2006.....	72
GRÁFICO 7.8.2.2- 3 - Evolução do desflorestamento entre 2000 e 2006 na margem esquerda e direita do rio Xingu na Área de Influência Direta (AID) Belo Monte.....	74
GRÁFICO 7.8.2.2- 4 – Número e proporção total de fragmentos da margem esquerda do rio Xingu na Área de Influência Direta (AID) do AHE Belo Monte, divididos em 5 classes crescentes de tamanho.....	80
GRÁFICO 7.8.2.2- 5 - Proporção da área desflorestada em relação à distância de 50 km de cada lado da rodovia na área de influência direta da BR 230 entre as cidades de Rurópolis e Palestina do Pará. FALTA FONTE.....	109

### **LISTA DE QUADROS**

QUADRO 7.8.2.2- 1 Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A1 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.....	89
QUADRO 7.8.2.2- 2 Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A2 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.....	91

QUADRO 7.8.2.2- 3 Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A3 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais. ....	94
QUADRO 7.8.2.2- 4 Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A4 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais. ....	97
QUADRO 7.8.2.2- 5 Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A5 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais. ....	100
QUADRO 7.8.2.2- 6 Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A6 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais. ....	102
QUADRO 7.8.2.2- 7 Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A7 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais. ....	104

### **LISTA DE TABELAS**

TABELA 7.8.2.2- 1 Área total de proporção de área desflorestada e com floresta na AII do AHE Belo Monte entre os anos de 1997 e 2006. ....	70
TABELA 7.8.2.2- 2 Nome da área protegida, classe e categoria de manejo, localização, área total, área e proporção de área incluída na AII do AHE Belo Monte. ....	114

## 7.8.2.2 Unidades de paisagem: Grau de Fragmentação e Isolamento de Remanescentes Florestais

### 7.8.2.2.1 Contextualização

A Amazônia brasileira tem se tornado uma das regiões com as maiores taxas de desmatamento na região tropical (INPE, 2006) em consequência de um processo histórico de ocupação associado às atividades socioeconômicas, alterando assim a dinâmica dos processos biológicos (LAURANCE, 2008).

Entre as atividades socioeconômicas da região Amazônica que têm contribuído significativamente com o desmatamento favorecendo o processo de fragmentação da paisagem destaca-se: a expansão da fronteira agrícola, pecuária, extração madeireira (BIERREGAARD *et al.*, 1992; NEPSTAD, 2000; LAURANCE *et al.*, 2002; ALENCAR *et al.*, 2004), obras de infra-estrutura tais como: asfaltamento de rodovias, construção de estradas, linhas de transmissão, construção de hidrelétricas e outros projetos que visam o desenvolvimento regional (FEARNSIDE, 2005; FERREIRA *et al.*, 2005).

Muitos estudos têm afirmado que os fragmentos resultantes do processo de fragmentação da floresta Amazônica são afetados direta e indiretamente por processos relacionados à modificação da paisagem, tais como o efeito da distância entre os fragmentos, o tamanho e a forma do fragmento, o tipo de matriz circundante e o efeito de borda (BIERREGAARD *et al.*, 1992; METZGER 1997; 1999; GASCON *et al.*, 1999; COLLI, 2003; FAHRIG, 2003; SCARIOT *et al.*, 2003).

Desta forma, a fragmentação deve ser entendida mediante análise de processos espaciais, pois a modificação da estrutura da paisagem é relevante por atuar na dinâmica das populações causando riscos de imigração e extinção (SOULÉ *et al.* 1992; TAYLOR, 1993; METZGER, 1999).

Um dos principais processos associados à fragmentação é denominado “efeito de borda”, cujas bordas se formam no fragmento florestal remanescente e o habitat dominante ao redor do mesmo, promovendo profundas mudanças na estrutura da vegetação e na dinâmica biológica (METZGER, 1997).

Entre as principais modificações nas bordas destacam-se: mudanças na intensidade de radiação solar, umidade e temperatura do ar e do solo, velocidade do vento e o fluxo de água no ar (KAPOS, 1989; WILLIAMS-LINERA, 1990; BENITEZ-MALVIDO & MARINEZ-RAMOS, 2003; LAURANCE *et al.*, 2002) que causam profundos impactos às comunidades de plantas e animais residentes no fragmento (KAPOS, 1989; MURCIA, 1995).

O efeito de borda em um fragmento florestal é resultado de dois fatores: o tamanho e a forma geométrica do fragmento. Diversos autores têm demonstrado que existe uma relação direta entre o tamanho do fragmento e sua capacidade de manter certas populações de determinadas espécies (TOCHER *et al.*, 1997; SCARIOT, 1998; VIANA & PINHEIRO, 1998; METZGER, 1999; LAURANCE *et al.*, 2002).

A forma geométrica do fragmento pode também influenciar as comunidades naturais. O fator forma é a relação perímetro/área, que é utilizado para estimar a proporção do fragmento que é submetido aos efeitos de bordas (METZGER, 1999), quanto menor for esta relação, menor



será a borda. Fragmentos florestais mais próximos ao formato circular têm essa razão minimizada enquanto que os de formato mais irregular têm maior proporção de borda (MURCIA, 1995; VIANA & PINHEIRO, 1998; SCARIOT, 1998).

Outro parâmetro importante na fragmentação é o grau de isolamento dos fragmentos que pode afetar significativamente de forma negativa a riqueza e composição das comunidades (VIANA & PINHEIRO, 1998; SCARIOT, 1998), uma vez que grandes distâncias entre fragmentos podem diminuir ou até mesmo interromper o fluxo gênico entre as populações, com conseqüente perda de variabilidade genética em médio e longo prazos (FUTUYMA, 1992).

Além do grau de isolamento, deve-se levar em consideração o tipo de matriz circundante, que é importante para os deslocamentos dos indivíduos, influenciando os processos de extinção das populações (METZGER, 1999; COLLI *et al.*, 2003).

As habilidades das espécies para o uso da matriz são muito variáveis e a abundância de aves, mamíferos e anfíbios pode estar associada a uma maior permeabilidade da matriz, fato observado na Amazônia Central por GASCON *et al* (1999).

Apesar dos inúmeros trabalhos realizados na região tropical sobre a fragmentação, a maioria desses estudos está associada ao processo de isolamento de fragmentos florestais em regiões terrestres, resultantes da conversão da cobertura florestal em pastagem, áreas agrícolas ou outras áreas alteradas pela ação humana. Tanto o processo de fragmentação e isolamento quanto às conseqüências ecológicas provocadas pela implantação de grandes empreendimentos, como por exemplo, a formação de reservatórios de usinas hidrelétricas ainda é pouco estudado na Amazônia (LIMA, 2006).

Nas últimas décadas muitos estudos têm sido realizados na Amazônia, procurando compreender a ligação entre as modificações físico-biológicas resultantes da fragmentação e seus efeitos nas comunidades naturais (LAURANCE, 2008).

A maior parte das informações existentes na literatura sobre fragmentação na Amazônia foi obtida no “Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais” (PDBFF), realizado no estado do Amazonas desde 1979.

O projeto tem gerado vários estudos com diferentes grupos, incluindo plantas, insetos, anfíbios, aves e mamíferos (KLEIN, 1989; TOCHER *et al.*, 1997; LAURANCE *et al*, 1998; GASCON *et al.*, 1999).

O PDBFF surgiu da necessidade em se determinar qual o tamanho mínimo de uma área fragmentada que isolada poderia manter os padrões físico-biológicos da floresta Amazônica. Este programa embasou-se no modelo da teoria de Biogeografia de Ilhas, desenvolvida tendo como subsídios as observações de processos de colonização e extinção de espécies que ocorriam em ilhas oceânicas (MACARTHUR & WILSON, 1967).

Desta forma, foram criados diversos fragmentos florestais de diferentes tamanhos 1, 10 e 100 hectares a fim de comparar os efeitos da fragmentação e isolamento das variáveis físico-biológicas em relação à floresta contínua.

Após alguns anos, os resultados obtidos deste projeto demonstraram que fragmentos isolados

não se comportavam como ilhas oceânicas. Tinham intensa interação com a matriz circundante, que no início era pastagem e depois passou a ser vegetação secundária em diferentes estágios de sucessão, resultando em uma dinâmica entre o fragmento e a matriz, um processo não previsto na teoria de Biogeografia de Ilhas.

As conseqüências ecológicas do efeito de fragmentação e o isolamento de fragmentos florestais em reservatórios de grandes hidrelétricas (PAVAN, 2002; WU *et al.*, 2003) e o nível de impacto da formação de reservatórios em vegetações sujeitas à flutuação cíclica dos rios da Amazônia ainda são pouco conhecidos.

A Área de Influência Direta do AHE Belo Monte está inserida numa região com diversidade de ambientes, tipos de vegetação e unidades de paisagem.

A região sofreu e vem sofrendo alterações na cobertura florestal original, com a alteração pela ação antrópica mais preponderante na região da rodovia Transamazônica (BR-230) e seus travessões, cuja ocupação humana tem sido intensamente induzida por projetos de colonização agrária nos últimos 30 anos. Isto resultou na conversão da cobertura vegetal original para diversos tipos de usos da terra, entre os quais agricultura familiar de ciclo curto, pastagens para pecuária bovina e culturas perenes como cacau e pimenta-do-reino, cuja paisagem modificada é formada por centenas de fragmentos florestais circundados por diferentes formas de uso do solo.

Do ponto de vista ecológico, os fragmentos florestais da região de estudo podem ser considerados como ilhas de biodiversidade, já que representam os únicos lugares onde se pode, ainda, buscar as informações biológicas necessárias para a restauração da paisagem fragmentada e a conservação desse ecossistema localmente ameaçado.

Atualmente, o elevado grau de fragmentação e isolamento dos fragmentos da Área de Influência Direta do AHE Belo Monte, na margem esquerda do Rio Xingu, provavelmente podem não ter condições naturais para manter populações mínimas viáveis para muitas espécies vegetais e animais. Portanto, dentro em uma expectativa de longo prazo, é possível desenvolver e adaptar técnicas de restauração de paisagens fragmentadas que possibilitem o fluxo gênico entre populações isoladas, propiciando a manutenção de alguns processos ecológicos locais.

No entanto, estudos em nível de paisagem são bastante indicados e mais rápidos para a indicação de áreas prioritárias para conservação, e em nível de fragmentos, para o inventário e avaliação de sua situação atual (vulnerabilidade, proteção legal, estágio de sucessão vegetal, representatividade, etc.), HERRMANN *et al.* 2005.

Este capítulo apresenta a avaliação da perda da cobertura florestal na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Belo Monte no período de 1997 a 2006 e também caracteriza os fragmentos florestais da Área de Influência Direta do AHE Belo Monte. A caracterização enfocará o tamanho, o grau de isolamento e a forma dos fragmentos com vistas a determinar locais prováveis para soltura de animais, criação de corredores ecológicos e proposição de novas unidades de conservação, no escopo dos Programas Ambientais do empreendimento.

#### 7.8.2.2.2 Procedimentos Adotados

Para análise dos fragmentos o estudo enfocou a Área de Influência Direta AHE Belo Monte, com cerca de 390 mil hectares em sua porção terrestre e 68 mil hectares em sua porção aquática (**FIGURA 7.8.2.2- 1**). Porém, para algumas considerações específicas quanto a dinâmica de uso e ocupação do solo, face à diferença do grau de fragmentação em ambas as margens do rio Xingu, também foi considerada nesta análise a AII.

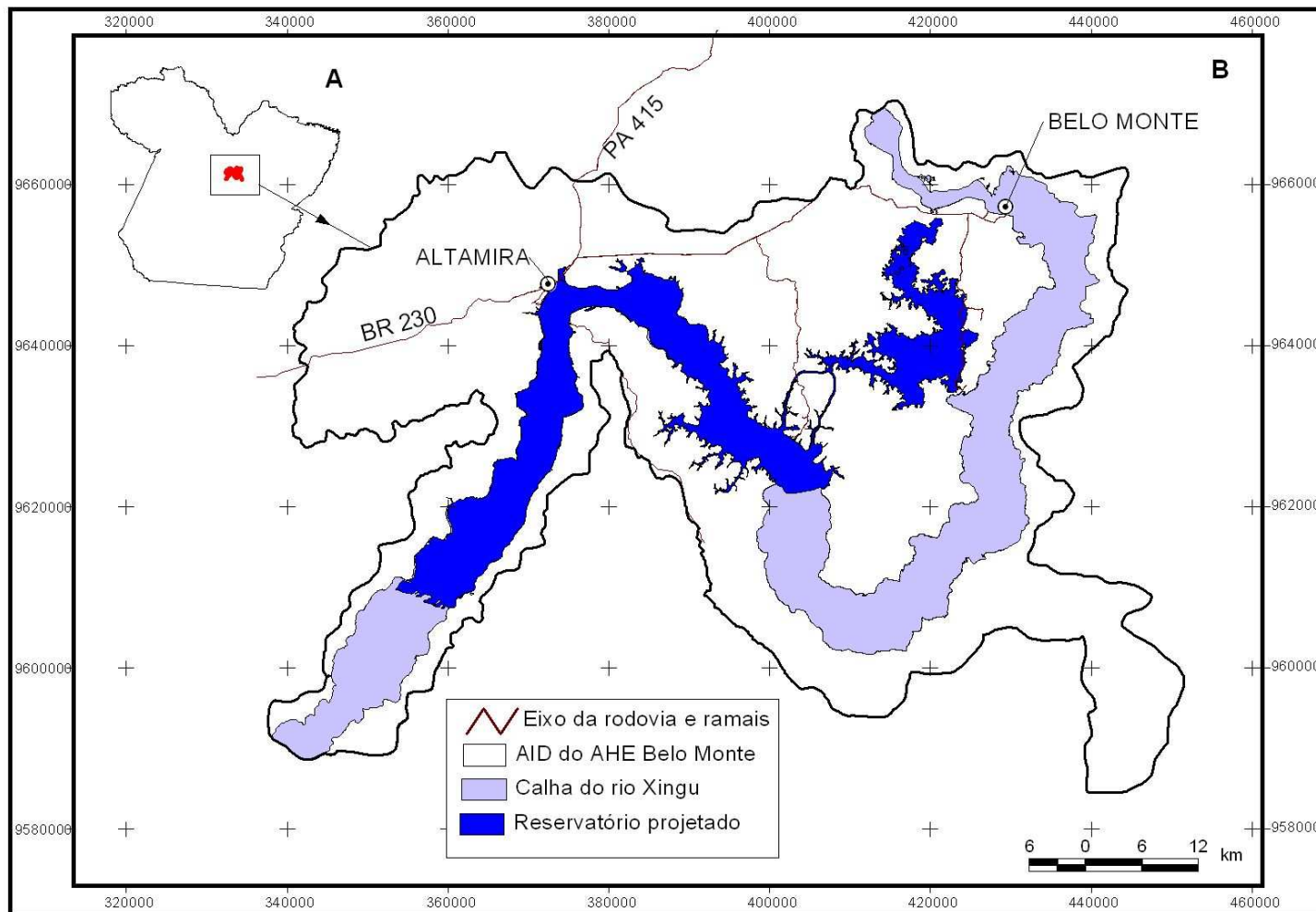


FIGURA 7.8.2.2- 1 - Localização da AID do AHE Belo Monte.

Os fragmentos florestais identificados na Área de Influência Indireta (AII) deste estudo foram obtidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) que é órgão responsável por produzir as estimativas anuais das taxas de desflorestamento da Amazônia Legal (Projeto PRODES - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite).

Nesta análise foram utilizados dados do PRODES Digital - Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite (<http://www.obt.inpe.br/prodes/>).

Os resultados do PRODES estão à disposição da comunidade brasileira. Os dados disponíveis incluem: (a) Imagens de satélite por cena LANDSAT (órbita/ponto); (b) Mapas temáticos de desflorestamento, tomando como base o ano de 1997, com incrementos para os períodos 1997-2000, 2000-2001, 2001-2002, 2002-2003, 2003-2004, 2004-2005 e 2005-2006. Os dados têm uma resolução espacial de 60 metros e as classes de uso identificadas são: floresta, não floresta, nuvem, hidrografia e desflorestamento (CAMARA *et al.* 2006).

Foi utilizado o Mosaico com todos os estados da Amazônia Legal em formato Spring, referente ao período de 1997 a 2006 (PDigital 2000\_2006\_AMZ\_spr.zip). Este arquivo está em formato Grade Regular (resolução 60m x 60m expressa em grau decimal), na projeção Lat-Long (coordenadas geodésicas) e Datum SAD69 (**FIGURA 7.8.2.2- 2**).

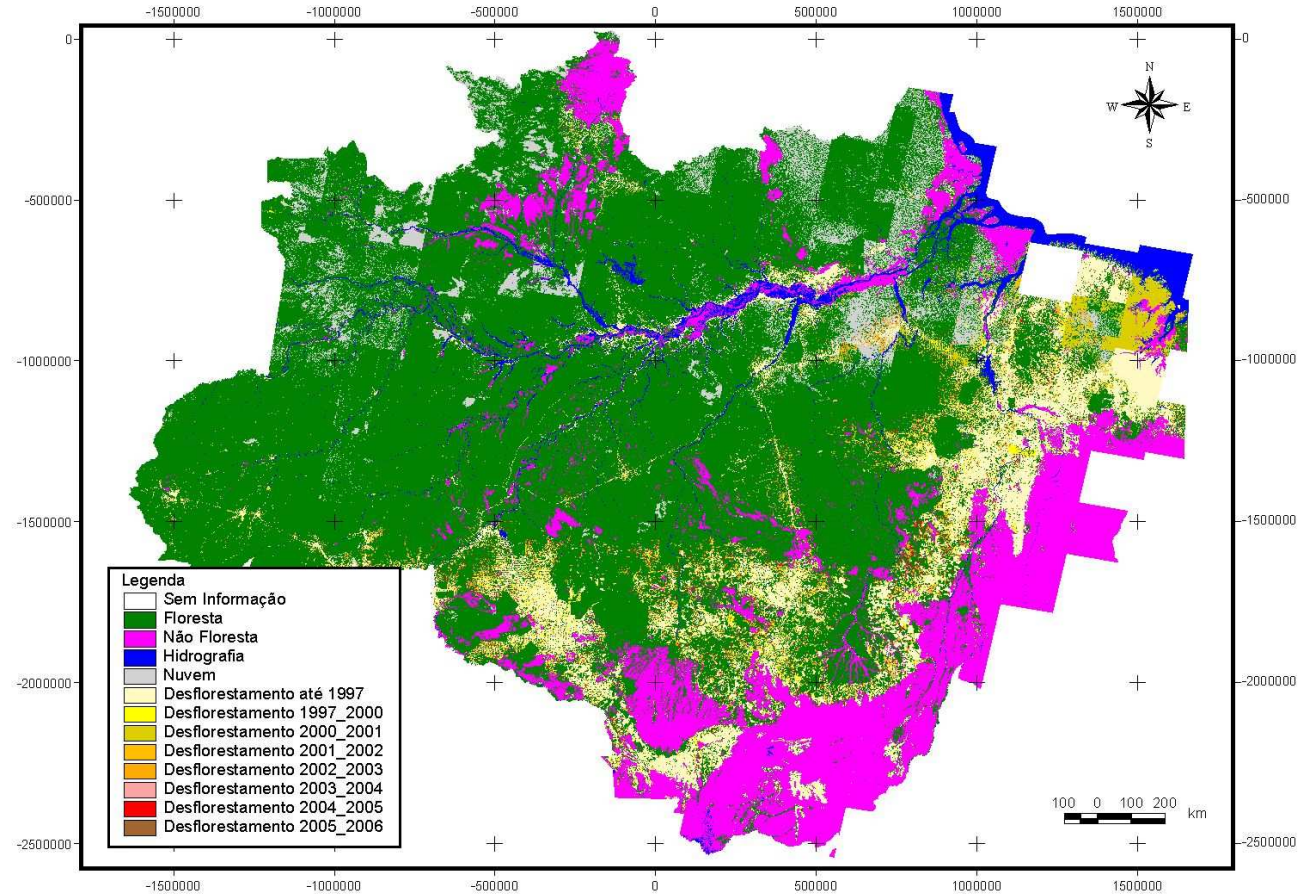


FIGURA 7.8.2.2- 2 – Classes de uso e desflorestamento da Amazônia Legal brasileira.



Os mapas e análises de dados realizados foram feitos usando a Projeção: Universal Transversa de Mercator (UTM) - 22 Sul; Esferóide: South American, 1969 e Datum Horizontal: SAD 69.

Os fragmentos florestais identificados na AID foram obtidos pela interpretação conduzida diretamente sobre as imagens de satélite. As imagens multiespectrais de satélite utilizadas para o mapeamento desta área foram à das órbitas-ponto 225/062, 225/063 e 226/062, 226/063 registradas pelo sensor TM/Landsat-5 em 26/07/05 e 04/08/05, respectivamente. Utilizou-se também as imagens 164/103, 164/104 e 165/103, 165/104 do sensor CCD/CBERS2 de 25/06/2006 e 22/06/06, respectivamente. Os produtos cartográficos e quantitativos produzidos foram analisados e integrados com as informações coletadas em campo.

O desenvolvimento deste estudo foi baseado na utilização do geoprocessamento disponibilizados em SIG (Sistema de informação geográfica) e processamento estatístico das métricas de paisagem. O geoprocessamento permite utilizar ferramentas e técnicas para estudos em diversas escalas à medida que estejam disponíveis em imagens<sup>1</sup>.

Na imagem de satélite foram mapeados cerca de 220 fragmentos florestais em ambas as margens do rio Xingu da Área de Influência Direta do AHE Belo Monte.

Um grande número de métricas de paisagem é consagrado por trabalhos desenvolvidos por pesquisadores para quantificar as paisagens. A definição mais comum de paisagem é uma área de terra heterogênea composta de um agrupamento de ecossistemas interativos que se repetem de modo similar por todas as partes (METZGER 2006).

Um dos motivos que proporcionou a popularização dessas métricas e seu emprego em Ecologia de Paisagens foi à disponibilização de recursos computacionais cada vez mais poderosos, além do fato de fazerem hoje parte do dia-a-dia de cada cientista e estudioso de todas as áreas do conhecimento (VOLOTÃO, 1988).

Seja qual for à estratégia adotada para a conservação dos fragmentos florestais, o estudo de parâmetros métricos (quantitativos) que descrevam a paisagem é fundamental, sendo estes normalmente denominados de métricas de paisagens. Entende-se por “métricas de paisagens” algoritmos<sup>2</sup> que quantificam características espaciais de fragmentos isoladamente, em conjunto ou de todo o mosaico da paisagem (McGARIGAL *et al.*, 2002).

Os parâmetros métricos são utilizados principalmente para mostrar de que forma os fragmentos estão distribuídos ao longo da paisagem, qual o percentual da paisagem ocupado pelo conjunto de fragmentos e qual proporção das áreas ocupadas por vegetação nativa está sob o chamado “efeito de borda”. Tais parâmetros podem ajudar a definir quais as melhores estratégias na escolha das áreas a serem protegidas e/ou recuperadas. Esses índices são calculados a partir de mapas categóricos: tipos de vegetação, classes de uso e ocupação de solos, unidades pedológicas, entre outros. Existem mais de uma centena de métricas divididas

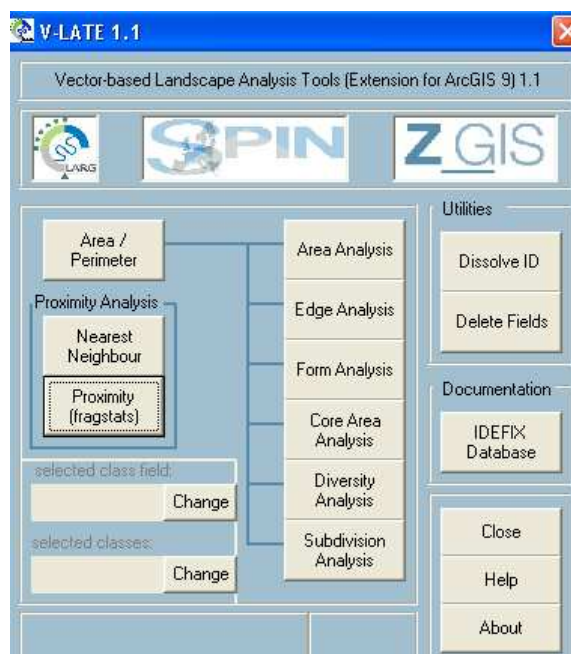
---

<sup>1</sup> **Imagens** representam formas de captura indireta de informação espacial, armazenadas como matrizes, cada elemento de imagem (“pixel”) tem um valor proporcional à energia eletromagnética emitida ou refletida pela área da superfície terrestre correspondente.

<sup>2</sup> **Algoritmo**, em matemática, constitui o conjunto de processos para efetuar um cálculo.

em categorias e que são utilizadas para estudos ecológicos (METZGER, 2003).

A análise espacial de índices neste estudo foi realizada a partir do programa ArcGis 9, usando a extensão V-LATE (Vector-based Landscape Analysis Tools Extension), em formato vetorial ('shapefiles' - \*\*.shp) (FIGURA 7.8.2.2- 3)



**FIGURA 7.8.2.2- 3** – Interface gráfica do programa V LATE mostrando as principais métricas de paisagem usadas neste estudo.

As métricas de paisagem são agrupadas em duas categorias: os *índices de composição*, que dão uma idéia de quais unidades estão presentes na paisagem, da riqueza dessas unidades e da área ocupada por elas e os *índices de disposição*, que quantificam o arranjo espacial dessas unidades em termos de grau de fragmentação: grau de isolamento e conectividade de manchas, formato e complexidade de formas das manchas que compõem o mosaico da paisagem (METZGER, 2003). As métricas utilizadas neste estudo foram escolhidas em função do objetivo do estudo, ou seja, uma quantificação adequada da paisagem para analisar os fragmentos florestais da AID do AHE Belo Monte, as quais foram:

**a) Métrica de Forma**

O tamanho e a forma geométrica dos fragmentos podem influenciar inúmeros processos ecológicos, tais como, a migração de pequenos animais ou a colonização de plantas.

O principal aspecto da forma é a relação com o efeito de borda que mede a complexidade da forma comparada a um círculo. Este índice determina se a área está mais próxima à forma circular ou alongada. Quanto mais próximo ao valor 1, mais circular será a área, ou seja, uma circunferência possui borda mínima de contato entre a sua área e o exterior, resultando em uma menor influência do meio externo (FORMAN & GORDON, 1986; LAURANCE, 1991; PIRES, 1995).

A forma do fragmento está diretamente relacionada com o grau do efeito de borda que está

agindo sobre o mesmo fragmento e a maior ou menor influência dos fatores externos sobre sua diversidade. Essas influências externas como as variações na temperatura, umidade relativa, penetração de luz e exposição aos ventos, podem determinar fatores biológicos como a mortalidade de árvores e a variação na composição de espécies das áreas de borda para o interior da floresta (MURCIA 1995).

A métrica de forma usada neste estudo foi:

SHAPE – índice de forma - Perímetro do fragmento dividido pela raiz quadrada da área e dividido por 4 (a forma quadrada terá SHAPE=1).

## b) Métricas de Vizinhança

São métricas que se baseiam na distância de vizinho mais próximo. Vizinho mais próximo é definido com a distância de um fragmento para o fragmento que está à sua volta e baseado na distância borda-a-borda. Estas métricas quantificam a configuração da paisagem. A proximidade entre os fragmentos é importante para os processos ecológicos, e tem implícito em seus resultados o grau de isolamento dos fragmentos.

A métrica de vizinhança usada neste estudo foi:

NEAR – distância do vizinho mais próximo que usa a distância euclidiana borda-a-borda entre o fragmento e o mais próximo de mesma classe

### 7.8.2.2.3 Resultados e Discussão

#### a) Desflorestamento na Área de Influência Indireta e na Área de Influência Direta do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte

A cobertura florestal remanescente e o desflorestamento acumulado até 2006 na Área de Influência Indireta (AII) de Belo Monte é cerca de 20,1% e 49,7%, respectivamente (TABELA 7.8.2.2- 1).

**TABELA 7.8.2.2- 1**

Área total de proporção de área desflorestada e com floresta na AII do AHE Belo Monte entre os anos de 1997 e 2006.

Ano	Desflorestamento (km <sup>2</sup> )	Floresta (km <sup>2</sup> )	Desflorestamento (%)	Floresta (%)
Até 1997	2.319	17.114	8,3	61,4
1997-2000	2.490	16.944	8,9	60,8
2001	3.454	15.979	12,4	57,4
2002	3.542	15.891	12,7	57,0
2003	4.711	14.722	16,9	52,9
2004	5.059	14.374	18,2	51,6
2005	5.404	14.029	19,4	50,4
2006	5.595	13.839	20,1	49,7

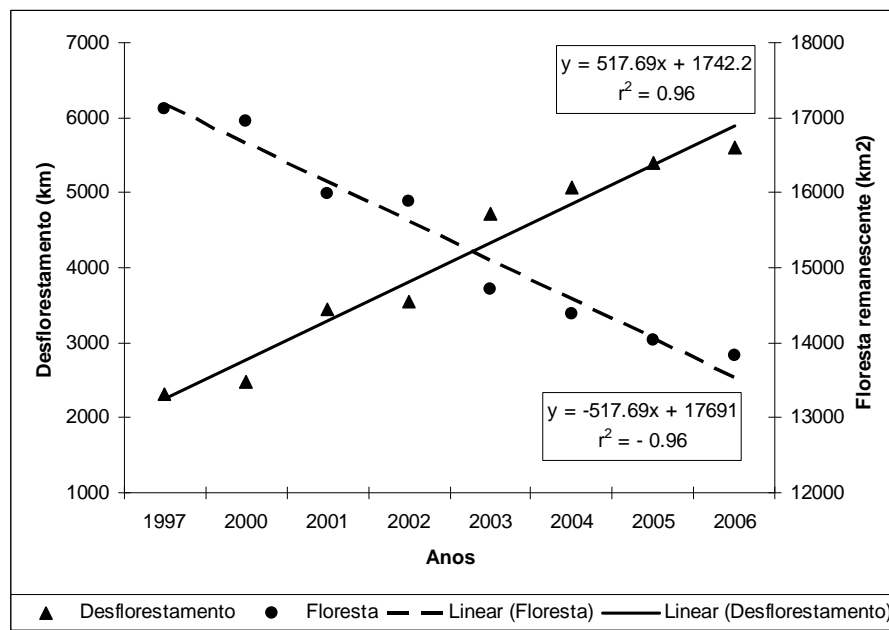
O processo de ocupação da Amazônia teve uma aceleração a partir da década de 1970, com forte presença do Estado, num contexto de integração nacional, que incluiu o estabelecimento

dos chamados “eixos” e “pólos” de desenvolvimento, apropriação de terras para projetos agropecuários e reforma agrária, bem como mineração.

Na região da Transamazônica onde se inseri o município de Altamira, a pecuária e a extração ilegal de madeira tem se destacado como as principais atividades econômicas no processo de ocupação desta região, mas recentemente, a produção de grãos tem tido a sua importância aumentada (MACHADO, 1998).

Essa conversão da floresta para outros usos tem uma série de impactos sobre a biodiversidade, ciclos biogeoquímicos e relações de produção, conhecimento do comportamento da conversão da floresta para outros usos é necessário de modo a orientar possíveis programas de conservação e recuperação de ambientes.

Houve um aumento significativo do desflorestamento, entre 1997 e 2006, na AII do AHE Belo Monte. Conseqüentemente houve uma diminuição significativa de floresta nesta no mesmo período (**GRÁFICO 7.8.2.2- 1**).



**GRÁFICO 7.8.2.2- 1** - Relação do desflorestamento e floresta remanescente na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Belo Monte entre os anos de 1997 e 2006.

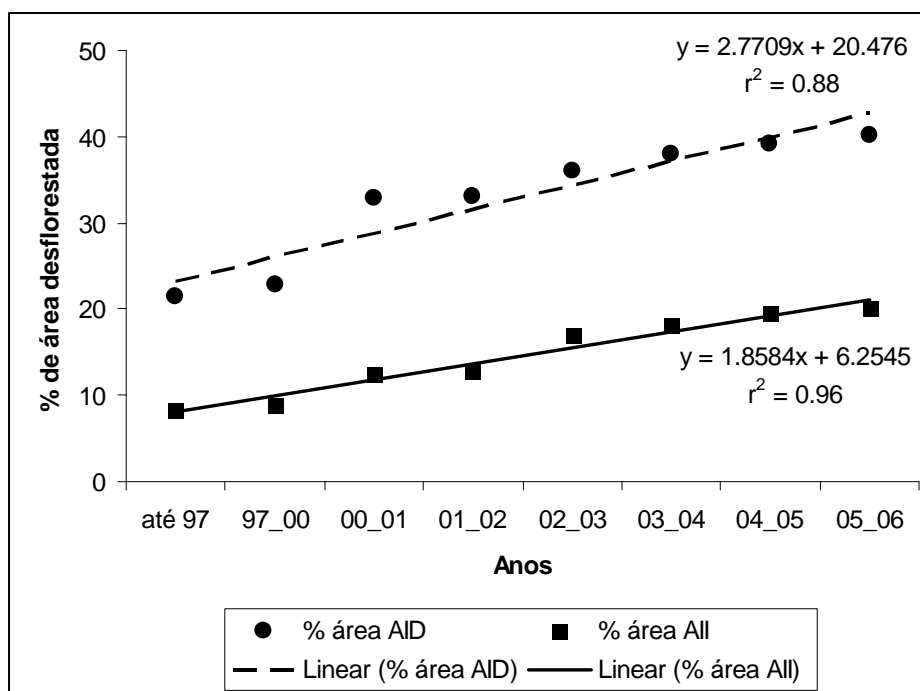
A diminuição da proporção da cobertura vegetal na AII do AHE Belo Monte diminuiu de 61,4% em 1997 para 49,7% em 2007, enquanto a proporção do desflorestamento na AII aumentou de 8,3% em 1997 para 20,1% em 2006 (**TABELA 7.8.2.2- 1**).

Entre 2002 e 2003 houve um incremento acentuado do desflorestamento, na AII do AHE Belo Monte, que pode estar relacionado a diversos fatores.

Outro ponto importante observado foi que, quando comparado o desflorestamento ocorrido entre a AID e AII, houve maior proporção do desflorestamento na AID do AHE Belo Monte entre os anos de 1997 e 2006 que variou de 21,4% em 1997 para 40,2% em 2006,

significativamente maior do que a variação na AII (GRÁFICO 7.8.2.2- 2).

Isto está associado às atividades econômicas na região da AID ligadas principalmente a conversão da floresta primária para exploração madeireira, agricultura familiar e principalmente agropecuária.



**GRÁFICO 7.8.2.2- 2** – Proporção do desflorestamento nas Áreas de Influência Direta (AID) e na Área de Influência Indireta (AII) do AHE Belo Monte entre os anos de 1997 e 2006.

#### b) Desflorestamento nas Duas Margens do Rio Xingu

O desflorestamento foi diferente na AID do AHE Belo Monte entre a margem esquerda e direita do rio Xingu, devido às grandes diferenças no padrão de ocupação.

A margem esquerda do rio Xingu na AID do AHE Belo Monte está sob forte influência da rodovia Transamazônica (BR 230) e seus principais ramais, denominados, localmente de travessões (FIGURA 7.8.2.2- 4).

Esta situação fica claramente visível na região denominada de Volta Grande do Rio Xingu, a leste da cidade de Altamira até o distrito de Monte Alegre. Esta região tem uma ocupação bastante antiga, sendo isto refletido no padrão de desmatamento ao longo da rodovia Transamazônica (BR 230) e travessões.

Na margem direita o desflorestamento observado pode ser dividido em frentes independentes: uma a sudeste da localidade de Belo Monte, sob a influência da rodovia Transamazônica (BR 230) e travessões; outra associado à estrada Transassuni (BR 148), que liga a cidade de Altamira ao rio Ituna, chegando até à localidade denominada de garimpo da Ressaca e; finalmente outra frente de desflorestamento situada a sudoeste da cidade de Altamira sendo resultante da ocupação da margem do rio Xingu por fazendas de diferentes tamanhos (FIGURA 7.8.2.2- 4).



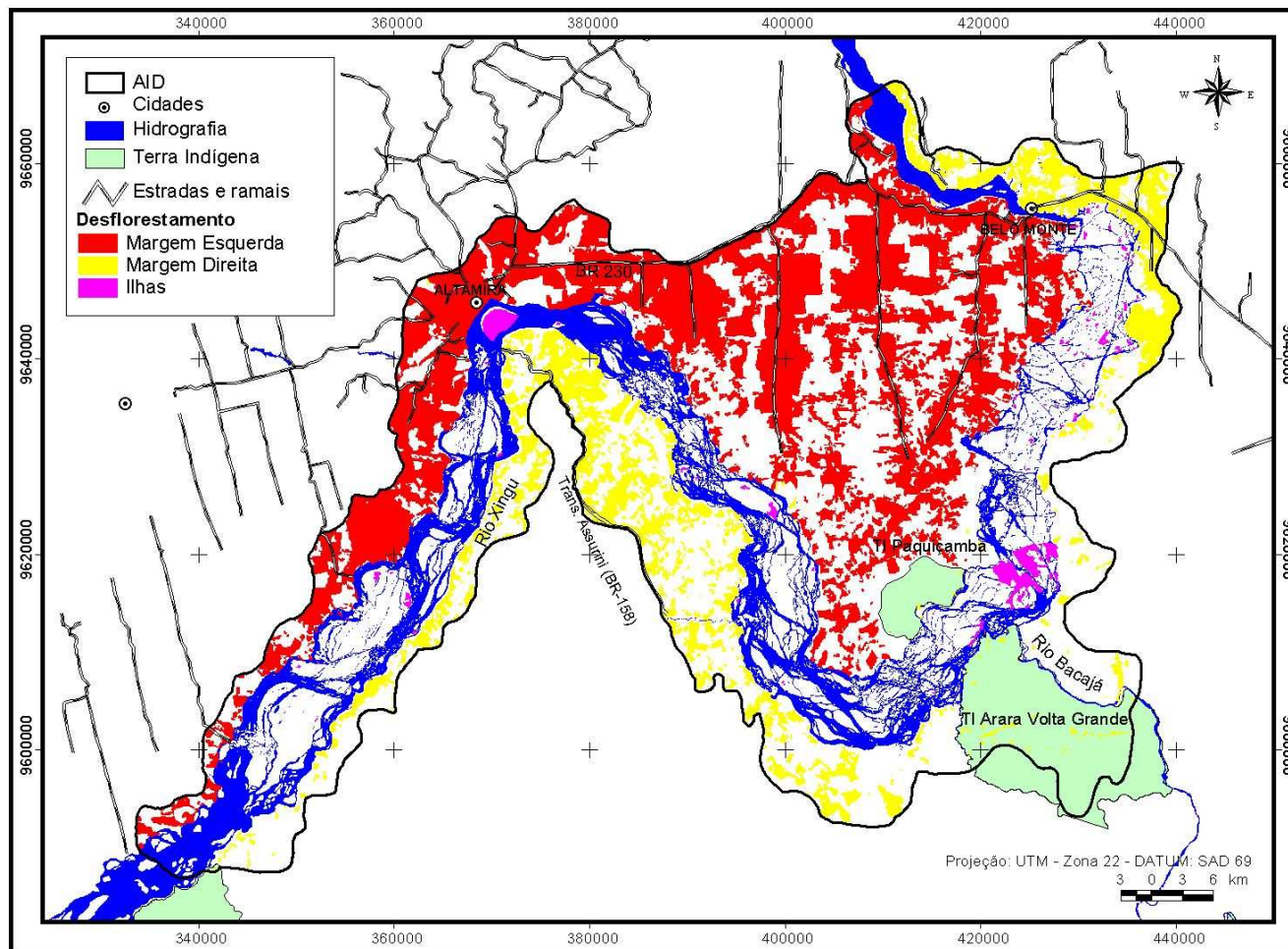


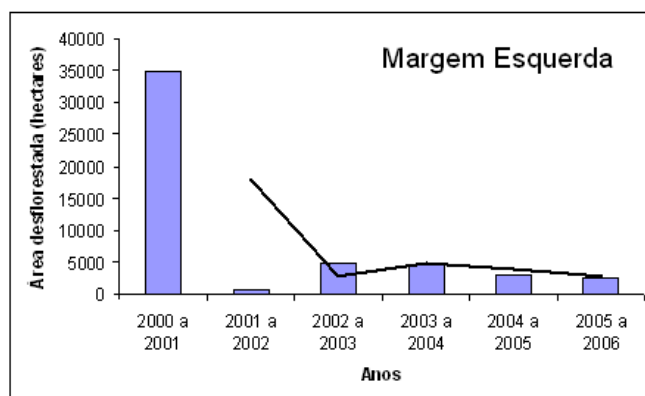
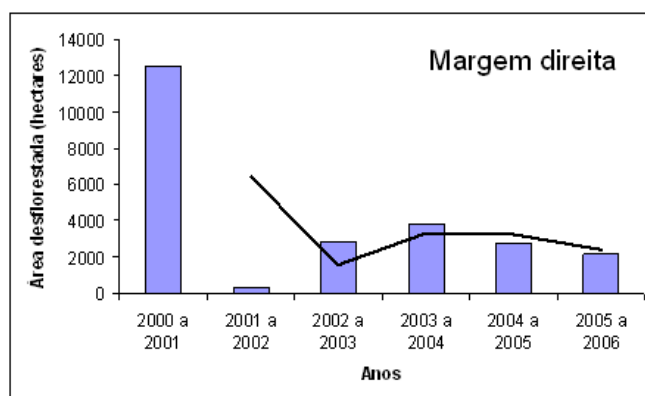
FIGURA 7.8.2.2- 4 - Desflorestamento observado na AID do AHE Belo Monte em relação à margem do rio Xingu.



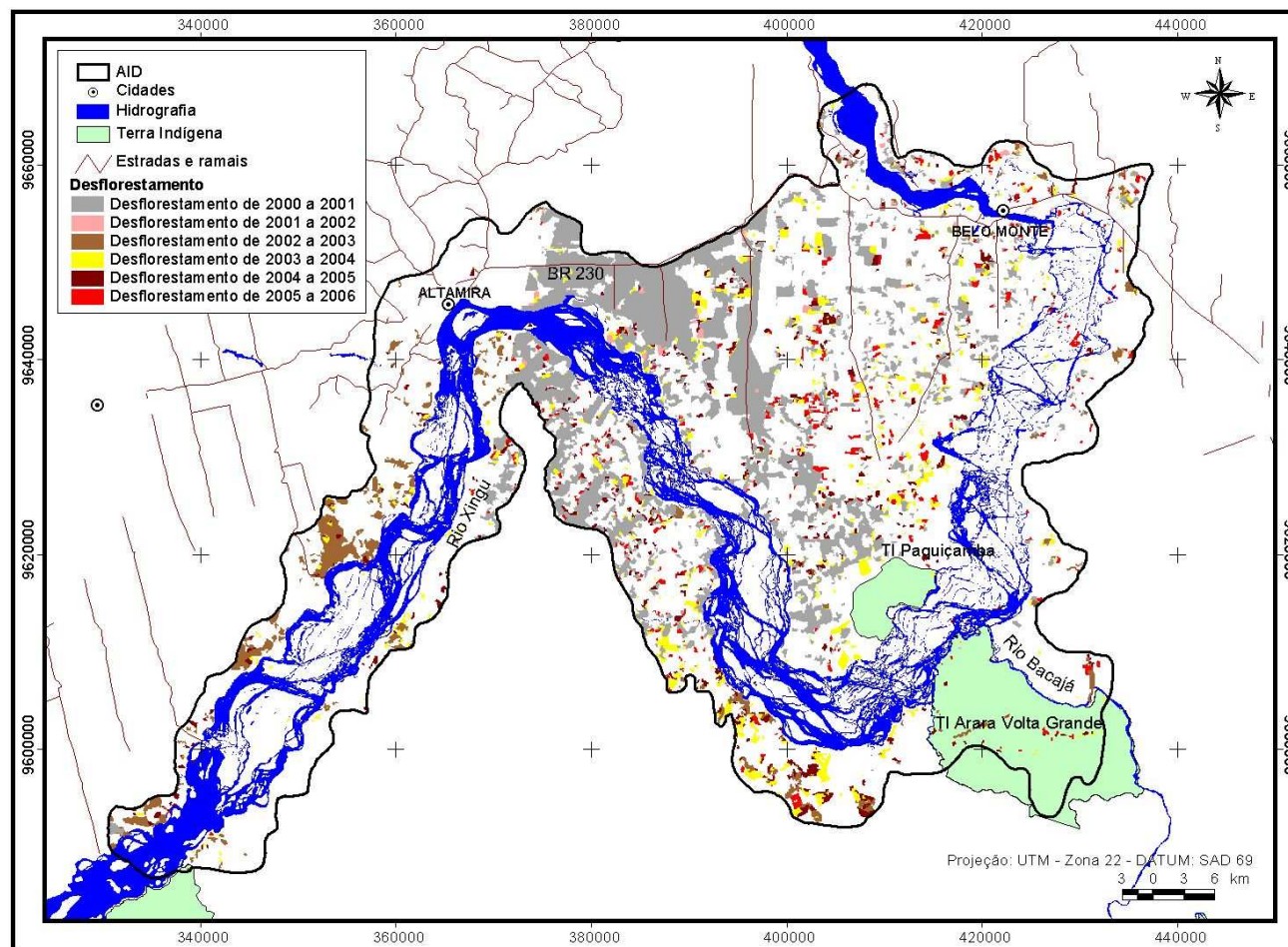
Outra frente de expansão está ocorrendo entre os rios Bacajaí e o Bacajá, limites naturais da Terra Indígena Arara Volta Grande, sendo resultado de fazendas para a criação de gado e assentamentos humanos (FIGURA 7.8.2.2- 4).

Apesar da maior proporção de área desflorestada na margem esquerda do rio Xingu em comparação a margem direita na AID do AHE Belo Monte, o padrão de desflorestamento ao longo do tempo é semelhante entre as duas margens (GRÁFICO 7.8.2.2- 3).

Houve um grande incremento no desflorestamento entre os anos de 2000 e 2001 em ambas as margens, diminuindo significativamente entre 2001 e 2002. No período de 2002 a 2004 houve um aumento do desflorestamento na AID em ambas as margens, diminuindo novamente no período subsequente, entre 2004 e 2006 (GRÁFICO 7.8.2.2- 3 e FIGURA 7.8.2.2- 5).



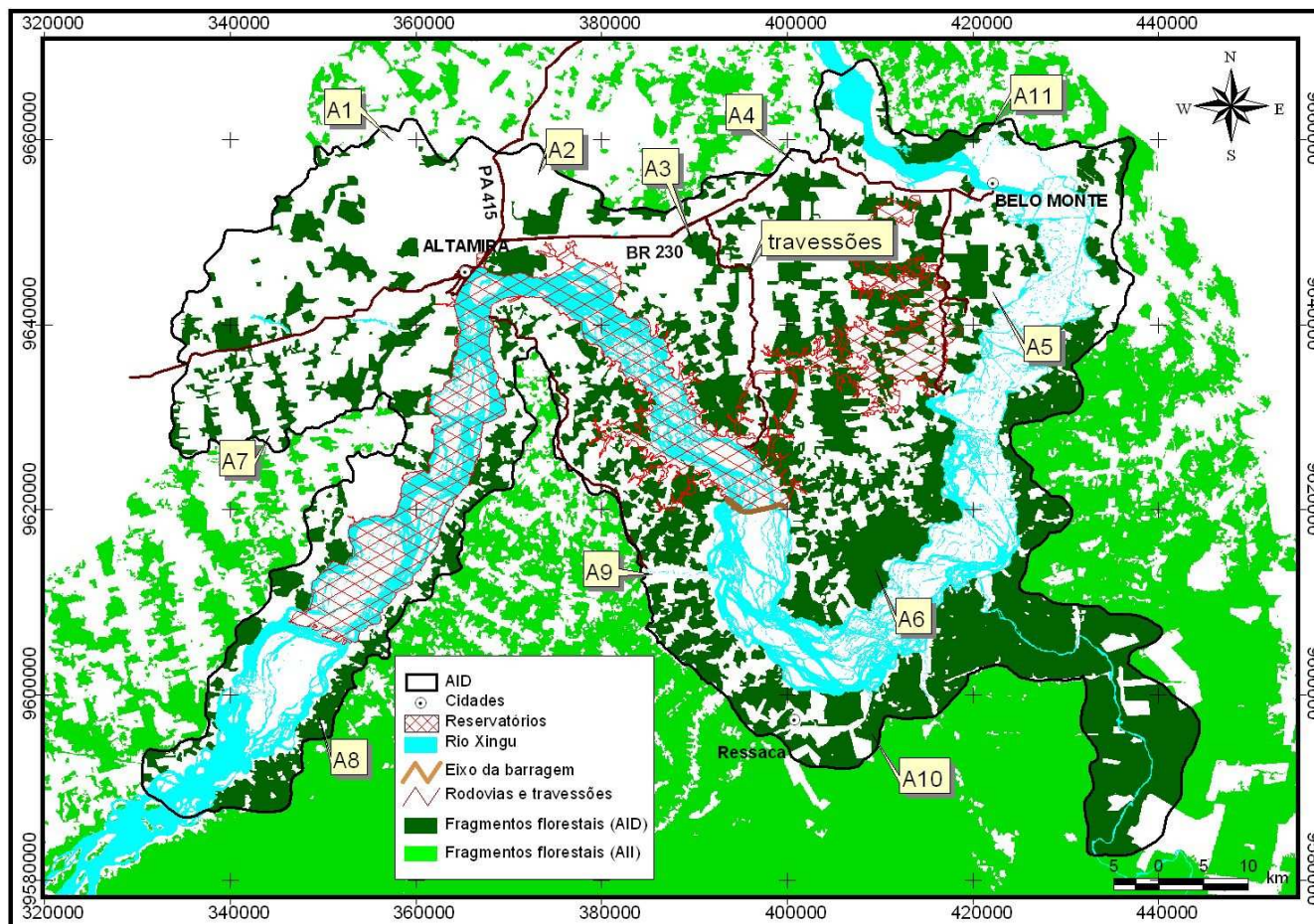
**GRÁFICO 7.8.2.2- 3** - Evolução do desflorestamento entre 2000 e 2006 na margem esquerda e direita do rio Xingu na Área de Influência Direta (AID) Belo Monte.



**FIGURA 7.8.2.2- 5** – Distribuição espacial da evolução do desflorestamento entre 2000 e 2006 na margem esquerda e direita do rio Xingu, AID do AHE Belo Monte.

c) **Fragmentos Florestais da Área de Influência Direta de Belo Monte**

Na Área de Influência Direta do AHE Belo Monte existem diversos fatores que contribuem para o isolamento dos fragmentos florestais. Atualmente, entre os principais fatores podemos citar: a posição dos fragmentos em relação a margem do rio Xingu e a presença de estradas e travessões (**FIGURA 7.8.2.2- 6**). Com base nestas variáveis atuais e futuras, a AID do AHE de Belo Monte foi dividida em 11 áreas de isolamento, 7 áreas na margem esquerda e 4 na margem direita do rio Xingu (**FIGURA 7.8.2.2- 6**).



**FIGURA 7.8.2.2- 6** - Áreas de isolamento na Área de Influência Direta do AHE de Belo Monte em relação as estradas, ramais, canal de derivação, reservatório dos canais e margem do rio Xingu.



O limite da Área de Influência Direta do AHE Belo Monte resultou na criação “artificial” de diversos fragmentos florestais na margem direita do rio Xingu, pois os limites da AID não levou em consideração a área remanescente de floresta.

A maioria dos fragmentos florestais situados na margem direita do rio Xingu dentro dos limites da AID nas áreas A8 a A11 não pode ser considerados fragmentos naturais, pois constituem em áreas contínuas. Desta forma, a análise das métricas de paisagem, para o fim de avaliação dos fragmentos para a conservação da biodiversidade, foi realizada somente nos fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu no limite da AID do AHE Belo Monte.

Na avaliação da escolha dos fragmentos de vegetação devem ser considerados, quando possível, alguns consensos em relação à biologia de conservação. Este consenso pode ser resumido nas seguintes premissas (NOSS, 1996):

- Fragmentos vegetais maiores, são melhores que fragmentos pequenos com pequenas populações;
- Fragmentos de vegetação conectados são melhores do que fragmentos isolados;
- Fragmentos de vegetação não divididos por estradas ou de difícil acesso são preferenciais em relação àqueles fragmentos divididos por estradas e, portanto, mais acessíveis;
- Fragmentos com formas irregulares não são adequados para o monitoramento da biota, pois o efeito de borda impede a manutenção de populações viáveis de espécies em longo prazo.

#### **d) Fragmentos da Margem Esquerda do Rio Xingu**

Na AID do AHE Belo Monte da margem esquerda do rio Xingu foram classificados 151 fragmentos florestais, com tamanhos variando de 8 a 11.469 hectares (**FIGURA 7.8.2.2- 7**).

Para a avaliação do potencial dos fragmentos florestais para a manutenção de populações viáveis de espécies, os fragmentos foram agregados em cinco classes de tamanho:

- Classe 1 – Fragmentos com até 99,9 hectares
- Classe 2 – Fragmentos entre 100 e 999 hectares
- Classe 3 – Fragmentos entre 1.000 e 2.4999 hectares
- Classe 4 – Fragmentos entre 2.500 e 9999 hectares
- Classe 5 – Fragmentos maiores que 10.000 hectares

Esta categorização atende as principais premissas estabelecidas com base no conhecimento acumulado sobre fragmentação de florestais tropicais, especialmente para os ecossistemas amazônicos.

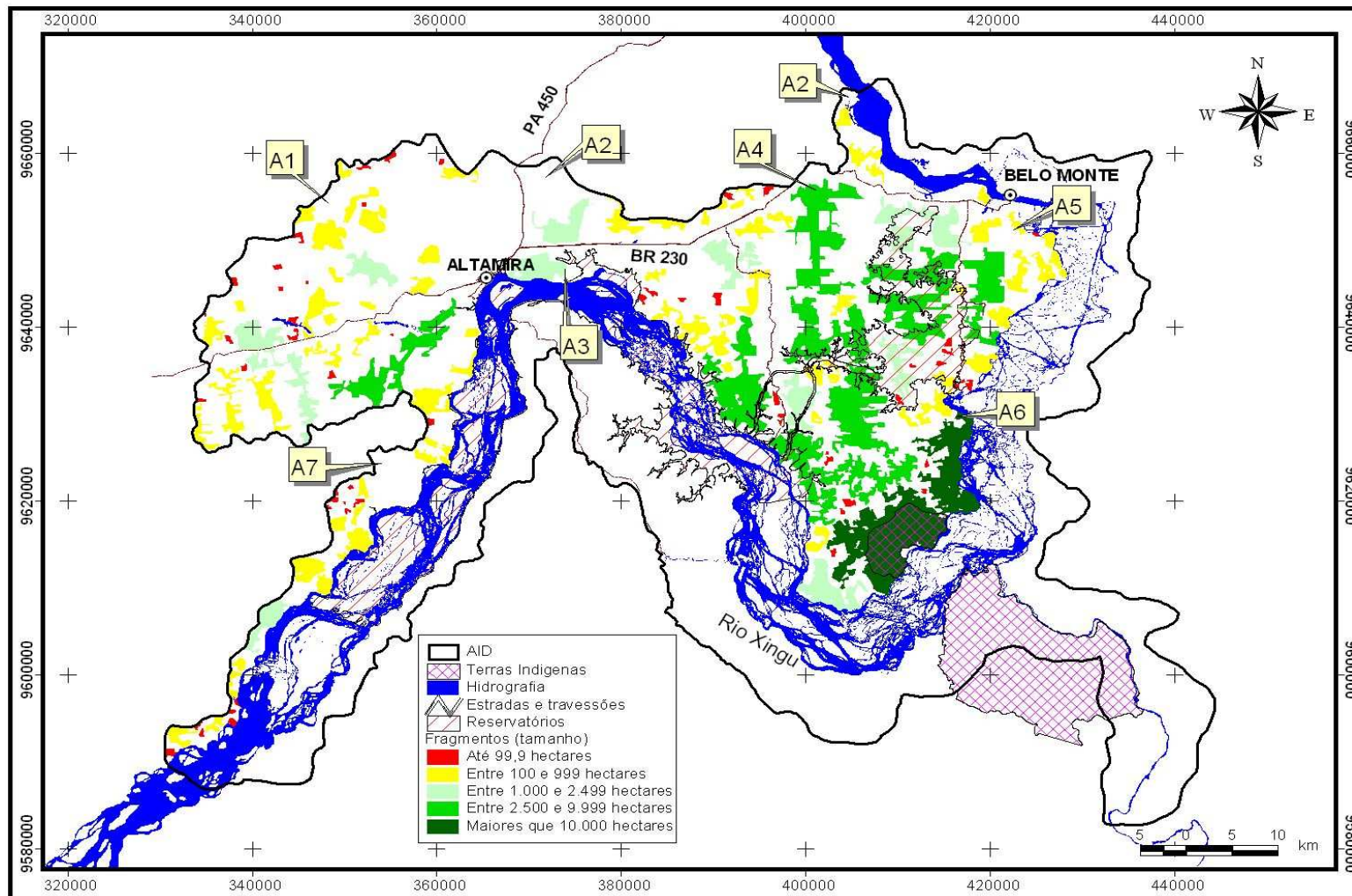


FIGURA 7.8.2.2- 7 – Distribuição dos fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu em relação às classes de tamanho.



MURCIA (1995), LAURANCE *et al.* (1997) e LAURANCE (2008) relatam que fragmentos menores que 100 hectares são pequenos e muito vulneráveis aos efeitos de borda, estando sujeitos a alterações drásticas e progressivas, sendo, portanto, de pouca valia para a conservação da flora e fauna.

FERREIRA e LAURANCE (1997) demonstraram elevadas taxas de mortalidade e danos de árvores a até 100 metros da borda de fragmentos florestais. Desta forma, considerando que os fragmentos com tamanhos menores que 100 hectares são representados somente por borda e, conseqüentemente, não têm capacidade para manter populações viáveis de espécies, então, não prioritários para a conservação da biodiversidade em longo prazo. Desta forma, dos 151 fragmentos florestais, 55 fragmentos (36% do total) têm até 100 hectares de tamanho e se encaixam no critério acima exposto, devido ao pequeno tamanho (GRÁFICO 7.8.2.2- 4).

A classe de tamanho 2 é formada por 75 fragmentos florestais (50% do total) (GRÁFICO 7.8.2.2- 4). Diversos autores têm sustentado que fragmentos com tamanhos variando de 100 a 1.000 hectares não tem área suficiente para a manutenção da maioria das espécies de flora e fauna em longo prazo. Esses fragmentos abrigam pequenas e isoladas populações de espécies, muito mais sujeitas à extinção. Entretanto, esses fragmentos são úteis como ilhas de ligação e corredores entre fragmentos maiores, facilitando os fluxos gênicos e ecológicos através da paisagem.

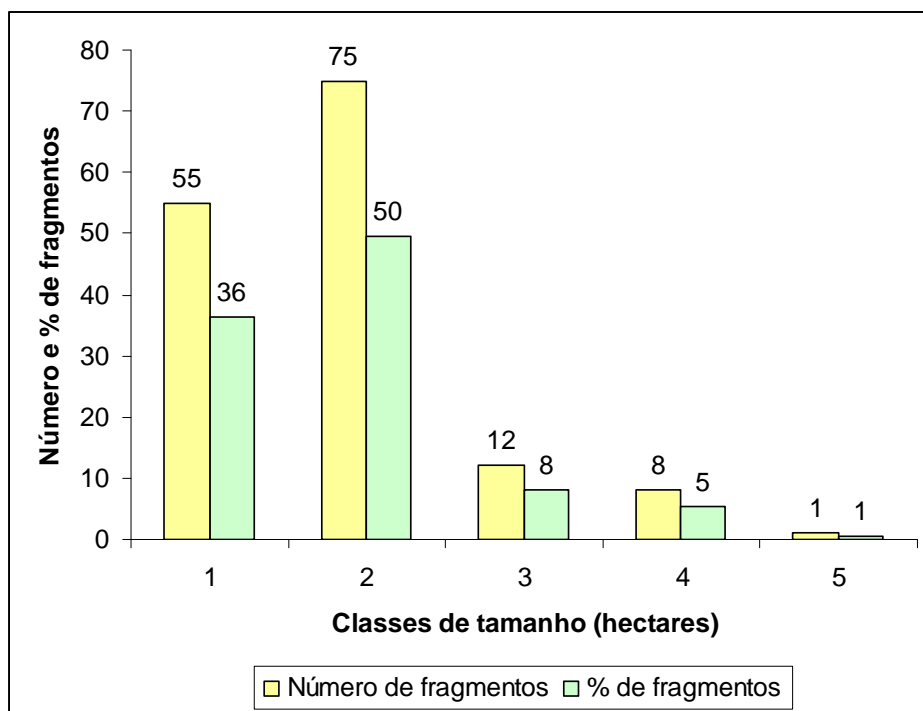


GRÁFICO 7.8.2.2- 4 – Número e proporção total de fragmentos da margem esquerda do rio Xingu na Área de Influência Direta (AID) do AHE Belo Monte, divididos em 5 classes crescentes de tamanho

A estratégia para a conservação dos fragmentos florestais da classe de tamanho entre 100 e 1.000 hectares (classe 2) será desenvolver e adaptar técnicas de restauração de paisagens fragmentadas que possibilitem o fluxo gênico entre populações isoladas a fim de manter a integridade ecológica nestes fragmentos.

Diferentes autores apontaram que a manutenção ou construção de corredores de biodiversidade ou de conservação são importantes medidas mitigadoras para manter a conectividade de ambientes, pois permitem a criação de um sistema de meta-populações (FORMAN *et al*, 2003; NG *et al*, 2004).

As três demais classes de fragmentos com tamanhos maiores que 1.000 hectares existentes na AID, região da margem esquerda do rio Xingu, são representados por somente 21 fragmentos (14% do total) (**GRÁFICO 7.8.2.2- 4**).

Estes fragmentos são os que possuem maior probabilidade de manter populações viáveis de espécies, sendo, portanto, prioritários para conservação da biodiversidade em longo prazo.

#### e) **Grau de Isolamento**

A conectividade tem sido relatada como um dos fatores mais importante para a manutenção de fluxos ecológicos e gênicos fundamentais para a manutenção da biodiversidade em uma paisagem fragmentada. Neste estudo, a métrica de paisagem analisada como medida de conectividade entre os fragmentos foi a distância ao vizinho mais próximo.

Os fragmentos florestais deste estudo foram agrupados nas seguintes classes de distância, segundo os resultados dos principais estudos publicados pelo Projeto Dinâmico Biológica de Fragmentos Florestais (PBDF) que tem estudado o efeito da fragmentação e isolamento de plantas e animais na Amazônia há cerca de 30 anos.

- Classe 1 – até 60 metros, representa uma distância compatível com a escala de feições naturais, por exemplo, rede de drenagem, que dividem a floresta sem evidência de diferenciação populacional.
- Classe 2 – de 61 a 600 metros, representa distâncias intermediárias que permitiriam um fluxo de espécies mais tolerantes, mas que dificultariam o deslocamento de espécies tipicamente florestais.
- Classe 3 – acima de 600 metros, distância superior àquela em que já foram observados isolamentos subespécies ou de populações de vertebrados florestais (relatado na literatura específica) entre margens opostas de alguns rios da Amazônia, por exemplo, rio Negro, Tapajós e Xingu.

Dos 151 fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu na Área de Influência Direta do AHE Belo Monte, 10 fragmentos (7% do total) tem distância de até 60 metros entre si e 27 fragmentos (18% do total) tem distâncias maiores que 600 metros entre si. A grande maioria dos fragmentos, 114 (75% do total) em distância variando de 61 a 600 metros entre si (**FIGURA 7.8.2.2- 8**).

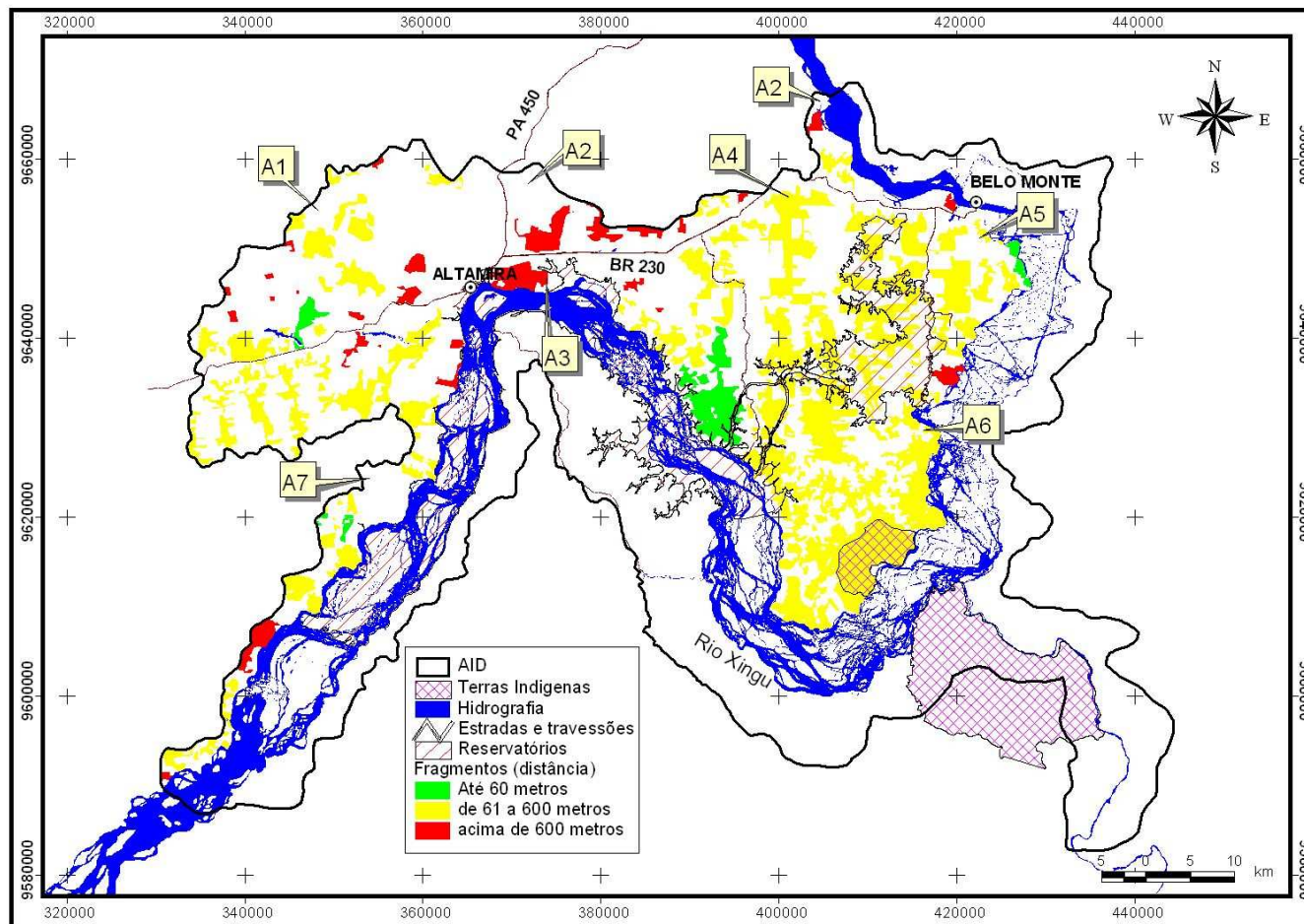


FIGURA 7.8.2.2- 8 - Distribuição dos fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu em relação às classes de distância ao vizinho mais próximo.

f) **Índice de Forma**

O índice de forma aplicado aos fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu, dentro do limites da Área de Influência do AHE Belo Monte, foi subordinado às classes de tamanho dos fragmentos florestais e, foi aplicado somente nos fragmentos das classes 2 (100 a 999 hectares), 3 (1.000 a 2.499 hectares) e 4 (2.500 e 9.999 hectares), por serem mais relevantes em tamanho.

Os fragmentos da classe 1 (menores que 100 hectares) são pequenos e praticamente são constituídos de bordas; os fragmentos florestais da classe 5 (maiores que 10.000 hectares) têm área suficiente para minimizar o efeito de borda, mesmo com índices de forma alto.

Dos 151 fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu, 56 fragmentos (37% do total) não foram analisados em relação ao índice de forma. Destes, 55 tem tamanhos inferiores a 100 hectares (classe 1), localizados nas áreas de isolamento A1 a A7 e 1 fragmento tem tamanho maior que 10.000 hectares (classe 5), localizado na área de isolamento A6, sendo que neste fragmento, com mais de 11 mil hectares, abriga parte da Terra Indígena Paquiçamba (**FIGURA 7.8.2.2- 9**).

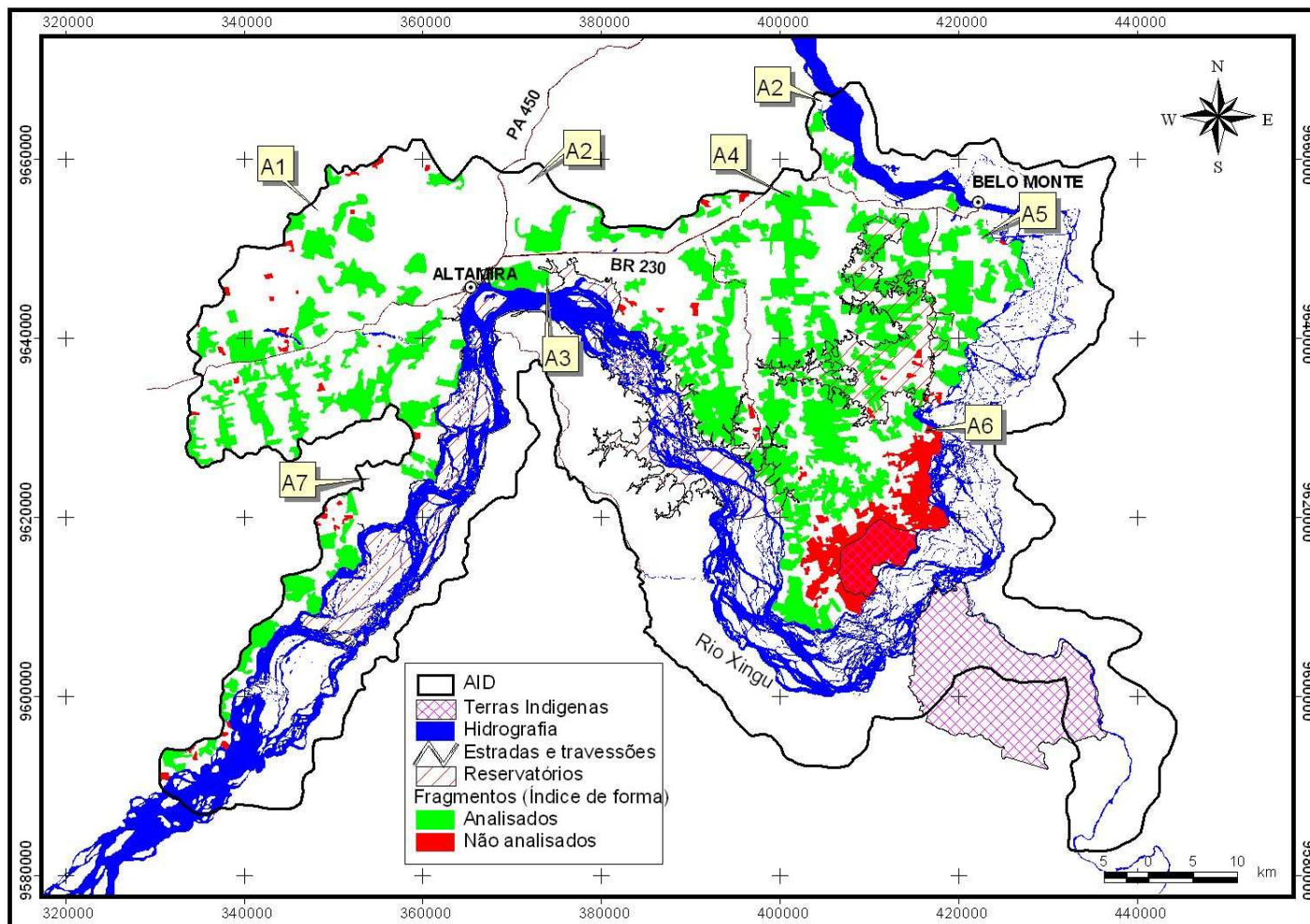


FIGURA 7.8.2.2- 9 – Fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu divididos em relação ao índice de forma.



g) **Situação Atual dos Fragmentos da Margem Esquerda Rio Xingu**

O diagnóstico dos fragmentos florestais da margem esquerda do rio Xingu com base nas métricas de paisagem aplicadas, relacionadas com o tamanho, índice de forma geométrica e grau de isolamento dos fragmentos florestais, permite as seguintes conclusões:

Atualmente dos 151 fragmentos analisados, 103 fragmentos (68% do total) não são prioritários para a conservação da biodiversidade, pois não tem condições de manter populações viáveis de espécies, portanto, não são recomendados para a soltura de animais que podem ser resgatados quando da implantação do empreendimento, se este vir a ser considerado viável (**FIGURA 7.8.2.2- 10**).



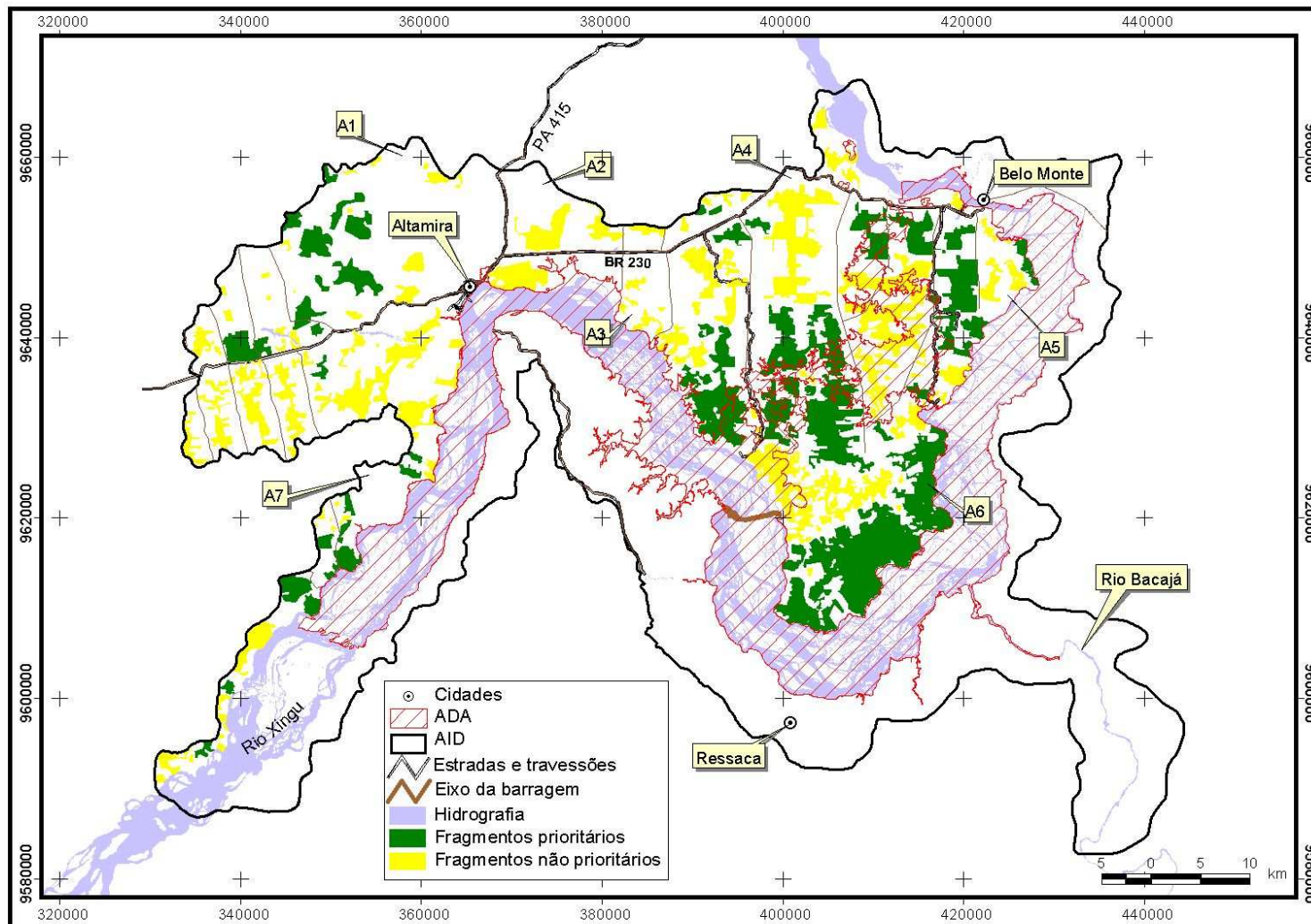


FIGURA 7.8.2.2- 10 – Fragmentos florestais situados na margem esquerda do rio Xingu divididos em relação ao índice de forma.

A seguir é apresentada uma análise sobre os fragmentos existentes em cada área da região da margem esquerda do rio Xingu:

**h) Fragmentos Florestais ao Norte da Rodovia Transamazônica**

Na parte norte da rodovia BR 230 (Transamazônica) os fragmentos florestais foram divididos em duas áreas de isolamento:

- A1, composta por 30 fragmentos florestais, situados a oeste da PA 415, que liga Altamira a Vitória do Xingu.
- A2, composta por 13 fragmentos florestais, situados a leste de a PA 415 até o limite da BR 230 com o rio Xingu.

Na área A1 dos 30 fragmentos florestais, 10 foram considerados prioritários em relação às métricas de paisagem utilizadas: tamanho do fragmento, índice de forma geométrica do fragmento e a distância entre os fragmentos (**FIGURA 7.8.2.2- 11** e **QUADRO 7.8.2.2- 1**).

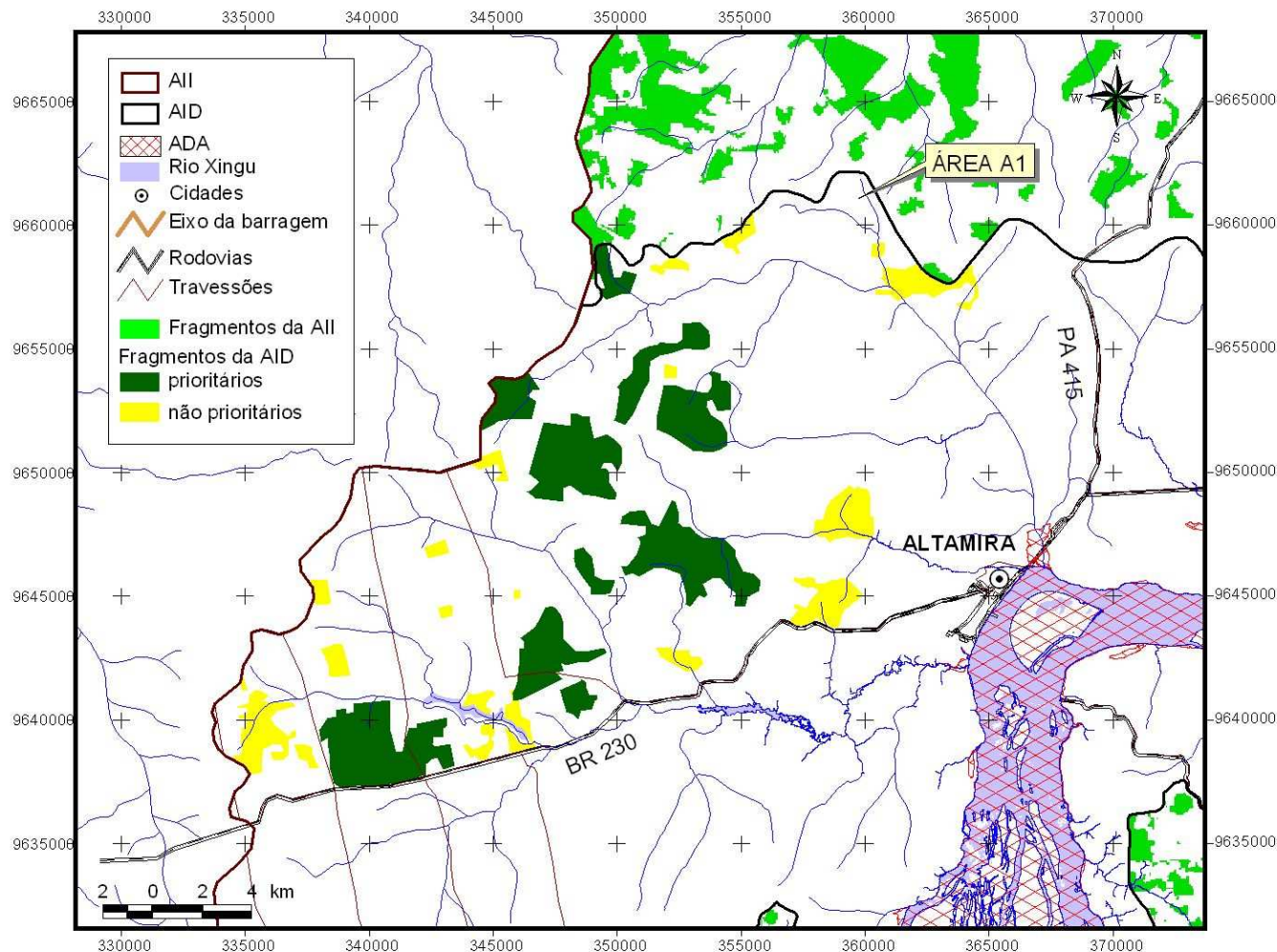


FIGURA 7.8.2.2- 11 – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A1 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.

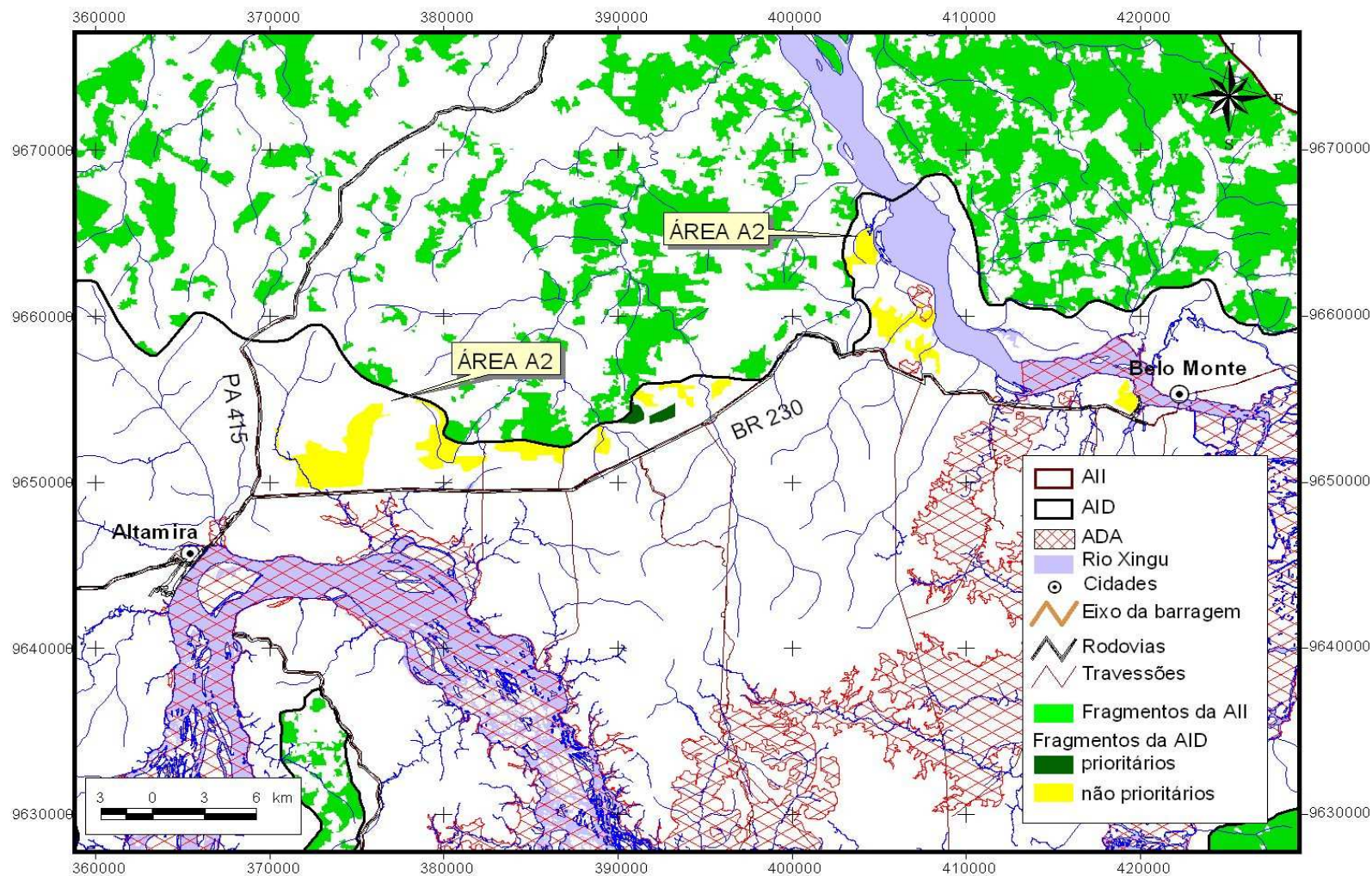
### QUADRO 7.8.2.2- 1

Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A1 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.

Nº	Tamanho (ha)	Índice de Forma	Distância (m)	Prioridade
1	180	1,54	569	Sim
2	400	1,92	372	Sim
3	640	1,5	286	Sim
4	313	1,39	493	Sim
5	1.030	1,93	422	Sim
6	137	1,42	422	Sim
7	590	1,57	0	Sim
8	135	1,24	362	Sim
9	1.220	1,67	149	Sim
10	923	1,49	493	Sim
1	349	1,66	1.342	Não
2	91	1,52	1.627	Não
3	228	1,08	352	Não
4	54	1,63	569	Não
5	27	1,16	286	Não
6	81	1,73	833	Não
7	385	1,19	1.488	Não
8	46	1,16	2.024	Não
9	67	1,15	1.621	Não
10	10	1,15	1.066	Não
11	24	1,14	2.024	Não
12	103	1,16	1.165	Não
13	105	1,31	1.164	Não
14	11	1,42	187	Não
15	140	2,23	0	Não
16	439	2,12	187	Não
17	72	1,5	362	Não
18	77	1,81	362	Não
19	50	1,30	241	Não
20	342	2,24	352	Não

Na área A2 dos 13 fragmentos florestais, somente dois fragmentos foram considerados prioritários em relação às métricas de paisagem utilizadas: tamanho do fragmento, índice de forma geométrica do fragmento e a distância entre os fragmentos (**FIGURA 7.8.2.2- 12 e QUADRO 7.8.2.2- 2**).





**FIGURA 7.8.2.2- 12** – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A1 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.



**QUADRO 7.8.2.2- 2**

Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A2 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.

Nº	Tamanho (ha)	Índice de Forma	Distância (m)	Prioridade
1	101	1,32	259	Sim
2	101	1,28	288	Sim
3	293	1,59	1.869	Não
4	441	2,19	245	Não
5	186	2,03	245	Não
6	152	1,48	1.653	Não
7	1.348	2,07	1.164	Não
8	89	1,27	901	Não
9	115	2,14	394	Não
10	75	1,45	259	Não
11	595	2,33	612	Não
12	112	1,36	917	Não
13	339	1,7	612	Não

Os fragmentos considerados prioritários em relação as métricas de paisagem nas Áreas 1 e 2 têm sérios problemas de conectividade, pois todos têm pouca probabilidade de conexão, apresentando maior parte da vegetação ciliar destruída, a qual poderia ser usada para a criação de corredores de biodiversidade (**FIGURA 7.8.2.2- 13**).



**FIGURA 7.8.2.2- 13** - Rodovia Transamazônica entre as cidades de Altamira e Belo Monte na AID do AHE Belo Monte, mostrando o elevado grau de antropização da mata ciliar. Um importante elemento para a conectividade dos fragmentos florestais.

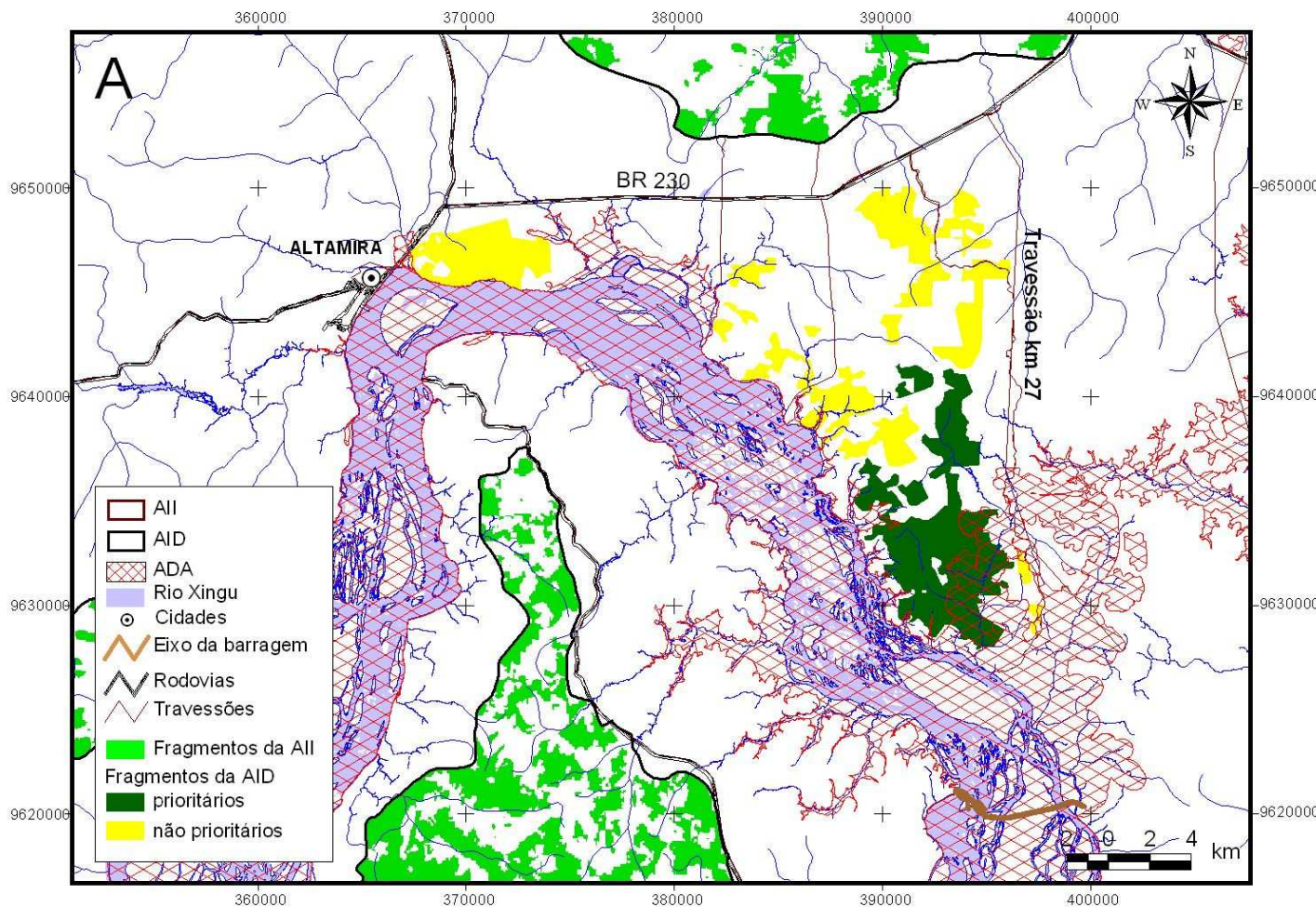
**FOTO:** Leandro Ferreira – Museu Goeldi – 2007

Assim, conclui-se que os fragmentos florestais situados nas regiões A1 e A2 não têm condições de manter populações viáveis de espécies, devido ao seu pequeno tamanho, alto grau do índice de forma e grau de isolamento.

- **Área A3**

Formada por 16 fragmentos florestais, situados na porção sul da rodovia Transamazônica (BR-230) entre a cidade de Altamira e dois ramais da rodovia, conhecidos localmente como travessões km 18 e 27 (**FIGURA 7.8.2.2- 14**).





**FIGURA 7.8.2.2- 14** – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A3 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.

Existem três fragmentos prioritários na área A3. Os fragmentos remanescentes com tamanhos menores que 200 hectares não têm prioridade para a conservação, pois se encontram bastante isolados e cercados por uma matriz formada de pastagens (QUADRO 7.8.2.2- 3).

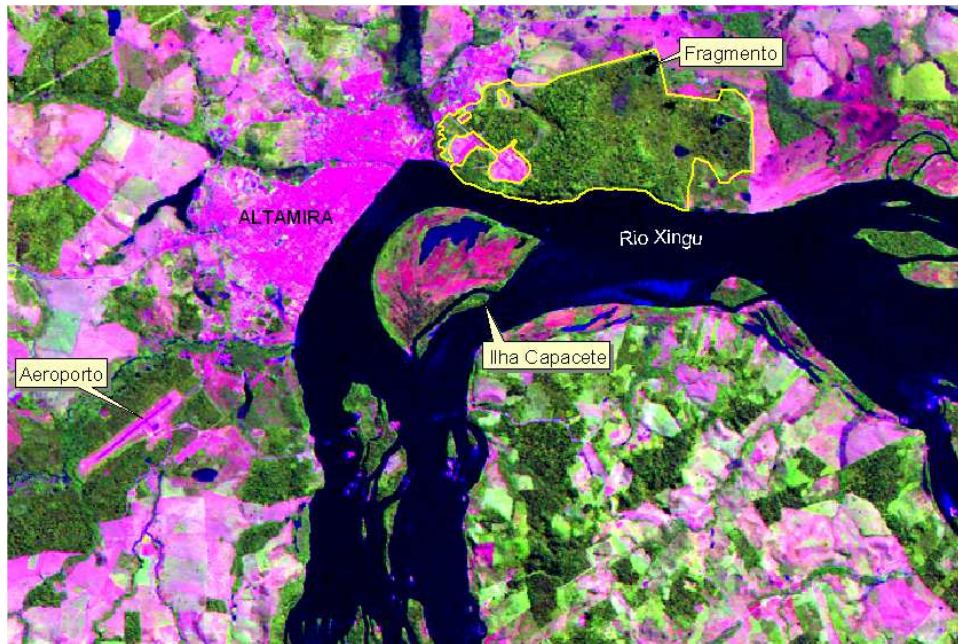
### QUADRO 7.8.2.2- 3

Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A3 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.

Nº	Tamanho (ha)	Índice de Forma	Distância (m)	Prioridade	Prognóstico
1	166	1,87	404	Sim	
2	3.931	3,34	55	Sim	Não
3	108	1,24	55	Sim	
1	1.371	2,98	369	Não	
2	<b>1.445</b>	<b>2,04</b>	<b>1.164</b>	<b>Não</b>	
3	176	1,8	763	Não	
4	643	2,06	187	Não	
5	58	1,77	443	Não	
6	98	1,31	369	Não	
7	64	1,29	443	Não	
8	31	1,24	969	Não	
9	902	3,5	257	Não	
10	473	2,04	90	Não	
11	76	1,34	151	Não	
12	33	1,23	70	Não	
13	22	1,77	70	Não	

Os fragmentos florestais situados na região A3 não têm condições de manter populações viáveis de espécies, devido ao seu pequeno tamanho, alto grau do índice de forma e grau de isolamento.

Uma exceção é o fragmento 2, definido como não prioritário para a conservação da biodiversidade em longo prazo. Contudo, encontra-se próximo a cidade de Altamira Este fragmento, devido a sua proximidade com a cidade, poderia ser transformado em um *Parque Municipal*, aliando a questão da conservação com a educação ambiental e lazer para a população da cidade, caracterizada pela falta de áreas verdes públicas. Em função da localização deste fragmento a implantação de uma categoria de Unidade de Conservação aberta a visitação, abre a possibilidade de implementação de programas de uso público com a instalação de equipamentos para o desenvolvimento de atividade de lazer, culturais e de interpretação na natureza. (FIGURA 7.8.2.2- 15).

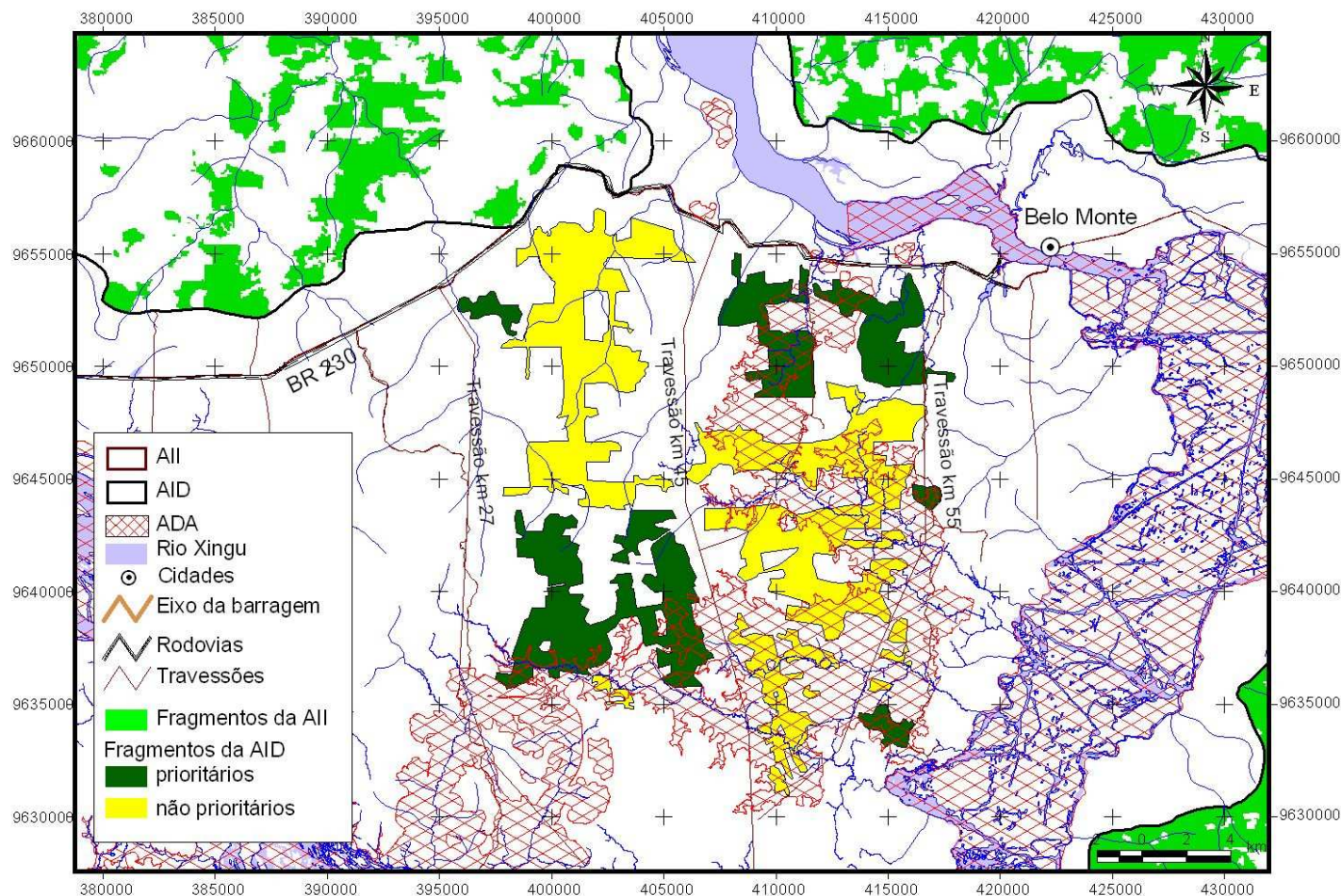


**FIGURA 7.8.2.2- 15** – Imagem de satélite de 2008 mostrando um fragmento florestal localizado na Área A3 próximo a cidade de Altamira que poderia ser transformado em um Parque Municipal.

- **Área A4**

Formada por 14 fragmentos florestais, situados na porção sul da rodovia transamazônica entre o travessão do km 27 e o km 55 da rodovia Transamazônica (**FIGURA 7.8.2.2- 16**).





**FIGURA 7.8.2.2- 16** – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A4 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.

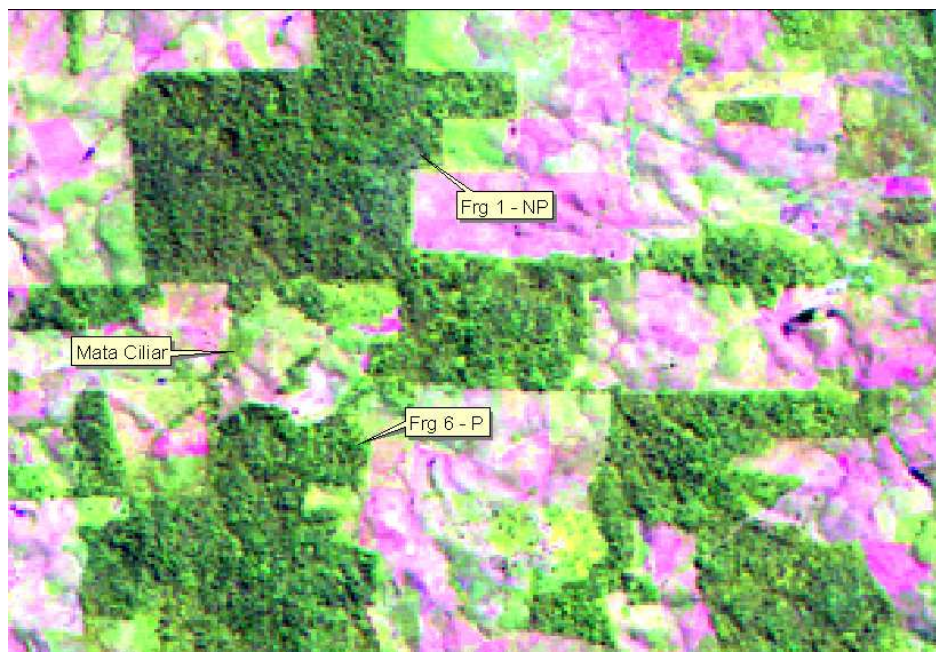
Na área A4 existem seis fragmentos com áreas superiores a 1.000 hectares. Contudo, três não foram considerados prioritários para conservação pelas métricas de paisagem usadas neste estudo, pois apresentam elevado índice de forma. Isto implica em elevado efeito de borda, diminuindo a capacidade dos mesmos em ter uma área nuclear (área interna do fragmento que permanece com características estruturais semelhantes a floresta contínua), diminuindo sua capacidade de manter populações viáveis de espécies (**QUADRO 7.8.2.2- 4**).

#### QUADRO 7.8.2.2- 4

Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A4 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.

Nº	Tamanho (ha)	Índice de Forma	Distância (m)	Prioridade	Prognóstico
1	<b>1.286</b>	<b>2,46</b>	<b>246</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
2	<b>1.217</b>	<b>2,16</b>	<b>84</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
3	234	1,8	112	Sim	
4	103	1,12	301	Sim	
5	301	1,94	80	Sim	
6	<b>3.286</b>	<b>3,35</b>	<b>62</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
7	235	1,53	110	Sim	Não
1	4.051	3,84	86	Não	
2	4.752	4,00	241	Não	
3	1.028	3,63	98	Não	
4	70	1,13	85	Não	
5	49	2,03	85	Não	
6	108	2,6	62	Não	
7	42	1,26	590	Não	
8	26	1,34	377	Não	
9	63	1,55	98	Não	

Na AID do AHE Belo Monte as matas ciliares associadas aos igarapés são protegidas por lei federal, pois constituem as Áreas de Preservação Permanente (APP), sendo as melhores alternativas para o fluxo de animais e manutenção dos processos biológicos na região (**FIGURA 7.8.2.2- 17**).



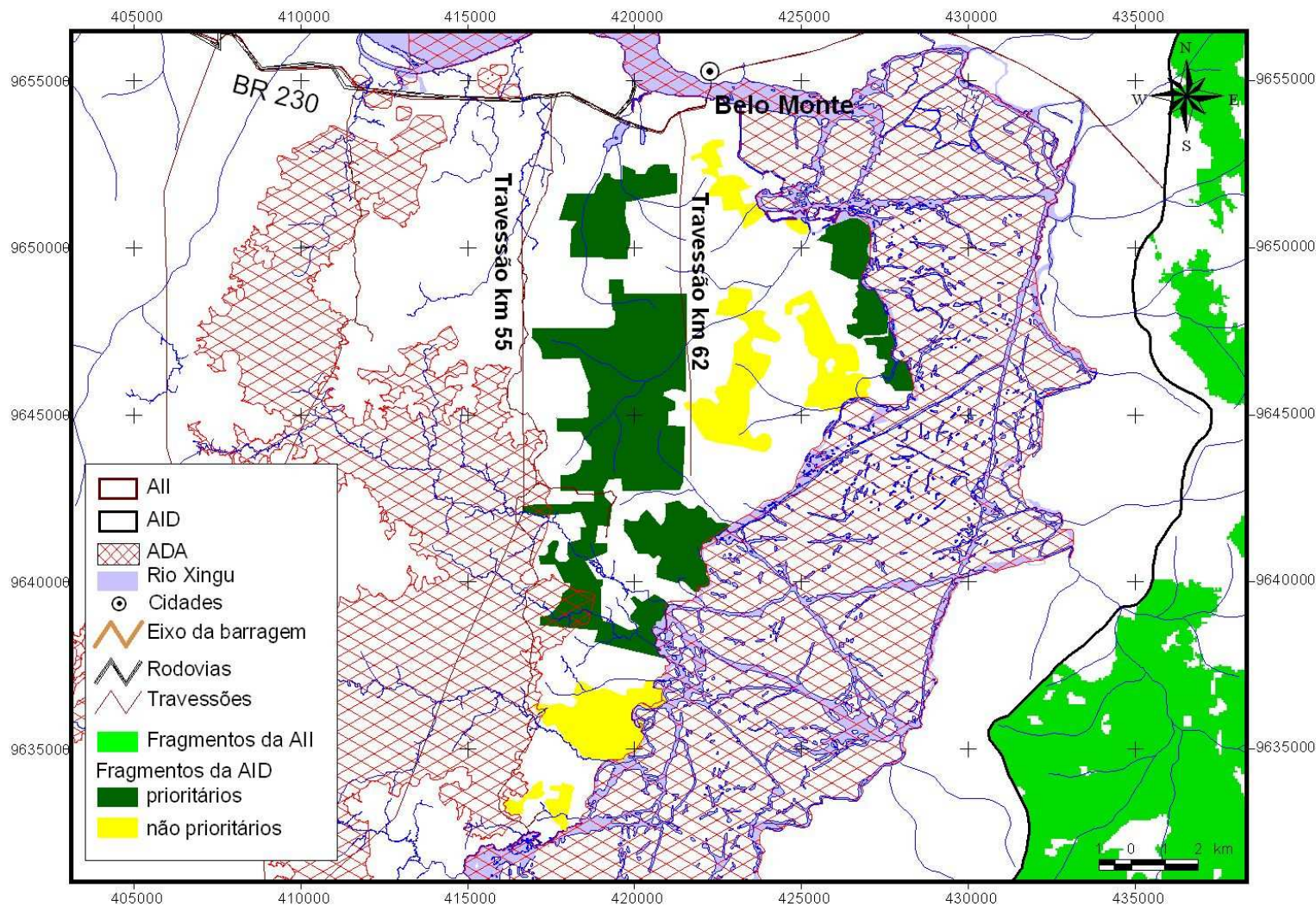
**FIGURA 7.8.2.2- 17** – Imagem de satélite mostrado dos fragmentos florestais da Área A4 que poderiam ser conectados através da mata ciliar dos igarapés, o que permitiria o aumento do fluxo gênico entre fragmentos florestais isolados.

Os fragmentos florestais situados na região A4 não têm condições de manter populações viáveis de espécies com maiores requerimentos de área, tais como médios e grande vertebrados (principalmente aves e mamíferos) ou ainda a árvores raras, devido ao seu pequeno tamanho, alto grau do índice de forma e grau de isolamento. Contudo, alguns fragmentos podem ser viabilizados com a criação de corredores de biodiversidade.

- **Área A5**

Formada por 12 fragmentos florestais situados na porção sul da rodovia Transamazônica entre o travessão do km 55 e o km 62 da rodovia Transamazônica (**FIGURA 7.8.2.2- 18**).





**FIGURA 7.8.2.2- 18** – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A5 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.

Dos 12 fragmentos, cinco são prioritários para a conservação segundo as métricas usadas neste estudo (**QUADRO 7.8.2.2- 5**). Neste caso sugerimos a criação de três corredores de biodiversidade, que conectarão estes fragmentos permitindo que as populações isoladas em cada fragmento possam funcionar como meta-população.

Este conceito é importante a fim de manter a diversidade genética das espécies nos fragmentos, pois perda de diversidade genética das espécies é um dos principais fatores que pode reduzir o tamanho populacional ou eliminar populações locais (HALL *et al.* 1994).

Os fragmentos florestais situados na região A5 não têm condições de manter populações viáveis de espécies, devido ao seu pequeno tamanho, alto grau do índice de forma e grau de isolamento. Contudo, alguns fragmentos podem ser viabilizados com a criação de corredores de biodiversidade.

#### QUADRO 7.8.2.2- 5

Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A5 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.

Nº	Tamanho (ha)	Índice de Forma	Distância (m)	Prioridade	Prognóstico
1	518	1,58	84	Sim	
2	328	1,8	0	Sim	
<b>3</b>	<b>2.517</b>	<b>3,04</b>	<b>238</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
4	113	1,72	0	Sim	
5	457	1,54	325	Sim	
1	179	2,26	580	Não	
2	24	1,15	316	Não	
3	546	2,21	238	Não	
4	388	2,06	246	Não	
5	542	1,72	630	Não	
6	43	1,63	110	Não	
7	72	1,55	153	Não	

- **Área A6**

Formada por 18 fragmentos florestais, sendo que no maior deles com mais de 11.000 hectares de tamanho, abrange a maior parte da Terra Indígena do Paquiçamba (**FIGURA 7.8.2.2- 19**).



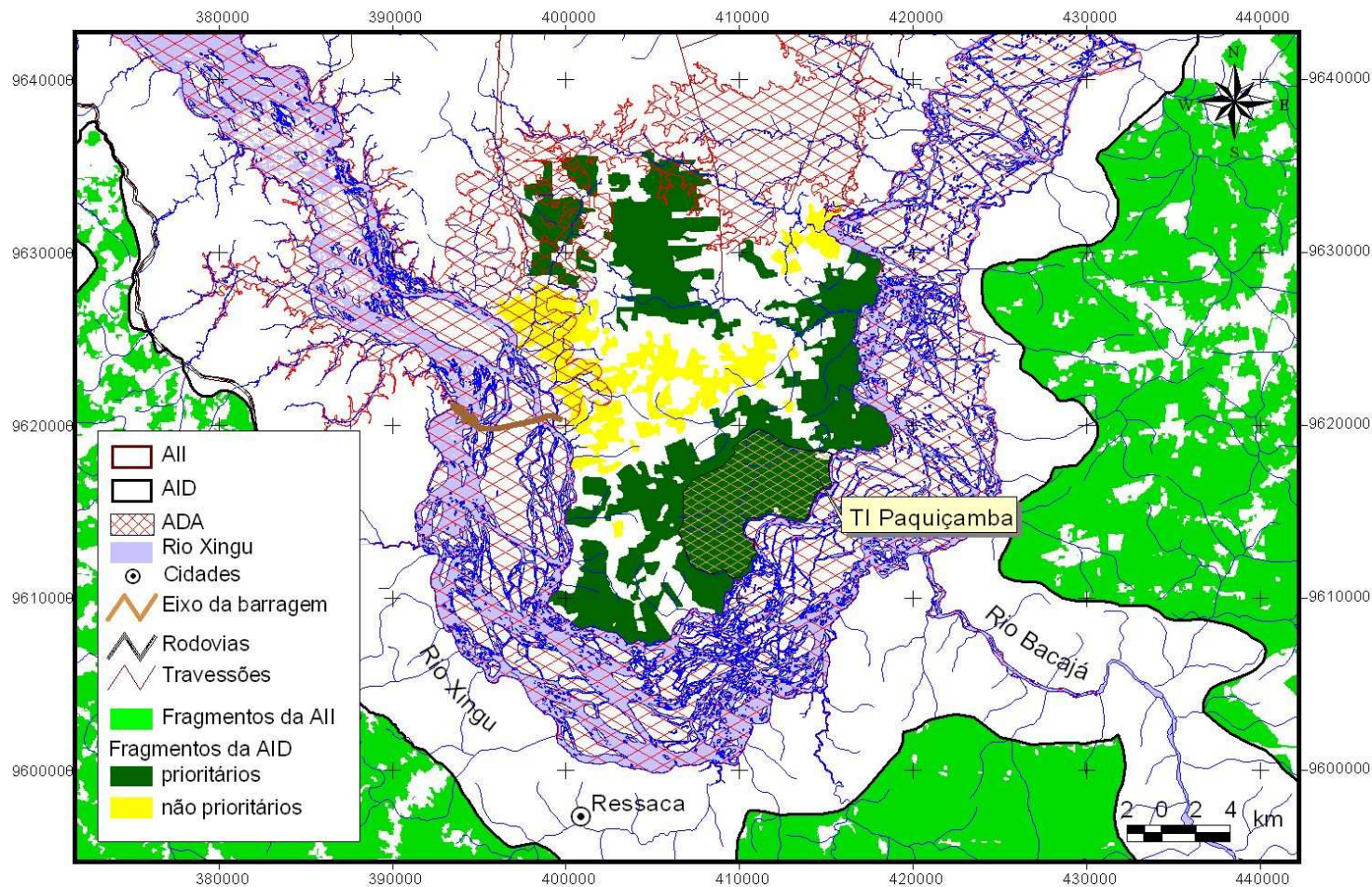


FIGURA 7.8.2.2- 19 – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A6 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.

Na Área 6 encontram-se os fragmentos com as melhores condições de tamanho e baixo grau de isolamento, na Volta Grande rio Xingu, possivelmente devido a maior distância destes da rodovia Transamazônica. Nesta área, os 5 fragmentos com mais de 1.000 hectares de tamanho representam cerca de 23.000 hectares e totalizam cerca de 92% do total de fragmentos (QUADRO 7.8.2.2- 6).

#### QUADRO 7.8.2.2- 6

Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A6 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.

Nº	Tamanho (ha)	Índice de Forma	Distância (m)	Prioridade	Prognóstico
<b>1</b>	<b>3.978</b>	<b>3,46</b>	<b>122</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>
2	354	1,25	86	Sim	Sim
<b>3</b>	<b>1.322</b>	<b>2,34</b>	<b>134</b>	<b>Sim</b>	<b>Sim</b>
4	11	1,49	243	Sim	
5	169	1,69	155	Sim	
6	110	1,76	271	Sim	Sim
7	<b>11.469</b>	<b>4,53</b>	<b>65</b>	<b>Sim</b>	
8	384	1,85	79	Sim	
<b>9</b>	<b>1.781</b>	<b>2,41</b>	<b>75</b>	<b>Sim</b>	
1	639	2,63	135	Não	
<b>2</b>	<b>4.981</b>	<b>6,12</b>	<b>65</b>	<b>Não</b>	
3	14	1,09	111	Não	
4	58	1,43	111	Não	
5	34	1,24	286	Não	
6	34	1,3	114	Não	
7	99	1,37	150	Não	
8	27	1,18	306		
9	46	1,21	139		

Contudo, dos cinco fragmentos florestais com mais de 1000 hectares, 2 fragmentos sofrerão impactos diretos pelo alagamento do reservatório dos canais (FIGURA 7.8.2.2- 19).

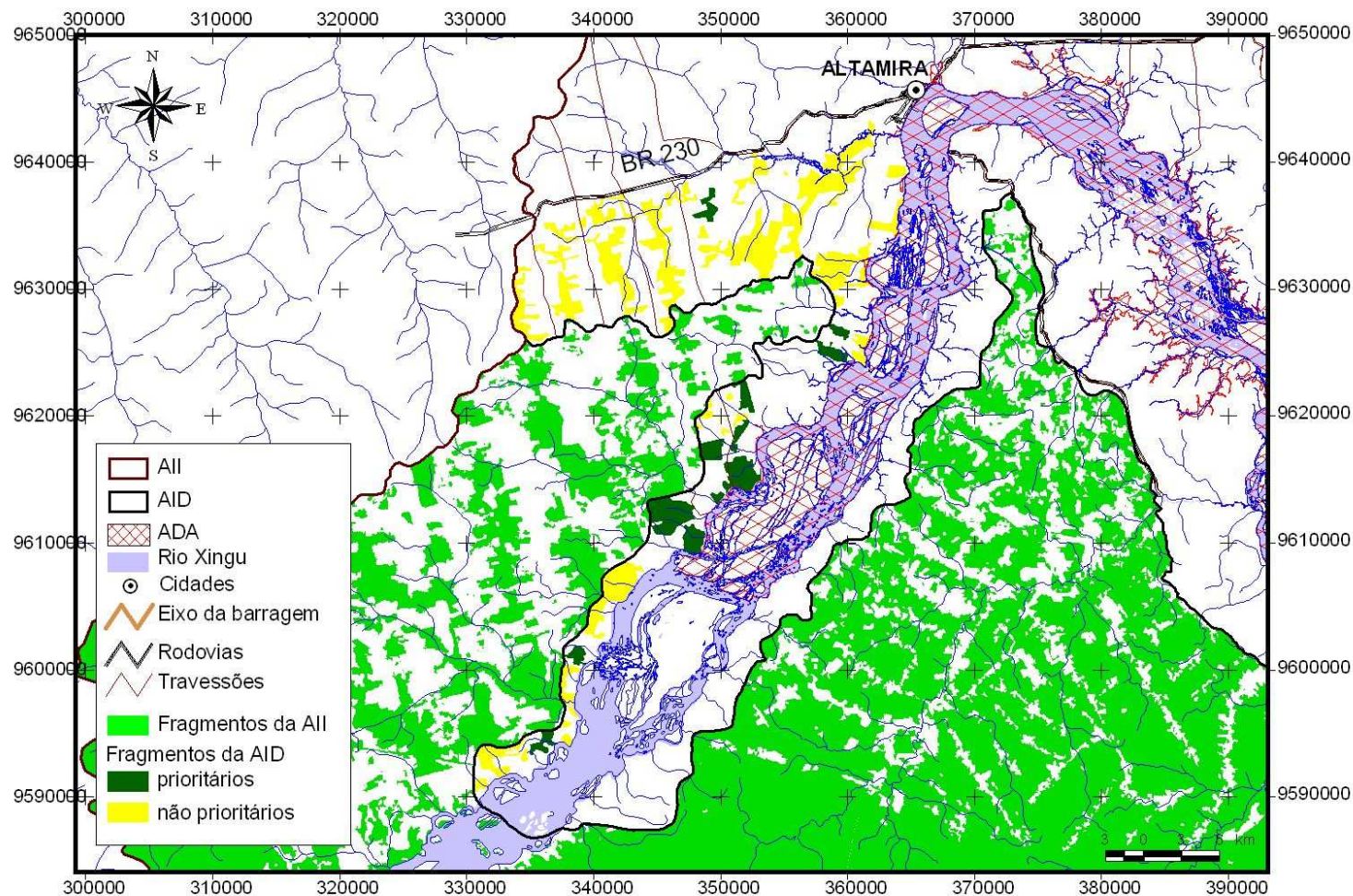
Existe um grande potencial de conectividade entre os fragmentos florestais da região A6, devido a grande proximidade entre os mesmos. Desta forma, considerando o grau de alteração antrópica presente na região de inserção do AHE Belo Monte, mesmo os fragmentos que não foram considerados prioritários em uma primeira análise formam corredores e fazem a ligação entre grupos de fragmentos prioritários, sinalizando para um grande potencial de conectividade se tais áreas com remanescentes florestais vierem a ser mantidas após a implantação do empreendimento.

Os fragmentos florestais situados na região A6 têm condições de manter populações viáveis de espécies. Contudo, alguns fragmentos podem ser viabilizados com a criação de corredores de biodiversidade.

- **Área A7**

Formada por 45 fragmentos florestais, sendo somente 11 fragmentos (24% do total) são considerados prioritários para a conservação da biodiversidade segundo as métricas usadas neste estudo (FIGURA 7.8.2.2- 20).





**FIGURA 7.8.2.2- 20** – Grau de prioridade dos fragmentos florestais localizados na região A7 na AID do AHE Belo Monte em relação às métricas de paisagem analisadas neste estudo.

Contudo, a área total destes fragmentos variou de 114 a 690 hectares, considerados pequenas para manter populações viáveis de espécies de animais de médio e grande porte (**QUADRO 7.8.2.2- 7**).

O grande número de fragmentos florestais com tamanhos pequenos é também, resultado do processo de desmatamento ao longo da rodovia Transamazônica e seus travessões. Estes desmatamentos têm o formato de espinha de peixe, e são reconhecidamente o resultado do processo de ocupação que tem como vetor principal a estrada e seus respectivos ramais (**FIGURA 7.8.2.2- 20**).

Os fragmentos florestais situados na região A7 não têm condições de manter populações viáveis de espécies que necessitem de maiores requerimentos de área, como por exemplo, médios e grandes vertebrados ou ainda a árvores raras.

Cabe comentar que alguns dos fragmentos considerados não prioritários são na realidade pequenas porções de fragmentos maiores que se projetam para além da AID. Assim, numa perspectiva de médio a longo prazo, os fragmentos da porção sul desta área poderão, se mantidos, funcionar como corredores de fauna.

#### QUADRO 7.8.2.2- 7

Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A7 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.

Continua

Nº	Tamanho (ha)	Índice de Forma	Distância (m)	Prioridade
1	114	1,32	243	Sim
2	219	1,65	251	Sim
3	196	1,82	108	Sim
4	136	1,79	43	Sim
5	269	1,22	104	Sim
6	690	1,91	260	Sim
7	783	1,36	101	Sim
8	337	1,24	101	Sim
9	153	1,57	171	Sim
10	198	1,94	70	Sim
11	208	1,96	242	Sim
1	3.184	4,17	563	Não
2	131	1,4	1.640	Não
3	237	2,22	1.201	Não
4	968	2,32	337	Não
5	65	1,16	337	Não
6	200	2,21	243	Não
7	26	1,05	518	Não
8	28	1,35	145	Não
9	64	1,37	0	Não
10	55	1,53	43	Não
11	8	1,16	377	Não
12	25	1,56	0	Não
13	29	1,44	104	Não
14	1.019	1,91	1.022	Não
15	243	2,05	124	Não
16	31	1,68	124	Não
17	38	1,17	476	Não
18	63	1,25	70	Não

**QUADRO 7.8.2.2-7**

Prioridade de conservação dos fragmentos localizados na região A7 na margem esquerda do rio Xingu, baseado no tamanho, índice de forma e distância dos fragmentos florestais.

Nº	Tamanho (ha)	Índice de Forma	Distância (m)	Conclusão
				Prioridade
19	51	1,68	98	Não
20	414	2,01	98	Não
21	41	1,23	148	Não
22	88	1,36	641	Não
23	290	2,6	1.062	Não
24	10	1,16	754	Não
25	167	2,62	242	Não
26	1.519	4,47	149	Não
27	42	1,21	184	Não
28	182	2,35	198	Não
29	55	1,31	361	Não
30	950	2,62	351	Não
31	203	3,13	119	Não
32	41	1,61	122	Não
33	468	2,12	119	Não
34	480	2,9	122	Não

**i) Fragmentos da Margem Direita do Rio Xingu**

Inicialmente foi realizada uma análise dos fragmentos da margem direita do rio Xingu usando as mesmas métricas de paisagem analisadas para a margem esquerda.

Os fragmentos florestais identificados na Área de Influência Direta (AID) deste estudo foram obtidos pela interpretação conduzida diretamente sobre as imagens de satélite.

Dentro da envoltória da AID foram identificadas 69 áreas com florestas na margem direita do AHE Belo Monte (**FIGURA 7.8.2.2- 21**).



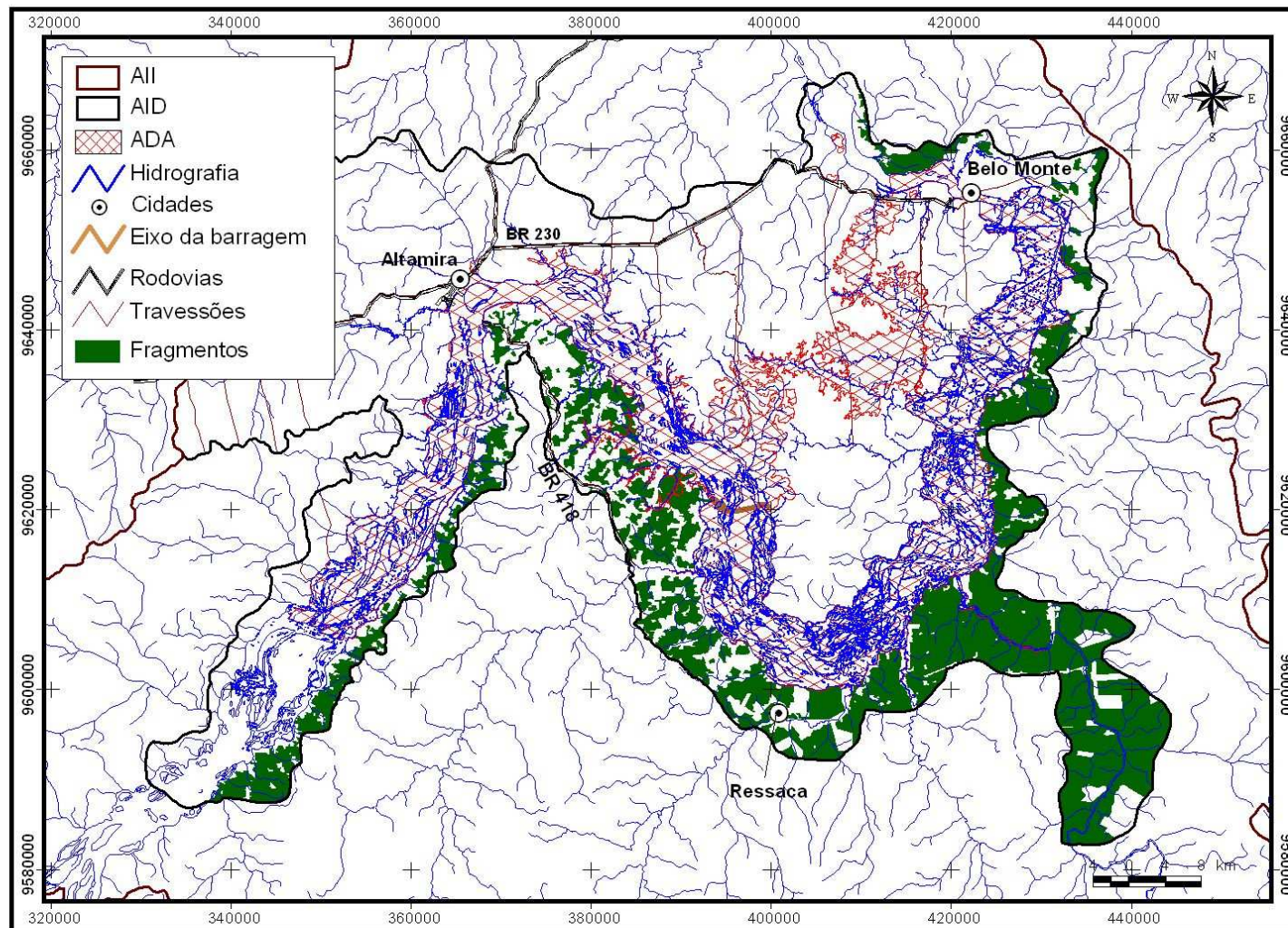
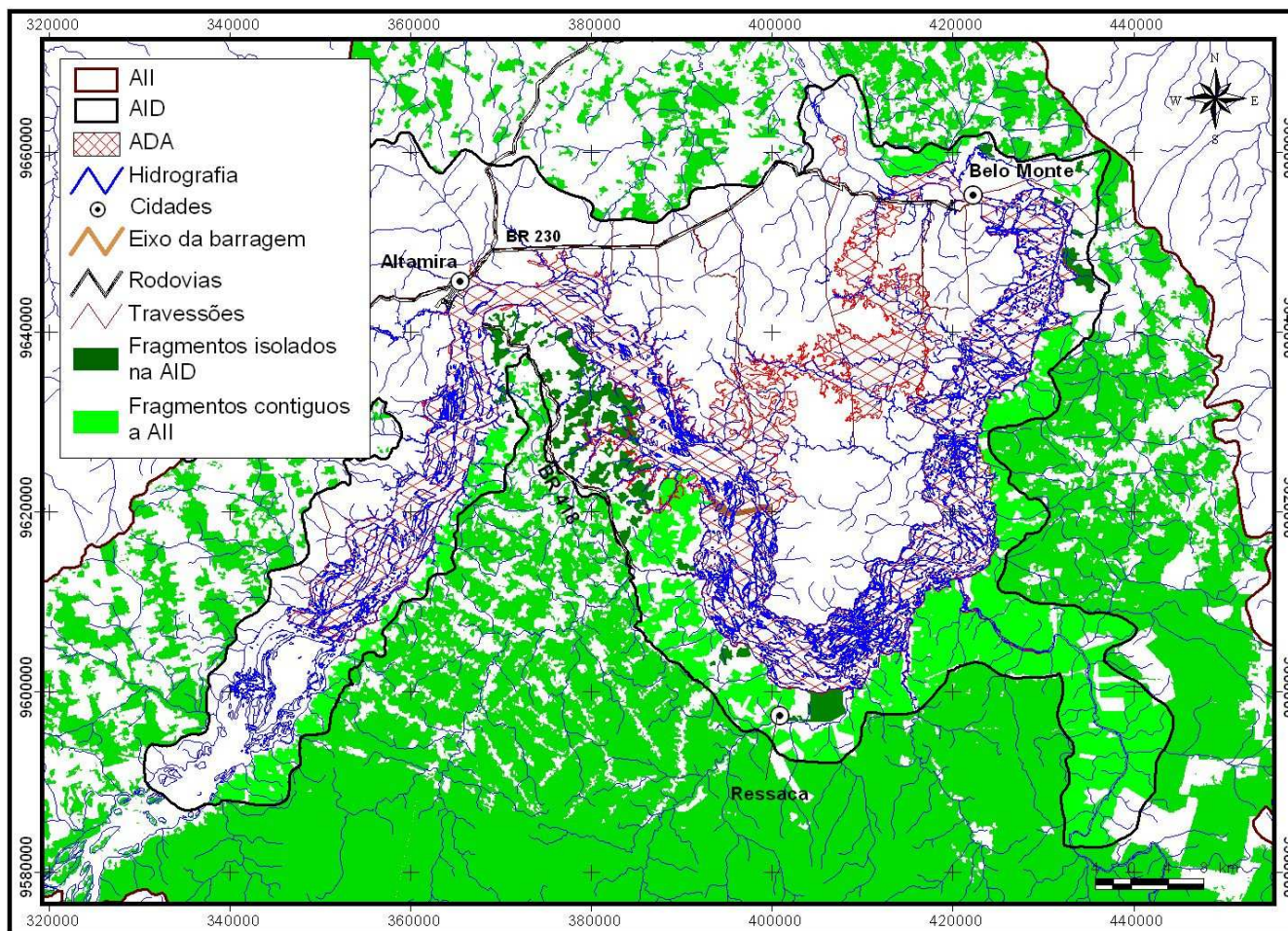


FIGURA 7.8.2.2- 21 – Localização dos fragmentos florestais situados na margem direita do rio Xingu na AID do AHE Belo Monte.

No entanto, parte destas áreas constitui fragmentos reais e parte é floresta contínua. Desta forma, não é possível utilizar os limites da AID para fazer análise dos fragmentos e remanescentes florestais. Isto fica bastante claro, quando se compara os fragmentos classificados usando como limite a AID do AHE Belo Monte com os fragmentos classificados pelo PRODES (INPE, 2007) demonstrando que dos 69 fragmentos identificados na AID do AHE Belo Monte, 33 fragmentos foram criados artificialmente pelo limite da AID (**FIGURA 7.8.2.2- 22**).





**FIGURA 7.8.2.2- 22** – Localização dos fragmentos florestais situados na margem direita do rio Xingu na AID e na AII do AHE Belo Monte.

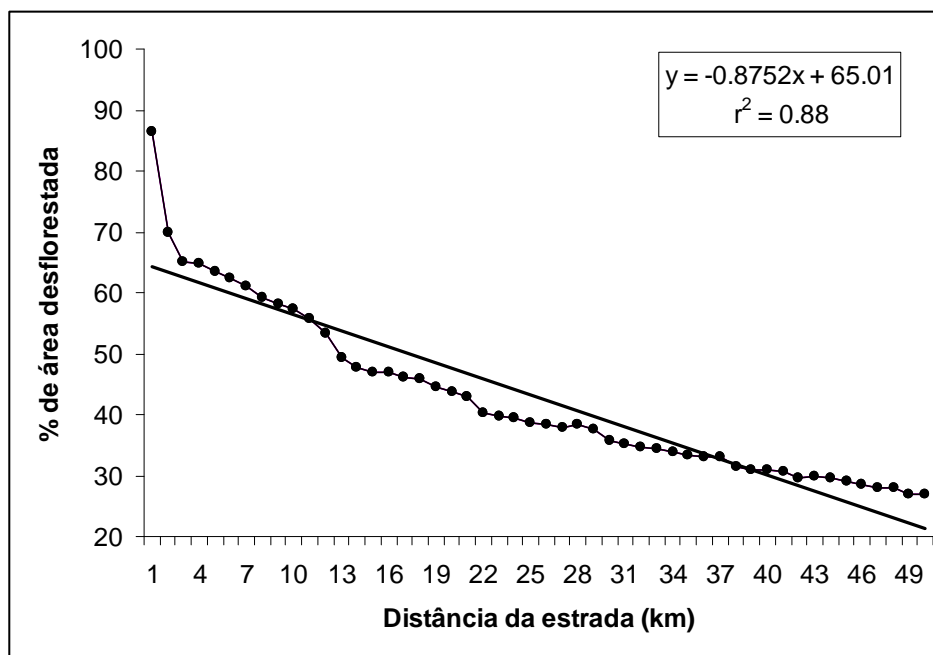
Na margem direita do rio Xingu a situação de ocupação humana é bem distinta do que na margem esquerda, onde a ocupação histórica da rodovia Transamazônica provocou uma grande fragmentação da paisagem devido às atividades econômicas principalmente ligadas a agricultura, pecuária e extração de madeira.

Na margem direita duas regiões merecem destaque devido ao processo de ocupação, uma está situada ao longo da rodovia Transassuni (BR 418), (**FIGURA 7.8.2.2- 20**).

Atualmente a região já apresenta um padrão de ocupação ao longo da estrada com grande proporção de desflorestamento nos primeiros quilômetros.

Isto tem profundo impacto com a conservação destes fragmentos em longo prazo, pois diversos estudos realizados na Amazônia têm demonstrado que os primeiros quilômetros ao longo das rodovias têm maior proporção de área desflorestada, diminuindo exponencialmente com a distância (**GRÁFICO 7.8.2.2- 5**).

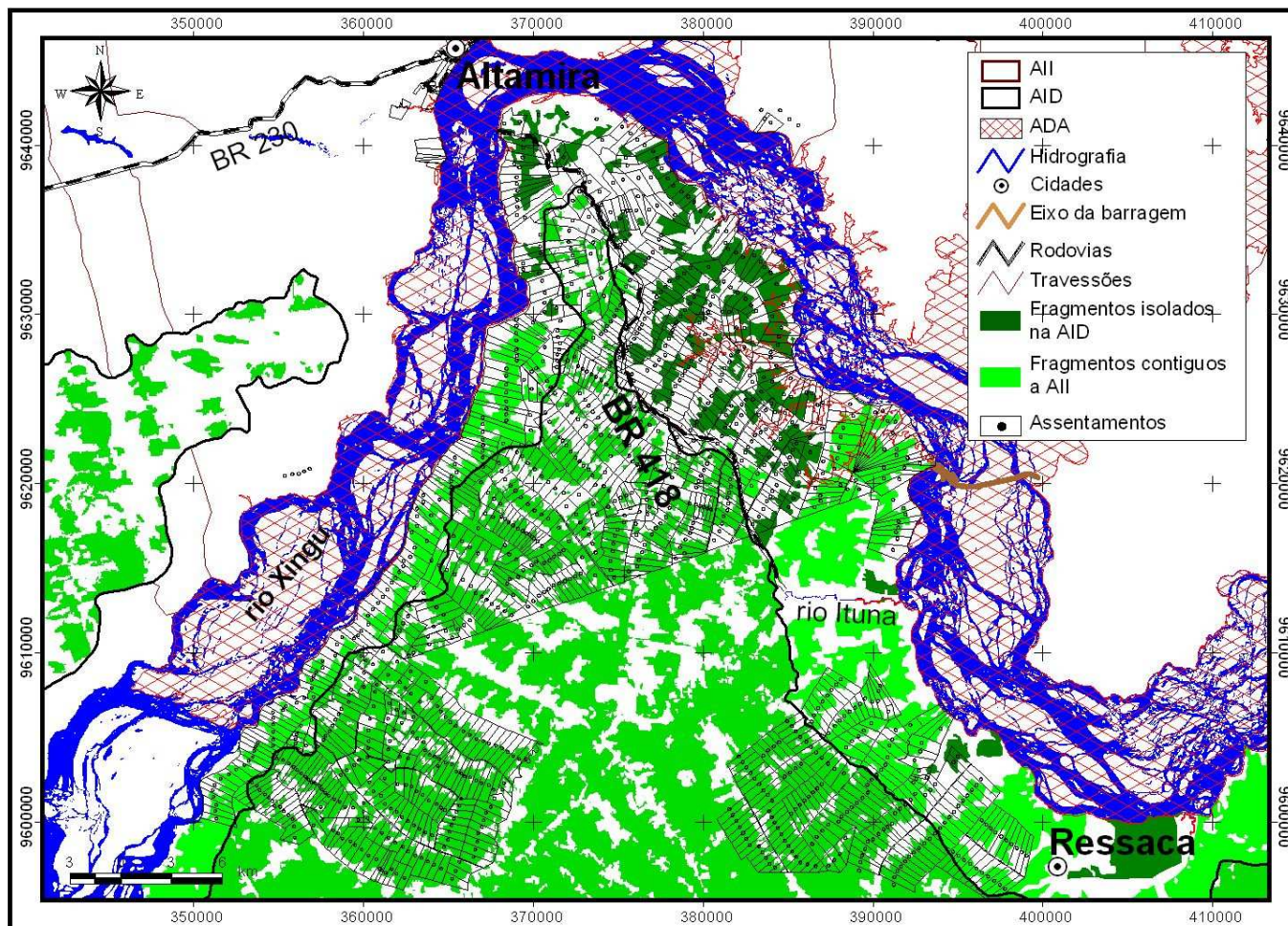
Estes padrões também foram obtidos em outros estudos para o bioma Amazônia. LAURANCE *et al.* (2001) e NEPSTAD *et al.* (2001) que demonstraram que três quartos dos desmatamentos entre 1978 e 1994 ocorreram dentro de uma faixa de 100 km de largura ao longo das rodovias BR 010 (Belém-Brasília), BR 364 (Cuiabá-Porto Velho) e PA 150 e da Rodovia BR 163, no Plano de Controle Ambiental (PCA) desta última rodovia, FERREIRA e MARINS (2007).



**GRÁFICO 7.8.2.2- 5** - Proporção da área desflorestada em relação à distância de 50 km de cada lado da rodovia na área de influência direta da BR 230 entre as cidades de Rurópolis e Palestina do Pará.

Outro processo de ocupação que já ocorre na região da margem direita do rio Xingu, especialmente próximo a cidade de Altamira, é devido a diversos lotes demarcados pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária (INCRA) que podem ser definitivamente implantados com a melhoria da rodovia, acarretando uma maior pressão humana nos fragmentos remanescentes (**FIGURA 7.8.2.2- 23**).



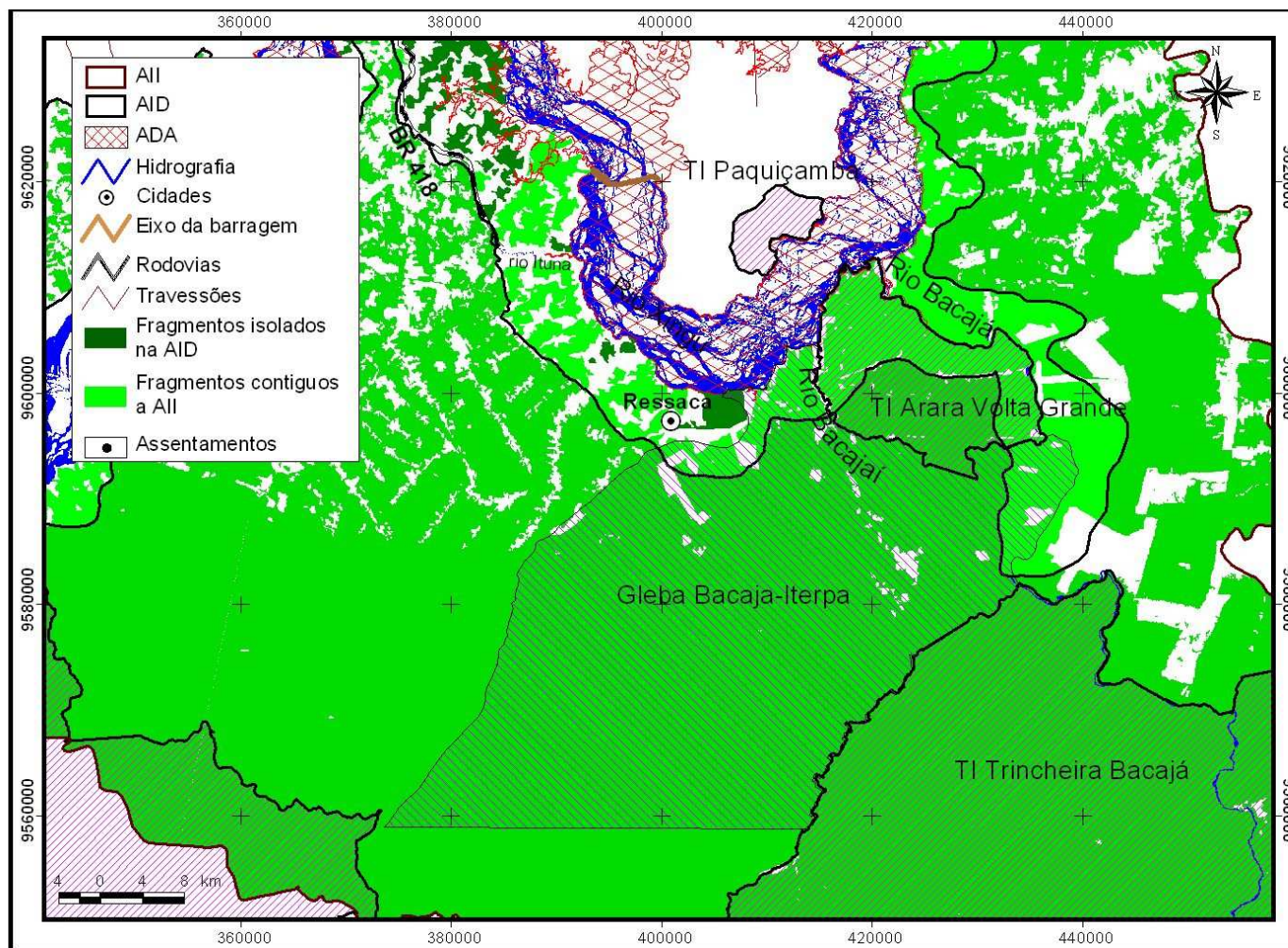


**FIGURA 7.8.2.2- 23** – Sobreposição dos fragmentos florestais na AII e AID do AHE Belo Monte na margem direita do rio Xingu em relação aos assentamentos do INCRA ao longo da rodovia Transassurini até a vila do garimpo da Ressaca na Volta Grande rio Xingu.

Uma das regiões mais importantes em termos de conservação da biodiversidade na margem direita do rio Xingu está localizada a leste da localidade do garimpo da ressaca, precisamente a partir da margem esquerda do rio Bacajá ((FIGURA 7.8.2.2- 23).

Nesta região podem ser observados grandes blocos contínuos de floresta e também a maior área protegida na AID do AHE Belo Monte, a Terra Indígena Arara Volta Grande com aproximadamente 25.500 hectares (**FIGURA 7.8.2.2- 24**).





**FIGURA 7.8.2.2- 24** – Sobreposição dos fragmentos florestais na AII e AID do AHE Belo Monte na margem direita do rio Xingu em relação à Terra Indígena Arara Volta Grande incluída na AID e o polígono do ITERPA Gleba Bacajá.

Fragmentos florestais incluídos em áreas protegidas são fundamentais para a conservação da biodiversidade, pois estudos têm demonstrado a importância que unidades de conservação e terras indígenas têm na contenção do desflorestamento na Amazônia.

Ferreira *et al.* (2005) demonstraram que a proporção de área desflorestada, dentro das Unidades de Conservação (Proteção Integral, Uso Sustentável e Terras Indígenas), nos estados de Mato Grosso, Pará e Rondônia, variaram de 1,5 a 4,7%, enquanto que fora das Unidades de Conservação (Proteção Integral, Uso Sustentável e Terras Indígenas) nestes Estados o desflorestamento variou de 29,2% a 48,1%. A diferença do desmatamento dentro ou fora das áreas protegidas variou de aproximadamente 10 vezes nos estados de Mato Grosso e Rondônia a aproximadamente 20 vezes no estado do Pará.

Nepstad *et al.* (2006) utilizaram mapas de uso da terra confeccionados a partir de imagens de satélite entre os anos de 1997 e 2000 e dados de ocorrência de fogo de 1998 para comparar a efetividade das Terras Indígenas, Unidades de Conservação de Proteção Integral, Reservas Extrativistas, e Florestas Nacionais em conter o desmatamento na Amazônia. Para a medida do efeito "inibidor" foi utilizado a razão entre a taxa de desmatamento para áreas de fora e de dentro do perímetro de cada área protegida. Este efeito "inibidor" foi estatisticamente igual entre Terras Indígenas e Unidades de Conservação de Proteção Integral. Contudo, é a localização das Terras Indígenas que as diferencia das demais e aumenta o seu grau de importância para a proteção da floresta.

Isto demonstra claramente a importância que as áreas protegidas (Unidades de Conservação e Terras Indígenas) como uma das ferramentas para conter ou diminuir o processo do desflorestamento na Amazônia Legal. Também contraria a hipótese generalizada de que estas áreas não estão cumprindo sua função principal na conservação e uso racional dos recursos na região, pelo fato de que muitas ainda não estão implantadas (Sá & Ferreira 2000).

Na região de inserção de Belo Monte, deverão ser levados em consideração os fragmentos na região externa à Terra Indígenas Arara Volta Grande, situada na margem direita do rio Bacajá, pois segundo informações durante os trabalhos de campo de diversas equipes responsável pelos diagnósticos no âmbito deste EIA, esta área tem sido pleiteada para assentamentos da reforma agrária o que levará ao aumento da pressão humana no fragmento florestal e sua consequente degradação ambiental. Como este fragmento é um dos mais adequados para a realocação da fauna, seria importante que este processo não fosse consolidado (**FIGURA 7.8.2.2- 24**).

**j) Unidades de Conservação e Terras Indígenas da Área de Influência Indireta e Área de Influência Direta do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte.**

Não existem Unidades de Conservação dentro da AID do empreendimento. Considerando a AII, existem atualmente uma unidade de conservação parcialmente inserida e outra no entorno da AII. Das seis Terras Indígenas existentes, duas estão dentro da AID (TI Paquiçamba e TI Arara Volta Grande), três parcialmente inseridas na AII e uma no seu entorno. (**FIGURA 7.8.2.2- 25**). As que estão parcialmente incluídas dentro da AII, possuem proporção de área variando de 9.1 a 32.3% (**TABELA 7.8.2.2- 2**).



TABELA 7.8.2.2- 2

Nome da área protegida, classe e categoria de manejo, localização, área total, área e proporção de área incluída na AII do AHE Belo Monte.

N	Nome da Área	Manejo	Categoria	Localização	Área (total) (TOTAL)	Área na AII	% Área na AII
1	F. N. Caxiuanã	Uso Sustentável	FLONA	Entorno da AII	322.414	0	0,0
2	R.Ex. Verde para Sempre	Uso Sustentável	RESEX	Parcialmente na AII	1.313.927	424.640	32,3
3	TI. Paquiçamba	Terras Indígenas	TI	Dentro da AID	4.134	4.134	100,0
4	TI Arara da Volta Grande	Terras Indígenas	TI	Dentro da AID	25.415	25.415	100,0
5	Trincheira Bacajá	Terras Indígenas	TI	Parcialmente na AII	319.568	319.568	19,3
6	TI Arara	Terras Indígenas	TI	Parcialmente na AII	25.120	25.120	9,1
7	TI Koatinemo	Terras Indígenas	TI	Parcialmente na AII	42.086	42.086	10,9
8	TI Kararaô	Terras Indígenas	TI	Entorno da AII	0	0	0,0

A proporção de área ocupada por áreas protegidas na AII e AID do AHE Belo Monte é de cerca de 30% e 6%, respectivamente (**FIGURA 7.8.2.2- 25**).

Existe somente uma unidade de conservação de uso sustentável na AII do AHE Belo Monte, a Reserva Extrativista Verde Para Sempre que tem cerca de 30% de sua área na AII. Não existe unidade de conservação de proteção integral na AII do AHE Belo Monte.

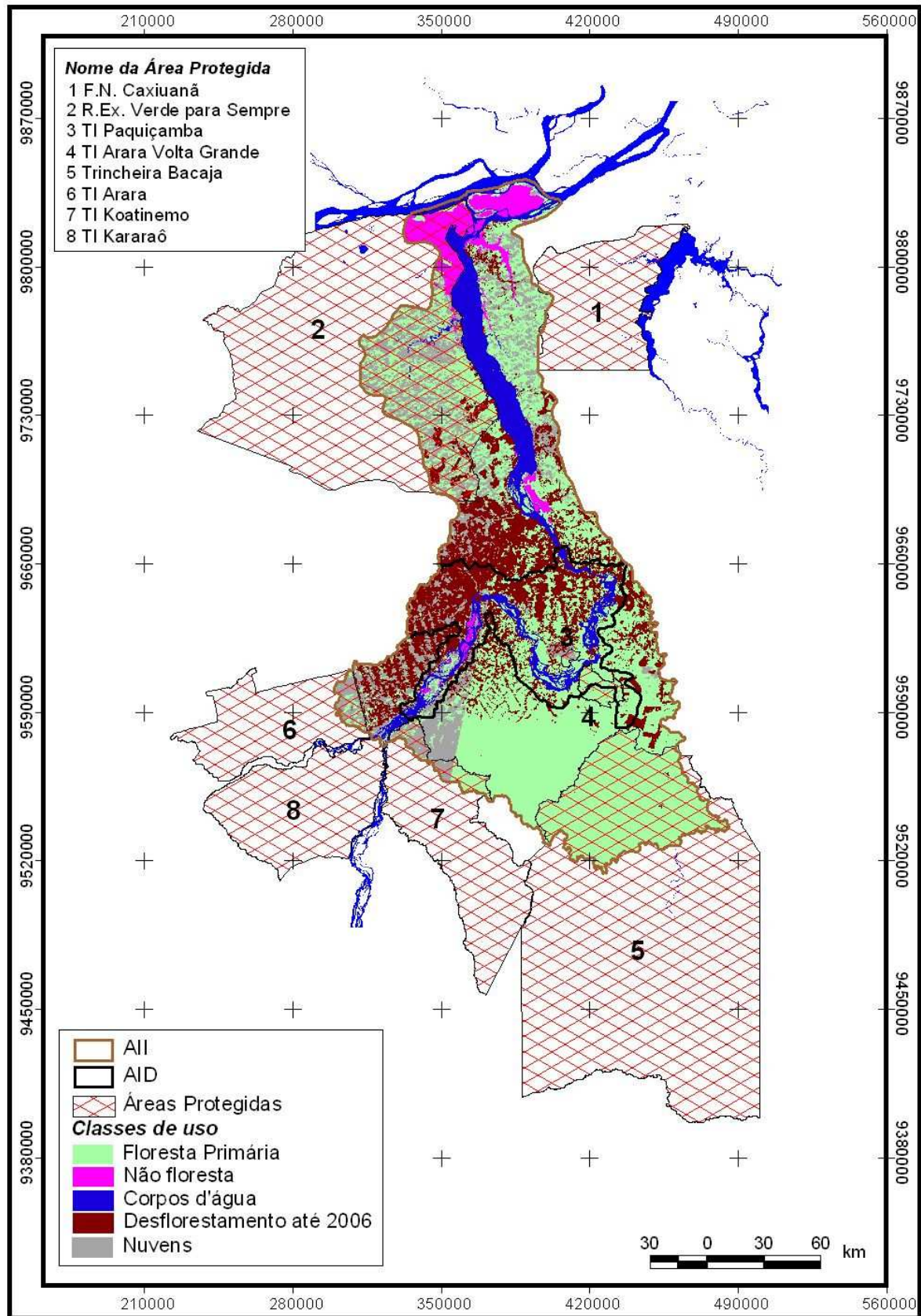


FIGURA 7.8.2.2- 25 – Áreas protegidas na AII e AID do AHE Belo Monte.

#### 7.8.2.2.4 Conclusões

- Houve um aumento significativo do desflorestamento nas Áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID) do AHE Belo Monte, entre os anos 1997 e 2006.
- Foram identificadas sete áreas de isolamento na margem esquerda do rio Xingu na AID do AHE Belo Monte em relação ao cenário atual representado pelas estradas, ramais e posição na margem do rio Xingu e cenários futuros resultantes da provável construção dos reservatórios do rio Xingu e dos Canais.
- Na AID do AHE Belo Monte, a margem esquerda do rio Xingu, tem 151 fragmentos que ocupam 34.5% de sua área total.
- Na AID do AHE Belo Monte, em relação ao tamanho, forma e grau de isolamento, os fragmentos florestais situados ao norte da rodovia BR 230 (Transamazônica) não são prioritários para a conservação da biodiversidade, conectividade e locais prováveis para a soltura de animais
- Na AID do AHE Belo Monte, na margem esquerda do rio Xingu os fragmentos com mais de 1.000 hectares das nas Áreas A1 e A7, são adequados para a conservação da biodiversidade, desde que conectados pela criação de corredores de biodiversidade, pois tem capacidade de manter populações viáveis de espécies.
- Na AID do AHE Belo Monte, na margem esquerda do rio Xingu, a Área 6, onde se situa-se a T.I. do Paquiçamba é a mais importante e com maior potencial para a conservação, conectividade e locais prováveis para a soltura de animais.
- Na AID do AHE Belo Monte, na margem direita do rio Xingu, a região onde se situa a T.I. da Volta Grande é a mais importante e com maior potencial para a conservação, conectividade e locais prováveis para a soltura de animais.
- A proporção de área ocupada por unidades de conservação e terras indígenas na AID do AHE Belo Monte é muito baixa, cerca de 3%.
- Não existe nenhuma unidade de conservação de proteção integral da AID do AHE Belo Monte.

#### 7.8.2.2.5 Bibliografia

ALENCAR, A.; NEPSTAD, N; MCGRATH, D; MOUTINHO, P; PACHECO, P; DIAZ, M. D. C. V e FILHO, B. S. *Desmatamento na Amazônia: indo além da emergência crônica*. Manaus, Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), 2004, 89 p.

BENITEZ-MALVIDO J.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.. Influence of Edge Exposure on Tree Seedling Species Recruitment in Tropical Rain Forest Fragments. *Biotropica* Volume 35 Issue 4, 2003. Pages 530 – 541

BENITEZ-MALVIDO, J. Impact of forest fragmentation on seedling abundance in a tropical rain forest. *Conservation Biology*, 1998. 12:380-389.

BIERREGAARD, R. O.; LOVEJOY, T. E.; KAPOV, V.; SANTOS, A. A.; HUTCHINGS, R. W. The biological dynamics of tropical rainforest fragments. *Bioscience*, 1992. 42: 859-866.

BRASIL. *Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)>.

CÂMARA, G.; VALERIANO, D. de MORISSON; SOARES, J. V. *Metodologia para o Cálculo da Taxa Anual de Desmatamento na Amazônia Legal*. INPE, São José dos Campos, set/2006.

CAMARGO, J. L. C.; KAPOV, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. *Journal of Tropical Ecology*, 1995. 11:205-221.

COLLI, G.R. Estrutura de taxocenoses de lagartos em fragmentos naturais e antrópicos de Cerrado. In *Ecosistemas Brasileiros: Manejo e Conservação* (V. Claudiano-Sales, ed.). Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza, 2003. p.171-178.

COLLI, G.R., ACCACIO, G.M., ANTONINI, Y., CONSTANTINO, R., FRANCESCHINELLI, E.V., LAPS, R.R., SCARIOT, A., VIEIRA, M.V.; WIEDERHECKER, H.C. A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. 2003. In: D.M. Rambaldi & D.A.S. Oliveira (eds.). *Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. pp. 312-324. Ministério do Meio Ambiente, Brasília

CONSTANTINO, R.; BRITZ, R. M.; CERQUEIRA, R.; ESPINDOLA, E. L. G.; GRELLE, C. E. V.; LOPES, A. T. L.; NASCIMENTO, M. T.; ROCHA, O.; RODRIGUES, A. A. F.; SCARIOT, A.; SEVILHA, A. C.; TIEPOLO, G. Causas naturais da Fragmentação. 2005. In: D. Rambaldi, D. & Oliveira, D. A. S. (orgs.). *Efeitos da Fragmentação sobre a Biodiversidade: Recomendações de Políticas Públicas*. 2ª ed., MMA, Brasília. Pp. 43-63.

ELETROBRÁS. 1987. Plano 2010: Relatório Geral. *Plano Nacional de Energia Elétrica 1987/2010* Dezembro de 1987, Centrais Elétricas do Brasil (ELETROBRÁS), Brasília, DF. 269 p.

ELETROBRÁS, 1990. *Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/93 (PDMA)*. Rio de Janeiro.

ELETROBRAS. *Centrais Elétricas do Brasil*. 2008.<[www.eletrobras.gov.br](http://www.eletrobras.gov.br)>

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 2003. 34:487-515.

FEARNSIDE P.M.. Deforestation in Brazilian Amazonia: History, Rates, and Consequences. *Conservation Biology* 19 Nº: 3, 2005. 680-688. 1523-1739

FERREIRA, L. V. e LAURANCE, W. F. 1997. Effects of Forest Fragmentation on Mortality and Damage of Selected Trees in Central Amazonia. *Conservation Biology* 11(3): 797-801.



FERREIRA, L. V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. S. O Desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados* 2005. 19(53): 1-10.

FORMAN, R.T.T.; S.K. COLLINGE. Nature conserved in changing landscapes with and without spatial planning. 1997. *Landscape and Urban Planning* 37:129-135.

FORMAN, R. T. T.; GODROM, M. Landscape ecology. USA: J. Wiley, 1986.

FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVINGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, V. H.; FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. *Road ecology: science and solutions*. Washington: Island Press, 2003. 481 p.

FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. Sociedade Brasileira de Genética, Brasil, 1992.

GASCON, C.; LOVEJOY, T.; BIERREGAARD, R.O.; MALCOLM, J.R.; STOUFFER, P.C.; VASCONCELOS, H.L.; LAURANCE, W.F.; ZIMMERMAN, B.; TOCHER, M.; BORGES, S. 1999. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. *Biological Conservation* 91: 223-229.

HALL, P., ORRELL, L.C. & BAWA, K.S. 1994. Genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Carapa guianensis* (Meliaceae). *American Journal of Botany* 81:1104-1111.

HERRMANN, B.C., RODRIGUES, E. e LIMA, A. 2005. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. *Floresta*. 35 (1):13-22.

INPE 2007. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. *Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite Projeto Prodes* <[www.dpi.inpe.br/prodesdigital](http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital)>.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. *Journal of Tropical Ecology*, 1989. 5:173-185.

KLEIN, B. C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in central Amazonia. *Ecology* 70:1715-1725

LAURANCE, W. F. 2000. Rainforest Fragmentation Kill bog Trees. *Nature* 404:836.

LAURANCE, W.F. Can carbon trading save vanishing forests? 2008. *Bioscience* 58:286-287.

LAURANCE, W. F., FERREIRA, L. V., RANKIN-de-MERONA, J., LAURANCE, S. G., HUTCHINGS, R. W., LOVEJOY, T. E. 1998. Effects of Forest Fragmentation on Recruitment Patterns in Amazonian Tree Communities. *Conservation Biology* 12(2): 460-464.

LAURANCE, W. F., LOVEJOY, T. E., VASCONCELOS, H. E., BRUNA, E. M., DIDHAN, R. K., STOUFFER, F. C., GASCON, C., BIERRAGAARD, R. O., LAWRENCE, S. G., SAMPAIO, E. E. 2002. Ecosystem decay of amazonian Forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*. 16(3): 605-618.

LAURANCE, W. F., S. G. LAURANCE, L.V. FERREIRA, J. M. RANKIN-DE-MERONA, 6365-EIA-G90-001b

C. GASCON, and, T. E. LOVEJOY. 1997. Biomass Collapse in Amazonian Forest Fragments. *Science* 278: 117-1118.

LAURANCE, W.F. Predicting the impacts of edge effects in fragmentes habitas. *Biological Conservation* v. 55, p. 77-92, 1991.

LAURANCE, W.F.; COCHRANE, M.A.; BERGEN, S.; FEARNSTIDE, P.M.; DELAMONICA, P.; BARBER, C.; d'ANGELO, S.; FERNANDES, T. 2001. The future of the Brazilian Amazon. *Science* 291: 438-439.

LIMA, J. F.. *Composição e riqueza de espécies de anuros (Amphibia) em fragmentos florestais no Lago de Tucuruí, Pará*. 59 P. Tese (Mestrado) - Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará. 2006.

MACHADO, L., 1998. *A fronteira agrícola na Amazônia*. In: *Geografia e Meio Ambiente no Brasil*. Organizadores Becker, B.K. et al. Hucitec, São Paulo.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.A.; NEEL, M.C.; ENE, E. FRAGSTATS: *Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps*. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst, Massachusetts, USA, 2002.

METZGER, J. P. 1999. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. *Anais da Academia Brasileira de Ciência*, v. 71, n. 3 (1), p. 445 - 463.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem: o uso adequado de métricas. In: CULLEN JR., Laury; RUDRAN, Rudy; VALADARES, Cláudio (Org.). *Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre*. Curitiba : Ed. da UFRP, 2003, p. 423-453.

METZGER, J. P. O que é Ecologia de Paisagens? *Biota Neotropica*, 2001. 1 (1 e 2): 1-9. <http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt>

METZGER, J.P. 2006. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. *Natureza & Conservação* 4 (2):11-23

METZGER, J.P. Relationships between landscape structure and tree species diversity in tropical forests of South-East Brazil. *Landscape & Urban Planning*, 1997. 37: 29-35.

MURCIA, C. 1995. *Edge effects in fragmentation Forest*: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution* 10: 58-62.

NEPSTAD, D. C., S. SCHWARTZMAN, B. BAMBERGER, M. SANTILLI, D. RAY, P. SCHLESINGER, P. LEFEBVRE, A. ALENCAR, E. PRINZ, G. FISKE & A. ROLLA. Inhibition of Amazon deforestation and fire by parks and indigenous lands. *Conservation Biology* 2006. 20: 65-73.

NEPSTAD, D.C.; CARVALHO, G.; BARROS, A. C.; ALENCAR, A.; CAPOBIANCO, J. P.; BISHOP, J.; MOUTINHO, P.; LEFEBVRE, P.; SILVA U. L. JR.; PRINZ, S. E.. Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. *Forest Ecology and Management*, 2001. 154: 395-407.

NG, S.J., DOLE, J.W., SAUVAJOT, R.M., RILEY, S.P.D., AND VALONE, T.J. “Use of highway undercrossings by wildlife in southern California.” *Biological Conservation*, 2004. 115, 499-507.

NOSS, R.F. Ecosystems as conservation targets. *Trends in Ecology and Evolution*, 1996. 11, 351.

PAVAN, D.. *Considerações ecológicas sobre a fauna de sapos e lagartos de uma área do cerrado brasileiro sob o impacto do enchimento do reservatório de Serra da Mesa*. Tese (Mestrado) - Universidade de São Paulo - São Paulo. 2002.

PERES, C.A. 2005. Porque precisamos de megareservas na Amazônia. *Megadiversidade*, Vol 1(1): 175-180

PIRES, J.S.R. *Análise Ambiental Voltada ao Planejamento e Gerenciamento do Ambiente Rural: abordagem metodológica aplicada ao município de Luiz Antonio – SP*. Tese (Doutorado) - São Carlos, PPG-ERN/UFSCar. 1995.

SÁ, R.M. L.; FERREIRA, L.V. Áreas protegidas ou espaços ameaçados: o grau de implementação e vulnerabilidade das unidades de conservação federal brasileiras de uso indireto. 2000. *Série Técnica* Vol. III. WWF, Brasil, Brasília.

SCARIOT, A. 1998. Conseqüências da fragmentação da floresta na comunidade de palmeira na Amazônia central. *Série Técnica – IPEF-EMBRAPA-CENARGEN*. 12(32): 71-86.

SCARIOT, A. *et al.* Efeitos da fragmentação sobre a biodiversidade: vegetação e flora. In RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. *Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas*. Brasília: MMA/SBF, 2003. 510p.

SOULÉ, M.E., ALBERTS, A.C.; BOLGER, D.T. The effects of habitat fragmentation on chaparral plants and vertebrates. *Oikos* 1992. 63: 39–47.

TAYLOR, P. D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K.; MERRIAM, G. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 1993. 68 (3): 571-573.

TOCHER, M., C. GASCON; B.L. ZIMMERMAN. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: a ten-year study. In: W. F. Laurance & R. O. Bierregaard Jr. (eds.) *Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities*. pp. 124-137. University of Chicago Press, Chicago, 1997.

TURNER, I. M. Species loss in fragments of tropical rain forests: a review of the evidence. *J. Appl. Ecol.*, 1996. 33: 200-209.

VIANA, V. M. & PINHEIRO, L. A. F. V. 1998. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. *Série Técnica IPEF* 12(32): 25-42.

VOLOTÃO, C. F. S. *Trabalho de análise espacial - métricas do Fragstats*. 1998. 45 f. Tese (Mestrado) - São José dos Campos. 1998.

WILLIAMS-LINENA, G. 1990. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panamá. *Journal of Ecology* 78:356-373.

WU, J., HUANG, J., HAN, X., GAO, X., HE, F., JIANG, M., JIANG, Z., PRIMACK, R. B., SHEN, Z. 2003. Three Gorges Dam – experiment in habitat fragmentation? *Science* 300:1239-40.

ZIMMERMAN, BL; BIERREGAARD, RO. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. *Journal of Biogeography* Vol. 13, no. 2, . 1986. pp. 133-143