

Grau de fragmentação e isolamento da paisagem na Área de Influência Direta do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte no estado do Pará

Leandro Valle Ferreira¹
Jorge Luiz Gavina Pereira²
Marcelo Cordeiro Thales²

¹ Museu Paraense Emílio Goeldi - Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia
Avenida Perimetral 1901 – Belém – Para – 66750-530 – lvferreira@museu-goeldi.br

² Museu Paraense Emílio Goeldi - Coordenação de Pesquisa e Pós-Graduação
Avenida Perimetral 1901 – Belém – Para – 66750-530 – jorgegavina@museu-goeldi.br

² Museu Paraense Emílio Goeldi - Coordenação de Pesquisa e Pós-Graduação
Avenida Perimetral 1901 – Belém – Para – 66750-530 – mcthales@museu-goeldi.br

Abstract: The human impacts in the Amazonian have promoted the fragmentation and isolation of the continuous forests. The objective of the study was determinate the degree of fragmentation and isolation using the landscape metrics (fragment size, geometric shape and degrees of isolation) in the future area of the Hydroelectric of the Belo Monte situated in the Xingu river in the Para State. The forest fragments were classified using satellite images and the landscape metrics indexes were calculated using the program ArcGis 9. Were identified 220 forest fragments in the study area, varying from 7 to 34,000 hectares. In relation to river margin, presence of roads and the location of the future lake the fragments were divided in 11 areas of isolation, being 7 and 4 areas situated in the left and river margin in the right margin of the Xingu river, respectively. There is not significantly difference between forest fragment size and fragment geometric shape in relation to river margin side of the Xingu River in the study area. However the 151 forest fragments situated in the left margin of the Xingu River occupy 34.5% in the total study area, while the 62 forest fragments situated in the right margin occupy 62% in the total study area. The degree of isolation is significantly higher in the fragments situated in the right margin of the Xingu River.

Palavras-chave: Amazônia, floresta, fragmentação, isolamento, Amazonian, forest, fragmentation, isolation.

1. Introdução

A alta taxa de desmatamento e degradação das florestas na Amazônia tem levado à perda de inúmeras espécies da fauna e flora, principalmente ligada a redução da área de uso das espécies e o isolamento dos habitats originais (Laurance, 1991).

A ação humana (agricultura, pecuária, mineração, estradas, etc.) sobre áreas de floresta provoca sua fragmentação contínua e com graus diferentes de intensidades. Atualmente, muitos estudos em regiões tropicais e particularmente na Amazônia concordam que a fragmentação e perda de área devem ser consideradas no planejamento e manejo da biodiversidade. Numa paisagem fragmentada os fragmentos remanescentes ficam isolados depois do desmatamento e sua vizinhança passa a ser não mais a própria floresta, contínua, mas áreas abertas, como plantações, estradas, entre outros (Forman, 1995).

Um fator adicional que aumenta o grau de fragmentação da paisagem na Amazônia brasileira é a construção de usinas hidrelétricas. O principal impacto na construção de usinas hidrelétricas é o alagamento de extensas áreas de vegetação para formação de reservatórios, provocando perdas substanciais de áreas florestadas, resultando na formação de centenas ou milhares de ilhas, com diferentes graus de isolamento, tamanho e formas geométricas (Lima, 2006).

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

A Área de Influência Direta do AHE de Belo Monte está inserida numa região de considerável diversidade de ambientes, tipos de vegetação e unidades de paisagem. A região sofreu considerável mudança na sua cobertura florestal original, com a ação antrópica se fazendo presente mais fortemente na zona de influência 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, resultando em uma paisagem modificada formada por centenas de fragmentos florestais circundados por diferentes formas de uso.

Do ponto de vista ecológico, estes fragmentos florestais podem ser considerados como ilhas de biodiversidade, os únicos lugares onde podemos ainda conseguir as informações biológicas necessárias para a restauração da paisagem fragmentada e a conservação desse ecossistema ameaçado.

Os fragmentos florestais localizados na Área de Influência Direta do AHE Belo Monte podem não ter condições naturais para manter populações mínimas viáveis para muitas espécies vegetais e animais, devido ao elevado grau de fragmentação e isolamento. Contudo, a fim de corroborar esta hipótese, são necessários estudos em nível de paisagem para avaliar a situação atual (diagnóstico) e futura (prognóstico) destes fragmentos.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar os fragmentos florestais da Área de Influência Direta do AHE Belo Monte em relação ao tamanho, grau de isolamento e forma com vistas a determinar locais prováveis para soltura de animais, criação de corredores de biodiversidade e proposição de novas unidades de conservação.

2. Metodologia de trabalho

Este estudo é conduzido na Área de Influência Direta (AID) do baixo e médio rio Xingu, onde se pretende construir o Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte (AHE de Belo Monte), na região norte do Brasil, envolvendo cinco municípios do estado do Pará.

A AID do AHE de Belo Monte corresponde ao território onde a implantação do projeto impacte de forma direta sobre os recursos ambientais, modificando a sua qualidade ou diminuindo seu potencial de conservação ou aproveitamento, além da rede de relações sociais, econômicas e culturais a ser afetada durante todas as fases do empreendimento, sendo estas questões observadas para a sua delimitação.

Os fragmentos florestais identificados na Área de Influência Direta (AID) deste estudo foram obtidos pela interpretação conduzida diretamente sobre as imagens de satélite. As imagens de satélite utilizadas para o mapeamento da AID foram as das órbitas pontos 225/062, 225/063 e 226/062, 226/063 registradas pelo sensor TM/Landsat-5 em 26/07/05 e 04/08/05, respectivamente. Utilizaram-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 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.

A análise espacial dos fragmentos florestais 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 (ESRI, 2006).

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. Neste estudo foram usadas duas métricas de forma: o tamanho e a forma dos fragmentos que podem influenciar inúmeros processos ecológicos, tais como, a migração de pequenos animais ou a colonização de plantas. Outra métrica usada foi a distância de vizinho mais próximo, definida com o a distância de um fragmento para o fragmento que está à sua volta e baseado na distância borda-a-borda. A proximidade entre os fragmentos é importante para os processos ecológicos, e tem implícito em seus resultados o grau de isolamento dos fragmentos (Volotão, 1998; Metzger, 2006).

3. Resultados e Discussão

Na AID do AHE de Belo Monte foram classificados 220 fragmentos florestais com áreas variando de 7 a 34 mil hectares e totalizando 166 mil de hectares, cerca 44% do total da AID.

Na AID do AHE de Belo Monte existem dois fatores que contribuem para o isolamento dos fragmentos florestais: a posição dos fragmentos em relação a margem do rio Xingu e a presença de estradas e travessões. Com a implantação do empreendimento, outro fator será a criação do reservatório da hidrelétrica que promoverá o isolamento dos fragmentos situados ao sul da rodovia Transamazônica e alguns de seus travessões. Desta forma, podemos dividir a AID do AHE de Belo Monte em 11 áreas de isolamento, sendo 7 áreas na margem esquerda e 4 na margem direita do rio Xingu (Figura 1).

Na avaliação da escolha dos fragmentos de vegetação para a conservação da biota devem ser considerados, quando possível, alguns consensos em relação à biologia de conservação, sendo estes resumidos nas seguintes premissas (Noss 1996): (1) Fragmentos maiores são melhores que fragmentos pequenos; (2) Fragmentos conectados são melhores do que fragmentos isolados; (3) Fragmentos não cortados por estradas são preferenciais em relação a fragmentos cortados por estradas e (4) Fragmentos com formas geométricas regulares são preferenciais em relação a fragmentos irregulares, pois o efeito de borda pode

impedir a manutenção de populações viáveis de espécies em longo prazo.

Na margem direita do rio Xingu foram identificados 69 fragmentos, com áreas variando de 7 a 34 mil hectares ($X= 1.200$ hectares) e 151 fragmentos na margem esquerda com áreas variando de 8 a 11.4 mil hectares ($X= 563$ hectares) (Tabela 1).

Não houve diferença significativa no tamanho dos fragmentos entre as margens do rio Xingu ($t=0,951$; $p=0,344$). Contudo, uma diferença importante entre as margens é a proporção de área ocupada pelos fragmentos em relação à área total da AID. Na margem esquerda, os 151 fragmentos ocupam somente 34.5% da área total, enquanto os 62 fragmentos da margem direita ocupam 62% da área total da AID (Tabela 1).

Isto indica claramente um maior nível de fragmentação na margem esquerda do rio Xingu em comparação com a margem direita na AID do AHE Belo Monte e isto têm profundas implicações para a conservação da biota.

Não houve diferença significativa no índice de forma dos fragmentos florestais entre as margens do rio Xingu ($t=1.280$; $p=0.203$) (Figura 3). Na margem direita o índice de forma variou de 1.05 a 4.72 ($X=2.02$), enquanto na margem esquerda variou de 1.05 a 6.12 ($X=1.85$)

Houve diferença significativa no grau de isolamento dos fragmentos florestais entre as margens do rio Xingu ($t=-3.492$; $p=0.001$), sendo o grau de isolamento menor nos fragmentos situados na margem direita do rio Xingu (Figura 4). Na Margem direita a distância entre os fragmentos variou de zero a 1.3 quilômetros ($X=226$ metros), enquanto na margem esquerda a distância entre os fragmentos variou de zero a 2.1 quilômetros ($X=434$ metros).

Com base nestas premissas, verifica-se que os 151 fragmentos situados na margem esquerda do rio Xingu, têm maior grau de fragmentação, pois ocupam somente 34,5% AID, enquanto na margem direita, 69 fragmentos, ocupam 62% do total da AID.

Outro fator importante é o menor grau de isolamento dos fragmentos situados na margem direita do rio Xingu, o que pode permitir uma maior conexão entre os mesmos, através da construção de corredores de biodiversidade, sendo, portanto, mais importantes para a conservação da biodiversidade.

4. Conclusões

- Foram identificadas 11 áreas de isolamento 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, enquanto a margem direita tem 62 fragmentos que ocupam 62% da sua área total.
- Na AID do AHE Belo Monte, os fragmentos situados na margem direita do rio Xingu são mais adequados para a conservação da biota, devido ao menor grau de fragmentação, tamanho e grau de isolamento, sendo, portanto, prioritários para a conservação da biodiversidade, construção de corredores de conectividade de fauna e locais prováveis para a soltura de animais

Agradecimentos

Os autores agradecem o precioso auxílio da Eletronorte por permitir que as equipes do projeto usassem suas instalações, ao Dr. Plácido Magalhães/UFPA, Jorge Cristo e Paulo Amorim, gerentes de campo do Projeto e a Myriam Freitas, secretaria executiva do Projeto, pelos prestimosos auxílios na execução dos trabalhos de campo. À Fidesa, sobretudo a Odília S. Reis nossos mais sinceros agradecimentos.

Referências Bibliográficas

- ELETROBRÁS, 1990. **Plano Diretor de Meio Ambiente do Setor Elétrico 1991/93** (PDMA). Rio de Janeiro.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 2006. **Arc GIS**. The Geographic Information System for Everyone.
- Forman, R.T.T. **Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions**. Cambridge, Cambridge University Press. 1995
- Laurance, W.F. Predicting the impacts of edge effects in fragmentes habitas. **Biological Conservation** v. 55, p. 77-92, 1991.
- LIMA, J. F.. **Composição e riqueza de espécies de anuros (Amphibia) em fragmentos florestais no Lago de Tucuruí, Pará**. Dissertação de Mestrado. Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal do Pará. 2006. 59p.
- Metzger, J.P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação** 4 (2):11-23. 2006
- 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**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo - São Paulo. 2002.
- SYSTAT. 2006. **Systat 10.0 for windows**. Chicago, SPSS, 726p.
- VOLOTÃO, C. F. S. **Trabalho de análise espacial - métricas do Fragstats**. 1998. 45 f. Trabalho de análise espacial do curso de mestrado do INPE - São José dos Campos. 1998
- WU, J., HUANG, J., HAN, X., GAO, X., HE, F., JIANG, M., JIANG, Z., PRIMACK, R. B., SHEN, Z. Three Gorges Dam – experiment in habitat fragmentation? **Science** 300:1239-40. 2003

Tabela 1 – Diferença do tamanho dos fragmentos florestais na AID do AHE Belo Monte em relação à margem do rio Xingu

Parâmetros analisados/margem do rio Xingu	Direita	Esquerda
Área total AID (hectares)	135.484	2536.07
Área total dos fragmentos na AID (hectares)	83.999	87.412
% de área AID em fragmentos	62	34.5
Número total de fragmentos	69	151
Tamanho mínimo (hectares)	7,0	8,3
Tamanho máximo (hectares)	34.718	11.469
Média	1.244	562,7
Desvio padrão	4.492	1.261,7

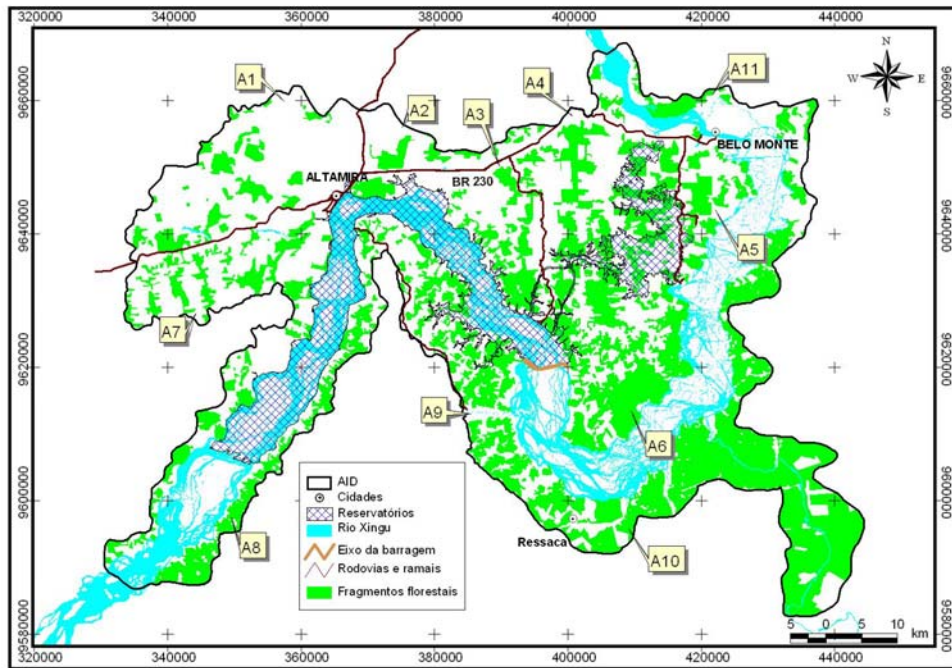


Figura 1 – Áreas de isolamento na Área de Influência Direta do AHE de Belo Monte em relação às estradas, ramais, canal de derivação, reservatório dos canais e margem do rio Xingu.

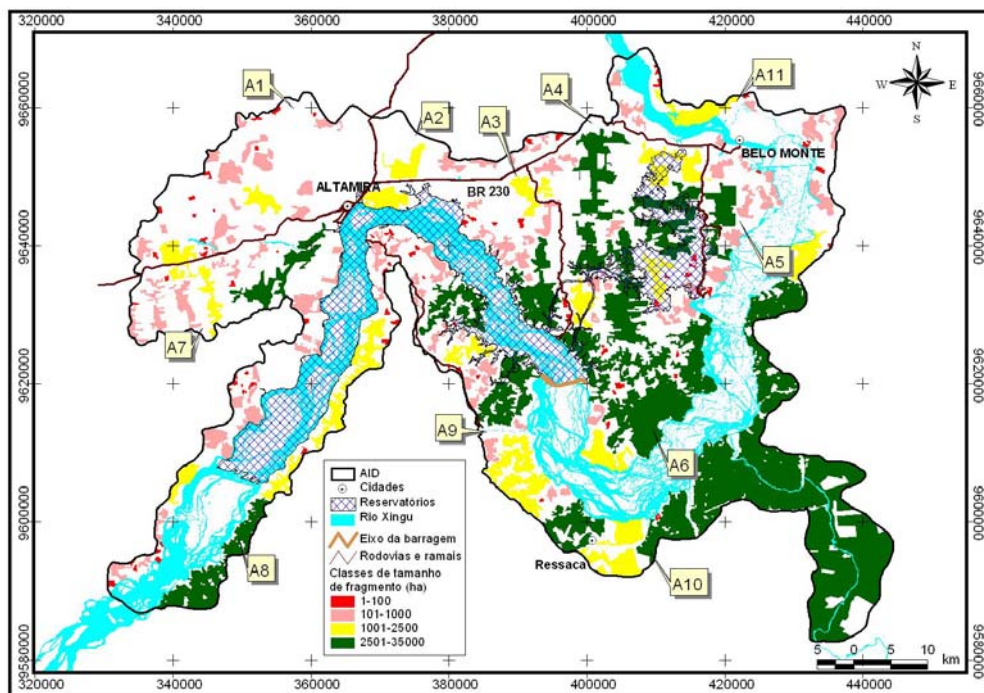


Figura 2 – Fragmentos florestais na AID do AHE Belo Monte em relação a métrica de paisagem de tamanho de fragmento.

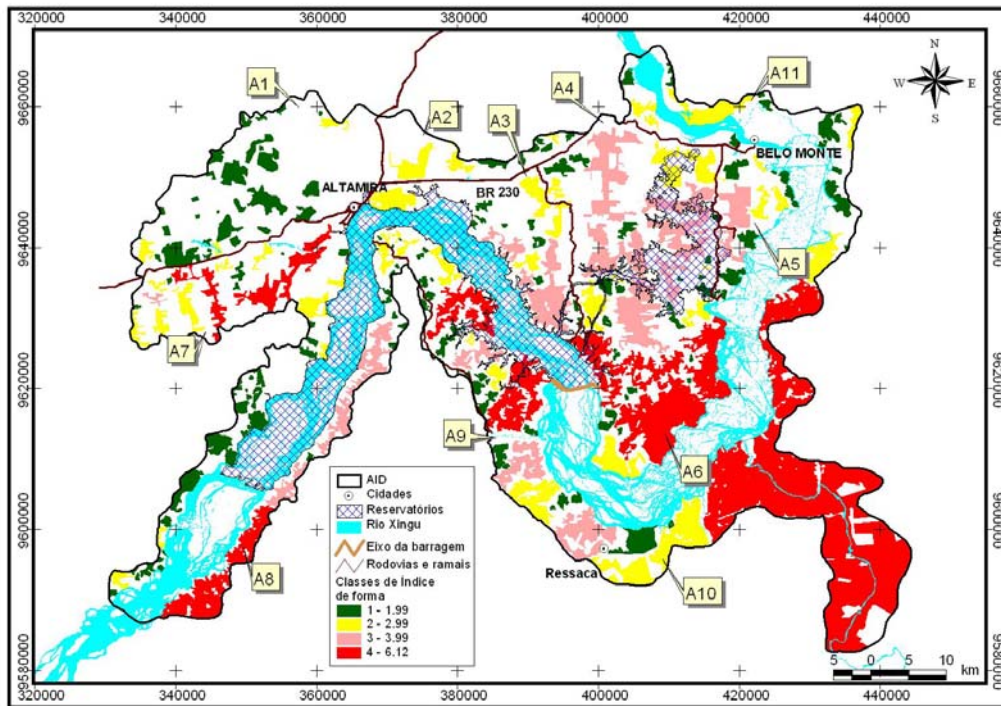


Figura 3 – Fragmentos florestais na AID do AHE Belo Monte em relação a métrica de índice de forma do fragmento.

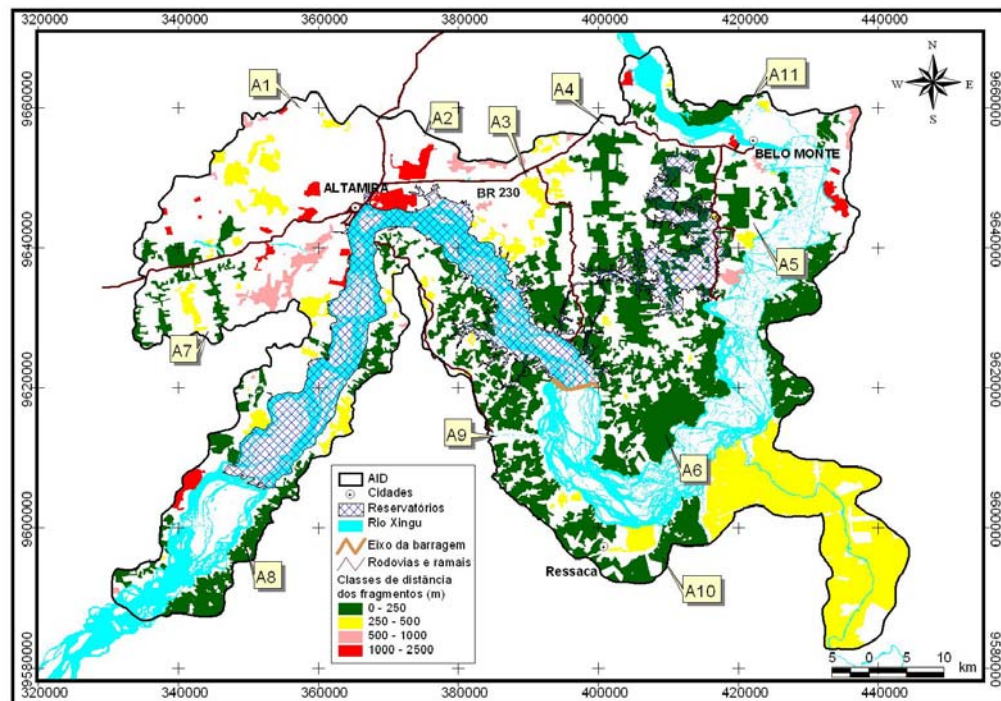


Figura 4 – Fragmentos florestais na AID do AHE Belo Monte em relação a métrica de paisagem de distância do vizinho mais próximo.