

MISITÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

ANÁLISE DA PAISAGEM E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES VEGETAIS DAS  
FORMAÇÕES PIONEIRAS DO BAIXO XINGU, PARÁ.

DENISE DE ANDRADE CUNHA

BELÉM  
2009

MISITÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

**ANÁLISE DA PAISAGEM E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES VEGETAIS DAS  
FORMAÇÕES PIONEIRAS DO BAIXO XINGU, PARÁ**

DENISE DE ANDRADE CUNHA

**Dissertação apresentada à Universidade Federal  
Rural da Amazônia (UFRA), como parte das  
exigências do Curso de Mestrado em Botânica,  
área de concentração Botânica Tropical, para  
obtenção do título de Mestre.**

BELÉM  
2009

MISITÉRIO DA EDUCAÇÃO  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI

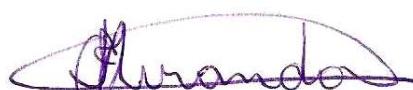
ANÁLISE DA PAISAGEM E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES VEGETAIS  
DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS DO BAIXO XINGU, PARÁ.

DENISE DE ANDRADE CUNHA

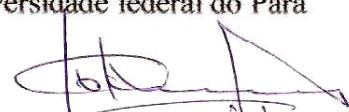
Dissertação apresentada Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), como parte das exigências do Curso de Mestrado em Botânica, área de concentração Botânica Tropical, para obtenção do título de Mestre.

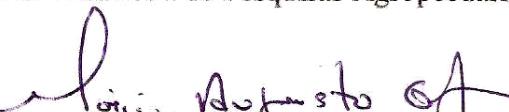
BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Leandro Valle Ferreira  
Orientador  
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

  
Prof. Dra. Izildinha Miranda  
1º Examinador  
Universidade Federal Rural da Amazônia

  
Prof. Dra. Maria Aparecida Lopes  
2º Examinador  
Universidade federal do Pará

  
Prof. Dr. João Olegário P. de Carvalho  
3º Examinador  
Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias

  
Prof. Dr. Mario Augusto Jardim  
Suplente  
Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG

Aos meus pais, Ribamar e Zilda,

Esta dissertação é uma das conseqüências  
das suas tantas privações e preocupações  
em detrimento da minha educação.

Minhas conquistas serão sempre suas!

À minha sobrinha Lara,

A flor mais linda e formosa do meu jardim.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, minha força suprema, razão da minha existência, meu tudo.

À Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e Museu Paraense Emílio Goeld (MPEG) pela oportunidade de aprimorar meus conhecimentos através do curso.

Ao meu orientador, Dr. Leandro Ferreira, não apenas por todos os momentos de aprendizagem e paciência dispensados durante a elaboração desta dissertação, como também pelo exemplo de caráter e competência demonstrados no decorrer de sua orientação.

Ao Projeto Belo Monte pelo apoio logístico.

Ao Parabotânico Luiz Carlos, pelo incentivo e paciência dispensados durante a coleta dos dados.

À Dra. Izildinha Miranda, pelas sugestões que contribuíram muito para o aprimoramento deste trabalho.

À Darley Leal, pela ajuda na análise dos dados e, principalmente, pela presença e amizade tão necessárias desde os tempos de graduação.

Aos amigos que conheci durante o curso de pós-graduação, em especial Pedro Santos, por seus conselhos, “frases poéticas” e prazerosa convivência.

Aos meus amigos Railda, Fabrício e Edenysa, pelo apoio, força e ombro amigo nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos, Rizi, Diego e Cristiane, pois todo amor e incentivo que sempre me ofereceram foram essenciais para a conclusão deste trabalho.

Aos meus pais, Ribamar e Zilda, pois tudo o que sou hoje é fruto de todos os seus ensinamentos e amor.

À todos que contribuíram de forma direta ou indireta com este trabalho que por falha ou esquecimento não foram citados.

*“Se eu soubesse que o mundo terminaria amanhã,  
hoje ainda plantaria uma árvore.”*  
Martin Luther King

## ANÁLISE DA PAISAGEM E ESTRUTURA DAS COMUNIDADES VEGETAIS DAS FORMAÇÕES PIONEIRAS DO BAIXO XINGU, PARÁ

**RESUMO:** O projeto de Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte projetado no baixo curso do rio Xingu, Pará, será a 2<sup>a</sup> maior hidrelétrica exclusivamente brasileira, com uma capacidade de produção de energia de cerca de 11.000 MW. Esse projeto prevê a construção de um reservatório de 440 km<sup>2</sup>, que resultará no alagamento de habitats colonizados por dois tipos de vegetação adaptadas a variação cíclica do nível do rio Xingu. Estas vegetações são classificadas como florestas ombrófilas aluviais e formações pioneiras, sendo esta última a vegetação analisada nesta dissertação. As formações pioneiras crescem sobre ilhas de substrato rochoso e estão sujeitas a longos períodos de inundações. O objetivo desta dissertação foi calcular a perda de habitat e caracterizar a riqueza, diversidade, estrutura e composição de espécies nas formações pioneiras na área do Projeto Belo Monte. A área do Projeto Belo Monte é dividida em três locais, em função do tipo de impacto do empreendimento: local 1 (área controle), local 2 (reservatório do rio Xingu) e local 3 (trecho de vazão reduzida). O cálculo da perda de habitat foi feita a partir do mapa digital da área do Projeto Belo Monte. A amostragem das formações arbustiva/arbórea foi realizada usando parcelas de 5x20 m e parcelas de 1x1m para as formações herbáceas. O nível da perda de habitat variou entre os tipos de formações pioneiras. A construção do reservatório do rio Xingu implicará em perda de habitat de até 40% nas fitofisionomias sujeitas à inundaçāo no local 2, o que pode refletir diretamente na diminuição de espécimes da flora e fauna presentes na região. A perda de habitat no local 3 variou de 43% à 74% entre os tipos de formações pioneiras. Neste caso o principal impacto será a mudança nos padrões de reprodução que estão relacionados com o ciclo de inundaçāo do rio Xingu. A riqueza da formação pioneira arbustivo/arbórea variou de 37 à 43 entre os locais amostrados. Houve diferença significativa de riqueza, diversidade, densidade e área basal entre os três locais de amostragem. Contudo os coeficientes de regressão são extremamente baixos explicando somente 8% da variação. Neste caso, para evitar erros do tipo II, estes resultados devem ser usados com precaução, considerando-se melhor a equivalência entre os três locais. As dez espécies das formações pioneiras arbustivo/arbóreas mais importantes em relação à densidade, freqüência e dominância relativas totalizam mais de 85%, 72 % e 84%, respectivamente, entre as quais *Myrciaria floribunda*, *Couepia cataractae*, *Vitex cf. duckei*, *Campsandra comosa* var. *laurifolia*, *Acosmum niten*, e *Licania leptostachya* foram comuns aos três locais de amostragem. As dez espécies herbáceas mais importantes com relação à densidade relativa e freqüência totalizam mais de 86% e 73%, respectivamente. Não houve variação na composição florística das formações pioneiras entre os locais amostrados, assim o local 1 que não sofrerá impacto do empreendimento pode compensar os impactos a que serão submetidas as formações pioneiras herbáceas e arbóreo-arbustiva encontradas nos locais 2 e 3.

**Palavras-chave:** Amazônia; hidrelétricas; rio Xingu; formações pioneiras.

## VARIATION ON SPECIES RICHNESS, DIVERSITY, FOREST STRUCTURE AND FLORISTIC COMPOSITION IN A PLANT COMMUNITY OF THE PIONEER VEGETATION OF THE XINGU RIVER AT BELO MONTE PROJECT, PARÁ.

**ABSTRACT:** The hydroelectric Belo Monte Project will be built in the lower curse of the Xingu River in the Pará State. This will be second largest Brazilian hydroelectric, with a capacity of production of energy around 11.000 MW. In this project will be built a reservoir of the 400 km<sup>2</sup>, resulting in the flooding of the two forest types subject to inundation cycle of Xingu river. This vegetation is classified such as alluvial forests and pioneer formations, being the last vegetation analyzed in this dissertation and divided in two types: arboreal/shrub and herbaceus pioneer formations. This vegetation is subject to long periods of inundation and grows mainly in the islands of rock almost without substrate in the Xingu river channel. The objective of this study is estimate the habitat loss and characterized the species richness, diversity, structure and floristic composition of the pioneer formations in the Belo Monte Project. The Belo Monte Project is divided in the three sections in relation to level of environmental impacts: Section 1 (without impact – control area), section 2 (Xingu river reservoir, with impact of permanent flooding) and section 3 (with impact caused by reduced of the river flow due to construct of dam of the reservoir). The calculation of habitat loss was done with vegetation digital maps in the area of the Belo Monte Project using Arc view 3.3 software. The floristic inventory was carrying out using plots of 5 x 20 m in the arboreal/shrub pioneer formations and plots of 1 x 1 m in the herbaceous pioneer formation. The level of habitat loss varied between the pioneer formation types. The construction of the Xingu river reservoir will lead to loss of habitat for up to 40% in vegetation (phytopysiognomie) subject to flooding at the section 2, which may reflect directly the reduction of specimens of flora and fauna in the region. The variation of the habitat loss among the pioneer formation types included in the section 3 varied from 43% to 74%. In this case the main impact in the vegetation will be change of the reproduction patterns that are related to the variation on inundation cycle of the Xingu river are will modified by construction of the dam. The total number of species found in the arboreal/shrub pioneer formations was 77 species varied from 37 to 43 species between the sections. There is significantly variation in the species richness, diversity, total density and total basal area between the sections. However, the coefficients of regression are extremely low, explaining less that 8% of variation. In this case, to avoid type II error, these results should are use with precaution, being better considered the threes section equivalent in relation to parameters analyzed. There is no significantly variation of the floristic composition between the sampled plots in relation to three sections. The 10 more important species found in the in the arboreal/shrub pioneer formations in relation to relative density, frequency and dominance, totally more than 85%, 72% and 84%, respectively, being *Myrciria floribunda*, *Couepia cataractea*, *Vitex cf. dukei*, *Campsandra comosa*, *Acosmum nitens* and *Licania leptostachya* found in the three sections. The 10 more important herbaceous species in relation to relative density and frequency totally more that 86% and 73%, respectively. There was no change in floristic composition pioneer formations between section sampled, thus, section 1, which will not suffer impact of enterprise, can offset the impact that will be submitted the pioneer formations herbaceous and arboreal-shrub found at the section 2 and 3.

**Key words:** Amazonian; hydroelectric; river Xingu; pioneer formations.

## SUMÁRIO

	<b>p</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
<b>2.1. OBJETIVO GERAL.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1. ORIGEM E FORMAÇÃO DAS ÁREAS ALAGADAS NA AMAZÔNIA.....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. IGAPÓ: FLORÍSTICA E ESTRUTURA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.3. IGAPÓ: ADAPTAÇÕES VEGETAIS.....</b>	<b>7</b>
<b>3.4. IGAPÓ: BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>3.5. HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA.....</b>	<b>10</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2. COLETA DE DADOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.1. Classificação da vegetação.....</b>	<b>16</b>
<b>4.2.2. Amostragem da vegetação.....</b>	<b>17</b>
<b>4.3. ANÁLISE DE DADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>5.1. TIPOS DE FITOFISIONOMIAS E USO DO SOLO.....</b>	<b>21</b>
<b>5.1.1 Floresta Ombrófila Densa Aluvial (Dbu).....</b>	<b>23</b>
<b>5.1.2 Formações pioneiras.....</b>	<b>23</b>
<b>5.2. IMPACTOS DO EMPREENDIMENTO DA AHE BELO MONTE.....</b>	<b>28</b>
<b>FLORÍSTICA E ESTRUTURA - FORMAÇÕES PIONEIRAS</b>	
<b>5.3. ARBUSTIVA/ARBÓREA.....</b>	<b>30</b>
<b>5.4. COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES - FORMAÇÃO PIONEIRA</b>	
<b>ARBUSTIVA/ARBÓREA.....</b>	<b>35</b>
<b>5.5. FLORÍSTICA E ESTRUTURA - FORMAÇÕES PIONEIRAS</b>	
<b>HERBÁCEAS.....</b>	<b>40</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>

<b>7.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>54</b>
	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>62</b>

## LISTA DE TABELAS

	P
Tabela 1. Tipos de fitofisionomias e área ocupada da Área de Influencia Direta (AID) do Projeto Belo Monte.....	21
Tabela 2. Área total e proporção de área das fitofisionomias submetidas a inundações periódicas do rio Xingu em relação ao grau de impacto na Área de Influência Direta (AID) do Projeto Belo Monte.....	30
Tabela 3. Número total de parcelas e indivíduos, riqueza, diversidade e média da área basal nos três locais de amostragem.....	30
Tabela 4. Dez espécies arbustiva/arbóreas mais importantes em relação à Densidade Relativa (DR) nos três locais amostrados neste estudo.....	36
Tabela 5. Dez espécies arbustiva/arbóreas mais importantes em relação a Freqüência (FR) nos três locais amostrados neste estudo.....	37
Tabela 6. Dez espécies arbustiva/arbóreas mais importantes em relação a Dominância Relativa (DoR) nos três locais amostrados neste estudo.....	38
Tabela 7. Número total de parcelas e indivíduos, riqueza e diversidade nos três locais de amostragem.....	40
Tabela 8. Dez espécies herbáceas mais importantes em relação à Densidade Relativa (DR) nos três locais de amostragem.....	44
Tabela 9. Dez espécies herbáceas mais importantes em relação à Freqüência (FR) nos três locais de amostragem.....	45

## LISTA DE FIGURAS

P

Figura 1	Imagen de satélite Landsat TM 5 (2007) mostrando os limites das Área de Influência Indireta (linha amarela) e Área de Influência Direta (linha branca) do Projeto Belo Monte na bacia do rio Xingu no estado do Pará.....	13
Figura 2	Área de Influência Direta do Projeto Belo Monte, mostrando os três locais de amostragem deste estudo, baseados no nível de impacto do empreendimento: (1) Local 1, não sofrerá impacto de alagamento; (2) Local 2, sofrerá impactos pelo alagamento permanente; (3) Local 3, onde a vazão do rio Xingu será reduzida.....	14
Figura 3	Temperatura média mensal ( $^{\circ}$ C) na cidade de Altamira no Altamira no período 1967-2000.....	15
Figura 4	Precipitação média mensal (mm) na cidade de Altamira no Altamira no período 1967-2000.....	15
Figura 5	Ciclo anual da vazão do rio Xingu na cidade de Altamira, mostrando 25% dos anos em que ocorrem os maiores picos de vazão, 25% do tempo em que ocorrem as menores vazões médias.....	16
Figura 6	Mosaico de cenas de imagens de satélite usadas para o mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo na AID do AHE de Belo Monte.....	17
Figura 7	Localização dos pontos de amostragem da vegetação das formações pioneiras nas três áreas de amostragem deste estudo .....	18
Figura 8	Estrutura da formação pioneira arbustivo-arbórea que foram amostradas neste estudo usando parcelas de 5x20 metros.....	19
Figura 9	Parcela de 1x1 metro utilizada para amostragem das plantas herbáceas .....	19
Figura 10	Classificação dos tipos de vegetação e uso na AID do AHE de Belo Monte.....	22
Figura 11	Formação pioneira arbustivo-arbórea em substrato rochoso .....	25
Figura 12	Estratégias de fixação nas ilhas de rochas em algumas espécies arbóreas encontradas nas formações pioneiras amostradas neste estudo: (A) <i>Psidium paraense</i> (B) <i>Myrciaria floribunda</i> .....	25
Figura 13	Estratégias de fixação nas ilhas de rochas em algumas espécies arbóreas encontradas nas formações pioneiras amostradas neste estudo: (A) <i>Campsandra comosa</i> var. <i>laurifolia</i> , (B) <i>Couepia cataractae</i> (C) <i>Vitex cf. dukei</i> .....	26

Figura 14	Formação pioneira herbácea em substrato arenoso .....	26
Figura 15	Praia arenosa exposta na estação de vazante do rio Xingu mostrando a regeneração de diversas espécies herbáceas .....	27
Figura 16	Estratégias de fixação nas fissuras das rochas de espécies herbáceas e arbustivas encontradas nas formações pioneiras amostradas neste estudo .....	27
Figura 17	Localização dos reservatórios previstos na construção no Projeto Belos Monte no rio Xingu no estado do Pará.....	28
Figura 18	Distribuição dos tipos de formações pioneiras na AID do AHE Belo Monte em relação ao reservatório do rio Xingu e o trecho de vazão reduzida.....	29
Figura 19	Média e desvio padrão da riqueza de espécies, diversidade de espécies, densidade e área basal entre os três locais de amostragem.....	31
Figura 20	Relação entre riqueza de espécies e altitude das parcelas amostradas neste estudo.....	32
Figura 21	Distribuição de diâmetros dos três locais amostrados neste estudo.....	33
Figura 22	Curva do Coletor obtida na área total inventariada neste estudo.....	33
Figura 23	Curva do Coletor obtida nos três locais de amostragem deste estudo.....	34
Figura 24	Análise de ordenação das parcelas nos três locais de amostragem.....	39
Figura 25	Média e desvio padrão de riqueza e diversidade de espécies herbáceas entre os três locais de amostragem.....	41
Figura 26	Curva do Coletor obtida nas parcelas herbáceas na área total inventariada neste estudo.....	41
Figura 27	Curva do Coletor obtida nas parcelas herbáceas nos três locais amostrados neste estudo.....	42
Figura 28	População de <i>Chamaesyce hyssopifolia</i> em substrato rochoso.....	43
Figura 29	Análise de agrupamento (cluster analysis) das parcelas herbáceas amostradas neste estudo, usando a distância euclidiana como medida de similaridade e o vizinho mais próximo como método de ligação.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

A bacia Amazônica possui uma área de 6,3 milhões km<sup>2</sup>, sendo cerca de 5 milhões km<sup>2</sup> no Brasil e o restante na Bolívia, Equador, Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana Francesa e Suriname (SOARES-FILHO *et al.*, 2005).

Os principais tipos de vegetação da Amazônia desenvolveram-se a partir de mudanças geológicas ocorridas durante o período Terciário e Quaternário. Três eventos exerceram um importante papel sobre a fisionomia da região durante esses períodos: as mudanças do nível do mar, a distribuição das chuvas e os processos de sedimentação da bacia (KLAMMER, 1984).

Estudos clássicos relatam que os tipos mais importantes de vegetação Amazônica podem ser divididos em três grandes grupos: savanas (cerrado), florestas não alagadas e vegetações sujeitas a inundações associadas a rios (PIRES, 1973; PRANCE, 1978; PIRES & PRANCE, 1985).

A vegetação em áreas inundáveis representa cerca de 5 a 10% da bacia Amazônica, geralmente situadas nas áreas ao longo dos grandes rios, em faixas com largura variável (PIRES, 1973).

Este tipo de vegetação é submetido a ciclos de inundações periódicas (JUNK, 1989) devido às flutuações cíclicas do nível das águas dos rios que podem variar de 10 a 14 metros entre as estações de enchente e vazante, entre 50 a 270 dias por ano (JUNK, 1980)

Esta flutuação do nível de água dos rios produz extensas áreas de transição entre o sistema terrestre e o sistema aquático, provocando constantes mudanças das condições ecológicas do ambiente (JUNK, 1980; 1989)

Os organismos que colonizam as áreas inundáveis são em parte aquáticos, em parte terrestres e intermediários, mostrando adaptações morfológicas, fisiológicas e/ou etológicas para sobreviver às mudanças ecológicas drásticas provocadas pela mudança entre a fase aquática e fase terrestre, respectivamente (JUNK, 1980).

Nas áreas alagáveis, as variações de relevo resultam em diferenças na duração e amplitude da inundaçao anual que são fatores que determinam as características estruturais, florísticas e fisionômicas (JUNK, 1993; FERREIRA, 1991).

Prance (1979), baseado na origem geológica dos rios, propriedades físico-química das águas e o tipo de inundaçao, definiu cerca de sete tipos principais de vegetação submetidas a inundaçao na Amazônia. Desses tipos, os mais representativos são as florestas periodicamente

inundadas por rios de água branca, definidas como florestas de várzeas, e aquelas periodicamente inundadas por rios de água “preta” ou “clara” denominada florestas de igapós (IRMLER, 1977; SIOLI, 1975; 1967).

A composição de espécies entre as várzeas e os igapós é muito diferente e resultam provavelmente da origem diferenciada destes dois ambientes (FERREIRA, 2005). As várzeas dominam a planície amazônica e ocorrem em formações do Quaternário Recente, apresentando sedimentos ricos em nutrientes e com elevada dinâmica hidrogeomorfológica. As florestas de igapós e os tipos de vegetação não florestal ocorrem em formações mais antigas do período Terciário ou Pré-Cambriano com baixos níveis de nutrientes (PRANCE, 1978).

Estima-se que o igapó cubra uma área de 15.000Km<sup>2</sup> da bacia Amazônica (PAROLIN *et al.*, 2004). São caracterizados pela baixa biomassa de plantas e uma grande variedade de comunidades vegetais de baixa diversidade (BRAGA, 1979; PRANCE, 1980) e, muitas vezes, a vegetação tem árvores baixas e tortuosas (PRANCE, 1980). As folhas tendem a ser esclerófilas (ADIS, 1977) e um grande número de inseto (PRANCE, 1980; PIRES, 1973).

Nestes ambientes, os principais fatores para a manutenção da biodiversidade são os processos físicos e biológicos, entre os quais o ciclo hidrológico é um dos fatores fundamentais (PAROLIN 2001), pois a vegetação desses ambientes é adaptada para sobreviver durante longos períodos de total ou parcial submersão (FERREIRA, 2000). Desta forma, alterações não naturais que modifiquem o ciclo hidrológico trarão consequências graves para a conservação e manejo dos recursos naturais.

O principal impacto na construção de usinas hidrelétricas é o alagamento de extensas áreas para formação de lagos, provocando perdas substanciais de áreas florestadas, resultando na formação de centenas de ilhas, com diferentes graus de isolamento, tamanho e forma (BRASIL, 1985; LIMA, 2006).

Existem duas grandes usinas em funcionamento na Amazônia, a Usina de Belo Monte e a de Tucuruí, nos estados do Amazonas e Pará, respectivamente. A construção destas usinas provocou o alagamento de centenas de quilômetros para a formação dos grandes lagos (FEARNSIDE, 2001).

O projeto de Aproveitamento Hidrelétrico (AHE) de Belo Monte projetado no baixo curso do rio Xingu, estado do Pará, será a 2<sup>a</sup> maior hidrelétrica exclusivamente brasileira, com uma capacidade de produção de energia de cerca de 11.000 MW (IBAMA, 2007).

Na construção deste empreendimento prevêem-se dois impactos principais. O primeiro será relacionado à construção dos reservatórios, que provocará a inundação permanente de uma área de mais de 400 km<sup>2</sup>, e o segundo impacto, será provocado pela diminuição da vazão do rio Xingu, a jusante da barragem a ser construída para a criação dos reservatórios (IBAMA, 2007; MIRANDA *et al.*, 1988).

Na área do projeto Belo Monte existem ilhas que são colonizadas por um tipo especial de vegetação adaptadas a variação cíclica do nível do rio Xingu (IBAMA, 2007). Estas vegetações são classificadas como florestas ombrófilas aluviais ou formações pioneiras pelo sistema de classificação da vegetação do IBGE (IBGE, 1991).

As formações pioneiras crescem sobre rochas graníticas afloradas no leito do rio Xingu, sendo localmente denominadas de pedrais ou pedregais. Essa vegetação é singular e especializada, em virtude das condições limitantes para o desenvolvimento das plantas. Elas vegetam nas fraturas e falhas das rochas, onde se acumula algum sedimento arenoso (IBAMA, 2007).

Apesar desta fitofisionomia ser adaptada a suportar longos períodos de inundação, a interrupção da flutuação do nível do rio Xingu na Área de influência do Projeto Belo Monte provocado pelo alagamento permanente na região do futuro reservatório do rio Xingu vai ter como consequência a eliminação da fase emersa, onde as plantas que crescem nas praias, ilhas e margens do rio Xingu tenderão a desaparecer (FERREIRA & PAROLIN, 2007).

Outro impacto será a diminuição da vazão do volume de água e a alteração do ciclo de inundação do rio Xingu, na região a jusante da barragem do futuro reservatório do Rio Xingu em um trecho denominado de volta grande do rio Xingu. Isto vai resultar em alterações no ciclo reprodutivo das espécies das formações pioneiras que são altamente relacionadas com a flutuação do nível do rio (FERREIRA & PAROLIN, 2007).

Assim, a construção do reservatório do Projeto Belo Monte resultará na supressão da vegetação pioneira do rio Xingu. Entretanto, pouco se conhece sobre a estrutura e composição desta fitofisionomia, uma vez que não existem trabalhos publicados sobre o assunto, e, na avaliação de impactos ambientais, pesquisas são fundamentais para subsidiar o planejamento e implantação de ações que diminuam o impacto de empreendimentos (Wu, 2003).

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. OBJETIVO GERAL

- Caracterizar a paisagem, a estrutura e composição das comunidades vegetais das formações pioneiras da Área de Hidrelétrica (AHE) do Projeto Belo Monte, Baixo Xingu, Pará.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar e caracterizar os tipos de fitofisionomias na área de influência da AHE do Projeto Belo Monte;
- Mapear e calcular a perda da cobertura vegetal das fitofisionomias sujeita a inundação do rio Xingu da área de influência do projeto Belo Monte;
- Comparar a riqueza, diversidade, abundância e área basal das formações pioneiras na área de influencia do Projeto Belo Monte entre três locais que sofrerão níveis de impactos diferenciados;
- Analisar a composição de espécies das formações pioneiras na área de influencia do Projeto Belo Monte entre três locais que sofrerão níveis de impactos diferenciados;

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1. ORIGEM E FORMAÇÃO DAS ÁREAS ALAGADAS DA AMAZÔNIA**

No Pré-Cambriano, o Escudo das Guianas, ao norte, e o Escudo Central Brasileiro, foram gradualmente soerguidos. No final do Mioceno, em resposta ao soerguimento dos Andes no oeste, formou-se um grande mar continental, o qual foi gradualmente preenchido por sedimentos, criando um gigantesco lago (PUTZER, 1984; HAFFER & PRANCE, 2002).

No Terciário, com o contínuo processo de sedimentação, houve a separação dos oceanos Atlântico e Pacífico. A contínua elevação andina conduziu à emergência terras baixas da Amazônia Superior e o estabelecimento do padrão de drenagem para o leste. Esse novo sistema de escoamento do Quaternário foi formado a partir desta contínua deposição de sedimentos, oriundos principalmente dos Andes e das áreas circundantes em direção ao Atlântico (PRANCE, 1978; PUTZER, 1984).

A geologia dos substratos sobre os quais os rios passam resultam em diferenças nas propriedades físico-químicas da água, as quais têm influência direta sobre a estrutura das planícies inundáveis na bacia amazônica (PUTZER, 1984; SIOLI, 1975).

Sioli (1967) dividiu os rios da Amazônia em três grandes grupos, de acordo com sua química, cor e origem: rios de águas brancas; rios de águas pretas e rios de águas claras.

Os rios de água branca, que transportam água turva e lamacenta, carregam muito sedimentos, originados dos Andes e de outras montanhas de formação recente (SIOLI, 1975; FURCH, 1984). Este sedimento é depositado nas terras baixas, criando extensas planícies inundáveis (FURCH, 1984), denominadas de várzeas (SIOLI, 1975; PRANCE, 1979, 1980; FURCH *et al*, 1982).

Os rios de água preta, como o rio Negro e seus afluentes, têm origem na planície da Amazônia Central ou em montanhas de formação remota (FITTKAU, 1967). Suas águas apresentam alto conteúdo de húmus dissolvido, baixo nível de sedimentos e pH ácido, resultando em níveis extremamente baixos de nutrientes (JUNK, 1984; FURCH, 1984). Planícies inundadas de rios de águas pretas consistem em solos arenosos pobres em nutrientes e servem de suporte para um tipo de floresta conhecido como igapó (PRANCE, 1978, 1979; FURCH *et al*, 1982; HAUGAASEN & PERES, 2006).

Os rios de águas claras, como os rios Xingu e Tapajós, também têm suas origens na Amazônia Central, nos sedimentos do Cretáceo dos Escudos das Guianas e Brasileiros. Suas águas podem variar em composição química: podem ser muito pobres em sedimentos, como os rios de águas pretas, ou, em outras áreas, podem ser ricos em matéria dissolvida. Assim os rios de água clara, no que diz respeito ao conteúdo nutritivo, são intermediários entre os de água preta e os de água branca (AYRES, 1993). As florestas de águas claras são também chamadas de igapó (PRANCE, 1978; 1980; SIOLI, 1975).

### 3.2. IGAPÓ: FLORÍSTICA E ESTRUTURA.

A composição e fisionomia da vegetação ao longo de áreas inundadas de igapó são influenciadas por periódicas inundações por águas de pH ácido e pobre em nutrientes, apresentando um ecossistema especializado com uma vegetação distinta das áreas de várzea e terra firme (PRANCE, 1979; ADIS 1984).

Na Amazônia brasileira, onze inventários florísticos foram realizados em florestas de igapó: no rio Negro (RODRIGUES, 1961; KEEL & PRANCE, 1979; REVILLA, 1981; PIEDADE, 1985); no rio Tarumã-Mirim (FERREIRA, 1991; WORBES, 1985; PAROLIN *et al.*, 2004); no rio Jaú (FERREIRA & STOHLGREN 1999); no rio Xingu (CAMPBELL *et al.*, 1986); no rio Juruá (AYRES, 1993); e no rio Tapajós (FERREIRA & PRANCE, 1998).

As regiões inundáveis de igapó situadas em regiões baixas próximas aos rios da Amazônia representam um grande mosaico de habitats, os quais incluem lagos permanentes e temporários, canais, depressões pantanosas etc., formando um gradiente de nível de inundaçāo, de habitats permanentemente aquáticos até habitats terrestres (JUNK, 1989). As variações topográficas podem resultar em diferenças na amplitude e tempo de inundaçāo anual, que são fatores determinantes para variações estruturais e florísticas que caracterizam diferentes comunidades em resposta a esses fatores (JUNK, 1989; FERREIRA, 1997, 2000).

Diversos autores verificaram que em alguns pontos das áreas de igapó é possível observar a distribuição espacial vegetal através da zonação existente ao longo da toposequência, a partir de cotas mais baixas (TAKEUCHI, 1962; KEEL & PRANCE, 1979; REVILLA, 1981; PIEDADE, 1985; FERREIRA, 1991; FERREIRA & PRANCE, 1998; PIEDADE *et al.*, 2003).

Ferreira & Almeida (2005), analisando o efeito da cota topográfica sobre clareiras em florestas de igapó na Amazônia Central concluíram que, a riqueza e composição específica da regeneração natural nas clareiras parecem estar diretamente relacionadas com a posição que possui no gradiente topográfico.

A riqueza, diversidade e composição de espécies nas florestas inundadas de igapó na Amazônia brasileira, também parecem ser dependentes da duração de inundação. Alguns trabalhos relataram um aumento do número de espécies e diversidade com a diminuição da inundação (JUNK, 1989; FERREIRA, 1991, 1997; FERREIRA & STOHLGREN, 1999).

Com relação à composição, essas diferentes distribuições de espécies de plantas ao longo da toposequência podem estar relacionadas à ampla variação nos mecanismos de tolerância entre as espécies para suportar diferentes gradientes de inundação, resultado de diferenças topográficas (WORBES, 1985; FERREIRA & PRANCE, 1998; FERREIRA, 2000).

### 3.3. IGAPÓ: ADAPTAÇÕES VEGETAIS

Durante o último milhão de anos, os períodos anuais de inundação foram causando gradualmente a formação da presente vegetação, a qual é típica para florestas inundáveis da Amazônia (IRON & ADIS, 1979). Em consequência das condições constantemente em mudanças originadas pela flutuação do nível dos rios, nesses ecossistemas são freqüentes adaptações ecológicas, fisiológicas e morfológicas para suportar os períodos sob inundação onde o suprimento de oxigênio é precário (JUNK, 1982; ALMEIDA *et al.*, 2004).

Worbes (1985) afirma que as adaptações de árvores nos igapós são mais fisiológicas que anatômicas. Segundo o mesmo autor, a desfolhação e a presença de anéis de crescimento indicam uma combinação de adaptações metabólicas nas raízes, assim a contínua redução de atividades vitais e até mesmo a dormência temporária, permitem a sobrevivência da planta em circunstâncias desfavoráveis durante a inundação.

Schluter *et al* (1993) analisando as adaptações fisiológicas de *Astrocaryum jauari* Mart. em áreas inundadas da Amazônia Central, relatou que a produção de etanol compensa os déficits temporários de energia e a respiração pelas raízes é geralmente reduzida, mas não cessa durante a inundação, devido ao desenvolvimento de aerênum permitindo que o oxigênio seja transportado para raízes.

Entre as adaptações fisiológicas, pode-se citar também a intensa troca de gases pelas lenticelas caulinares, para compensar a hipoxia ao nível de raízes e o controle da abertura estomática nas folhas. As adaptações morfoecológicas podem ser exemplificadas pela alta freqüência de sapopemas (raízes tabulares), que facilitam a sustentação de grandes árvores; a presença de raízes e estruturas aéreas como rizóforos, penumatóforos e haustórios (ALMEIDA *et al.*, 2004).

A duração e previsibilidade da variação do nível do rio têm um forte efeito no padrão reprodutivo das árvores. Vários estudos realizados nas áreas de igapó mostram picos de floração ocorrendo durante a fase de vazante do rio e picos de frutificação ocorrendo durante a fase de enchente (REVILLA, 1981; PIEDADE, 1985; FERREIRA, 1991; KUBITZKI & ZIBURSKI, 1994).

As variações de fenologia também podem ser intraespecíficas em relação à um gradiente de inundação. Ferreira (1991) demonstrou uma clara variação na fenologia entre indivíduos de *Eshweilera parvifolia* Martius ex A. P. de Candolle em relação a posição no gradiente de inundação na Amazônia Central, sugerindo que a seleção neste tipo de floresta possa estar favorecendo árvores com estratégias intermediárias para suportar as variações no período de inundação.

Em várias espécies vegetais, o pico máximo de frutificação e liberação dos diásporos coincide com o período de inundação, o que parece estar sincronizada com mecanismos especiais de dispersão, como a hidrocoria e ictiocoria (KUBITZKI & ZIBURSKI, 1994).

### **3.4. IGAPÓ: BIODIVERSIDADE E CONSERVAÇÃO**

Algumas áreas de igapó na Amazônia Central são apontadas como mosaico florestal em termos de clima e solo, estrutura da floresta e características florísticas, o que contribui para a heterogeneidade da paisagem e alto valor de conservação (HAUGAASEN & PERES, 2006).

Fatores locais têm grande efeito sobre comunidades vegetais inundáveis. Como as taxas de sedimentação são baixas, nesses tipos de ambientes, há uma forte seleção de habitats, resultando em alta diferenciação florística (FITTKAU, 1967).

Parolin *et al.* (2004), analisando a vegetação da Amazônia Central, afirma que poucas espécies têm grande amplitude ecológica e podem se desenvolver sob diferentes condições

abióticas. Entretanto muitas espécies são restritas a determinadas áreas de igapó, o que indica um alto grau de endemismo nestes ambientes.

As áreas igapó são biologicamente muito ricas em associações e inter-relações, plantas e animais. Há maior variação de situações biológicas particulares e consequentemente, maiores número de nichos ecológicos e variações microclimáticas (PIRES, 1973).

As mudanças nos níveis da água e a composição química e física dos rios influenciam decisivamente sobre a fauna terrestre. A inundação influencia o aparecimento de espécie oligo-oxybiontes e a migração de animais maiores para árvores que emergem da água (IRMLER, 1975; 1978).

Nos igapós, freqüentemente as árvores têm raízes superficiais de grandes proporções assemelhando-se a troncos deitados. As raízes menores, em cabeleira, usualmente fazem um amontoado ao pé da árvore e ficam suspensas com grande número de folhas, gravetos e outros entulhos e, por baixo, formam um pedaço vazio entre a água e o raizame. Esta situação resulta num ambiente biologicamente muito rico, abrigando pequenas plantas e pequenos animais (PIRES, 1979).

De acordo com Ferreira (2000), a grande variação na distribuição de espécies, os níveis topográficos e a ocorrência de endemismo local nos ecossistemas de igapó tem considerável implicações para a conservação do planeta. A diversidade da vida é elemento essencial para o equilíbrio ambiental planetário, capacitando o ecossistema a melhor reagir às alterações sobre o meio ambiente causadas por fatores naturais e antrópicos, considerando que, sob a perspectiva ecológica, quanto maior a simplificação de um ecossistema, maior a sua fragilidade (ALBAGLI, 2001).

A constituição federal, em seu artigo 225, que trata do meio ambiente, afirma que “é responsabilidade do Poder Público definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e supressão permitidas somente através da lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem a sua proteção” (BRASIL, 1988).

Neste contexto, unidades de conservação que garantam a preservação integral dos recursos naturais (parques nacionais e estaduais, estações ecológicas, reservas biológicas, entre outras) e áreas protegidas que permitam o uso desses recursos (terras indígenas, reservas extrativistas, reservas de desenvolvimento sustentável e florestas nacionais) são também componentes importantes de estratégia de conservação para a manutenção da diversidade biológica (SOARES-FILHO *et al.*, 2005).

Assim, partindo dos conhecimentos gerados pela biogeografia, ecologia de populações e ecologia de comunidades, a biologia da conservação dedica-se, principalmente, a antecipar, prevenir e minimizar e/ou reparar os danos ecológicos produzidos pelas ações antrópicas (SÁ & FERREIRA, 2000).

### 3.5. HIDRELÉTRICAS NA AMAZÔNIA

A bacia amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, com uma drenagem de cerca de 6 milhões de km<sup>2</sup>, com uma descarga de aproximadamente 20% da quantidade de água doce mundial, que é lançada por todos os rios ao mar (SIOLI, 1968; RADAM, 1974). Entre os principais afluentes da margem esquerda do rio Amazonas encontram-se os rios Japurá, o Negro e o Trombetas; na margem direita, o Juruá, o Purus, o Madeira, o Xingu e o Tapajós. Esses tributários, devido às características de seu perfil topográfico, contendo setores de alternância brusca de altitudes, apresentam interesses em termo de aproveitamento hidrelétrico (RADAM, 1974).

Para os afluentes do rio Amazonas estima-se um potencial hidráulico energético de aproximadamente 100 mil MW gerados por barragens para uma área estimada de 100.000 km<sup>2</sup> de superfície de lagos (BRASIL, 1985).

A hidrelétrica de Curuá-Una, em operação desde 1977, foi a primeira usina hidrelétrica da bacia Amazônica, situada a 80 km a sudeste de Santarém, Pará, seu reservatório cobre uma área de cerca de 100 km<sup>2</sup>.

Porém, a primeira grande hidrelétrica em funcionamento na Amazônia foi a de Tucuruí no estado do Pará com capacidade de gerar 4.000 MW. A barragem de Tucuruí represou o rio Tocantins na década de 80 inundando uma área de aproximadamente 2.430 Km<sup>2</sup> de áreas de floresta, formando um arquipélago com mais de 1.600 ilhas. (BRASIL, 1985; FEARNSIDE, 2001).

As usinas hidrelétricas de Samuel e Balbina foram as seguintes. O Complexo hidroenergético de Balbina, em operação desde 1989, está localizado na bacia do rio Uatuma, no estado do Amazonas. A barragem de Balbina represou o rio Uatuma inundando uma área de aproximadamente 2.500 Km<sup>2</sup> de áreas de floresta, formando um arquipélago com mais de 3.000 ilhas (BRASIL, 1985).

A Hidrelétrica de Samuel, no rio Jamari, próximo a Porto Velho, é uma usina de porte médio, inundou uma área de 579 km<sup>2</sup> e tem capacidade de gerar 217 MW (MELLO, 1993).

Entre as hidrelétricas projetadas para a Amazônia, talvez o complexo hidrelétrico de Belo Monte seja o mais importante devido às características semi-montanhosas da região (MELLO, 1993), com a futura formação de um lago de aproximadamente 440 km<sup>2</sup> para uma geração de 11.000 MW.

A construção de grandes represas resulta em grandes alterações ambientais, comprometendo os ecossistemas locais e regionais nos ambientes aquáticos e terrestres, e gerando efeitos indiretos inclusive na saúde humana (JUNK & MELO, 1987; FERREIRA, 1992).

Como principais impactos ambientais gerados pela construção de hidrelétricas podem-se citar a decomposição da vegetação terrestre inundada, a deterioração da qualidade de água (TUNDISI *et al.*, 2006); modificações do ciclo hidrológico, principalmente aquelas relativas à vazões e à jusante (BASSO, 2000); alterações climáticas globais, como o aquecimento da atmosfera através da liberação de gases de efeito estufa pelos reservatórios (FEARNSIDE, 1995; ARFI, 2003; FEARNSIDE, 2008); alterações microclimáticas (FISCH *et al.*, 1990; SANCHES & FISCH, 2005); perda de bens e serviços ecossistêmicos terrestres e aquáticos, incluindo a biodiversidade (TUNDISI *et al.*, 2006).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado na área de influência da construção da usina hidrelétrica do Projeto Belo Monte no âmbito do Projeto de Diagnóstico de Descrição Análise da Fauna e Flora da Região do Médio e Baixo no Xingu (IBAMA, 2007).

A região pode ser dividida em três grandes áreas classificadas em relação ao potencial nível de impacto ambiental do empreendimento: (1) Área de Influência Indireta (AII), (2) Área de Influência Direta (AID) e (3) Área Diretamente Afetada (ADA),

A delimitação das Áreas de Influência do empreendimento (AII, AID e ADA) foram definidas pela empresa Leme Engenharia Ltda., responsável pelo Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte, levando em consideração as diretrizes do Termo de Referência para elaboração do EIA/RIMA produzido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2007)

A delimitação das áreas foi baseada a partir da análise integrada das particularidades sociais, econômicas, físicas e bióticas dos ambientes onde se insere o projeto e do espaço geográfico contínuo, previsto no projeto básico de engenharia, destinado à implantação de toda infra-estrutura necessária à construção e operação do empreendimento (Figura 1).

O presente estudo baseia-se em dados levantados na AID do Projeto Belo Monte (Figura 2), localizada na região da “Volta Grande”, no médio-baixo curso do rio Xingu, englobando os municípios de Altamira, Anapu, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu.

A coleta de dados foi realizada na AID do AHE de Belo Monte, dividida em três grandes locais (Figura2), em função do tipo de impacto resultante do empreendimento:

- **Local 1:** Área situada a montante do reservatório do rio Xingu que não sofrerá impactos de alagamento;
- **Local 2:** Área do reservatório do rio Xingu até a barragem do reservatório, que sofrerá impactos pelo alagamento permanente;
- **Local 3:** Área a jusante da barragem, onde a vazão do rio Xingu será reduzida.

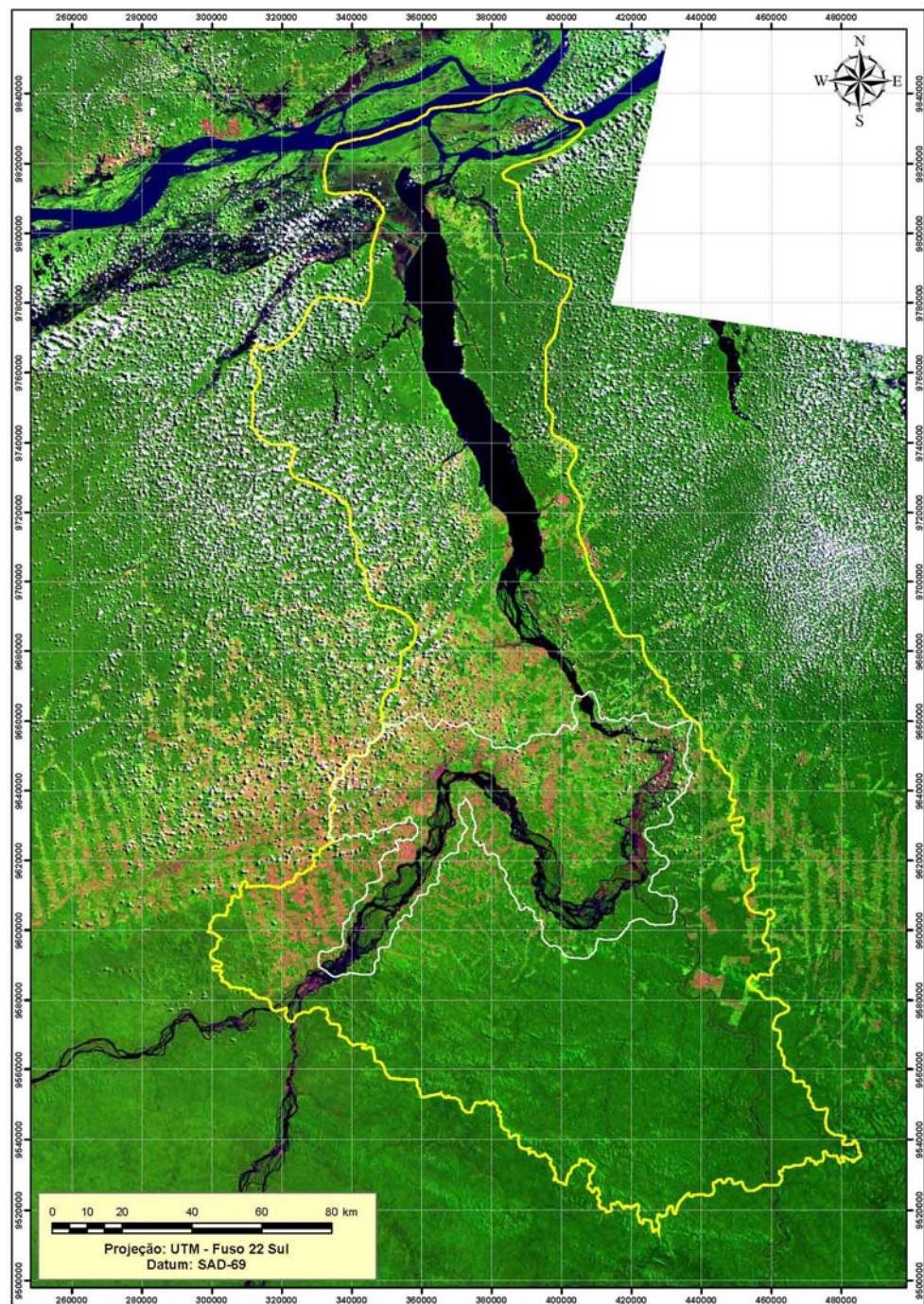


Figura 1 – Imagem de satélite Landsat TM 5 (2007) mostrando os limites das Áreas de Influência Indireta (linha amarela) e Direta (linha branca) do Projeto Belo Monte na bacia do rio Xingu no estado do Pará.

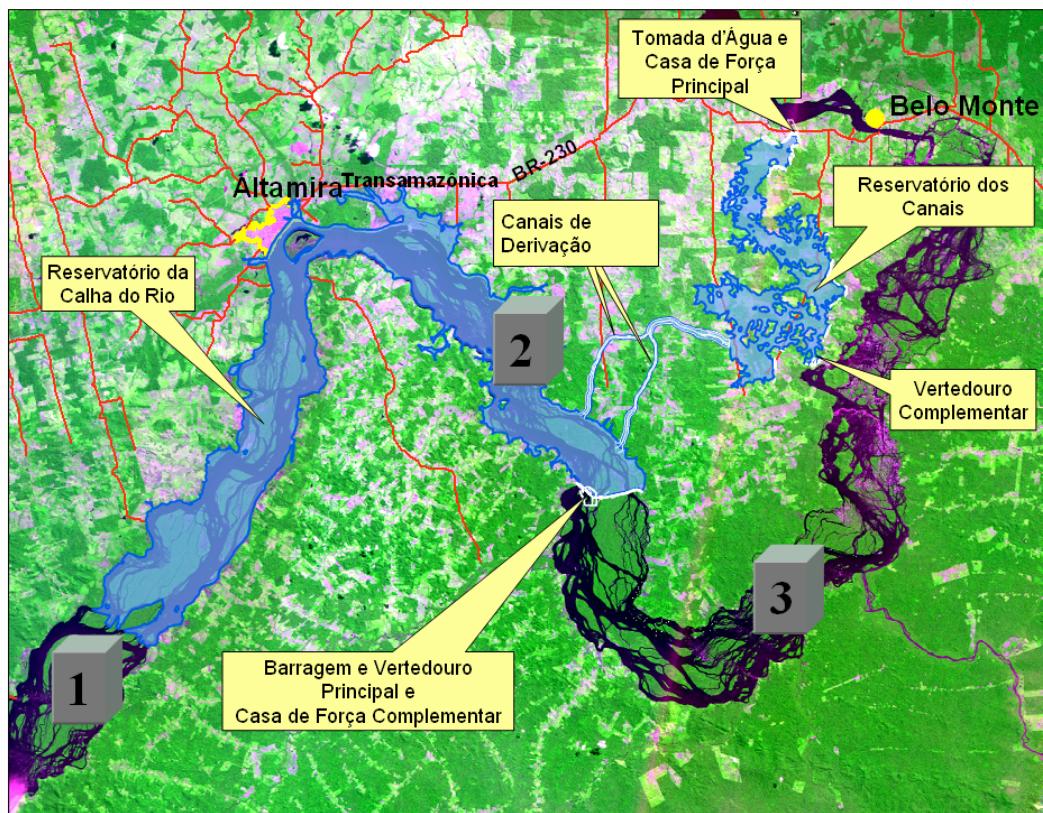


Figura 2 - Área de Influência Direta do Projeto Belo Monte, mostrando os três locais de amostragem deste estudo, baseados no nível de impacto do empreendimento: (1) Local 1, não sofrerá impacto de alagamento; (2) Local 2, sofrerá impactos pelo alagamento permanente; (3) Local 3, onde a vazão do rio Xingu será reduzida.

A temperatura média anual de Altamira, município que inclui a maior área de implantação do Projeto Belo Monte, no período de 1967-2000 foi de  $26^{\circ}\text{C}$ . O mês mais quente foi outubro, com a média de  $27^{\circ}\text{C}$  e os meses mais frios foram fevereiro e março com média de  $25,4^{\circ}\text{C}$  (Figura 3).

A precipitação média anual em Altamira, durante o mesmo período, foi de 2.289 mm. O mês mais chuvoso foi dezembro com a média de 469.1 mm e os meses mais secos foram agosto e setembro com médias de 33.4 e 39.3 mm, respectivamente (Figura 4).

O ano hidrológico pode ser definido de novembro a outubro. Os picos de vazão ocorrem: 32% em março, 64% em abril, e apenas 3% em maio. Na média, espera-se o pico de vazão em abril. As vazões mínimas ocorrem 62% em setembro, 38% em outubro. Ou seja, as vazões naturais sempre começam a subir em outubro ou novembro (Figura 5).

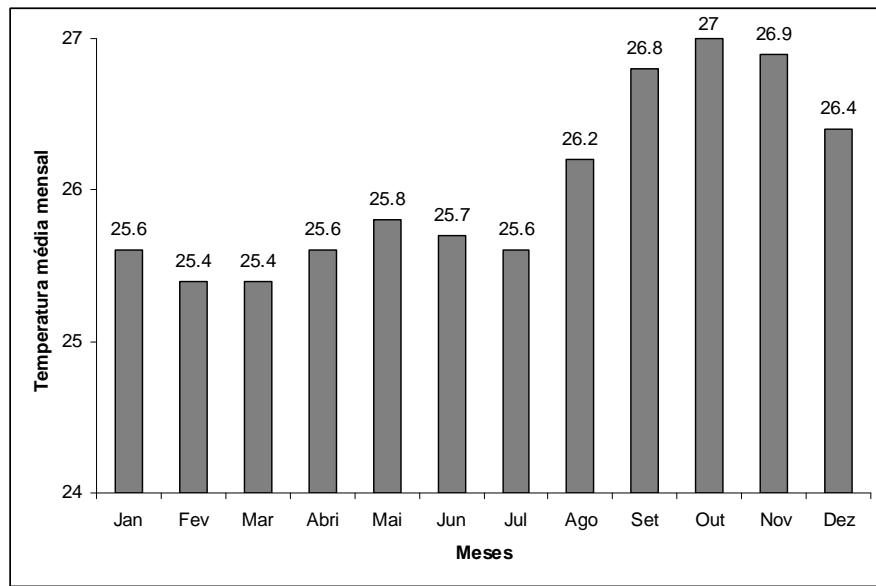


Figura 3 - Temperatura média mensal ( $^{\circ}\text{C}$ ) na cidade de Altamira no período 1967-2000 (Fonte: IBAMA, 2007).

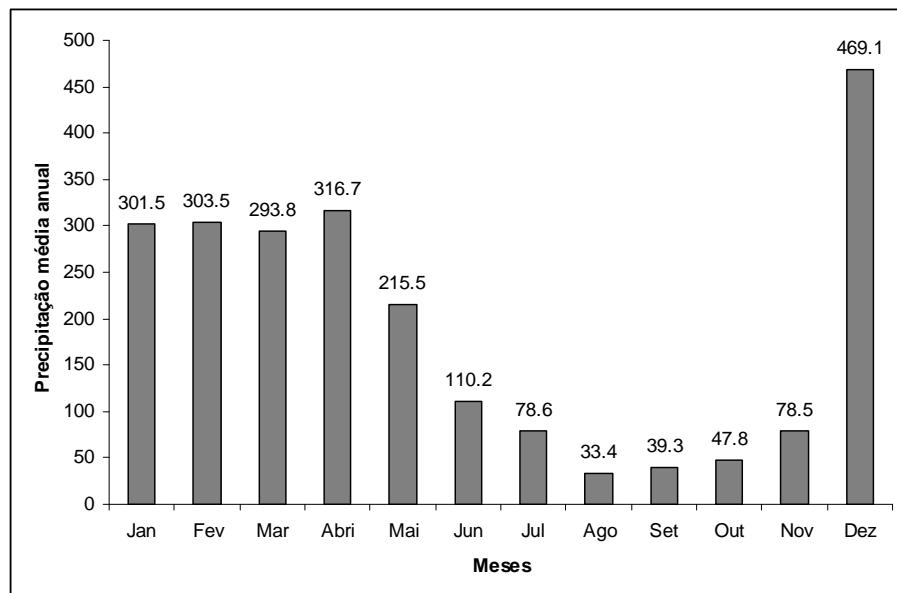


Figura 4 - Precipitação média mensal (mm) na cidade de Altamira no período 1967-2000 (Fonte: IBAMA, 2007).

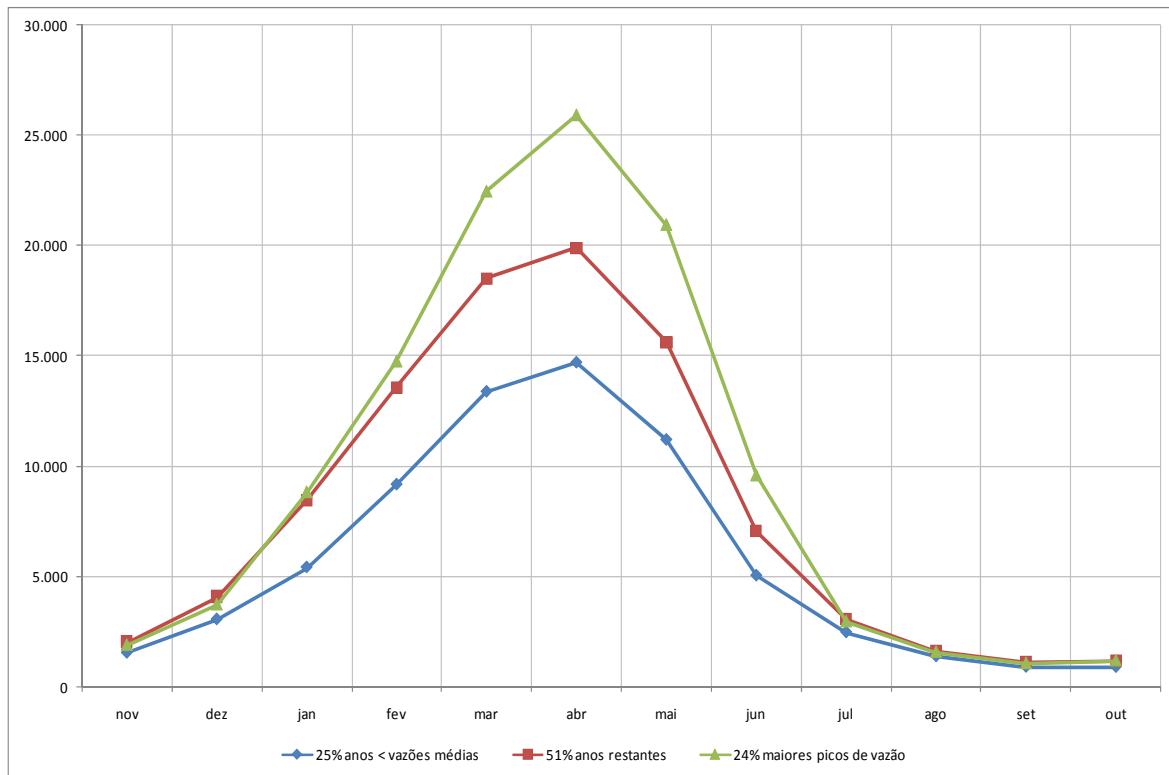


Figura 5 – Ciclo anual da vazão do rio Xingu na cidade de Altamira, mostrando 25% dos anos em que ocorrem os maiores picos de vazão, 25% do tempo em que ocorrem as menores vazões médias anuais (Fonte: IBAMA, 2007).

## 4.2. COLETA DE DADOS

### 4.2.1. Classificação da vegetação

O mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo da AID do Projeto Belo Monte foi realizado pela interpretação visual de um mosaico de imagens de satélite Landsat 5 TM, cenas WRS 226/062, 225/062, 226/063 e 225/063 (agosto de 2005), composição colorida RGB, bandas 3, 4 e 5, realizado pelo diagnóstico do Projeto Descrição Análise da Fauna e Flora da Região do Médio e Baixo no Xingu (IBAMA, 2007) (Figura 6).

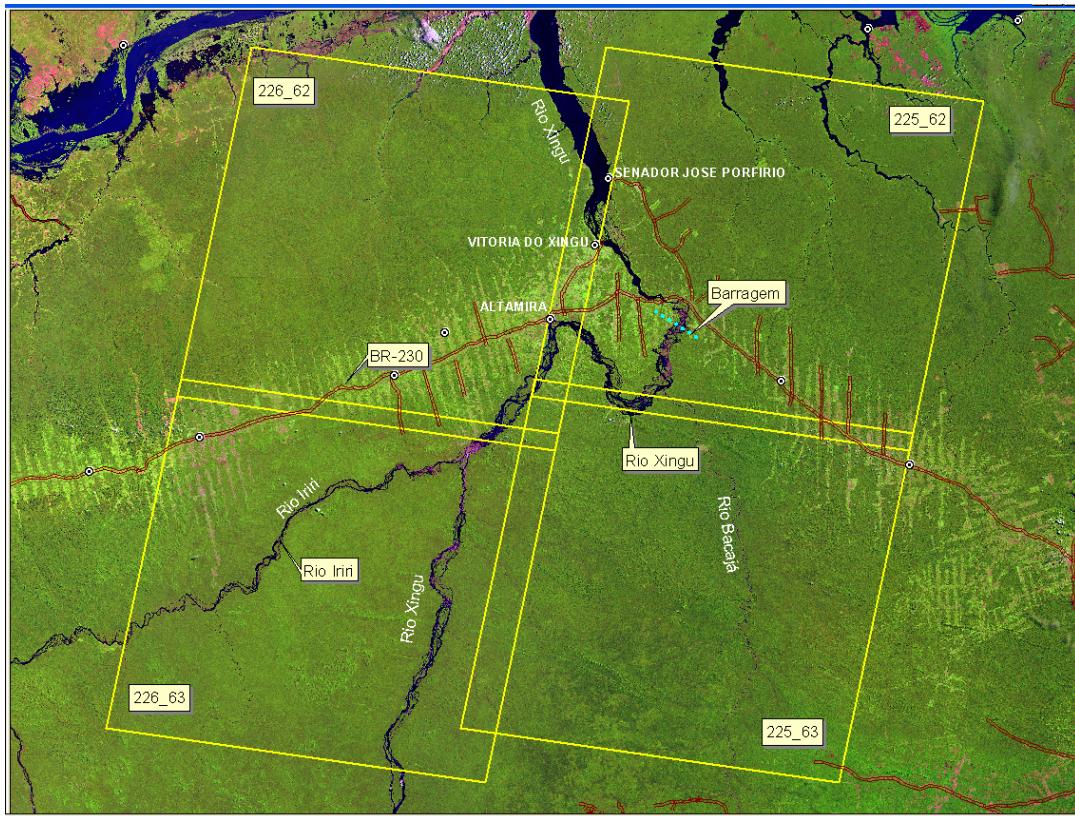


Figura 6 – Mosaico de cenas de imagens de satélite usadas para o mapeamento da cobertura vegetal e uso do solo na Área de Influência Direta do AHE de Belo Monte.

#### 4.2.2. Amostragem da vegetação

A amostragem da vegetação foi realizada em 155 ilhas de diferentes tamanhos colonizadas por formações pioneiras, localizadas entre a confluência do rio Xingu com o rio Iriri até a localidade de Belo Monte, onde termina a distribuição das formações pioneiras (Figura 7).

Para o levantamento da vegetação arbustivo/arbórea foi estabelecida uma parcela de 5 x 20 m em cada ilha, onde todo indivíduo com DAP (Diâmetro a Altura do Peito) maior ou igual a 1 cm foi registrado, identificado e medido o DAP (Figura 8).

No levantamento das plantas herbáceas foram estabelecidas parcelas (1 x 1m). Dentro de cada parcela todos os indivíduos foram contados e identificados (Figura9).

O sistema de classificação das espécies adotado foi o Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003). Todo material botânico fértil coletado foi incorporado ao acervo do Herbário João Murça Pires, do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

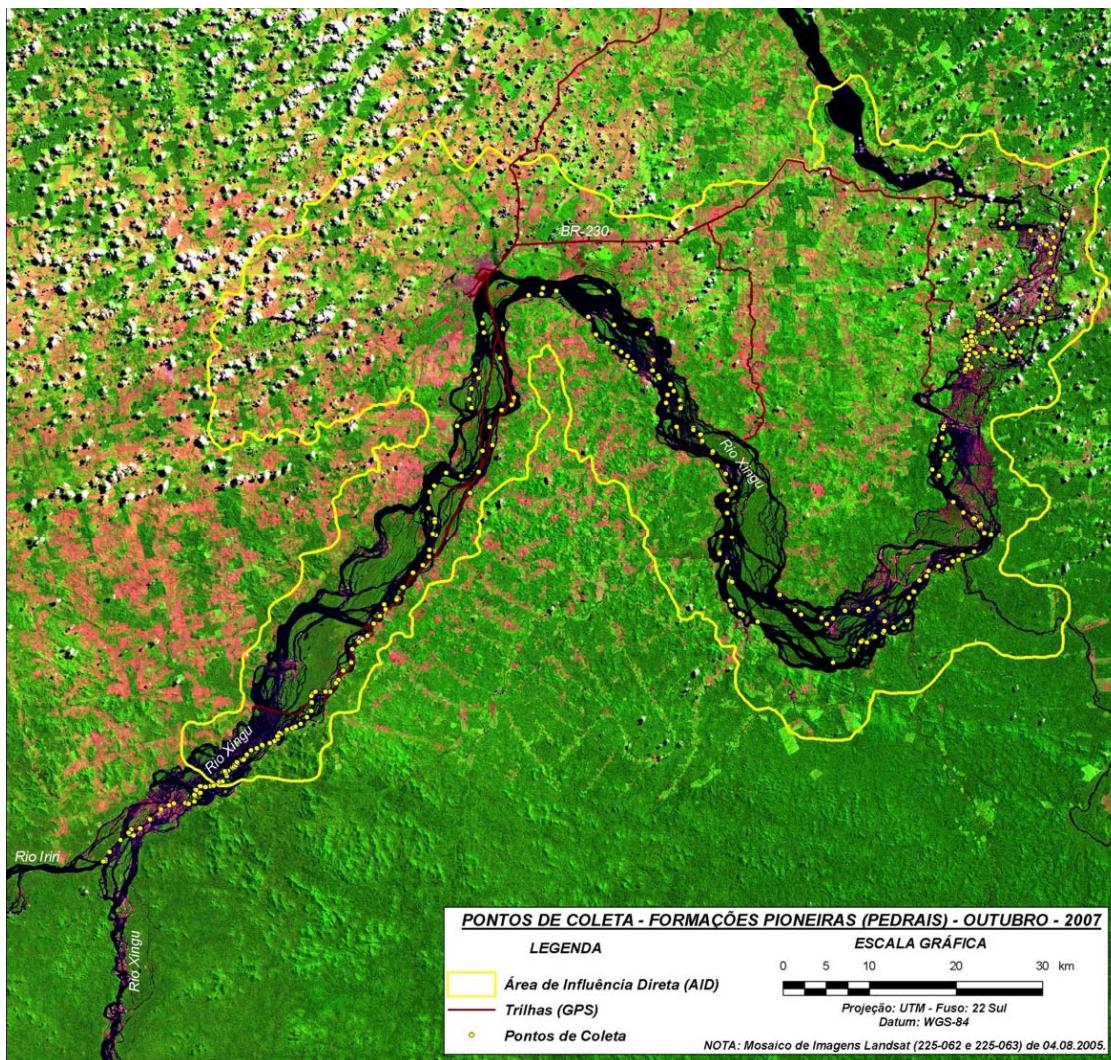


Figura 7 - Localização dos pontos de amostragem da vegetação das formações pioneiras nas três áreas de amostragem deste estudo (Foto: Leandro Ferreira –MPEG, 2007).



Figura 8 – Estrutura da formação pioneira arbustivo-arbórea que foram amostradas neste estudo usando parcelas de 5x20 metros (Foto: Leandro Ferreira-MPEG, 2007).



Figura 9 – Parcela de 1x1 metro utilizada para amostragem das plantas herbáceas (Foto: Leandro Ferreira-MPEG, 2007).

#### 4.3. ANÁLISE DE DADOS

Os dados florísticos e fitossociológicos foram gerados no programa Mata Nativa 2 (CIENTEC v. 2.0, 2006).

Para avaliar a suficiência do número de parcelas arbustivo/arbóreas e herbáceas foi utilizada a curva do coletor (SCHILLING & BATISTA, 2008).

As diferenças de riqueza, diversidade e densidade nas parcelas arbustivo/arbóreas e herbáceas (variáveis dependentes) entre os três locais de amostragem (fatores) foram testadas usando análise de variância simples e o teste de Tukey para determinar a ocorrência de diferenças entre as variáveis dependentes em relação aos fatores (ZAR, 1999).

As diferenças de riqueza de área basal nas parcelas arbustivo/arbóreas entre os três locais de amostragem foram testadas usando análise de variância simples e o teste de Tukey para determinar a ocorrência de diferenças entre as variáveis dependentes em relação aos fatores (ZAR, 1999).

A diferença na riqueza de espécies nas parcelas arbóreas (variável dependente) em relação a altitude da parcela (fator) foi testada usando análise de regressão simples (ZAR, 1999).

A similaridade das parcelas arbustivo/arbóreas foi obtida com o índice de similaridade de Sorensen (KREBS 1999), através de uma análise de ordenamento (escalonamento multidimensional não-métrico - NMS), usando a distância euclidiana como medida de similaridade de espécies e o vizinho mais próximo como método de ligação entre as parcelas (MCCUNE & BRACE, 2002).

Foi empregada análise de agrupamento (cluster analysis) para testar a diferença na riqueza de espécies herbáceas nas parcelas amostradas em relação aos três locais de amostragem, utilizando o índice de similaridade de Sorensen e como medida de ligação o vizinho mais próximo, usando o programa PC ORD 4 (McCUNE & MEFFORD, 1999).

## 5. RESULTADOS

### 5.1. TIPOS DE FITOFISIONOMIAS E USO DO SOLO

Foram classificadas 5 tipos de fitofisionomias na Área de Influência Direta (AID) do Projeto Belo Monte (Tabela 1); os diversos tipos de uso e ocupação da AID, como por exemplo, pastagens, área urbana, áreas sem cobertura vegetal, entre outros foram agrupados em uma classe denominada uso antrópico (Figura 10).

Tabela 1 – Tipos de fitofisionomias e área ocupada da Área de Influencia Direta (AID) do Projeto Belo Monte.

Uso e Cobertura	Área total (ha)	% de área
Floresta Ombrófila Aberta com Cipós (Abp)	58,841	11.4
Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras (Abp)	102,914	20.0
Floresta Ambrófila Densa Aluvial (Dbu)	50,439	9.8
Formações pioneiras com influência aluvial (Paars) - porte arbustivo	20,012	3.9
Formações pioneiras com influência aluvial (Paars) - porte arbustivo/arbóreo	5,517	1.1
Uso antrópico	215,954	41.9
Lagos	759	0.1

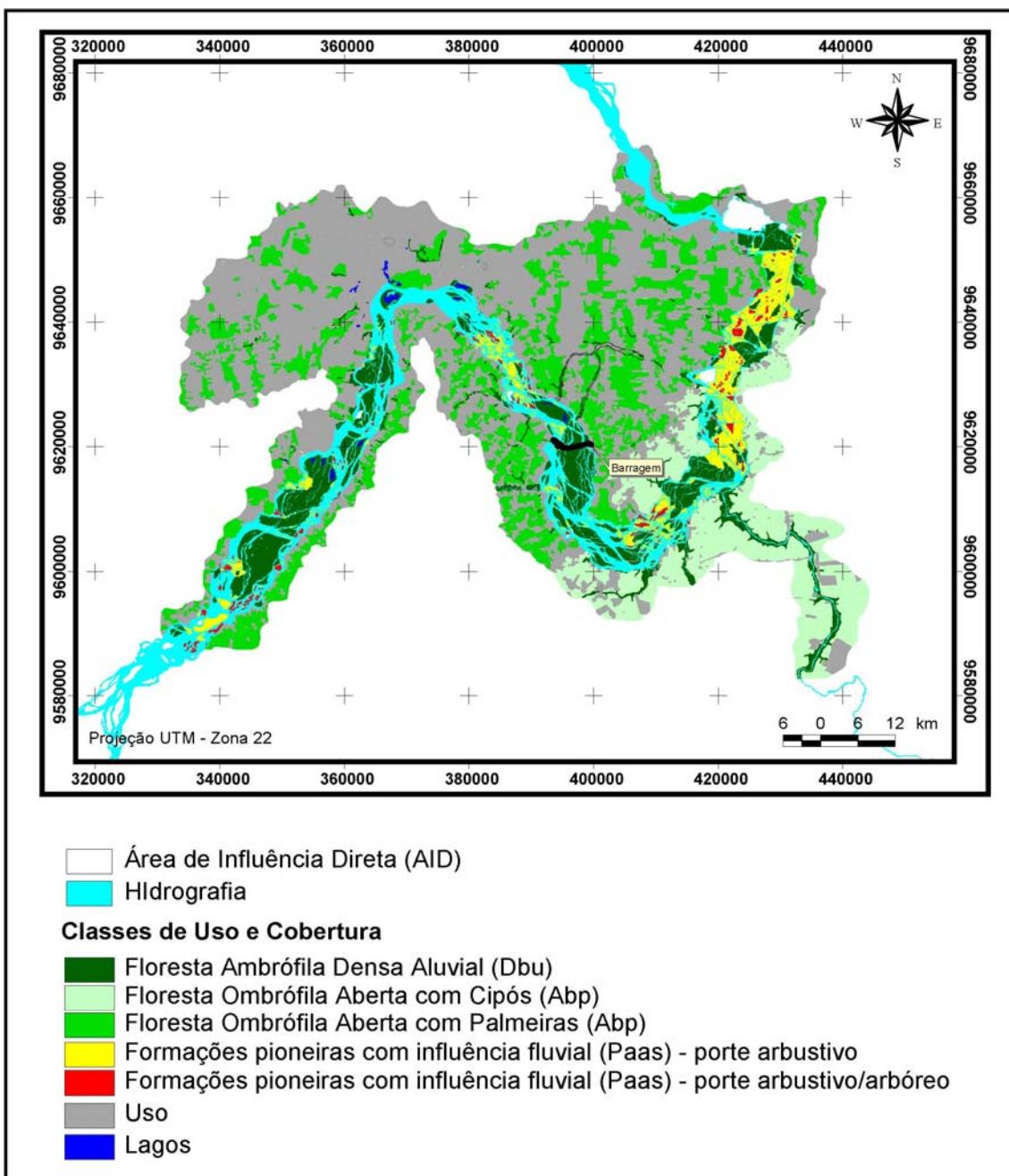


Figura 10– Classificação dos tipos de vegetação e uso na AID do AHE de Belo Monte

Na AID do Projeto Belo Monte existe dois tipos de fitofisionomias submetidas ao ciclo anual de inundação do rio Xingu, denominados de floresta ombrófila aluvial e formações pioneiras.

As formações pioneiras são divididas em dois tipos relacionados à estrutura da vegetação: formações pioneiras arbustivo-arbórea e formações pioneiras herbáceas.

### 5.1.1. Floresta Ombrófila Densa Aluvial

As florestas aluviais se situam na planície pluvial ou planície de alagação, região que sofre influência da flutuação do nível diário dos rios, nos períodos de cheias e de vazantes. São terras alagadas ou pelo menos umedecidas pelas enchentes. Como regra, o lençol de águas subterrâneas é muito superficial (PIRES, 1973; IBGE, 1991).

As florestas ombrófilas aluviais sofrem inundação durante parte do ano. Ocorre nas margens do rio Xingu, sendo mais comuns na zona do baixo curso. Em alguns trechos aparecem formações com as palmeiras jauari (*Astrocaryum jauari* Mart.), açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e caranã (*Mauritiella armata* (Mart.) Burret), nas zonas mais rebaixadas do relevo. No entanto não chegam a configurar um elemento de paisagem. São florestas localizadas na planície de inundação, com desnível variando entre 4m e 8m nos picos anuais de enchente e vazante. Os solos são geralmente de origem hidromórfica, do grupo glei húmico; é de drenagem deficiente e incorporam considerável teor de matéria orgânica e nutriente anualmente (IBGE, 1991).

O dossel deste tipo de floresta aluvial é mais aberto do que nas florestas ombrófilas densas de terras baixas, sub-montanas e montanas, atingindo uma altura de aproximadamente 20-30m. O sub-bosque é limpo, com pouca regeneração das espécies do dossel. Provavelmente a mortalidade produzida pela inundação selecione poucas mudas, reduzindo drasticamente o número de indivíduos jovens (IBAMA, 2007; SALOMÃO *et. al.*, 2007).

### 5.1.2. Formações pioneiras

Este tipo de vegetação coloniza as ilhas rochosas de baixa altitude situadas ao longo do rio Xingu, sendo denominadas localmente de pedrais ou pedeigras (Figura 11), crescem normalmente entre as fraturas ou falhas das rochas, onde se acumulam sedimentos ou nos sedimentos depositados nas ilhas formando pequenas regiões arenosas (IBAMA, 2007).

Este tipo de vegetação não tem dossel contínuo, mas sim distribuídos em pequenas manchas ao longo das ilhas com altura variando de 4 a 5metros.

As espécies possuem adaptações fisiológicas, anatômicas e morfológicas que permitem suportar longos períodos de inundação na estação de enchente e suportar a ação

mecânica da velocidade da correnteza do rio estação de vazante, através de eficientes mecanismos de fixação no substrato rochoso das ilhas

Durante o período das cheias, quando o rio aumenta 3-4m de nível, algumas plantas são parcial ou totalmente submersas. Elas controlam o estresse hídrico causado pela inundação provavelmente através de adaptações fisiológicas, morfológicas e anatômicas.

Quando a vazão do rio diminui consideravelmente, as falhas e fraturas dos afloramentos formam uma rede de canais que controla a drenagem, por onde a água flui velozmente. Neste caso, as plantas devem resistir a um novo estresse, desta vez causado pela força hidro-mecânica do fluxo da corrente nas raízes e na parte inferior do caule. Para isso as plantas possuem mecanismos adaptativos que permitem uma fixação eficiente das raízes entre as falhas das rochas (IBAMA, 2007).

*Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg (Myrtaceae), popularmente conhecida como camu-camu, e *Psidium paraense* O. Berg (Myrtaceae), são plantas comuns nesses ambientes. Essas espécies possuem raízes que permitem seu crescimento entre as fissuras das rochas e também resistência à força hidro-mecânica do fluxo da corrente do rio Xingu (Figura 12).

Assim como essas mirtáceas, outras espécies de clades distintas sobrevivem nesse ambiente com estratégias adaptativas semelhantes, entre as quais *Vitex cf. duckei* Huber (Verbenaceae), *Couepia cataractae* Ducke (Chrysobalanaceae) e *Campsandra comosa* var. *laurifolia* (Benth.) R.S. Cowan (Fabaceae) (Figura 13).

Em certos lugares ao longo do rio Xingu, existem praias que são formadas pela deposição de sedimentos trazidos pelo pulso da descarga do rio, que ocorre a cada ciclo de inundação anual (Figura 14). Esses ambientes são colonizados rapidamente por plantas herbáceas (Figura 15). Algumas espécies herbáceas possuem mecanismos de adaptação para seu crescimento e desenvolvimento no substrato rochoso (Figura 16).



Figura 11 – Formação pioneira arbustivo-arbórea em substrato rochoso (Foto: Leandro Ferreira –MPEG, 2007).



Figura 12 – Estratégias de fixação nas ilhas de rochas em algumas espécies arbóreas encontradas nas formações pioneiras amostradas neste estudo: (A) *Psidium paraense* (B) *Myrciaria floribunda* (Foto: Leandro Ferreira –MPEG, 2007)

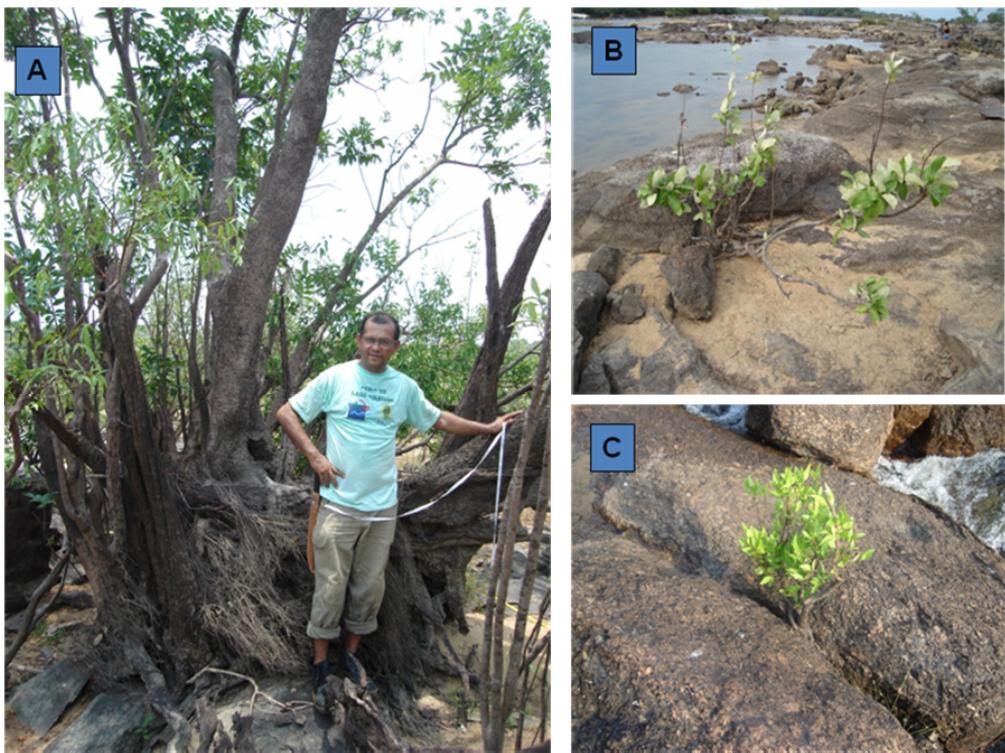


Figura 13 - Estratégias de fixação nas ilhas de rochas em algumas espécies arbóreas encontradas nas formações pioneiras amostradas neste estudo: (A) *Campsandra comosa* var. *laurifolia*, (B) *Couepia cataractae* (C) *Vitex* cf. *dukei*, (Foto: Leandro Ferreira –MPEG, 2007)



Figura 14 – Formação pioneira herbácea em substrato arenoso (Foto: Leandro Ferreira – MPEG, 2007)



Figura 15 - Praia arenosa exposta na estação de vazante do rio Xingu mostrando a regeneração de diversas espécies herbáceas (Foto: Leandro Ferreira –MPEG, 2007).



Figura 16 – Estratégias de fixação nas fissuras das rochas de espécies herbáceas e arbustivas encontradas nas formações pioneiras amostradas neste estudo (Foto: Leandro Ferreira –MPEG, 2007).

## 5.2. IMPACTOS DO EMPREENDIMENTO DA AHE BELO MONTE

Está previsto na construção do AHE Belo Monte a formação de dois reservatórios. Um denominado Reservatório do rio Xingu e outro segundo denominado de Reservatório dos canais. Estes reservatórios serão conectados por dois canais denominados canais de derivação (Figura 17).

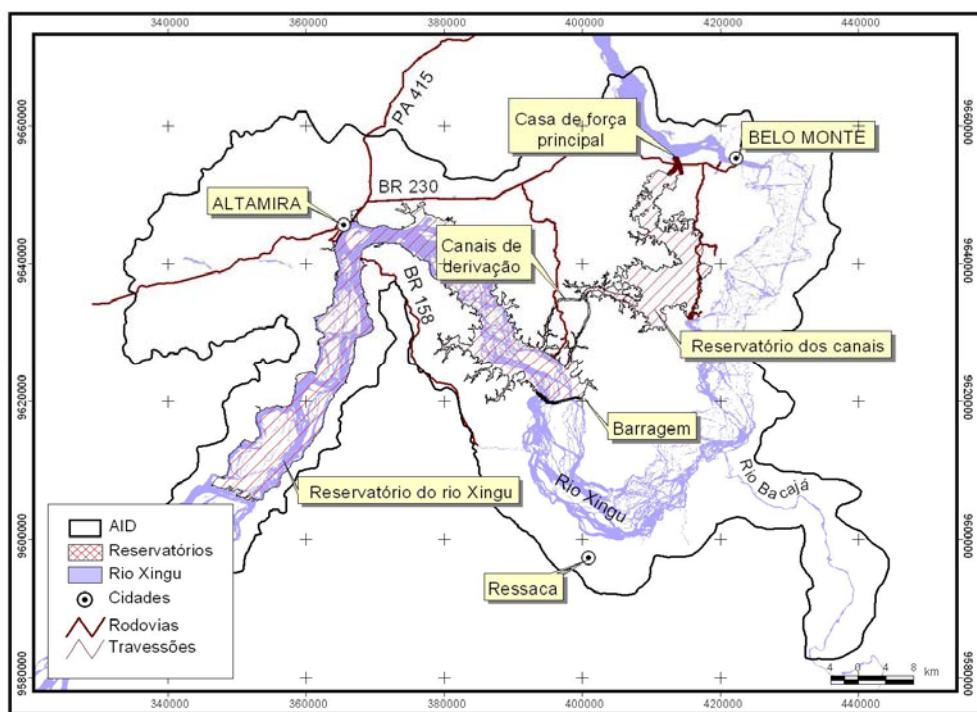


Figura 17 – Localização dos reservatórios previstos na construção no Projeto Belo Monte no rio Xingu no estado do Pará.

A construção do Reservatório do rio Xingu provocará impactos diretos nos dois tipos de fitofisionomias sujeitas à inundação do rio Xingu.

A área do Reservatório do rio Xingu, denominado neste estudo de Local 2, vai provocar o alagamento total ou parcial das ilhas e margens do rio Xingu, resultando em impactos diretos na fitofisionomia floresta ombrófila densa aluvial, totalizando uma perda de cerca de 35% do total deste tipo de vegetação (Tabela 2).

Na região do AID do Projeto Belo Monte denominada de local 3, onde ocorrerá a diminuição da vazão a jusante da barragem no sítio Pimental, provocará outro tipo de impacto nas florestas ombrófilas densa aluvial, pois a vazão de água que será liberada, provavelmente

não será suficiente para permitir a inundação das áreas ocupadas este tipo de fitofisionomia, sendo o trecho de vegetação alterado de cerca de 50% (Tabela 2).

Entretanto, a situação mais grave ocorrerá entre as formações pioneiras herbácea e arbustivo/arbóreo, pois estas fitofisionomias serão mais afetada com a construção do Reservatório do rio Xingu (Figura 18).

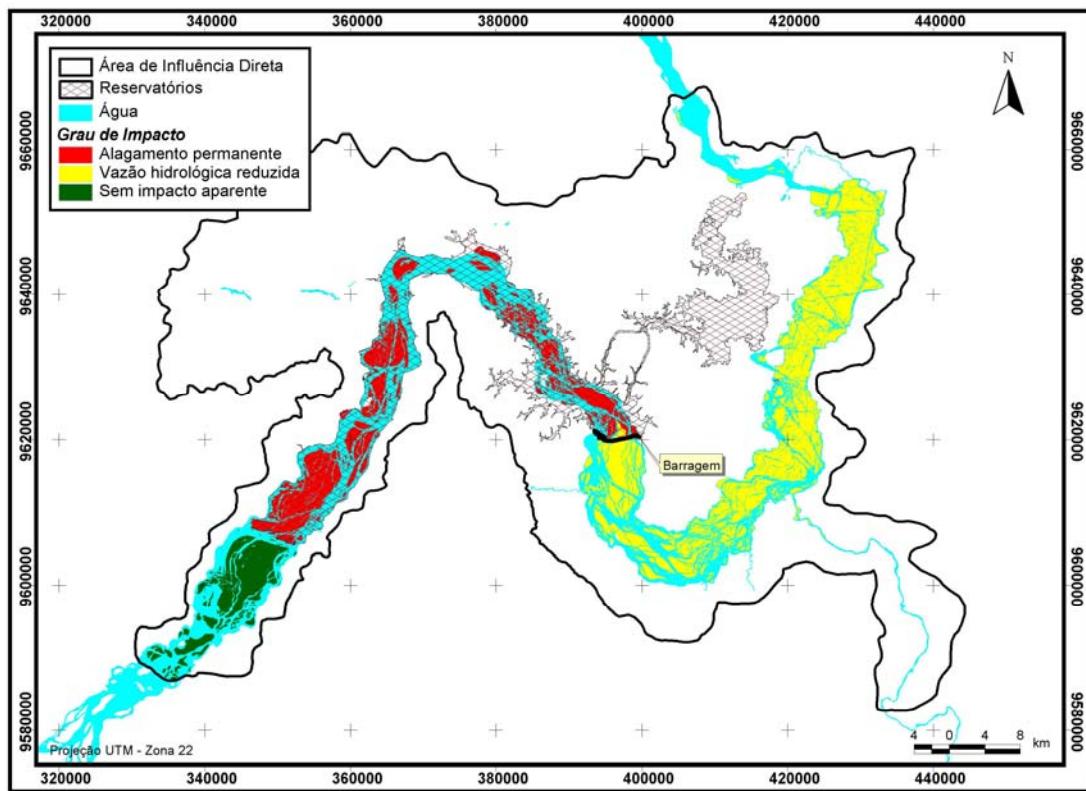


Figura 18 – Distribuição dos tipos de formações pioneiras na AID do AHE Belo Monte em relação ao reservatório do rio Xingu e o trecho de vazão reduzida.

As formações pioneiras herbáceas cujos limites estão restritos dentro do Reservatório do rio Xingu serão totalmente suprimidas com a construção do empreendimento.

Os dois tipos de formações pioneiras, Porte Arbustivo e Porte Arbustivo/Arbóreo, têm uma proporção de 17% e 40%, respectivamente, sujeitas à inundação permanente com a construção do Reservatório do rio Xingu.

Para as formações pioneiras incluídas no trecho de vazão reduzida do rio Xingu (Local 3) o nível de impacto varia entre 43.5% e 74.6% (Tabela 2).

Tabela 2 – Área total e proporção de área das fitofisionomias submetidas a inundações periódicas do rio Xingu em relação ao grau de impacto na Área de Influência Direta (AID) do Projeto Belo Monte.

<b>Tipo de impacto</b>	<b>Fitofisionomia</b>	<b>Área total</b>	<b>% de área</b>
Sem impacto aparente	Floresta Aluvial	5,740	14.6
Sem impacto aparente	Formação pioneira arbustiva	1,662	8.3
Sem impacto aparente	Formação pioneira arbustiva/arbórea	906	16.4
Alagamento permanente	Floresta Aluvial	13,936	35.4
Alagamento permanente	Lagos	759	100.0
Alagamento permanente	Formação pioneira arbustiva	3,418	17.1
Alagamento permanente	Formação pioneira arbustiva/arbórea	2,209	40.0
Trecho de vazão reduzida	Floresta Aluvial	19,652	50.0
Trecho de vazão reduzida	Formação pioneira arbustiva	14,931	74.6
Trecho de vazão reduzida	Formação pioneira arbustiva/arbórea	2,402	43.5

### 5.3. FLORÍSTICA E ESTRUTURA - FORMAÇÕES PIONEIRAS ARBUSTIVO-ARBÓREAS

Foram identificadas 77 espécies na área de estudo, variando de 37 a 43 entre os três locais (Tabela 3).

Tabela 3 - Número total de parcelas e indivíduos, riqueza, diversidade e média da área basal nos três locais de amostragem.

<b>Local</b>	<b>Nº total de parcelas</b>	<b>Nº total de indivíduos</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Diversidade</b>	<b>Média da ÁREA basal (m<sup>2</sup>)</b>
1	49	1521	43	2,43	0,32
2	37	1051	37	2,69	0,53
3	69	2574	43	2,58	0,55
<b>Total da amostragem</b>	<b>155</b>	<b>5146</b>	<b>77</b>	<b>7,7</b>	<b>1,4</b>

Houve diferença significativa na riqueza de espécies entre os três locais de amostragem ( $r^2=0.077$ ;  $F_{[2,152]}=6.38$ ;  $p=0.002$ ), sendo que a riqueza de espécies do local 1 foi significativamente menor quando comparada com a riqueza de espécies nas áreas 2 e 3 que não foram significativamente diferentes entre si (Figura 19).

A diversidade de espécies foi de 2.43, 2.69 e 2.58 nos locais 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 3). Houve diferença significativa na diversidade de espécies entre os três locais de amostragem ( $r^2=0.085$ ;  $F_{[2,152]}=7.09$ ;  $p=0.001$ ), sendo que a diversidade da área 1 é menor

quando comparada com as áreas 2 e 3 que não foram significativamente diferentes (Figura 19).

Houve diferença significativa na densidade entre os três locais de amostragem ( $r^2=0.075$ ;  $F_{[2,152]}=6.17$ ;  $p=0.003$ ), sendo que a densidade do local 3 é maior quando comparada com os locais 2 e 3 que não foram significativamente diferentes (Figura 19).

A média da área basal variou de  $0,32 \text{ m}^2$  à  $0,55\text{m}^2$  entre os locais amostrados (Tabela 3) sendo significativamente diferente entre os três locais de estudo ( $r^2=0.073$ ;  $F_{[2,152]}=5.98$ ;  $p=0.003$ ). A área basal no local 1 é menor quando comparada com os locais 2 e 3, que não foram significativamente diferentes (Figura 19).

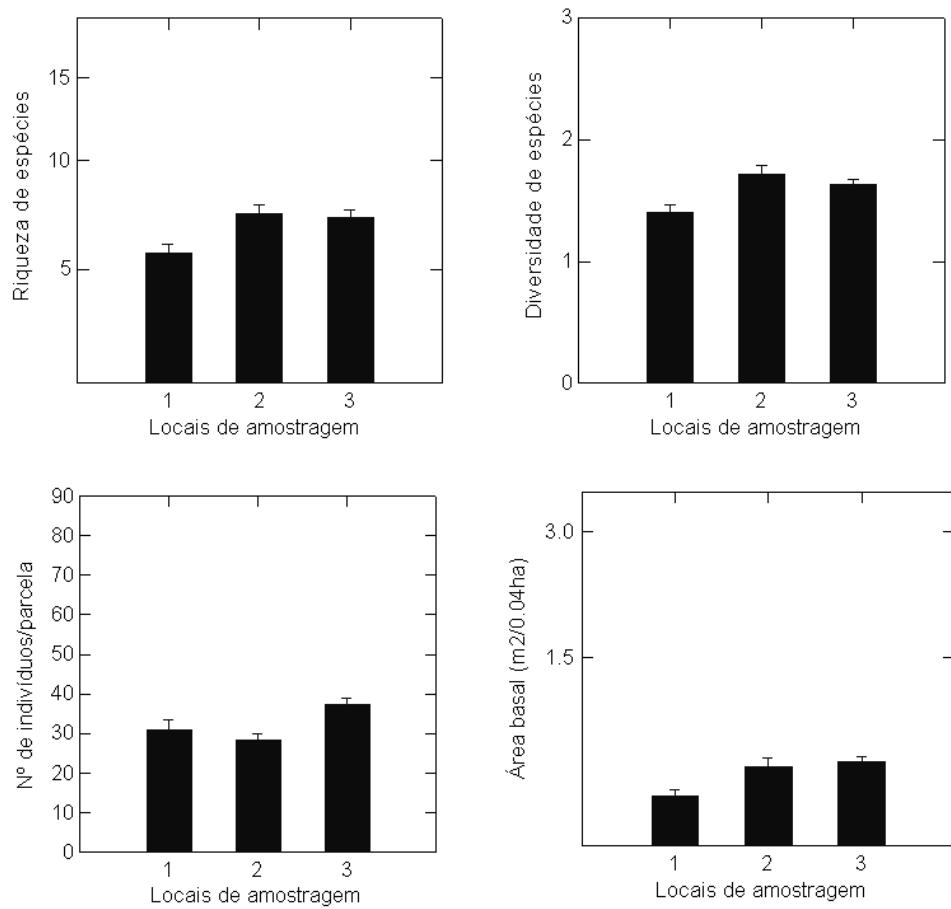


Figura 19 – Média e desvio padrão da riqueza de espécies, diversidade de espécies, densidade e área basal entre os três locais de amostragem.

A variação de altitude das 155 parcelas amostradas neste estudo variou de 23 a 128 metros em relação ao nível do mar. As parcelas com maior altitude foram encontradas na confluência do rio Iriri com o Xingu a oeste da AID de Belo Monte, decrescendo a jusante do rio Xingu, onde as menores altitudes foram encontradas na localidade de Belo Monte no limite oeste da distribuição das formações pioneiras.

Houve um aumento significativo na riqueza de espécies em relação à altitude das parcelas ( $r^2=0,03$ ;  $F_{[1;153]}=3.94$ ;  $p=0.05$ ). A riqueza de espécies nas formações pioneiras decresce significativamente no sentido oeste-leste, da confluência do rio Iriri com o Xingu até próximo à vila de Belo Monte (Figura 20).

A curva de distribuição da estrutura de diâmetros de árvores nos três locais apresentou padrão de ‘J’ invertido, onde maioria dos indivíduos está concentrada nas três primeiras classes de diâmetro, com poucas árvores nas classes de diâmetro maiores (Figura 21).

A curva do coletor da área total do inventário (Figura 22) e nos três locais de amostragem (Figura 23) obteve uma nítida estabilização, demonstrando que o esforço de amostragem realizado em cada local foi suficiente para estimar a riqueza.

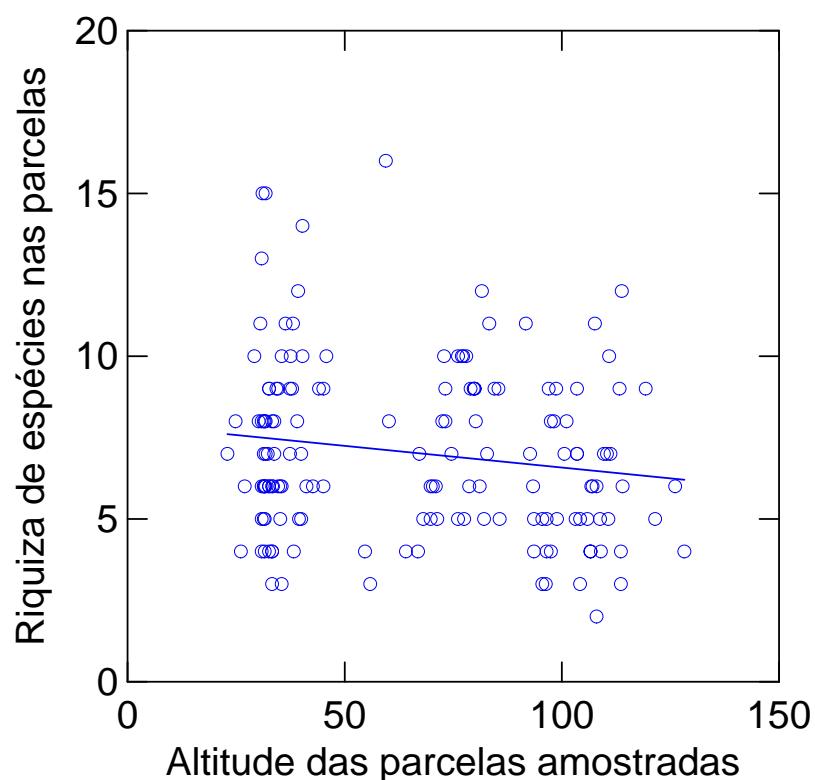


Figura 20 - Relação entre a riqueza de espécies e altitude das parcelas amostradas neste estudo.

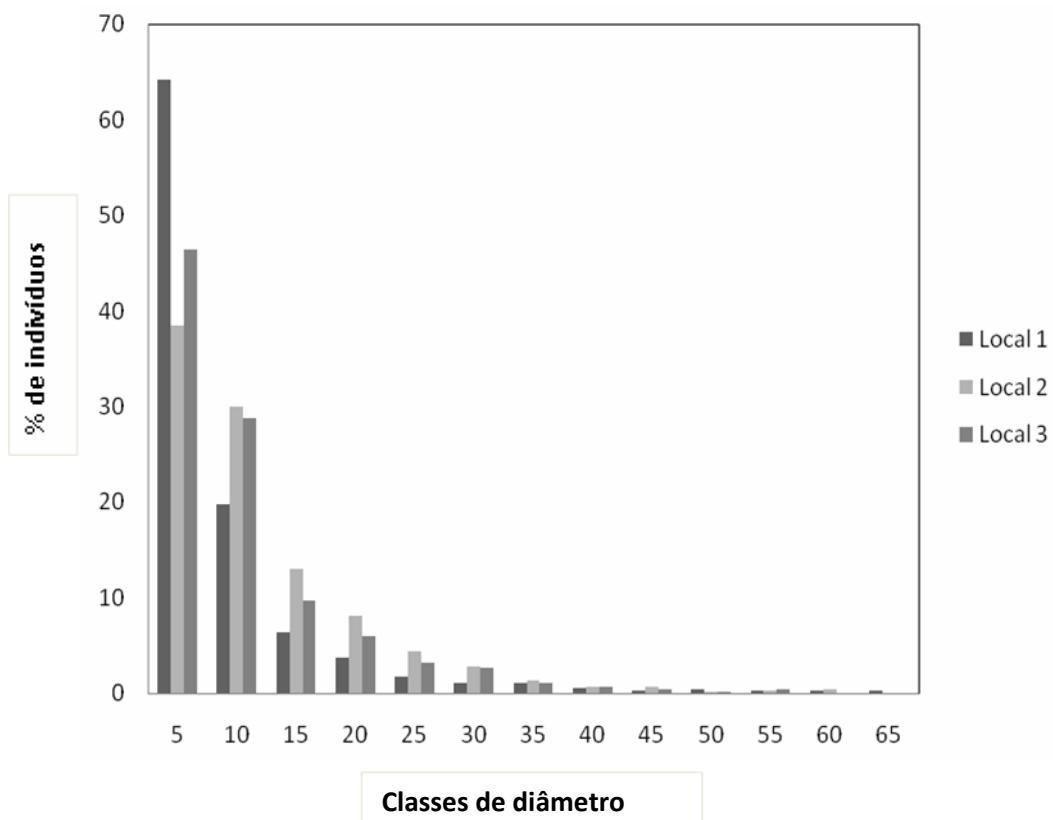


Figura 21 - Distribuição de diâmetros dos três locais amostrados neste estudo.

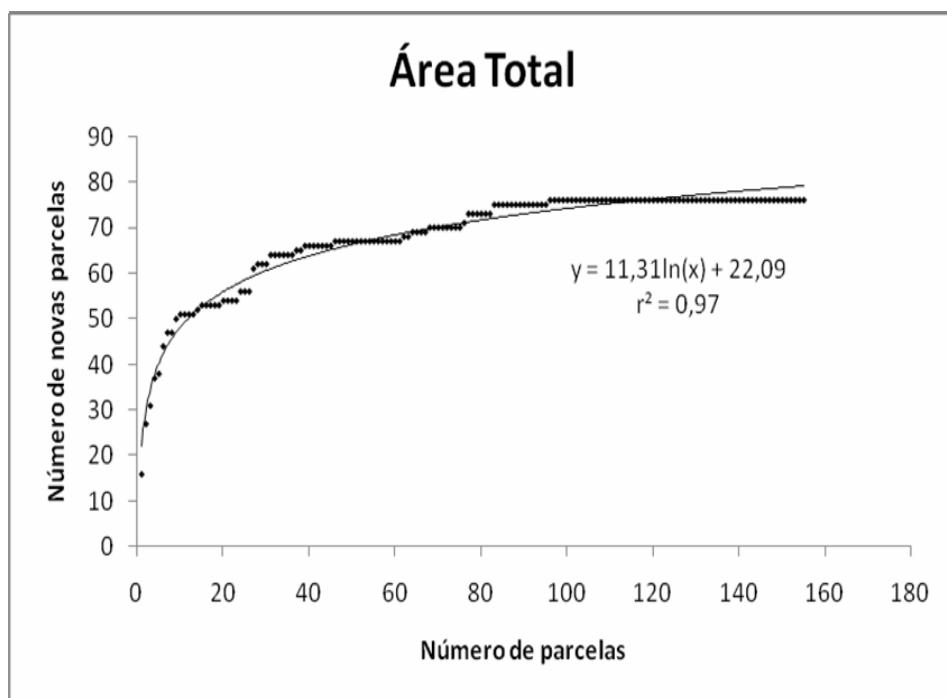


Figura 22 - Curva do Coletor obtida na área total inventariada neste estudo

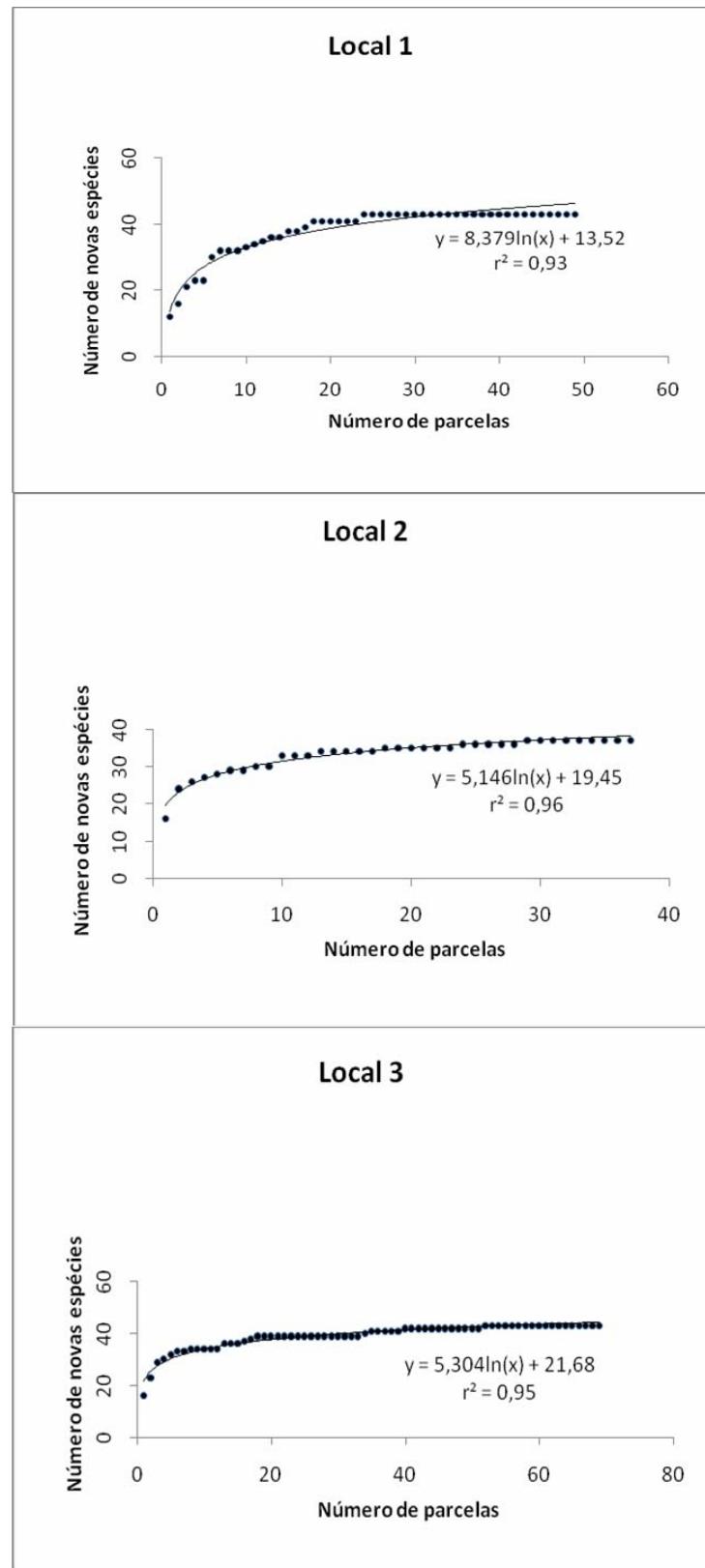


Figura 23 - Curva do Coletor obtida nos três locais de amostragem deste estudo

#### 5.4. COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES - FORMAÇÃO PIONEIRA ARBUSTIVO-ARBÓREA

Foram identificadas 43, 37 e 43 espécies nos locais 1, 2 e 3, respectivamente (Apêndices A, B e C). Entretanto, poucas espécies apresentaram alta densidade, freqüência e dominância relativa nos três locais de amostragem, o que indica claramente uma baixa riqueza associada a poucas espécies dominantes na comunidade (Apêndices A, B e C).

As dez espécies com maiores densidade relativa apresentaram mais de 85% dos indivíduos amostrados entre os três locais. Entre essas espécies, *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg, *Couepia cataractae* Ducke, *Vitex duckei* Huber, *Campsandra comosa* var. *laurifolia* (Benth.) R. S. Cowan e *Buchenavia grandis* Ducke ocorreram nos três locais de amostragem (Tabela 4).

As dez espécies com maiores freqüência relativa apresentaram mais de 72% dos indivíduos amostrados entre os três locais, entre as quais, *Myrciaria floribunda* (H. West ex Willd.) O. Berg, *Couepia cataractae* Ducke, *Vitex duckei* Huber, *Campsandra comosa* var. *laurifolia* (Benth.) R. S. Cowan e *Acosmum nitens* (Vogel) Yakovlev, foram espécies comuns aos três locais de amostragem (Tabela 5).

As dez espécies com maiores dominância relativa apresentaram mais de 84% dos indivíduos amostrados entre os três locais, entre as quais *Acosmum nitens* (Vogel) Yakovlev, *Campsandra comosa* var. *laurifolia* (Benth.) R. S. Cowan, *Couepia cataractae* Ducke, *Vitex duckei* Huber e *Licania leptostachya* Benth foram espécies comuns aos três locais de amostragem (Tabela 6).

Não existe diferença na composição das espécies entre os locais de amostragem, ou seja, as espécies se distribuem da confluência do rio Iriri com o rio Xingu até a localidade de Belo Monte, limite de distribuição das formações pioneiras no rio Xingu (Figura 24).

Tabela 4– Dez espécies arbustivo/arbóreas mais importantes em relação à Densidade Relativa (DR) nos três locais amostrados neste estudo.

<b>LOCAL 1</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DR</b>
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	26,04
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	20,97
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	13,94
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	8,68
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	5,72
<i>Acosmum nitens</i> (Vogel) Yakovlev	3,16
<i>Herissantia</i> sp.	2,3
<i>Ruprechtia</i> sp.	2,24
<i>Zygia cauliflora</i> (Willd.) Killip	2,24
<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	1,97
<b>Total</b>	<b>87,26</b>
<b>Demais espécies (N = 33)</b>	<b>12,79</b>

<b>LOCAL 2</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DR</b>
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	14,94
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	11,61
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	11,04
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	10,66
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	10,18
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	9,9
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	7,61
<i>Acosmum nitens</i> (Vogel) Yakovlev	4,47
<i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber	2,85
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	2,66
<b>Total</b>	<b>85,92</b>
<b>Demais espécies (N = 27)</b>	<b>14,14</b>

<b>LOCAL 3</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DR</b>
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	23,23
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	15,93
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	11,5
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	8,28
<i>Eugenia patens</i> Poir	7,11
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	6,88
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	5,32
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	3,46
<i>Zygia cauliflora</i> (Willd.) Killip	2,06
<i>Ruprechtia</i> sp.	2,02
<b>Total</b>	<b>85,79</b>
<b>Demais espécies (N = 33)</b>	<b>14,23</b>

Tabela 5 – Dez espécies arbustivo/arbóreas mais importantes em relação a Freqüência (FR) nos três locais amostrados neste estudo.

<b>LOCAL 1</b>	
<b>Espécie</b>	<b>FR</b>
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	12,15
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	11,46
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	9,38
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	8,33
<i>Acosmum nitens</i> (Vogel) Yakovlev	7,99
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	7,29
<i>Ruprechtia</i> sp.	5,21
<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	4,51
<i>Symmeria paniculata</i> Benth.	3,47
<i>Herissantia</i> sp.	3,13
<b>Total</b>	<b>72,92</b>
<b>Demais espécies (N = 33)</b>	<b>27,12</b>

<b>LOCAL 2</b>	
<b>Espécie</b>	<b>FR</b>
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	10,36
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	9,29
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	9,29
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	8,93
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	8,93
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	7,86
<i>Acosmum nitens</i> (Vogel) Yakovlev	6,79
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	5,71
<i>Ruprechtia</i> sp.	4,29
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	3,93
<b>Total</b>	<b>75,38</b>
<b>Demais espécies (N = 27)</b>	<b>24,64</b>

<b>LOCAL 3</b>	
<b>Espécie</b>	<b>FR</b>
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	11,31
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	10,53
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	8,97
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	7,8
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	7,21
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	7,02
<i>Eugenia patens</i> Poir	6,63
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	6,63
<i>Acosmum nitens</i> (Vogel) Yakovlev	5,26
<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.	4,29
<b>Total</b>	<b>75,65</b>
<b>Demais espécies (N = 33)</b>	<b>24,27</b>

Tabela 6 – Dez espécies arbustivo/arbóreas mais importantes em relação a Dominância Relativa (DoR) nos três locais amostrados neste estudo.

<b>LOCAL 1</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DoR</b>
<i>Acosmium nitens</i> (Vogel) Yakovlev	22,89
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	16,29
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	12,48
<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.	8,02
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	7,6
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	5,04
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	4,4
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	4,04
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	3,98
<i>Genipa spruceana</i> Steyermark	2,12
<b>Total</b>	<b>86,86</b>
<b>Demais espécies (N = 33)</b>	<b>13,13</b>

<b>LOCAL 2</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DoR</b>
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	17
<i>Acosmium nitens</i> (Vogel) Yakovlev	16,99
<i>Astrocaryum jauari</i> Mart.	12,95
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	8,79
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	7,96
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	5,27
<i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber	4,9
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	4,64
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	3,55
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	2,63
<b>Total</b>	<b>84,68</b>
<b>Demais espécies (N = 27)</b>	<b>15,3</b>

<b>LOCAL 3</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DoR</b>
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	35,86
<i>Acosmium nitens</i> (Vogel) Yakovlev	13,32
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	8,2
<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.	7,47
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	7,07
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	7,06
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	6,45
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	5,58
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	2,96
<i>Eugenia patens</i> Poir	1,07
<b>Total</b>	<b>95,04</b>
<b>Demais espécies (N = 33)</b>	<b>4,95</b>

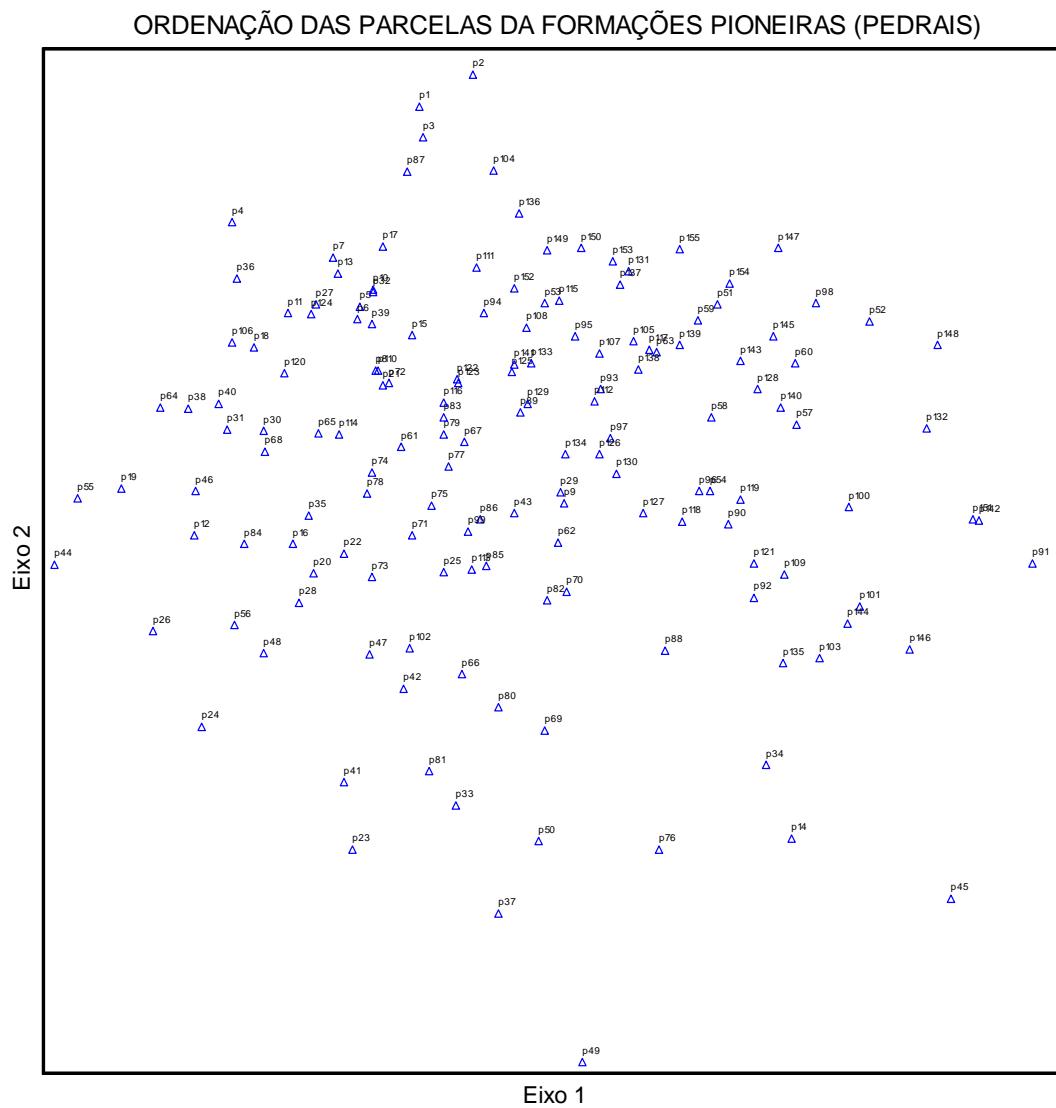


Figura 24- Análise de ordenação das parcelas nos três locais de amostragem.

## 5.5. FLORÍSTICA E ESTRUTURA - FORMAÇÕES PIONEIRAS HERBÁCEAS

Foram amostrados 18.261 indivíduos em 794 parcelas nos três locais de estudo, totalizando 58 espécies (Apêndices D, E e F). A riqueza variou de 35 à 44 (Tabela 7).

Tabela 7 - Número total de parcelas e indivíduos, riqueza e diversidade nos três locais de amostragem.

Local	Nº de parcelas	Nº de indivíduos	Nº de espécies	Diversidade
1	290	6685	44	2,24
2	230	7471	35	2,26
3	274	4105	35	2,12
<b>Total da amostragem</b>	<b>794</b>	<b>18261</b>	<b>58</b>	<b>6,62</b>

Houve diferença significativa na riqueza de espécies entre os três locais de amostragem ( $r^2=0.009$ ;  $F_{[2;791]}=3.571$ ;  $p=0.029$ ). O local 2 apresentou maior riqueza quando comparada com os locais 1 e 3 que não foram significativamente diferentes (Figura 25).

O índice de diversidade foi de 2.24, 2.26 e 2.12 para os locais 1, 2 e 3, respectivamente (Tabela 3). Não houve diferença significativa de diversidade entre as três áreas inventariadas ( $F_{[2;791]}=0.58$ ;  $p=0.55$ ) (Figura 25).

A curva do coletor obteve uma nítida estabilização na área total inventariada (Figura 26) e nos três locais inventariados (Figura 27), demonstrando que o esforço de amostragem realizado foi suficiente para determinar sua riqueza local.

As dez espécies herbáceas mais importantes em relação à densidade e freqüência relativa apresentaram mais de 86% e 73%, respectivamente, do total de indivíduos amostrados, sendo que *Chamaesyce hyssopifolia* (L.) Small., *Euploca filiformis* (Lehm.) J.I.Melo & Semir, *Cyperus diffusus* Vahl, *Staelia reflexa* DC e *Scirpus micranthus* Vahl. estão presentes nos três locais de amostragem, entre as quais *Chamaesyce hyssopifolia* (Figura 28) foi a espécie mais importante com relação a esses parâmetros (Tabelas 8 e 9).

Os três locais de amostragem não puderam ser separados pela composição de suas espécies (Figura 29).

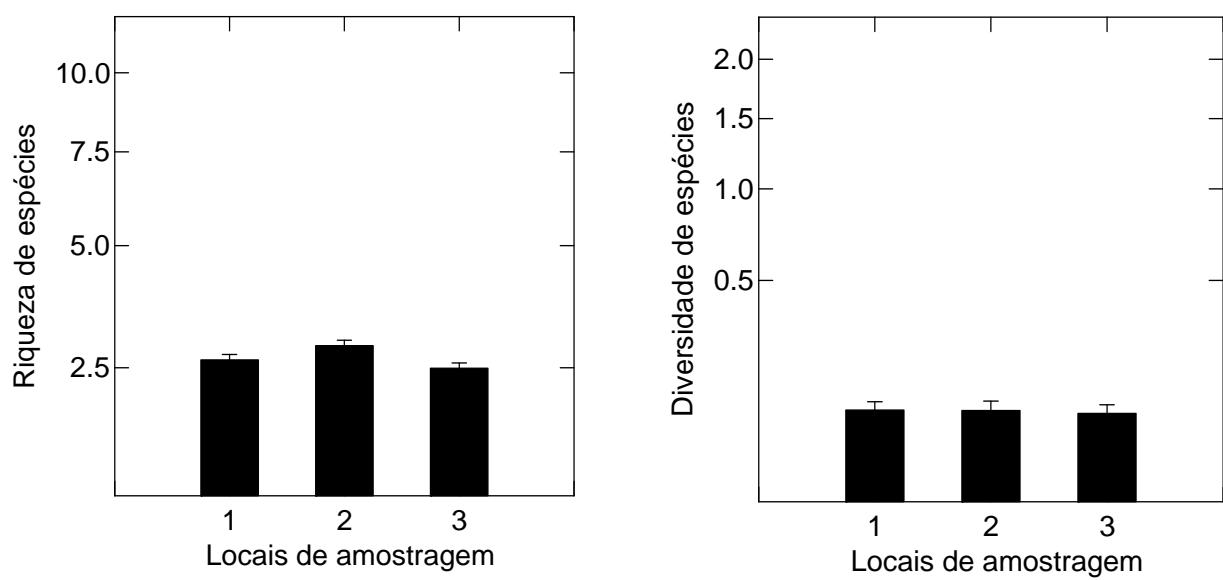


Figura 25 – Média e desvio padrão da riqueza e diversidade de espécies herbáceas entre os três locais de amostragem.

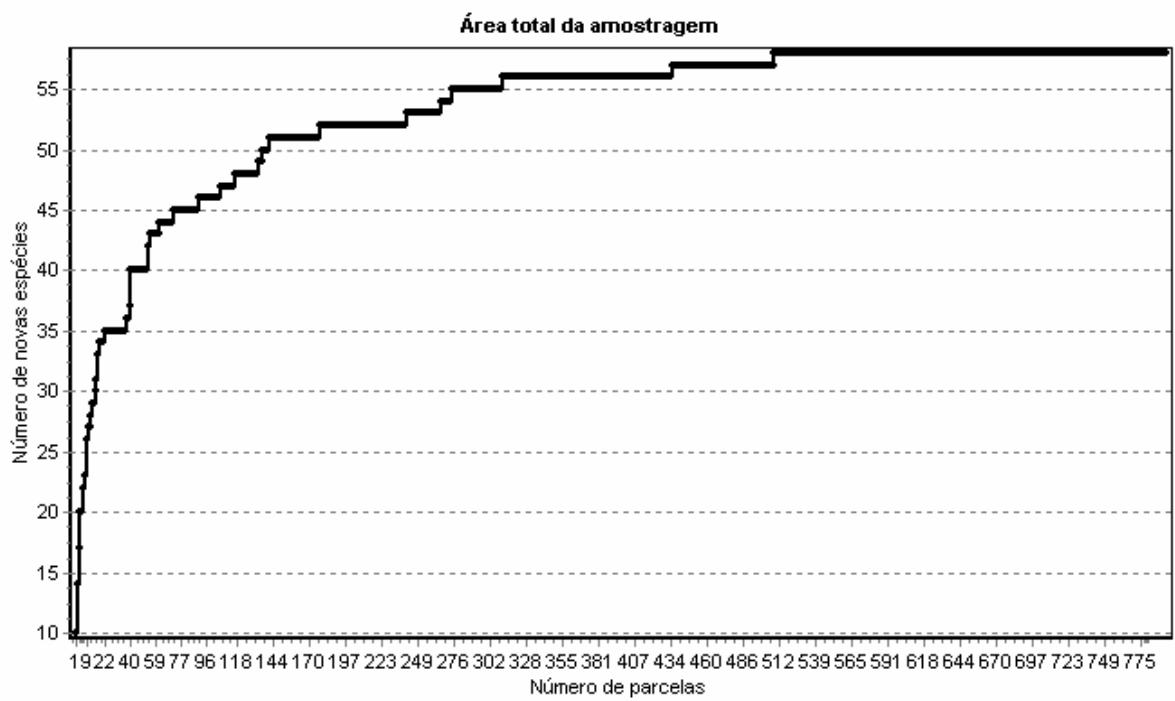


Figura 26 - Curva do Coletor obtida nas parcelas herbáceas na área total inventariada neste estudo.

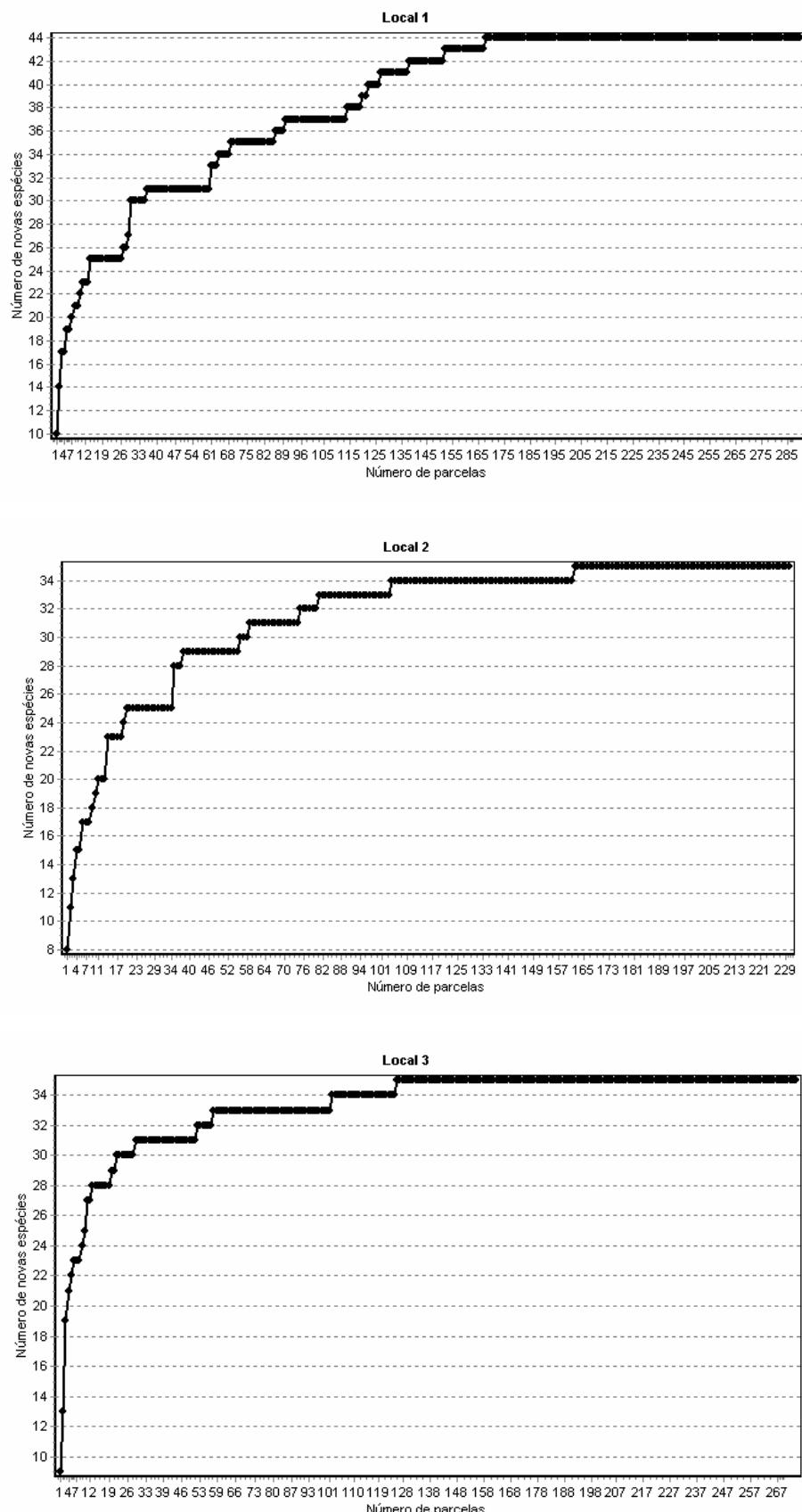


Figura 27 - Curva do Coletor obtida nas parcelas herbáceas nos três locais amostrados neste estudo.



Figura 28 – População de *Chamaesyce hyssopifolia* em substrato rochoso (Foto: Leandro Ferreira –MPEG, 2007).

Tabela 8 – Dez espécies herbáceas mais importantes em relação à Densidade Relativa (DR) nos três locais de amostragem.

<b>LOCAL 1</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DR</b>
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	<b>45,53</b>
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.)J.I.Melo & Semir	8,99
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	6,63
<i>Diodia ocimifolia</i> (Willd.) Brem.	5,83
<i>Staelia reflexa</i> DC.	5,46
<i>Ludwigia decurrens</i> Watt.	3,93
<i>Rotula pohlii</i> (Kuhman) Guimarães	2,87
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	2,38
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	2,29
<i>Phyllanthus hyssopifolioides</i> Kunth	2,14
<b>Total</b>	<b>86,05</b>
<b>Demais espécies (N=34)</b>	<b>13,89</b>

<b>LOCAL 2</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DR</b>
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	<b>29,41</b>
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	14,27
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.)J.I.Melo & Semir	13,12
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	11,9
<i>Diodia hyssopifolia</i> (H.B.K.) Cham. et Schlecht	10,68
<i>Staelia reflexa</i> DC.	5,54
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	2,61
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	1,49
<i>Chamaesyce sp.</i>	1,34
<i>Coutoubea ramosa</i> Aubl.	1,18
<b>Total</b>	<b>91,54</b>
<b>Demais espécies (N=25)</b>	<b>8,44</b>

<b>ÁREA 3</b>	
<b>Espécie</b>	<b>DR</b>
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	<b>37,66</b>
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.)J.I.Melo & Semir	21,83
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	7,48
<i>Mollugo verticillata</i> L.	5,33
<i>Periqueta cistoides</i> Meyer	5,04
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	3,97
<i>Staelia reflexa</i> DC.	3,7
<i>Herissantia sp.</i>	2,95
<i>Diodia hyssopifolia</i> (H.B.K.) Cham. et Schlecht	2,14
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	1,97
<b>Total</b>	<b>92,07</b>
<b>Demais espécies (N=25)</b>	<b>7,91</b>

Tabela 9 – Dez espécies herbáceas mais importantes em relação à Freqüência (FR) nos três locais de amostragem.

<b>LOCAL 1</b>	
<b>Espécie</b>	<b>FR</b>
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	<b>17,58</b>
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.)J.I.Melo & Semir	10,41
<i>Staelia reflexa</i> DC.	10,05
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	8,85
<i>Diodia ocimifolia</i> (Willd.) Brem.	8,85
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	4,07
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	3,59
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	3,47
<i>Phyllanthus hyssopifolioides</i> Kunth	3,47
<i>Rotula pohlii</i> (Kuhman) Guimarães	3,11
<b>Total</b>	<b>73,45</b>
<b>Demais espécies (N=34)</b>	<b>26,59</b>

<b>LOCAL 2</b>	
<b>Espécie</b>	<b>FR</b>
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	<b>14,37</b>
<i>Dioidia hyssopifolia</i> (H.B.K.) Cham. et Schlecht	12,25
<i>Staelia reflexa</i> DC.	9,72
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.)J.I.Melo & Semir	9,3
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	7,89
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	5,21
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	5,07
<i>Mollugo verticillata</i> L.	4,79
<i>Cleome guianensis</i> Aubl.	3,94
<i>Periqueta cistoides</i> Meyer	3,24
<b>Total</b>	<b>75,78</b>
<b>Demais espécies (N=25)</b>	<b>24,21</b>

<b>LOCAL 3</b>	
<b>Espécie</b>	<b>FR</b>
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	<b>15,97</b>
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.)J.I.Melo & Semir	15,7
<i>Mollugo verticillata</i> L.	11,1
<i>Periqueta cistoides</i> Meyer	11,1
<i>Staelia reflexa</i> DC.	7,71
<i>Dioidia hyssopifolia</i> (H.B.K.) Cham. et Schlecht	5,55
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	5,01
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	4,6
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	4,19
<i>Herissantia</i> sp.	3,79
<b>Total</b>	<b>84,72</b>
<b>Demais espécies (N=25)</b>	<b>15,35</b>

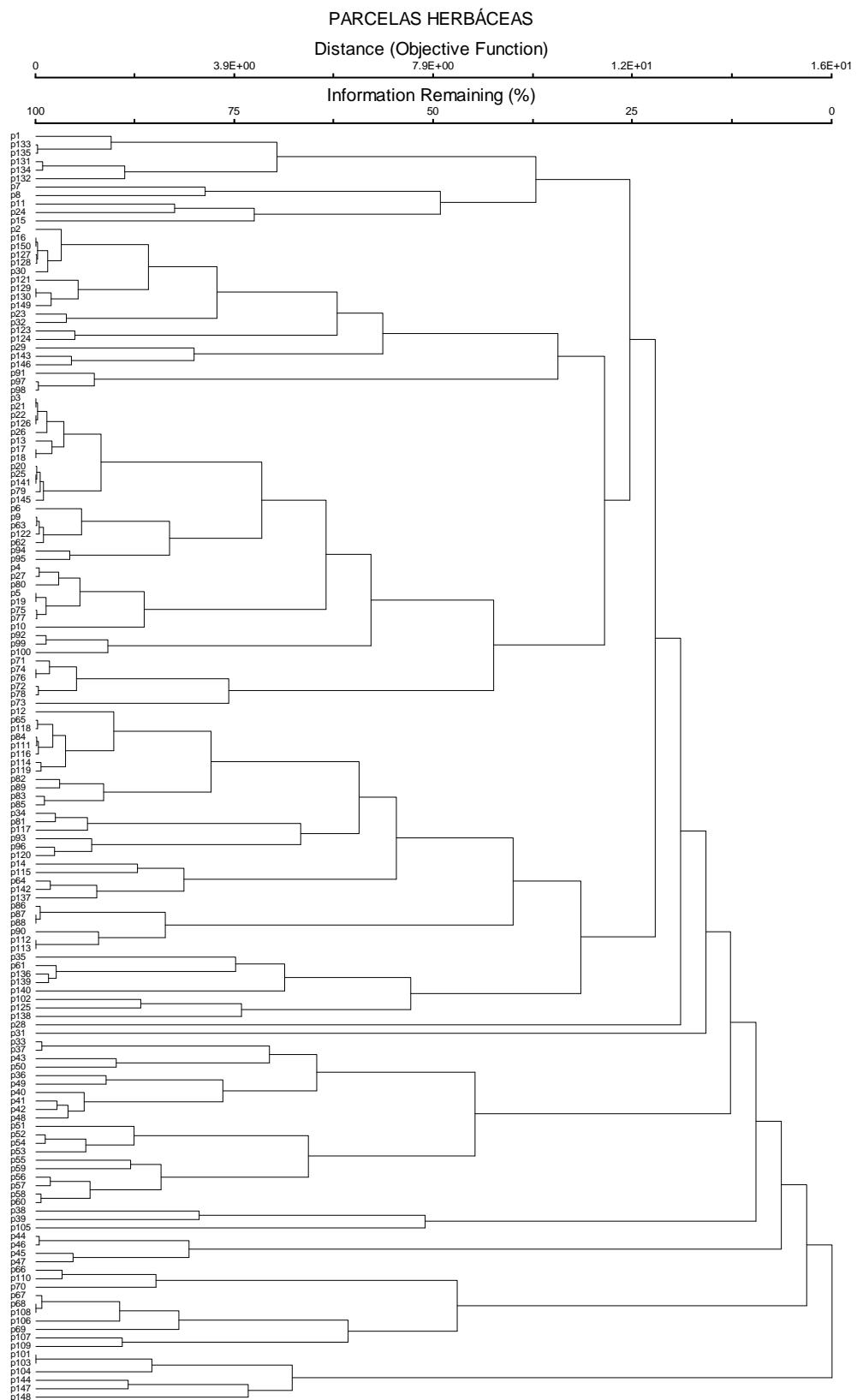


Figura 29 – Análise de agrupamento (cluster analysis) das parcelas herbáceas amostradas neste estudo, usando a distância euclidiana como medida de similaridade e o vizinho mais próximo como método de ligação.

## 6. DISCUSSÃO

As curvas acumulativas de espécies nos dois tipos de formações pioneiras analisadas nesta dissertação, formações arbustivo/arbóreas e formações herbáceas, obtiveram uma nítida estabilização nos três locais amostrados. Isso pode ser devido à baixa riqueza de espécies decorrentes de áreas de igapó (RODRIGUES, 1961; KEEL & PRANCE, 1979; REVILLA, 1981; FERREIRA, 1991; FERREIRA & STOHLGREN 1999).

O número total de espécies identificadas nas formações pioneiras arbustivo/arbóreas nos três locais de amostragem foi de 77 espécies, variando de 37 a 43 espécies entre os locais. Essa riqueza é baixa se comparada a inventários realizados em outros tipos de fitofisionomias sujeitos à inundação na Amazônia brasileira (FERREIRA, 1997; FERREIRA & PRANCE, 1998; FERREIRA, 2000). Contudo, é preciso ter cautela na comparação da riqueza de espécies entre fitofisionomias nas áreas alagadas da Amazônia, pois dois fatores são fundamentais na determinação da riqueza de espécies: a origem e o tempo de inundação a que são submetidos cada fitofisionomia (JUNK, 1989; FERREIRA, 1997).

Este estudo é um dos primeiros levantamentos realizados em formações pioneiras no rio Xingu. Desta forma, comparações com outros estudos são problemáticas, pois a maioria dos trabalhos está relacionado à vegetação periodicamente alagada em rios de água preta ou branca estabelecidas em solos arenosos ou argilosos (FERREIRA & PRANCE, 1998; PAROLIN, 2003; RODRIGUES, 1961; KEEL & PRANCE, 1979; FERREIRA, 1997).

A baixa riqueza e diversidade obtida nas formações pioneiras arbustivo/arbórea e herbáceas analisadas nesta dissertação estão provavelmente relacionadas a três fatores:

(1) longos períodos anuais de inundação a que são submetidos este tipo de fitofisionomia, um fator que limita a riqueza de espécies nas áreas alagadas da Amazônia (FERREIRA & PRANCE, 1998);

(2) solos com baixas concentrações de nutrientes típicos das áreas inundadas por águas pretas ou claras (KELL & PRANCE, 1979);

(3) pouca disponibilidade de substrato arenoso para estabelecimento e crescimento das plantas nas rochas das ilhas no rio Xingu, habitat preferencial deste tipo de fitofisionomia.

A diferença significativa entre a riqueza e diversidade de espécies nas formações pioneiras arbustivo/arbórea nos três locais de amostragem, onde o local 1 (área controle) obteve uma riqueza significativamente menor do que os local 2 (reservatório do rio Xingu) e local 3 (trecho de vazão reduzida) deve ser interpretado com cautela, pois apesar de

significativo ( $p=0.002$ ) e ( $p=0.01$ ), respectivamente, os coeficientes de regressão foram extremamente baixos ( $r^2=0.077$ ) e ( $r^2=0.085$ ), respectivamente.

O modelo de variância usado para testar as diferenças de riqueza e diversidade entre os três locais de amostragem explica somente cerca de 8% da variação, uma relação extremamente baixa. Além disto, este modelo estatístico utilizado para comparar a riqueza e diversidade entre os três locais pode não ser o mais adequado, pois esta divisão é arbitrária e foi criada exclusivamente para em relação ao tipo de impacto do empreendimento do AHE Belo Monte na biota local.

Este modelo compara a média e o desvio padrão das parcelas (variável dependente) entre os três locais inventariados. Contudo, estes limites correspondem ao tipo de impacto gerado pelo empreendimento, local 1 (área controle, sem impacto aparente), local 2 (área sujeita a inundação permanente criada pela formação do reservatório do rio Xingu) e local 3 (área a jusante ao reservatório do rio Xingu, submetido a uma drástica diminuição de vazão do rio Xingu, devido a retenção de água do reservatório).

Esta divisão da AID do AHE Belo Monte, portanto, é artificial e não biogeográfica. Portanto, os resultados obtidos devem ser interpretados com cuidado.

A fim de compensar este efeito, foi utilizado um segundo modelo estatístico, através de Análise de Regressão Simples, onde a riqueza de espécies (variável dependente) é comparada com uma variável continua (altitude), sendo, portanto, um teste mais robusto e estaticamente mais confiável.

Neste modelo, os resultados demonstram que há um decréscimo da riqueza de espécies no sentido oeste-leste, ou seja, diferente do obtido quando se analisa riqueza de espécies entre os três locais amostrados usando análise de variância, onde o local 1 (situado mais a oeste da AID do AHE Belo Monte) tem riqueza de espécies significativamente maior do que os locais 2 (localizado no centro da AID do AHE Belo Monte) e 3, situado mais a leste.

O coeficiente de regressão obtido é muito baixo, pois há grande variação de altitude entre as parcelas situadas próximas entre si e pequena variação na riqueza de espécies em parcelas situadas em altitudes diferenciadas.

Isto demonstra que a altitude das parcelas pode não ser a melhor variável para explicar as diferenças na riqueza de espécies das formações pioneiras arbustivo-arbórea entre as ilhas. Outros fatores, como o tamanho das ilhas ou a disponibilidade de substrato nas ilhas podem ser fatores mais importantes na determinação da riqueza de espécies nas formações pioneiras do rio Xingu.

Assim, apesar dos modelos estatísticos usados neste estudo mostrarem que existe diferença significativa da riqueza de espécies entre os três locais de amostragem (modelo de Análise de Variância simples) e entre a altitude das parcelas (modelo de regressão simples), os baixos coeficientes de regressão obtidos demonstram que esta relação é muito baixa, portanto, os resultados devem ser interpretados com muito cuidado, a fim de não corrermos o risco de cometemos um Erro tipo I, que é a chance de erro de rejeitar  $H_0$  quando, na realidade,  $H_0$  é verdadeira, em outras palavras, o erro do tipo I equivale a concluir que o tratamento é eficaz quando na verdade ele não é (ZAR, 1999).

As dez espécies arbustivo-arbórea mais importantes com relação à densidade relativa, freqüência e dominância relativa totalizam mais de 85%, 72 % e 84%, respectivamente, dos indivíduos amostrados nos três locais o que demonstra a grande dominância de poucas espécies nesta comunidade.

Essas espécies são normalmente encontradas em outras formações pioneiras na Amazônia. Leandro Ferreira (dados não publicados) em um levantamento florístico realizado nas formações pioneiras do rio Tapajós, Pará, encontrou as mesmas espécies. Isto parece indicar que poucas espécies dominam esses ambientes provavelmente devido a dois fatores: (1) mecanismos de adaptação aos períodos de inundação e ao tipo de substrato (PAROLIN, 2001; PAROLIN *et al.*, 2003; HAUGAASEN & PERES, 2006; KEEL & PRANCE, 1979); (2) baixa heterogeneidade de habitat, já que a especialização em diferentes habitats é um fator importante para manutenção da diversidade entre comunidades (FERREIRA & STOHLGREN, 1999).

A média de área basal ( $0.32\text{ m}^2$  a  $0.55\text{m}^2$ ) entre os três locais de amostragem é menor quando comparada com outros trabalhos realizados em áreas de igapó. Ferreira & Prance (1998), analisando três hectares no rio Tapajós registraram uma variação de  $0.7\text{m}^2$  à  $10.9\text{m}^2$  na área basal. Ferreira (2000) registrou uma variação na área basal de  $1.9\text{m}^2$  à  $3.0\text{m}^2$  por parcela no rio Jaú e  $0.8\text{m}^2$  à  $1.1\text{m}^2$  no rio Tarumã-Mirim.

Essas diferenças nas médias de área basal entre áreas de igapó podem estar relacionadas com a quantidade de sedimentos dissolvidos na água e consequentemente com a disponibilidade de nutrientes no solo. Segundo Furch *et al.* (1982) as águas do Tapajós e Xingu podem variar em composição química: podem ser muito pobres em nutrientes (como rios Jaú e Tarumã-Mirim classificados como rios de água preta), ou, em outras áreas, podem ser ricos em matéria dissolvida.

A riqueza de espécies herbáceas encontrada nas formações pioneiras na AID do Projeto Belo Monte em um trecho de 200 km, 58 espécies, é baixa quando comparada as 388

espécies herbáceas encontradas em trecho de 100 km em áreas de várzeas próximo à Manaus, Amazonas (JUNK & PIEDADE, 1993). Contudo, dois fatores podem contribuir para explicar esta grande diferença entre a riqueza de espécies nos dois estudos. Primeiro, o estudo de Junk & Piedade (1993) foi feito em áreas sujeitas às inundações por rios de água branca ricos em nutrientes (JUNK, 1984; FURCH, 1984), o que permite a formação de extensas áreas recobertas por vegetações herbáceas. Segundo, no levantamento realizado foram incluídas todas as formas de vida, terrestres e aquáticas, por exemplo, herbáceas flutuantes.

Treze espécies foram comuns aos dois estudos, das quais *Cyperus diffusus* (cyperaceae), *Coutoubea ramosa* (Genitaceae), *Ludwigia decurrens*, *Lwduigia octovalvis* (Onagraceae), *Borreria laevis*, *Diodia ocimifolia* (Rubiaceae) e *Piriqueta cistoides* (Turneraceae) estão entre as dez espécies com maiores densidade relativa e freqüência (mais de 86% e 73%, respectivamente, do total de indivíduos amostrados) nos três locais inventariados.

Isso indica que apesar das diferenças de riqueza entre os dois estudos, algumas espécies têm grande amplitude ecológica e, consequentemente, uma ampla distribuição geográfica (Parolin *et al.*, 2004), apresentando mecanismos adaptativos que possibilitam sobreviver tanto em sistemas pobres como ricos em nutrientes.

Entre essas adaptações podemos citar: resistência das sementes e esporos à dessecação e inundações, ciclos reprodutivos curtos e altas taxas de reprodução e alta produtividade, mecanismos esses característicos de plantas pioneiras, consideradas r-estrategistas (JUNK & PIEDADE, 1993).

Uma espécie muito comum encontrada no levantamento deste estudo, *Chamaesyce hyssopifolia*, não é citada no inventário florístico realizado por Junk e Piedade (1993). Isto pode estar associado às condições físicas onde as populações de *Chamaesyce hyssopifolia* se desenvolvem, submetidas a pouco substrato para seu estabelecimento e crescimento típicos de ambientes litofíticos (SCARANO, 2007).

A análise de ordenação e de agrupamento usadas como ferramenta para testar a diferença na distribuição de espécies das formações arbustiva/arbóreas e herbáceas, respectivamente na AID do Projeto Belo Monte não distinguiu grupos de espécies entre os três locais de amostragem. Desta forma, assim como a riqueza e diversidade de espécies, a composição de espécie não varia ao longo das formações pioneiras analisadas.

Isto tem implicações importantes, porque o local 1 (área controle) que não sofrerá impacto do empreendimento pode compensar os impactos a que serão submetidos as formações pioneiras herbáceas e arbóreo-arbustiva encontradas nos locais 2 e 3.

Com a formação do reservatório haverá grande proporção de perda de habitats de formações pioneiras e de florestas ombrófilas densas aluviais em função do alagamento permanente e isto será refletida diretamente na diminuição de espécimes da flora e fauna presentes (DIRZO & RAVEN, 2003; BALMFORD *et al.*, 2005), uma vez que a resposta de populações à perda de habitat é lenta, o que tem grandes implicações para a conservação (Helm *et al.*, 2006).

*Myrciaria floribunda*, uma das espécies mais importantes com relação à densidade, freqüência e dominância relativas nos três locais analisados, tem frutos que representam uma importante fonte de alimento para espécies da ictiofauna local, tais como, tambaqui (*Colossoma macropomum*), pacu (*Mylossoma* spp.), matrinchã (*Brycon cephalus*) e curimatã (*Prochilodus nigricans*), os quais, por sua vez, contribuem para a dispersão das sementes (PETERS & VASQUEZ, 1987).

Com a perda de habitats, grande parte dos espécimes de *Myrciaria floribunda* desaparecerá e os animais que dependem dessa espécie para seu forrageio podem também ter a população reduzida (BENDER *et al.*, 1998).

Além do mais, esta barragem vai provocar alterações no ciclo hidrológico do rio Xingu, o que vai afetar diretamente a comunidade de plantas adaptadas a esta flutuação cíclica anual do rio. Junk (1987) e Parolin (2001) relatam que nas áreas submetidas a inundações periódicas, o principal fator para a manutenção da biodiversidade são os processos físicos e biológicos, entre os quais o ciclo hidrológico é um dos fatores fundamentais.

Para local 3, situado a jusante da área onde se projeta o reservatório, foi estimada uma perda de área de até 74% nas fitofisionomias sujeitas a inundação. O principal impacto neste local será uma drástica diminuição da vazão do rio Xingu, onde os picos de cheias e vazantes serão atenuados, pois um grande volume de água será desviado para os lagos a fim de gerar energia.

Simulações revelam que no período de enchente a vazão mínima para o recobrimento das ilhas colonizadas pela floresta ombrófila densa aluvial é cerca de 15 mil m<sup>3</sup>/dia (IBAMA, 2007). Com a construção da barragem do empreendimento, estima-se que podem ser liberados no pico da enchente do rio Xingu, entre 4 mil e 8 mil m<sup>3</sup>/dia, o que será insuficiente para inundar a vegetação da ilhas.

Isto terá consequências graves na dinâmica da comunidade, pois muitas espécies de plantas têm o padrão de frutificação e liberação de sementes associado ao pico da enchente (FERREIRA & PAROLIN, 2007). Desta forma, frutos e sementes que seriam dispersos pela água que normalmente inunda as ilhas no rio Xingu no período da enchente não serão mais

dispersados. Espécies de animais que dependem de frutos e sementes para sua alimentação serão também prejudicados, pois não conseguirão mais entrar nas vegetações alagadas.

O impacto da diminuição da vazão do rio Xingu a jusante da barragem terá pouco impacto nas formações pioneiras, pois simulações determinam que as ilhas onde este tipo de vegetação se estabelece fica inundada com vazões médias acima de 4 mil m<sup>3</sup>/dia no período de enchente do rio Xingu (IBAMA, 2007). Desta forma, se a vazão média prevista pelo empreendimento for mantida, este impacto será mínimo.

Contudo, outro impacto pode ser gerado, pois o ciclo de inundação normalmente é gradual, em outras palavras, mesmo com vazões históricas mantidas, o ciclo entre vazante e enchente pode ser alterado, ocasionando desta forma, modificações no padrão reprodutivo das espécies. Somente um estudo para monitorar este aspecto poderá definitivamente responder esta questão.

## 7. CONCLUSÃO

A construção do reservatório do rio Xingu implicará em perda de habitat de até 40% nas fitofisionomias sujeitas à inundação no local 2, o que pode refletir diretamente na diminuição de espécimes da flora e fauna presentes na região.

Para local 3 foi estimada uma perda de área de até 74% nas fitofisionomias sujeitas à inundação, onde o ciclo entre vazante e enchente será alterado, podendo ocasionar desta forma, modificações no padrão reprodutivo das espécies.

A menor riqueza e diversidade de espécies obtida no local 1 (área controle) em comparação com os locais 2 e 3 que sofrerão impactos do Projeto Belo Monte deve ser avaliada com cuidado, pois está no limite da validade do teste.

A ausência de diferença na composição de espécies das formações pioneiras (arbustivo/arbórea e herbáceas) entre os três locais de amostragem tem grande relevância para a conservação, pois indica que o local 1 (área controle) pode ser usado na compensação ambiental resultante dos impactos que ocorrerão nos locais 2 e 3.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADIS, J. Programa mínimo para análises de ecossistemas: artrópodos terrestres em florestas inundáveis da Amazônia Central. **Acta Amazônica**. 7(2): 223-229. 1977.
- ADIS, J. Seasonal igapó forests of Central Amazonian black-water rives and their terrestrial arthropod fauna. In: SIOLI, H.; JUNK, W. **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dr W. Junk Publ., Dordrecht, p. 245-268. 1984.
- ALBAGLI, S. Amazônia: fronteira geopolítica da biodiversidade. **Parcerias Estratégicas**, n. 12, p. 5-19. 2001.
- ARFI, R. The effects of climate and hydrology on the trophic status of Seligué Reservoir, Mali, West Africa. **Lake & Reservoirs: research and management**, v. 8, n. 3, p. 243-260. 2003.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D.D.; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 34, n. 4, p. 513-524. 2004.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP II. An update of the Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. Botanical Journal of the Linnaean Society, v.141, n.4, p.399-436, 2003.
- AYRES, J. M. C. As matas de várzea do Mamirauá (MCT-CNPq- Programa do trópico úmido). Sociedade civil de Mamirauá , Brasil. 1993.
- BALMFORD, A. et al. The convention on biological diversity's 2010 target. **Science**, v. 307, p. 212–213. 2005.
- BASSO, E. Alteration of the water balance of lakes. **Lake & Reservoirs: research and management**, v. 5, n. 1, p. 5-9. 2000.
- BENDER, J. D.; CONTRERAS, T. A.; FAHRIG, L. Habitat loss and population decline: a meta-analysis of the patch size effect. **Ecology**, v. 79, n. 2, p. 517-533. 1998.
- BRAGA, P. I. S. Subdivisão fitogeográfica, tipos de vegetação conservação e inventário florístico da floresta amazônica. **Acta Amazônica**, v. 9, n. 4, p. 53-80. 1979.

**BRASIL. Plano de enchimento do reservatório: fauna. Relatório final.** Secretaria Executiva de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Centrais Elétricas do Norte do Brasil (ELETRO NORTE), Belém. 1985.

**BRASIL.** Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988.

CAMPBELL, D. G. et al. Quantative ecological inventory of terra firme and tropical forest on the Xingu, Brazilian Amazono. **Brittonia**, v. 38, p. 369-393. 1986.

CIENTEC – Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas. Mata nativa 2: **Manual do usuário.** Viçosa: Cientec, 295 p. 2006.

DIRZO, R. & RAVEN, P.H. Global state of biodiversity and loss. **Annu. Rev. Environ. Resour.**, v. 28, p. 137–167. 2003.

FEARNSIDE, P.M. Environmental impacts of Brazil's Tucurui Dam: Unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. **Environmental Management**, v. 27, p. 377-396. 2001.

FEARNSIDE, P. M. Hidrelétricas como “fábricas de metano”: o papel dos reservatórios em áreas de floresta tropical na emissão de gases de efeito estufa. **Oecol. Bras.**, v. 12, n. 1, p. 100-115, 2008.

FEARNSIDE, P. M. Hydroelectric dams in the brazilian Amazon as Sources of “greenhouse” gases. **Environmental conservation**, v. 22, p.7-19, 1995.

FERREIRA, E. J. A ictiofauna do Rio Trombetas na Área de influencia da futura usina hidrelétrica de Cachoeira Porteira, Pará. 1992. 161 f. Tese (Doutorado em ecologia) INPA/FUA, Manaus. 1992.

FERREIRA, L. V. O efeito do período de inundação na distribuição, fenologia e regeneração de plantas em uma floresta de igapó na Amazônia Central. 1991. 161 f. Dissertação (Mestrado em ecologia) Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, Manaus. 1991.

FERREIRA, L.V. et al. Riqueza e composição de espécies da floresta de igapó e vázea da Estação Científica Ferreira Penna: subsídio para o plano de manejo da Floresta Nacional de Caxiuanã. **Pesquisas botânicas**, n. 56, p. 103-116, 2005.

FERREIRA, L. V. Effects of flooding duration of species richness and floristic composition in three hectares in the Jaú National Park in floodplain forests in Central Amazonia. **Biodiversity Conservation**, v.6, p.1353-1363. 1997.

FERREIRA, L. V. Effects of flooding duration on species richness, floristic composition and forest structure in river margin habitat in Amazonian blackwater forests: implications for future design of protected areas. **Biodiv. Conserv.**, v. 9, n. 1, p. 1-14. 2000.

FERREIRA, L. V.; ALMEIDA, S. S. Relação entre altura de inundação, riqueza específica de plantas e o tamanho de clareiras naturais em uma floresta inundável de igapó na Amazônia Central. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 445-453. 2005.

FERREIRA, L. V.; PAROLIN, P. Tree phenology in central amazonian floodplain forests: effects of water level fluctuation and precipitation at community and population level. **Pesquisas. Botânica**, v. 1, p. 139-156, 2007.

FERREIRA, L. V.; PRANCE, G. T. Structure and species richness of low diversity floodplain forest on the rio Tapajós, Eastern Amazonian, Brazil. **Biodiversity Conservation**, v. 7, p. 585-596. 1998.

FERREIRA, L.V.; STOHLGREN, T. J. Effects of river level fluctuation on plant species richness, diversity, and distribution in a floodplain forest in central Amazonia. **Oecologia**, v. 120, n. 4, p. 582-587. 1999.

FISCH, G. F.; JANUARIO, M.; SENNA, R. C. Impacto ecológico em Tucuruí (PA): climatologia. **Acta Botanica**, v. 20, p. 49-60. 1990.

FITTKAU, E. J. On the ecology of Amazonian rain-forest streams. **Atlas do simpósio sobre Biota Amazônica (Limnologia)**, v. 3, p. 97-108. 1967.

FURCH, K. Water chemistry of the Amazon basin: the distribution of chemical elements among freshwaters. In: SIOLI, H.; JUNK, W. **The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht, pp. 167-99. 1984.

FURCH, K.; JUNK, W. J.; KLINGE, H. Unusual chemistry of natural waters from the Amazon Region. **Acta Cient. Venezolana**, v. 33, p. 269-273. 1982.

HAFFER, J.; PRANCE, G.T. Impulsos climáticos da evolução na Amazônia durante Cenozóico: sobre a teoria dos Refúgios da diferenciação biótica. **Estudos avançados**, v. 16, n. 46, p. 175-206. 2002.

HAUGAASEN, T.; PERES, C. A. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purús reion of Central Amazonian, Brazil. **Acta Amazonica**, v. 36, n. 1, p. 25-36. 2006.

HELM, A.; HANSKI, I.; PARTEL, M. Slow response of plant species richness to habitat loss and fragmentation. **Ecology Letters**, v. 9, p. 72-77. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE. **Termo de referência para elaboração do estudo de impacto ambiental e o respectivo relatório de impacto ambiental – EIA / RIMA - aproveitamento hidrelétrico Belo Monte (PA) processo Nº 02001.001848/2006-75**. Pará: IBAMA, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Secretaria do Orçamento e Coordenação da Presidência da República. **Série Manuais Técnicos em Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

IRMLER, U. Ecological studies of the aquatic soil invertebrates in three inundations forests of Central Amazonia. **Amazoniana**, v. 5, p. 337-409. 1975.

IRMLER, U. Matas de inundação da Amazônia Central em comparação entre águas brancas e pretas. **Ciência e Cultura**, v. 30, n. 7, p. 813-821. 1978.

IRMLER, U. Inundation-forest types in the vicinity of Manaus. **Biogeographica**, v. 8, p. 17-29. 1977.

IRON, G.; ADIS, J. Evolução de florestas amazônicas, de igapó – um exemplo do rio Tarumã-Mirim. **Acta Amazonica**, v. 9, n. 2, p. 299-303. 1979.

JUNK, W. J. Amazonian floodplains: their ecology, present and potential use. **Rev. Hydrobiol. Trop.**, v. 15, n. 4, p. 285-301. 1982.

JUNK, W. J. Áreas inundáveis – um desafio para limnologia. **Acta Amazônica**, v. 10, n. 4, p. 775-795. 1980.

JUNK, W. J. Ecology of várzea, floodplain of Amazonian white water rivers. In: SIOLI, H.; JUNK, W. **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.** Dr W. Junk Publ., Dordrecht, p. 215-43. 1984.

JUNK, W. J. Flood tolerance and tree distribution in Central Amazonia. In: HOLM-NIELSEN, L. B.; NIELSEN, I. C.; BALSLEVE, H. **Tropical Forest Botanical Dynamics: Speciation and diversity.** London: Academic Press, 1989, p. 47 – 64.

JUNK, W. J. Wetlands of tropical South America. In: WHIGHAM, D. F.; HENJNY, S.; DYKYJOVA, D. **Wetlands of the world.** Países Baixos: Kluwer, Dordrecht, p. 679 – 739. 1993.

JUNK, W. J.; MELLO, N. Impactos ecológicos das represas hidrelétricas na bacia Amazônica Brasileira. **Estudos Avançados**, v. 4, n. 8, p. 126-142. 1987.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: species diversity and adaptations to the flood pulse. **Amazoniana**, v. 12, n. 3, p. 467-484. 1993.

KEEL, S. H. K. & PRANCE, G. T. Studies of the vegetation of a white and black-water igapó ( Rio Negro Brazil ) . **Acta Amazonica**, v. 9, n. 4, p. 645-655. 1979.

KLAMMER, G. The relief of extra-Andean Amazon basin. In: SIOLI, H.; JUNK, W. **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin.** Dr W. Junk Publ., Dordrecht, p. 47-83. 1984.

KREBS, C.J. **Ecological methodology.** Addison-Wesley Educational Publishers, Menlo Park. 1999.

KUBITZKI, K.; ZIBURSKI, A. Seed dispersal in flood plain forests of Amazonia. **Biotropica**, v. 26, n. 1, p. 30-43. 1994.

LIMA, J. F. Composição e riqueza de espécies de anuros (Amphibia) em fragmentos florestais no Lago de Tucuruí, Pará. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zoologia) Museu Paraense Emílio Goeldi/Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD version 4. 0, multivariate analysis of ecological data, Users guide.** Glaneden Beach, Oregon: MM Sofware Design, 237 p. 1999.

MCCUNE, B. & BRACE, J.B. Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Gleneden Beach. 2002.

MELLO, J. A. S. N. Hidrelétricas na Amazônia e meio ambiente. In: FERREIRA, E.J.G et al. **Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia**. Vol. 2. Instituto Nacional de Pesquisas Amazônica (INPA), Manaus. 1993.

MIRANDA, E.E; MIRANDA, J. R.; SANTOS, E. P. F. Efeitos ecológicos das barragens do Xingu: uma avaliação preliminar. In: SANTOS, L. A.; ANDRADE, L. M. **As hidrelétricas do Xingu e os povos indígenas**. Comissão Pró-Índio de S. Paulo. 196 p. 1988.

PAROLIN, P. Morphological and physiological adjustments to waterlogging and drought in seedlings of Amazonian floodplain trees. **Oecologia**, v. 128, n. 3, p. 326-335. 2001.

PAROLIN, P. et al. Floristic composition of a floodplain forest in the Anavilhas archipelago, Brazilian Amazonia. **Amazoniana**, v. 17, n. 3, p. 399-411. 2003.

PAROLIN, P. et al. Floristic study an igapó floodplain in forest in Central Amazonia, Brazil (Tarumã-Mirim, Rio Negro). **Amazoniana**, v. 13, n. 1, p. 29-47. 2004.

PETERS, C. M.; VASQUEZ, A. Estudios ecológicos de camu-camu: producción de frutos en poblaciones naturales. **Acta Amazonica**, Manaus, v.16, n. único, p.161-174. 1987.

PRANCE, G. T. The origin and evolution of the Amazon flora. **Interciencia**, v. 3, p. 207-303. 1978.

PRANCE, G. T. Notes on vegetation of Amazonia. III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. **Brittonia**, v. 31, p. 26 – 38. 1979.

PRANCE, G. T. A terminologia dos tipos de florestas amazônicas sujeitas à inundação. **Acta Amazônica**, v. 10, n. 3, p. 495-504. 1980.

PIEDADE, M. T. F. **Ecologia e biologia reprodutiva de *Astrocaryum jauari* Mart. (Palmae) como exemplo de população adaptada às áreas inundáveis do rio Negro (igapós)**. Dissertação (Mestrado em ecologia) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus. 1985.

PIADE, M. T. F.; PAROLIN, P.; JUNK, W. J. Estratégias de dispersão, produção de frutos e extrativismo da palmeira *Astrocaryum jauari* mart. nos igapós do rio negro: implicações para a ictiofauna. **Ecología Aplicada**, v. 2, n. 1, p. 31-40. 2003.

PIRES, J. M. Tipos de vegetação da Amazônia. **Publ. Avul. Mus. Goeldi**, Belém, v. 20, p. 179-202. 1973.

PIRES, J. M. & PRANCE, G. T. The vegetation types of the Brazilian Amazon. In: PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. **Amazonia**. Oxford: Pergamon Press, 1985.

PUTZER, H. The geological evolution of the Amazon basin and its mineral resources. In: SIOLI, H.; JUNK, W. **The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dr W. Junk Publ., Dordrecht, p. 15-46. 1984.

RADAM. Folha SA.22 Belém. DNPM, Projeto Radam Brasil. **Levantamento de Recursos naturais**, Vol.5. 1974.

REVILLA, J. D. C. **Aspectos florísticos e fitossociológicos da floresta inundável (igapó), Praia Grande, Rio Negro, Amazonas, Brasil**. Dissertação (Mestrado em ecologia) INPA/FUA : Manaus. 1981.

RODRIGUES, W. A. Estudo preliminar de mata de várzea alta de uma ilha do baixo rio Negro de solo argiloso e úmido. **Publicação do INPA**: série Botânica, n. 10. 1961.

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**. Brasília, Série Técnica III, WWF Brasil, 2000.

SALOMÃO, R.P. et al. Manejo florestal na várzea: caracterização, restrições e oportunidades para sua adoção. In: SALOMÃO, R. P.; TEREZO, E. F. M.; JARDIM, M. A. G. **Manejo florestal nas várzeas: oportunidades e desafios**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi (Coleção Adolpho Ducke). p. 11-138. 2007.

SANCHES, F.; FISCH, G. As possíveis alterações microclimáticas devido a formação do lago artificial da hidrelétrica de Tucuruí-PA. **Acta Amazonica**, v. 35, n. 1, p. 41-50. 2005.

SCARANO, F. R. Rock outcrop vegetation in Brazil: a brief overview. **Revista Brasil. Bot.**, v.30, n.4, p.561-568, out.-dez. 2007.

SCHILLING, A. C. ; BATISTA, J. L. F. Curva de acumulação de espécies e suficiência amostral em florestas tropicais. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 31, p. 179-187, 2008.

SCHLUTER, U. B.; FURCH, B.; JOLY, C. A. Physiological and anatomical adaptations by young *Astrocaryum jauari* Mart. (Arecaceae) in periodically inundated biotopes of Central Amazonia. **Biotropica**, v. 25, n. 4, p. 384-396. 1993.

SIOLI, H. Studies in Amazonian waters. **Atlas do simpósio sobre Biota Amazônica 3** (Limnologia), p. 9-50. 1967.

SIOLI, H. Hydrochemistry and Geology in the Brazilian Amazon Region. **Amazoniana**, v. 3, p. 267–277. 1968.

SIOLI, H. Tropical river: the Amazon. In: WHITTON, B. A. **River Ecology**. Cambridge: Blackwell Sci. Publ, p. 461-88. 1975.

SOARES-FILHO, B. S. et al. Cenários de desmatamento para a Amazônia. **Estudos Avançados**, v. 19, n. 54, p. 137-152. 2005.

TAKEUCHI, M. The structure of the Amazonian vegetation. VI. Igapó. **Journ. Fac. Sci. Univ. Tokyo, III**, v. 8, n. 7, p. 297-304. 1962.

TUNDISI, J. G. et al. **Eutrofização na América do Sul: causas, consequências e tecnologias para gerenciamento e controle**. s. l.: IIE, IIEGA, Eutrosul, 532p. 2006.

ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. 4 ed. New Jersey: Prentice-Hall, Englewood Cliffs. p.484-500, 1999.

WORBES, M. Structural and other adaptations to long-term flooding by trees in Central Amazonia. **Amazoniana**. v. IX, n. 3, p. 459-484. 1985.

WU, J. et al. Three Gorges Dam – experiment in habitat fragmentation? **Science**, v. 300, p. 1239-40. 2003.

## APÊNDICES

**Apêndice A** - Dados de estrutura horizontal das parcelas arbustiva/arbórea amostradas no local 1 (Área de remanso do reservatório do rio Xingu) – N (número de indivíduos); DR (Densidade Relativa); FR (Freqüência Relativa); Dominância Relativa (DoR) e VI (Valor de Importância)

Nome Científico	N	DR	FR	DoR	VI (%)
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	396	26,04	11,46	5,04	14,18
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	319	20,97	12,15	4,4	12,51
<i>Acosmium nitens</i> (Vogel) Yakovlev	48	3,16	7,99	22,89	11,34
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	212	13,94	8,33	7,6	9,96
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	87	5,72	7,29	12,48	8,5
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	132	8,68	9,38	3,98	7,35
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	11	0,72	1,74	16,29	6,25
<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.	17	1,12	1,74	8,02	3,63
<i>Ruprechtia</i> sp.	34	2,24	5,21	1,47	2,97
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	21	1,38	2,43	4,04	2,62
<i>Buchenavia grandis</i> Ducke	30	1,97	4,51	1,21	2,57
<i>Herissantia</i> sp.	35	2,3	3,13	0,22	1,88
<i>Zygia cauliflora</i> (Willd.) Killip	34	2,24	2,43	0,79	1,82
<i>Symmeria paniculata</i> Benth.	22	1,45	3,47	0,39	1,77
<i>Genipa spruceana</i> Steyermark	8	0,53	2,08	2,12	1,58
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	19	1,25	2,08	1,37	1,57
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A. DC.) Eyma	14	0,92	1,74	1,72	1,46
<i>Eugenia patens</i> Poir	8	0,53	1,39	0,21	0,71
<i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber	3	0,2	0,69	0,94	0,61
<i>Cynometra marginata</i> Benth.	5	0,33	0,35	1,07	0,58
<i>Simaba guianensis</i> Aubl.	3	0,2	1,04	0,46	0,56
<i>Chamaecrista serpens</i> (L.) Greene	6	0,39	0,35	0,68	0,48
<i>Stachyarrhena spicata</i> Hook. f.	4	0,26	1,04	0,07	0,46
<i>Cynometra bauhiniifolia</i> Benth.	4	0,26	0,69	0,36	0,44
<i>Chamaecrista negrensis</i> (H. S. Irwin) H. S. Irwin & Barneby	6	0,39	0,35	0,47	0,4
<i>Clitoria amazonum</i> Mart. ex Benth.	4	0,26	0,69	0,05	0,34
<i>Palicourea quadrifolia</i> (Rudge) DC.	3	0,2	0,69	0,04	0,31
<i>Montrichardia linifera</i> (Arruda) Schott	6	0,39	0,35	0,18	0,31
<i>Panopsis rubescens</i> (Pohl) Rusby	1	0,07	0,35	0,41	0,27
<i>Eugenia belemiana</i> McVaugh	5	0,33	0,35	0,13	0,27
<i>Astrocaryum jauari</i> Mart.	4	0,26	0,35	0,1	0,24
<i>Esenbeckia almwilla</i> Kaastra	3	0,2	0,35	0,17	0,24
<i>Mabea paniculata</i> Spr. ex Benth.	4	0,26	0,35	0,09	0,23
<i>Combretum</i> sp.	1	0,07	0,35	0,18	0,2
<i>Mascagnia benthamiana</i> (Griseb.) W. R. Anderson	3	0,2	0,35	0,03	0,19
<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk.	2	0,13	0,35	0,01	0,16
<i>Psidium guianense</i> Pers.	1	0,07	0,35	0,07	0,16
<i>Cynometra cuneata</i> Tul.	1	0,07	0,35	0,05	0,16
<i>Salacia impressifolia</i> (Miers) A.C. Sm.	1	0,07	0,35	0,07	0,16
<i>Duroia saccifera</i> (Mart. ex Roem. & Schult.) K. Schum.	1	0,07	0,35	0,05	0,15
<i>Licania lata</i> J.F. Macbr.	1	0,07	0,35	0,05	0,15
<i>Rotula pohlii</i> (Kuhman) Guimarães	1	0,07	0,35	0	0,14
<i>Couepia paraensis</i> Benth.	1	0,07	0,35	0,02	0,14
<b>TOTAL</b>	<b>1521</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Apêndice B** - Dados de estrutura horizontal das parcelas arbustiva/arbórea amostradas no local 2 (Reservatório do rio Xingu) – N (número de indivíduos); DR (Densidade Relativa); FR (Freqüência Relativa); Dominância Relativa (DoR) e VI (Valor de Importância)

Nome Científico	N	DR	FR	DoR	VI (%)
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	104	9,9	5,71	17	10,87
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S. Cowan	112	10,66	9,29	8,79	9,58
<i>Acosmium nitens</i> (Vogel) Yakovlev	47	4,47	6,79	16,99	9,41
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	157	14,94	7,86	4,64	9,15
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	122	11,61	10,36	5,27	9,08
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	80	7,61	8,93	7,96	8,17
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	116	11,04	8,93	2,36	7,44
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	107	10,18	9,29	2,63	7,37
<i>Astrocaryum jauari</i> Mart.	8	0,76	1,07	12,95	4,93
<i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber	30	2,85	2,5	4,9	3,42
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	28	2,66	3,93	3,55	3,38
<i>Ruprechtia</i> sp.	25	2,38	4,29	2,22	2,96
<i>Genipa spruceana</i> Steyermark	10	0,95	2,86	1,69	1,83
<i>Zygia cauliflora</i> (Willd.) Killip	19	1,81	2,14	0,62	1,52
<i>Symmeria paniculata</i> Benth.	16	1,52	2,5	0,27	1,43
<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	5	0,48	0,71	2,53	1,24
<i>Macrolobium acaciifolium</i> (Benth.) Benth.	2	0,19	0,71	2,16	1,02
<i>Dalbergia inundata</i> Spruce ex Benth.	7	0,67	1,43	0,09	0,73
<i>Eugenia patens</i> Poir	9	0,86	1,07	0,2	0,71
<i>Pouteria procera</i> (Mart.) T.D. Penn.	7	0,67	0,71	0,58	0,65
<i>Palicourea quadrifolia</i> (Rudge) DC.	6	0,57	1,07	0,16	0,6
<i>Clitoria amazonum</i> Mart. ex Benth.	5	0,48	1,07	0,14	0,56
<i>Simaba guianensis</i> Aubl.	2	0,19	0,71	0,77	0,56
<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.	2	0,19	0,36	0,61	0,39
<i>Herissantia</i> sp.	4	0,38	0,71	0,02	0,37
<i>Vasivaea alchorneoides</i> Baill.	3	0,29	0,71	0,06	0,35
<i>Sapium duckei</i> Huber ex Huft.	2	0,19	0,71	0,04	0,31
<i>Campomanesia grandiflora</i> (Aubl.) Sagot	5	0,48	0,36	0,09	0,31
<i>Macrolobium</i> sp.	1	0,1	0,36	0,21	0,22
<i>Couepia</i> sp.	2	0,19	0,36	0,09	0,21
<i>Ruprechtia brachysepala</i> Meisn.	1	0,1	0,36	0,15	0,2
<i>Eugenia inundata</i> DC.	2	0,19	0,36	0,01	0,19
<i>Couepia longipendula</i> Pilg.	1	0,1	0,36	0,08	0,18
<i>Terminalia dichotoma</i> G.Mey	1	0,1	0,36	0,09	0,18
<i>Maripa reticulata</i> Ducke	1	0,1	0,36	0,04	0,17
<i>Retiniphyllum schomburgkii</i> (Benth.) Müll. Arg.	1	0,1	0,36	0,01	0,16
<i>Robinia</i> sp.	1	0,1	0,36	0,01	0,15
<b>TOTAL</b>	<b>1051</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Apêndice C** - Dados de estrutura horizontal das parcelas arbustiva/arbórea amostradas no local 3 (Trecho de vazão reduzida do rio Xingu) – N (número de indivíduos); DR (Densidade Relativa); FR (Freqüência Relativa); Dominância Relativa (DoR) e VI (Valor de Importância)

Nome Científico	N	DR	FR	DoR	VI (%)
<i>Swartzia leptopetala</i> Benth.	410	15,93	10,53	35,86	20,77
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg	598	23,23	11,31	8,2	14,25
<i>Vitex cf. duckei</i> Huber	296	11,5	8,97	7,07	9,18
<i>Campsandra comosa</i> Benth. var. <i>laurifolia</i> (Benth.) R. S.					
<i>Cowan</i>	177	6,88	6,63	7,06	6,85
<i>Acosmium nitens</i> (Vogel) Yakovlev	44	1,71	5,26	13,32	6,77
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	213	8,28	7,8	2,96	6,34
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	137	5,32	7,02	5,58	5,97
<i>Licania leptostachya</i> Benth.	89	3,46	7,21	6,45	5,71
<i>Eugenia patens</i> Poir	183	7,11	6,63	1,07	4,93
<i>Piranhea trifoliata</i> Baill.	45	1,75	4,29	7,47	4,5
<i>Zygia cauliflora</i> (Willd.) Killip	53	2,06	3,12	0,58	1,92
<i>Crataeva benthamii</i> Eichler	41	1,59	3,12	0,54	1,75
<i>Ruprechtia</i> sp.	52	2,02	2,53	0,18	1,58
<i>Symmeria paniculata</i> Benth.	33	1,28	2,34	0,2	1,27
<i>Psidium paraense</i> O. Berg	29	1,13	1,36	0,75	1,08
<i>Dalbergia inundata</i> Spruce ex Benth.	30	1,17	1,17	0,11	0,82
<i>Robinia</i> sp.	14	0,54	1,75	0,11	0,8
<i>Pterocarpus amazonicus</i> Huber	12	0,47	1,17	0,45	0,7
<i>Psidium verrucosum</i> Barb. Rodr.	14	0,54	0,78	0,08	0,47
<i>Herissantia</i> sp.	18	0,7	0,39	0,06	0,38
<i>Simaba guianensis</i> Aubl.	3	0,12	0,58	0,38	0,36
<i>Ruprechtia brachysepala</i> Meisn.	4	0,16	0,78	0,13	0,35
<i>Coccoloba acuminata</i> H.B.K. var. <i>pubescens</i> Lind.	8	0,31	0,58	0,04	0,31
<i>Stachyarrhena spicata</i> Hook. f.	7	0,27	0,39	0,08	0,25
<i>Erythroxylum spruceanum</i> Peyr	8	0,31	0,19	0,17	0,23
<i>Genipa spruceana</i> Steyermark	5	0,19	0,39	0,07	0,22
<i>Licania canescens</i> Benoist	5	0,19	0,19	0,26	0,22
<i>Machaerium aristulatum</i> (Spr. ex Benth.) Ducke	6	0,23	0,39	0,05	0,22
<i>Anisomeris presliae</i> K.Schum.	9	0,35	0,19	0,05	0,2
<i>Eugenia</i> sp.	7	0,27	0,19	0,07	0,18
<i>Eugenia inundata</i> DC.	3	0,12	0,39	0,01	0,17
<i>Trichilia singularis</i> C. DC.	5	0,19	0,19	0,03	0,14
<i>Macrolobium</i> sp.	1	0,04	0,19	0,18	0,14
<i>Coccoloba</i> sp.	2	0,08	0,19	0,11	0,13
<i>Cynometra bauhiniifolia</i> Benth.	1	0,04	0,19	0,12	0,12
<i>Mabea caudata</i> Pax & K. Hoffm.	3	0,12	0,19	0,01	0,11
<i>Retiniphyllum schomburgkii</i> (Benth.) Müll. Arg.	2	0,08	0,19	0,02	0,1
<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	2	0,08	0,19	0,01	0,09
<i>Hirtella</i> sp.	1	0,04	0,19	0,02	0,08
<i>Eugenia tapacumensis</i> O. Berg	1	0,04	0,19	0,02	0,08
<i>Zygia</i> sp.	1	0,04	0,19	0,02	0,08
<i>Licania apetala</i> (E. Mey.) Fritsch	1	0,04	0,19	0,02	0,08
<i>Machaerium Lunatum</i> (L. f.) Ducke	1	0,04	0,19	0,02	0,08
<b>TOTAL</b>	<b>2574</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Apêndice D - Parâmetros de estrutura das parcelas herbáceas amostradas no local 1 (Área de remanso do reservatório do rio Xingu) – N (número de indivíduos); DR (Densidade Relativa); FR (Freqüência Relativa); e VI (Valor de Importância)**

Nome Científico	N	DR	FR	VI (%)
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	3044	45,53	17,58	21,04
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.) J.I.Melo & Semir	601	8,99	10,41	6,47
<i>Staelia reflexa</i> DC.	365	5,46	10,05	5,17
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	443	6,63	8,85	5,16
<i>Diodia ocimifolia</i> (Willd.) Brem.	390	5,83	8,85	4,9
<i>Ludwigia decurrens</i> Watt.	263	3,93	2,87	2,27
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	159	2,38	4,07	2,15
<i>Rotula pohlii</i> (Kuhman) Guimarães	192	2,87	3,11	1,99
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	153	2,29	3,47	1,92
<i>Phyllanthus hyssopifolioides</i> Kunth	143	2,14	3,47	1,87
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	103	1,54	3,59	1,71
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	99	1,48	2,75	1,41
<i>Bytneria genistella</i> Tr. et Pl.	68	1,02	2,51	1,18
<i>Mollugo verticillata</i> L.	32	0,48	2,63	1,04
<i>Periqueta cistoides</i> Meyer	98	1,47	1,32	0,93
<i>Fimbristylis aestivalis</i> (Retz.) Vahl	88	1,32	1,32	0,88
<i>Cleome guianensis</i> Aubl.	30	0,45	2,15	0,87
<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	43	0,64	1,32	0,65
<i>Cyperus albomarginatus</i> var. <i>sabulosus</i> (Mart & Schrad. ex Nees) Kuk.	32	0,48	1,44	0,64
<i>Acisanthera bivalvis</i> (Naud.) Wurdack.	96	1,44	0,48	0,64
<i>Chamaesyce</i> sp.	36	0,54	1,32	0,62
<i>Mourera alcicornis</i> (Tul.) P. Royen.	73	1,09	0,24	0,44
<i>Herissantia</i> sp.	10	0,15	0,96	0,37
<i>Waltheria americana</i> L.	12	0,18	0,84	0,34
<i>Fimbristylis capillaris</i> (L.) Kuntze	32	0,48	0,24	0,24
<i>Glinus radiatus</i> Rotrb.	14	0,21	0,48	0,23
<i>Panicum mertensii</i> Roth.	7	0,1	0,48	0,19
<i>Cyperus minimus</i> L.	9	0,13	0,36	0,16
<i>Rhynchospora ciliata</i> (Vahl) Kük	9	0,13	0,36	0,16
<i>Couepia cataractae</i> Ducke	4	0,06	0,36	0,14
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	3	0,04	0,24	0,09
<i>Paspalum amazonicum</i> Tr.	3	0,04	0,24	0,09
<i>Vernonia</i> sp.	3	0,04	0,24	0,09
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb ex Retz.	3	0,04	0,24	0,09
<i>Syngonanthus fertilis</i> (Körn.) Ruhland	7	0,1	0,12	0,07
<i>Cyperus simplex</i> H.B.K.	5	0,07	0,12	0,06
<i>Coutoubea ramosa</i> Aubl.	4	0,06	0,12	0,06
<i>Prestonia amazonica</i> (Benth ex Mull. Arg.) J. F. Macbr.	2	0,03	0,12	0,05
<i>Aeschynomene sensitiva</i> Sw.	2	0,03	0,12	0,05
<i>Buchenavia oxycarpa</i> (Mart.) Eichler	1	0,01	0,12	0,04
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	1	0,01	0,12	0,04
<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) C.B. Clarke	1	0,01	0,12	0,04
<i>Retiniphyllum schomburgkii</i> (Benth.) M.Arg.	1	0,01	0,12	0,04
<i>Torenia crustacea</i> (L.) Cham. & Schldl.	1	0,01	0,12	0,04
<b>TOTAL</b>	<b>6685</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Apêndice E** - Parâmetros de estrutura das parcelas herbáceas amostradas no local 2 (Reservatório do rio Xingu) – N (número de indivíduos); DR (Densidade Relativa); FR (Freqüência Relativa); e VI (Valor de Importância).

Nome Científico	N	DR	FR	VI (%)
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	2197	29,41	14,37	14,59
<i>Dioidia hyssopifolia</i> (H.B.K.) Cham. et Schlecht	798	10,68	12,25	7,64
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.)J.I.Melo & Semir	980	13,12	9,3	7,47
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	1066	14,27	7,89	7,39
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	889	11,9	5,07	5,66
<i>Staelia reflexa</i> DC.	414	5,54	9,72	5,09
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	195	2,61	5,21	2,61
<i>Mollugo verticillata</i> L.	61	0,82	4,79	1,87
<i>Cleome guianensis</i> Aubl.	54	0,72	3,94	1,56
<i>Periqueta cistoides</i> Meyer	43	0,58	3,24	1,27
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb ex Retz.	80	1,07	2,68	1,25
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	73	0,98	2,54	1,17
<i>Chamaesyce</i> sp.	100	1,34	1,97	1,1
<i>Bytneria genistella</i> Tr. et Pl.	57	0,76	2,25	1,01
<i>Herissantia</i> sp.	42	0,56	2,39	0,99
<i>Coutoubea ramosa</i> Aubl.	88	1,18	1,41	0,86
<i>Ludwigia decurrens</i> Watt.	54	0,72	1,83	0,85
<i>Phyllanthus hyssopifolioides</i> Kunth	21	0,28	1,83	0,7
<i>Cyperus albomarginatus</i> var. <i>sabulosus</i> (Mart & Schrad. ex Nees) Kuk.	24	0,32	1,55	0,62
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	111	1,49	0,28	0,59
<i>Vernonia</i> sp.	22	0,29	0,99	0,43
<i>Glinus radiatus</i> Rotrb.	29	0,39	0,85	0,41
<i>Solanum campaniformis</i> Roem.	12	0,16	0,56	0,24
<i>Paspalum amazonicum</i> Tr.	5	0,07	0,56	0,21
<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	31	0,41	0,14	0,19
<i>Rotula pohlia</i> (Kuhman) Guimarães	7	0,09	0,42	0,17
<i>Panicum mertensii</i> Roth.	4	0,05	0,42	0,16
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	3	0,04	0,28	0,11
<i>Panicum laxum</i> Swart.	4	0,05	0,28	0,11
<i>Microtea maypurensis</i> (Kunth) G.Don.	2	0,03	0,28	0,1
<i>Portulaca</i> sp.	1	0,01	0,14	0,05
<i>Dioscorea</i> sp.	1	0,01	0,14	0,05
<i>Aeschynomene sensitiva</i> Sw.	1	0,01	0,14	0,05
<i>Waltheria americana</i> L.	1	0,01	0,14	0,05
<i>Panicum siccaneum</i> Trin.	1	0,01	0,14	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>7471</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Apêndice F** – Parâmetros de estrutura das parcelas herbáceas amostradas no local 3 (Trecho de vazão reduzida do rio Xingu) – N (número de indivíduos); DR (Densidade Relativa); FR (Freqüência Relativa); e VI (Valor de Importância).

Nome Científico	N	DR	FR	VI (%)
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small.	1546	37,66	15,97	17,88
<i>Euploca filiformis</i> (Lehm.)J.I.Melo & Semir	896	21,83	15,7	12,51
<i>Mollugo verticillata</i> L.	219	5,33	11,1	5,48
<i>Periqueta cistoides</i> Meyer	207	5,04	11,1	5,38
<i>Scirpus micranthus</i> Vahl.	307	7,48	4,19	3,89
<i>Staelia reflexa</i> DC.	152	3,7	7,71	3,81
<i>Cyperus diffusus</i> Vahl	163	3,97	4,6	2,86
<i>Diodia hyssopifolia</i> (H.B.K.) Cham. et Schlecht	88	2,14	5,55	2,56
<i>Borreria laevis</i> (Lam.) Griseb.	81	1,97	5,01	2,33
<i>Herissantia</i> sp.	121	2,95	3,79	2,25
<i>Cleome guianensis</i> Aubl.	36	0,88	2,57	1,15
<i>Cyperus albomarginatus</i> var. <i>sabulosus</i> (Mart & Schrad. ex Nees) Kuk.	34	0,83	1,89	0,91
<i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G. Don) Exell	52	1,27	1,22	0,83
<i>Phyllanthus hyssopifolioides</i> Kunth	64	1,56	0,68	0,75
<i>Paspalum amazonicum</i> Tr.	17	0,41	1,49	0,63
<i>Rotula pohlia</i> (Kuhman) Guimarães	14	0,34	1,08	0,47
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) P.H. Raven	20	0,49	0,81	0,43
<i>Panicum laxum</i> Swart.	11	0,27	0,95	0,41
<i>Panicum siccaneum</i> Trin.	20	0,49	0,41	0,3
<i>Portulaca brevifolia</i> Urb.	6	0,15	0,68	0,27
<i>Glinus radiatus</i> Rotrb.	10	0,24	0,41	0,22
<i>Vernonia</i> sp.	11	0,27	0,41	0,22
<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Rottb ex Retz.	6	0,15	0,41	0,18
<i>Conobea aquatica</i> Aubl.	3	0,07	0,41	0,16
<i>Eleocharis geniculata</i> (L.) Roem. & Schult.	2	0,05	0,27	0,11
<i>Solanum campaniformis</i> Roem.	3	0,07	0,27	0,11
<i>Microtea maypurensis</i> (Kunth) G.Don.	2	0,05	0,27	0,11
<i>Chamaecrista serpens</i> (L.) Greene	6	0,15	0,14	0,09
<i>Axonopus purpusii</i> Mez & Chase	2	0,05	0,14	0,06
<i>Lippia alba</i> (Mill.) N.E. Br.	1	0,02	0,14	0,05
<i>Oxalis barrelieri</i> L.	1	0,02	0,14	0,05
<i>Panicum mertensii</i> Roth.	1	0,02	0,14	0,05
<i>Cyperus surinamensis</i> Rottb.	1	0,02	0,14	0,05
<i>Byttneria genistella</i> Tr. et Pl.	1	0,02	0,14	0,05
<i>Mimosa sensitiva</i> L.	1	0,02	0,14	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>4105</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>