

# **IMPLANTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE SÃO MANOEL**

## **PROGRAMA 16**

### **RELATÓRIO PARCIAL DA 2ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE FLORA**

**JANEIRO-2016**

# **IMPLANTAÇÃO DO PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE SÃO MANOEL**

## **PROGRAMA 16**

### **RELATÓRIO PARCIAL DA 2ª CAMPANHA DE MONITORAMENTO DE FLORA**

3º. Relatório Semestral, referente ao Acompanhamento do Programa 16 da Fase de Instalação. Período: de julho/2015 a dezembro/2015. Licença de Instalação - LI nº. 1017/2014 – IBAMA Processo n. 02001.004420/2007-65

**DESCRIÇÃO DAS REVISÕES**

REV	Descrição e/ou folhas atingidas	Data

*"Todo Procedimento é dinâmico, estando sujeito a comentários e revisões".*

**EMPRESA DE ENERGIA SÃO MANOEL - EESM**

Emissão	<hr/> Sandra Hermenegildo Dias Especialista em Meio Ambiente
Revisão	<hr/> JuheiMuramoto Gerente de Meio Ambiente
Aprovação	<hr/> Aljan de Abreu Machado Diretor de Meio Ambiente

**EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO,  
ACOMPANHAMENTO E GESTÃO DO PROGRAMA**

<b>Nome</b>	<b>Cargo</b>	<b>CTF</b>	<b>Assinatura</b>
Antonio Carlos da Silva Zanzini			<i>Raf Anisio</i>
Marcos Henrique da Costa Zanon			<i>Raf Anisio</i>
Lucas Pereira Zanzini			<i>Raf Anisio</i>
Rubens Maciel Silva Santos			<i>Raf Anisio</i>
Ana Maria Bocchiglieri			<i>Raf Anisio</i>
Luciano Teixeira de Oliveira			<i>Raf Anisio</i>
Eduarda Martiniano de Oliveira Silveira			<i>Raf Anisio</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
3.1	DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO .....	14
3.2	DESCRIÇÃO GERAL DA VEGETAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO .....	17
3.3	DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO .....	24
3.4	PROCEDIMENTOS DE CAMPO .....	25
3.4.1	ESTABELECIMENTOS DOS TRANSECTOS, PARCELAS E SUBPARCELAS .	26
3.4.2	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	27
3.5	PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES DOS DADOS.....	31
3.5.1	PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS.....	31
3.5.2	CLASSIFICAÇÃO AGLOMERATIVA DE DAJOZ.....	32
3.5.3	DESCRITORES DE RIQUEZA E DIVERSIDADE EM ESPÉCIES .....	33
3.5.4	DESCRITORES DE SIMILARIDADE EM ESPÉCIES .....	36
3.5.5	ANÁLISES MULTIVARIADAS .....	38
<b>4</b>	<b>RESULTADOS PARCIAIS</b> .....	<b>38</b>
4.1	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA .....	39
4.1.1	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA NAS PARCELAS .....	39
4.1.2	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA NAS SUBPARCELAS .....	41
4.2	PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS.....	43
4.2.1	PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS NAS PARCELAS.....	43
4.2.2	PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS NAS SUBPARCELAS .....	44
4.3	CLASSIFICAÇÃO AGLOMERATIVA DE DAJOZ.....	44
4.3.1	CLASSIFICAÇÃO AGLOMERATIVA DE DAJOZ NAS PARCELAS.....	45
4.3.1.1	ESPÉCIES CONSTANTES .....	45
4.3.1.2	ESPÉCIES OCASIONAIS.....	45
4.3.1.3	ESPÉCIES ESCASSAS .....	46
4.3.2	CLASSIFICAÇÃO AGLOMERATIVA DE DAJOZ NAS SUBPARCELAS .....	46
4.4	ESTIMATIVAS DE RIQUEZA EM ESPÉCIES .....	46
4.4.1	ESTIMATIVAS DE RIQUEZA EM ESPÉCIES NAS PARCELAS .....	47
4.4.2	ESTIMATIVAS DE RIQUEZA EM ESPÉCIES NAS SUBPARCELAS .....	51
4.5	ESTIMATIVAS DE DIVERSIDADE EM ESPÉCIES .....	55
4.5.1	ESTIMATIVAS DE DIVERSIDADE EM ESPÉCIES NAS PARCELAS .....	55
4.5.2	ESTIMATIVAS DE DIVERSIDADE EM ESPÉCIES NAS SUBPARCELAS .....	56
4.6	ESTIMATIVAS DE SIMILARIDADE EM ESPÉCIES .....	57

4.6.1	ESTIMATIVAS DE SIMILARIDADE EM ESPÉCIES NAS PARCELAS .....	58
4.6.2	ESTIMATIVAS DE SIMILARIDADE EM ESPÉCIES NAS SUBPARCELAS .....	59
4.7	RESULTADOS COMPLEMENTARES.....	61
4.7.1	COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA.....	62
4.7.2	PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS.....	64
4.7.3	RIQUEZA EM ESPÉCIES E EFICIÊNCIA AMOSTRAL .....	65
4.7.4	DIVERSIDADE EM ESPÉCIES .....	65
4.7.5	SIMILARIDADE EM ESPÉCIES .....	66
5	SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	66
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	69

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 3-1:	CARACTERIZAÇÃO DAS PRINCIPAIS UNIDADES CLIMÁTICAS DA BACIA DO RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL (EPE, 2008). ....	16
FIGURA 3-2:	REGIME DE PRECIPITAÇÃO, NA BACIA DE DRENAGEM DO RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL (EPE, 2008). .....	17
FIGURA 3-3:	MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA DO RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL (EPE, 2008).....	19
FIGURA 3-4:	MAPA DA ÁREA DE ESTUDO, MOSTRANDO A LOCALIZAÇÃO DOS TRANSECTOS A SEREM ESTUDADOS (TRAÇOS AMARELOS), ÀS MARGENS DA ÁREA DE INUNDAÇÃO DO RESERVATÓRIO DA USINA HIDRELÉTRICA SÃO MANOEL, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. (TRANSECTOS 1, 3 E 5 = MARGEM DIREITA DO RIO TELES PIRES; TRANSECTOS 2, 4 E 6, MARGEM DIREITA DO RIO TELES PIRES). .....	21
FIGURA 3-5:	PERFIL ESQUEMÁTICO DA FLORESTA OMBRÓFILA Densa, COM SUAS VARIAÇÕES NOS TIPOS FISIONÔMICOS DE VEGETAÇÃO EM RELAÇÃO À SUA POSIÇÃO NO RELEVO. (FONTE: RANGEL-FILHO ET AL., 1991). .....	22
FIGURA 3-6:	ESTRUTURAÇÃO VERTICAL DAS ESPÉCIES EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA Densa (CONFORME FONTANILLES, 2015).....	23
FIGURA 3-7:	PROJEÇÃO GRÁFICA DA USINA HIDRELÉTRICA SÃO MANOEL, A SER CONSTRUÍDA NO RIO TELES PIRES, DIVISA ENTRE OS ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL (FONTE: CONSTRAN, 2015). .....	25
FIGURA 3-8:	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DA UHE SÃO MANOEL NO RIO TELES PIRES, DIVISA ENTRE OS ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL (FONTE: RIMA, 2015).....	25
FIGURA 3-9:	REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO TRANSECTO COM A DISTRIBUIÇÃO DAS PARCELAS DE AMOSTRAGEM AO LONGO DO SEU EIXO, NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL (FONTE: DOC AMBIENTAL, 2015).....	27
FIGURA 3-10:	MENSURAÇÃO CORRETA DO DAP OU CAP EM ÁRVORES TROPICAIS (FONTE PPBIO, 2014).....	28

<b>FIGURA 3-11:MENSURAÇÃO CORRETA DO DAP OU CAP EM DIFERENTES SITUAÇÕES DE INCLINAÇÃO DO TERRENO OU DA ÁRVORE (FONTE: PPBIO, 2014). .....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 3-12:MENSURAÇÃO CORRETA DO DAP OU CAP EM DIFERENTES SITUAÇÕES DE INCLINAÇÃO DO TERRENO OU DA ÁRVORE (FONTE: PPBIO, 2014). .....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 3-13:MENSURAÇÃO CORRETA DO DAP OU CAP EM DIFERENTES SITUAÇÕES DE INCLINAÇÃO DO TERRENO OU DA ÁRVORE (FONTE: PPBIO, 2014). .....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 3-14:MENSURAÇÃO DE ALTURA TOTAL (HTOTAL), ALTURA DO FUSTE (HFUSTE) DE DIÂMETRO DA COPA (B), EM ESPÉCIE ARBÓREA TROPICAL. (FONTE: WINK ET AL., 2012). .....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 3-15:TIPOS DE FUSTE EM RELAÇÃO À AVALIAÇÃO POR INSPEÇÃO VISUAL (1 = BOM; 2=MÉDIO; 3=RUIM). .....</b>	<b>30</b>
<b>FIGURA 3-16:COLETA DE MATERIAL BOTÂNICO PARA CONFECÇÃO DE EXSICATAS.....</b>	<b>31</b>
<b>FIGURA 4-1:DISTRIBUIÇÃO DOS GÊNEROS ENTRE AS FAMÍLIAS BOTÂNICAS, NAS PARCELAS AMOSTRAIS, DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL.....</b>	<b>40</b>
<b>FIGURA 4-2:DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ENTRE OS GÊNEROS BOTÂNICOS, NAS PARCELAS AMOSTRAIS, DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL.....</b>	<b>41</b>
<b>FIGURA 4-3:DISTRIBUIÇÃO DOS GÊNEROS ENTRE AS FAMÍLIAS BOTÂNICAS, NAS SUBPARCELAS AMOSTRAIS, DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL.....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 4-4:DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ENTRE OS GÊNEROS BOTÂNICOS, NAS SUBPARCELAS AMOSTRAIS, DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL.....</b>	<b>42</b>
<b>FIGURA 4-5:COMPOSIÇÃO DO ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) PARA AS 15 ESPÉCIES BOTÂNICAS MAIS IMPORTANTES, AMOSTRADAS NAS PARCELAS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>43</b>
<b>FIGURA 4-6:COMPOSIÇÃO DO ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA (IVI) PARA AS 15 ESPÉCIES BOTÂNICAS MAIS IMPORTANTES, AMOSTRADAS NAS SUBPARCELAS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>44</b>
<b>FIGURA 4-7:RELAÇÃO DAS 15 ESPÉCIES CONSTANTES, NAS PARCELAS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 4-8:RELAÇÃO DE 15 ESPÉCIES OCASIONAIS, NAS PARCELAS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>45</b>
<b>FIGURA 4-9:RELAÇÃO DE 15 ESPÉCIES ESCASSAS, NAS PARCELAS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL.....</b>	<b>46</b>

<b>FIGURA 4-10:CURVAS CUMULATIVAS DE ESPÉCIES PARA A RIQUEZA OBSERVADA (SOBS MAO TAU) E ESTIMADA (JACK1 MEAN) ATRAVÉS DO ESTIMADOR JACKKNIFE 1ºORDEM (À ESQUERDA) E RIQUEZAS ESTIMADAS PELO ESTIMADOR JACKKNIFE 1A ORDEM, COM SEUS RESPECTIVOS INTERVALOS DE CONFIANÇA (À DIREITA), PARA AS PARCELAS DE QUATRO TRANSECTOS (T1, T2, T3, T4), DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 4-11:CURVA CUMULATIVA DE ESPÉCIE PARA A RIQUEZA OBSERVADA (SOBS MAO TAU) E ESTIMADA (JACK1 MEAN) ATRAVÉS DO ESTIMADOR JACKKNIFE 1ºORDEM, PARA 35 PARCELAS ESTUDADAS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>48</b>
<b>FIGURA 4-12:RIQUEZA ESTIMADA PELO ESTIMADOR JACKKNIFE 1A ORDEM, COM SEU RESPECTIVO INTERVALO DE CONFIANÇA, PARA 35 PARCELAS ESTUDADAS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>49</b>
<b>FIGURA 4-13:COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA DA RIQUEZA ESTIMADA PARA AS PARCELAS DOS TRASECTOS 1, 2, 3 E 4 (T1, T2, T3 E T4) E PARA A RIQUEZA ESTIMADA PARA A SOMA DE TODOS OS TRANSECTOS (TT), NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>50</b>
<b>FIGURA 4-14:CURVAS CUMULATIVAS DE ESPÉCIES PARA A RIQUEZA OBSERVADA (SOBS MAO TAU) E ESTIMADA (JACK1 MEAN) ATRAVÉS DO ESTIMADOR JACKKNIFE 1ºORDEM (À ESQUERDA) E RIQUEZAS ESTIMADAS PELO ESTIMADOR JACKKNIFE 1A ORDEM, COM SEUS RESPECTIVOS INTERVALOS DE CONFIANÇA (À DIREITA), PARA AS SUBPARCELAS DE QUATRO TRANSECTOS (T1, T2, T3, T4), DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 4-15:CURVA CUMULATIVA DE ESPÉCIE PARA A RIQUEZA OBSERVADA (SOBS MAO TAU) E ESTIMADA (JACK1 MEAN) ATRAVÉS DO ESTIMADOR JACKKNIFE 1ºORDEM, PARA 35 SUBPARCELAS ESTUDADAS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>52</b>
<b>FIGURA 4-16:RIQUEZA ESTIMADA PELO ESTIMADOR JACKKNIFE 1A ORDEM, COM SEU RESPECTIVO INTERVALO DE CONFIANÇA, PARA 35 SUBPARCELAS ESTUDADAS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>53</b>
<b>FIGURA 4-17:COMPARAÇÃO ESTATÍSTICA DA RIQUEZA ESTIMADA PARA AS SUBPARCELAS DOS TRASECTOS 1, 2, 3 E 4 (T1, T2, T3 E T4) E PARA A RIQUEZA ESTIMADA PARA A SOMA DE TODOS OS TRANSECTOS (TT), NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA 4-18:MATRIZ DE SIMILARIDADE DE JACCARD (EM %) PARA 15 COMPARAÇÕES POSSÍVEIS DA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES, DAS PARCELAS DOS TRASECTOS ESTUDADOS, NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA 4-19:ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (CLUSTER) PARA AS PARCELAS DE SEIS TRANSECTOS ESTUDADOS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. ....</b>	<b>59</b>

**FIGURA 4-20:MATRIZ DE SIMILARIDADE DE JACCARD (EM %) PARA 15 COMPARAÇÕES POSSÍVEIS DA COMPOSIÇÃO DE ESPÉCIES, DAS SUBPARCELAS DOS TRASECTOS ESTUDADOS, NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 60**

**FIGURA 4-21:ANÁLISE DE AGRUPAMENTO (CLUSTER) PARA AS SUBPARCELAS DE SEIS TRANSECTOS ESTUDADOS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 61**

**FIGURA 4-22:DISTRIBUIÇÃO DOS GÊNEROS ENTRE AS FAMÍLIAS BOTÂNICAS, NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DAS QUATRO PARCELAS AMOSTRADAS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 62**

**FIGURA 4-23:DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES ENTRE OS GÊNEROS BOTÂNICOS, NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DAS QUATRO PARCELAS AMOSTRADAS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 63**

**FIGURA 4-24:RELAÇÃO DAS ESPÉCIES CONSTANTES NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DAS PARCELAS ESTUDADAS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 63**

**FIGURA 4-25:RELAÇÃO DAS ESPÉCIES OCASIONAIS NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DAS PARCELAS ESTUDADAS, NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 64**

**FIGURA 4-26:RELAÇÃO DAS ESPÉCIES ESCASSAS NA COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DAS PARCELAS ESTUDADAS, NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 64**

**FIGURA 4-27:RELAÇÃO DE QUINZE ESPÉCIES ARBÓREAS MAIS REPRESENTATIVAS (MAIORES IVI'S), NAS PARCELAS COMPLEMENTARES ESTUDADAS NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 65**

#### **LISTA DE TABELAS**

**TABELA 3-1: COORDENADAS GEOGRÁFICAS UTM (UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR) DE INÍCIO E FIM DE CADA UM DOS SEIS TRANSECTOS DE AMOSTRAGEM, DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL (FONTE: DOC AMBIENTAL, 2015)..... 26**

**TABELA 3-2: PARÂMETROS UTILIZADOS NA CARACTERIZAÇÃO FITOSSOCIOLÓGICA DA ESTRUTURA DAS COMUNIDADES FLORESTAIS ESTUDADAS, NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL (FONTE: DOC AMBIENTAL, 2015)..... 32**

**TABELA 4-1: RIQUEZA OBSERVADA (SOBS MAO TAU), RIQUEZA ESTIMADA (JACKKNIFE 1A ORDEM) E EFICIÊNCIA AMOSTRAL (EA%), PARA QUATRO TRANSECTOS AMOSTRADOS (35 PARCELAS) NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO**

**DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 50**

**TABELA 4-2: RIQUEZA OBSERVADA (SOBS MAO TAU), RIQUEZA ESTIMADA (JACKKNIFE 1A ORDEM) E EFICIÊNCIA AMOSTRAL (EA%), PARA QUATRO TRANSECTOS AMOSTRADOS (35 SUBPARCELAS) NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL. .... 54**

**TABELA 4-3: NÚMERO DE ESPÉCIES (S), NÚMERO DE INDIVÍDUOS (N), ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON (H') E ÍNDICE DE EQUABILIDADE DE PIELOU (E'), PARA AS PARCELAS DOS TRANSECTOS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 55**

**TABELA 4-4: VALORES OBTIDOS PARA O TESTE DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA "T" DE STUDENT, MODIFICADO POR HUTCHESON (MAGURRAN, 2011), PARA 15 COMPARAÇÕES POSSÍVEIS, DOS VALORES OBSERVADOS PARA O ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER, PARA AS PARCELAS DOS TRANSECTOS ESTUDADOS, NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL (VALOR P < 0,01 = ELEVADA SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA; VALOR P < 0,05 = SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA).....56**

**TABELA 4-5: NÚMERO DE ESPÉCIES (S), NÚMERO DE INDIVÍDUOS (N), ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON (H') E ÍNDICE DE EQUABILIDADE DE PIELOU (E'), PARA AS SUBPARCELAS DOS TRANSECTOS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL..... 56**

**TABELA 4-6: VALORES OBTIDOS PARA O TESTE DE SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA "T" DE STUDENT, MODIFICADO POR HUTCHESON (MAGURRAN, 2011), PARA 15 COMPARAÇÕES POSSÍVEIS, DOS VALORES OBSERVADOS PARA O ÍNDICE DE DIVERSIDADE DE SHANNON-WIENER, PARA AS SUBPARCELAS DOS TRANSECTOS ESTUDADOS, NO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA DA UHE SÃO MANOEL, RIO TELES PIRES, ESTADOS DO MATO GROSSO E PARÁ, BRASIL (VALOR P < 0,01 = ELEVADA SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA; VALOR P < 0,05 = SIGNIFICÂNCIA ESTATÍSTICA). (N.S = NÃO SIGNIFICATIVO). .... 57**

## **APRESENTAÇÃO**

O presente documento refere-se ao relatório técnico dos resultados obtidos durante as atividades desenvolvidas nas campanhas de campo do Programa de Monitoramento da Flora na área de influência da Usina Hidrelétrica São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.

Elaborado com o objetivo de cumprir as metas previstas no Programa de Monitoramento da Flora, parte integrante do Projeto Básico Ambiental – UHE São Manoel, o presente relatório descreve aspectos relacionados à importância dos estudos desenvolvidos, define seus objetivos, delimita a área que o comporta, caracteriza as metodologias empregadas na sua execução, e apresenta os principais resultados obtidos na presente fase de trabalho.

## 1 INTRODUÇÃO

Empreendimentos voltados ao aproveitamento da energia hidráulica para a geração de energia elétrica são componentes centrais nos projetos de desenvolvimento. Encontram-se também entre os mais importantes no sentido de influenciar e alterar a qualidade dos recursos naturais na área sob sua influência. Contudo, a maioria das 40 mil usinas hidrelétricas construídas atualmente em todo o mundo tem se mostrado eficiente no sentido de proporcionar energia elétrica acessível além de outros benefícios sócio-econômicos, como suprimento de água para abastecimento urbano e rural e fomento à indústria do turismo (PETRY, 2000). Outrossim, os estudos de impacto ambiental elaborados nas várias fases de licenciamento de usinas hidrelétricas, têm apresentado qualidade técnica superior quando comparados com estudos ambientais destinados ao licenciamento de outros tipos de projetos de desenvolvimento (ZANZINI, 2001).

A Usina Hidrelétrica São Manoel (UHE São Manoel) insere-se na porção sul do bioma Amazônia em área de ocorrência de Floresta Ombrófila Densa (IBGE, 2004), localizado entre os estados do Mato Grosso e Pará, no trecho médio da bacia hidrográfica do rio Teles Pires (entre a foz do rio São Benedito e a foz do rio Verde), em territórios dos municípios de Paranaíta, estado do Mato Grosso e Jacareacanga, estado do Pará. Em escala regional, a região também se situa em contato com o domínio do bioma Cerrado, conforme descrito no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) da UHE São Manoel (EPE/LEME-CONCREMAT, 2010).

A formação do reservatório da UHE São Manoel, a ser construída no rio Teles Pires, divisa dos estados do Mato Grosso e Pará, implicará o alagamento de aproximadamente 64 km<sup>2</sup> (aproximadamente 6.400 hectares) de áreas marginais ocupadas por Floresta Ombrófila Densa Aluvial nas margens do rio e nas ilhas fluviais e Floresta Ombrófila Densa Submontana, nas encostas (LEME, 2014; UTC, 2015).

O EIA da UHE São Manoel registrou um total de 852 espécies vegetais, entre arbóreas, arbustivas, herbáceas e epífitas, dentre as quais se destacaram como ameaçadas a castanheira (*Bertholletia excelsa*), o angelim-pedra (*Hymenolobium excelsum*) e a maçaranduba (*Manilkara huberi*). O levantamento da vegetação teve como principal objetivo avaliar os impactos relativos à perda dos recursos vegetais e do patrimônio florístico com a implantação do empreendimento, bem como as alterações sofridas pela flora, com a fragmentação dos remanescentes vegetais (EPE/LEME-CONCREMAT, 2010).

A alteração da vegetação nas margens do reservatório foi prevista no EIA como um impacto negativo e de incidência indireta, conseqüente da alteração das características hidráulicas do

escoamento. A manifestação relacionada a este impacto dependerá da declividade das margens e da estrutura do solo e poderá ocorrer na forma de deslizamentos localizados, ou de morte de árvores pela infiltração de água. O impacto também foi definido como provável e irreversível, considerando que as áreas atingidas alcançarão um novo ponto de equilíbrio, porém com estrutura de cobertura vegetal diferente da original (EPE/LEME-CONCREMAT, 2010).

Diante do contexto exposto, o Projeto Básico Ambiental (PBA) da UHE São Manoel indicou a execução do Programa de Monitoramento da Flora, visando identificar as principais mudanças na dinâmica das florestas remanescentes, principalmente daquelas que poderão ocorrer com maior intensidade nos limites das áreas de intervenção, considerando como limite, as margens do futuro reservatório (DOC AMBIENTAL, 2015).

O Programa de Monitoramento da Flora consiste na identificação das possíveis alterações das comunidades vegetais remanescentes na Área de Preservação Permanente (APP) do reservatório a ser formado, relacionadas às fitofisionomias de Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Floresta Ombrófila Densa Submontana, assim como a indicação da intensidade das alterações detectáveis e a proposição de medidas de mitigação específicas a cada local, contribuindo para a reabilitação e preservação da vegetação adjacente ao empreendimento, especificamente em sua Área de Preservação Permanente (LEME, 2014, DOC AMBIENTAL, 2015).

## **2 OBJETIVOS**

O Programa de Monitoramento da Flora tem como objetivo geral o monitoramento da comunidade florestal remanescente, com direcionamento principal para a nova Área de Preservação Permanente que será formada às margens do futuro reservatório da Usina Hidrelétrica São Manoel.

As principais metas estabelecidas pelo Programa de Monitoramento da Flora são (EESM, 2014; LEME, 2014):

- Ampliação da caracterização florística e estrutural da vegetação no entorno das áreas de intervenção direta, a fim de subsidiar proposta de recuperação da Área de Preservação Permanente, e o entendimento das possíveis mudanças na dinâmica, estrutura e riqueza das espécies vegetais remanescentes;

- Realizar o acompanhamento dos efeitos resultantes da elevação do nível do lençol freático sobre as comunidades vegetais, ao longo das novas margens do reservatório;
- Realizar uma ampliação a respeito da documentação da flora local e incrementar acervos botânicos disponibilizando as informações para a comunidade científica;
- Realizar coletas periódicas de germoplasma vegetal de espécies de interesse ecológico, científico e comercial para fins de reprodução em viveiros de mudas florestais e recomposição de áreas de reflorestamentos convencionais com espécies arbóreas nativas.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO**

A bacia do rio Teles Pires abrange 35 municípios, sendo 2 situados no Estado do Pará e 33 no Estado do Mato Grosso. Alguns municípios, entretanto, não são integralmente contidos na bacia, sendo seccionados pelos limites desta em parcelas de diferentes dimensões.

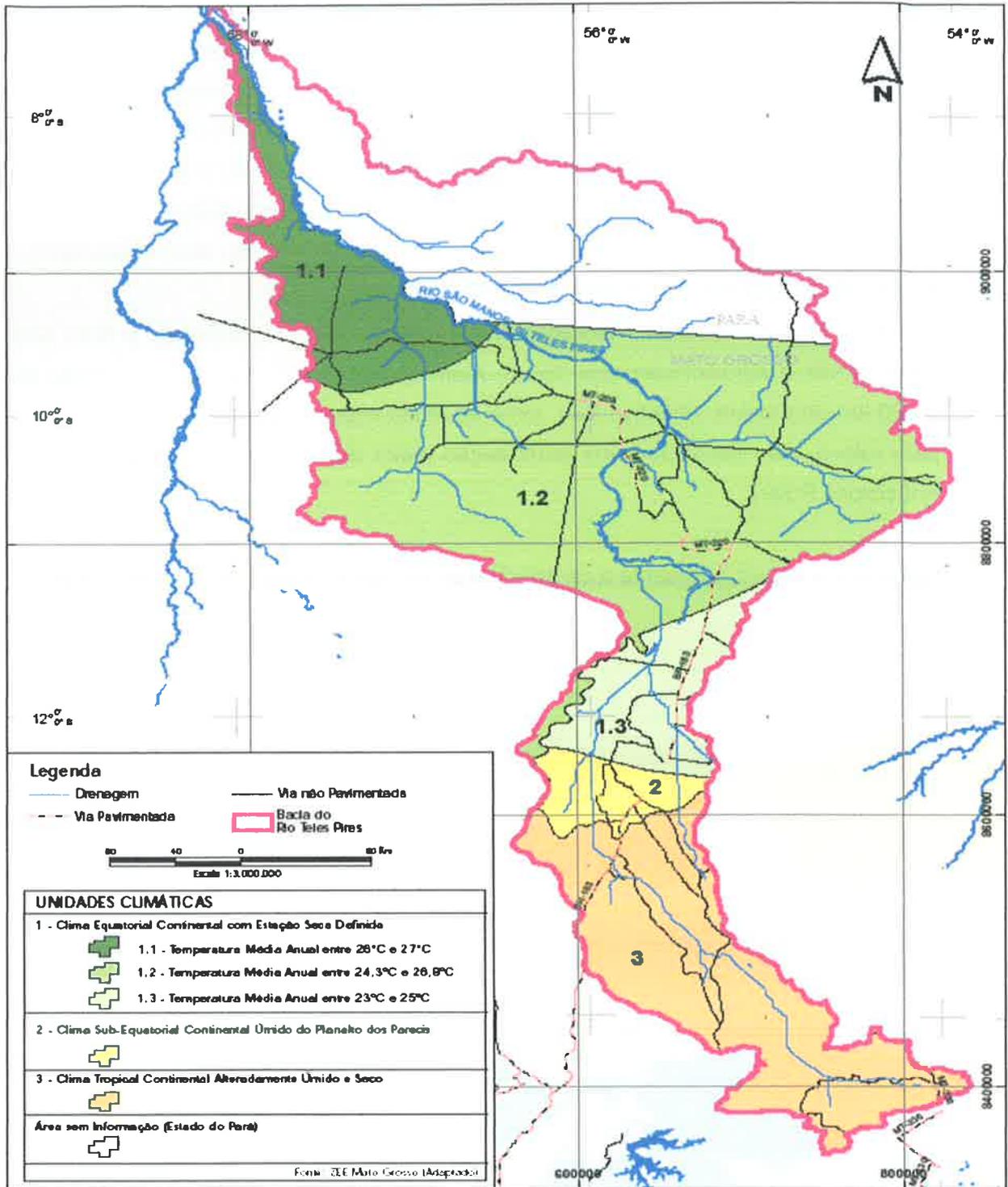
O rio Teles Pires é o divisor territorial dos estados de Mato Grosso e do Pará no trecho compreendido entre a sua foz, no rio Tapajós, até a foz do rio Paranaíta, um dos seus afluentes pela margem esquerda. A partir deste ponto, até sua nascente, o rio encontra-se inserido no Estado de Mato Grosso. A sua extensão total é de 1.482,00 km, nascendo nas serras Azul e do Finca Faca, a uma altitude média de 800 m, e desenvolve-se no sentido SE-NW até a confluência com o rio Tapajós, a uma altitude aproximada de 95 m.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região pode ser enquadrado no tipo Aw, ou seja, clima tropical chuvoso de savana, com um trimestre mais seco localizado entre junho e agosto. A temperatura média anual varia em torno de 25 °C, sendo a média do mês mais frio inferior a 16 °C e a do mês mais quente superior a 34 °C, com inverno seco. As principais unidades climáticas da bacia do rio Teles Pires são:

- Clima Equatorial Continental com Estação Seca Definida: a área ocupada por esta Unidade Climática abrange a faixa de latitude entre, aproximadamente, 7°30' S a 13°30'S e a longitude entre 51° a 61°30' WGr. A maior parte deste território é constituída de terras baixas (100 a 400 m), entrecortadas longitudinalmente por planaltos e chapadas (400 a 600 m). Portanto, ocorre o predomínio de climas quentes (temperatura média anual superior a 24,0°C), super-úmidos (total anual de chuva superior a 1.800 mm), com pequena estação seca (3 a 4 meses com totais mensais de chuva inferiores a 100 mm);

- **Clima Sub-Equatorial Continental Úmido do Planalto dos Parecis:** abrange a faixa latitudinal entre 11° e 14° S, nas cabeceiras do rio Xingu, e, especificamente para a bacia do rio Teles Pires, entre as coordenadas 12 e 13°. Na parte situada no Alto Teles Pires, com altitudes médias de 400 m, os valores médios de pluviosidade anual oscilam entre 1.800 e 2.000 mm e a temperatura média anual é da ordem de 24.5°C. O período chuvoso se estende de outubro a março, sendo que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro são aqueles de maior concentração das chuvas. O período seco (geralmente de abril a setembro) acusa valores de deficiência hídrica entre 300 a 350 mm/ano;
- **Clima Tropical Continental Alternadamente Úmido e Seco:** corresponde à faixa latitudinal entre 12°30' e aproximadamente 18°LS. Além do fator continentalidade (distante mais de 1.500 km do Oceano Atlântico Sul), torna-se muito importante o controle climático exercido pelo relevo, bem como por uma participação maior dos sistemas Extratropicais (Frente e Anticiclone Polar).

A Figura 3-1, a seguir, apresenta a caracterização climática da bacia do rio Teles Pires:



**Figura 3-1: Caracterização das principais unidades climáticas da bacia do rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil (EPE, 2008).**

A Figura 3-2, apresenta o regime de chuvas na bacia de drenagem do rio Teles Pires.

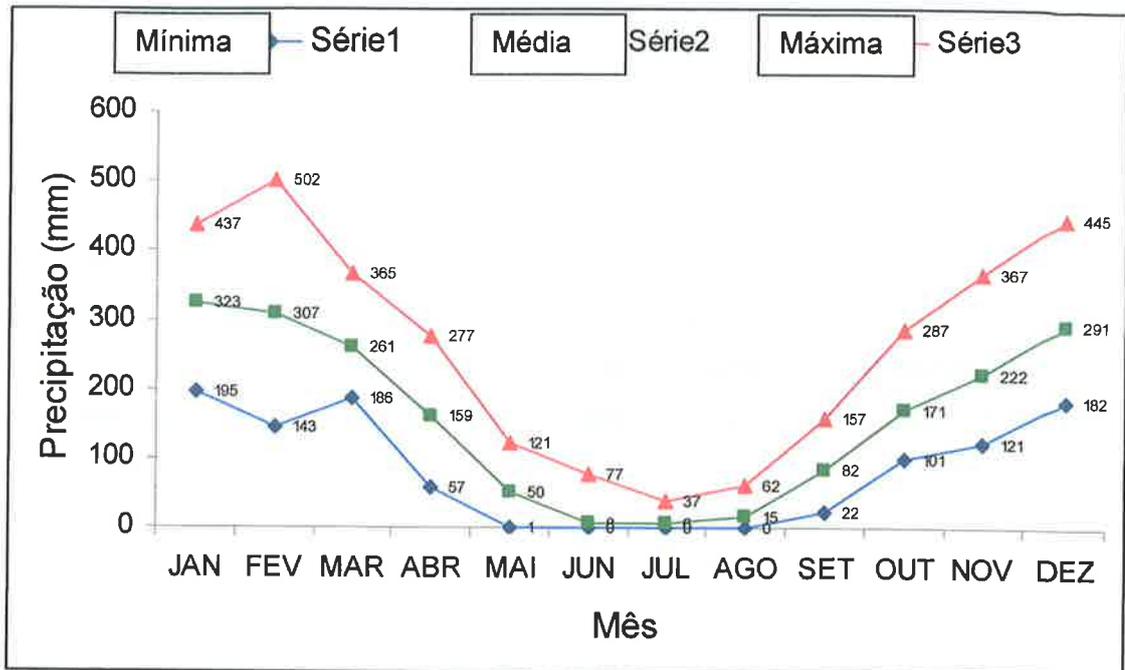


Figura 3-2: Regime de precipitação, na bacia de drenagem do rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil (EPE, 2008).

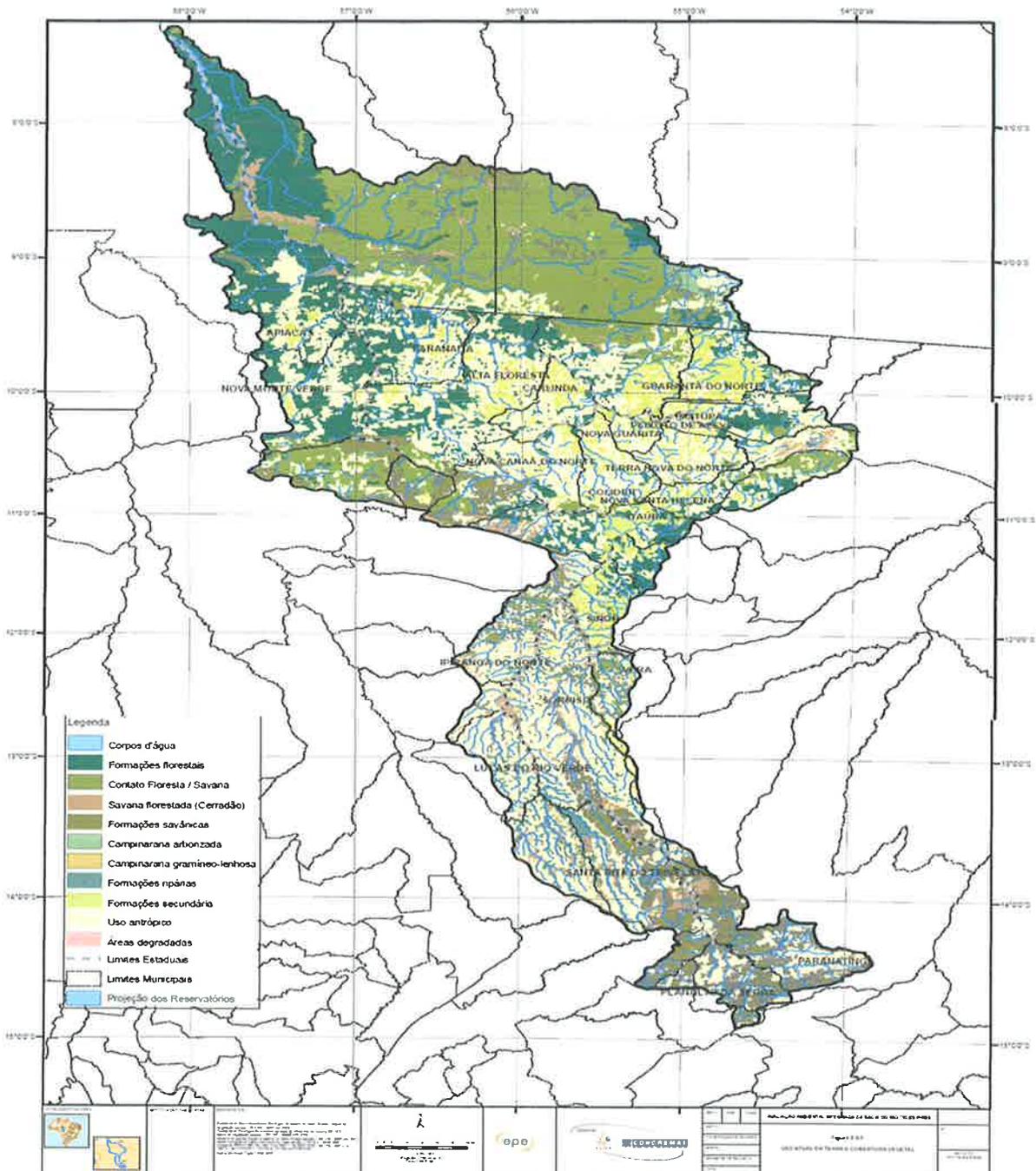
### 3.2 DESCRIÇÃO GERAL DA VEGETAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO

A bacia do rio Teles Pires atravessa uma região de transição entre as vastas paisagens abertas do Brasil Central e a grande massa florestada da Região Amazônica. Assim, a área aqui estudada constitui uma verdadeira transecção através de um gradiente ambiental: o predomínio de formações vegetais savânicas da porção sul cede lugar, na região central, a florestas transicionais, para ser substituído, no extremo setentrional, pela densa floresta tropical ombrófila, caracterizada pela megadiversidade. Chama particular atenção a pouca existência de Unidades de Conservação numa região ecologicamente tão importante como essa. A criação de novas áreas protegidas é destacada como uma das grandes prioridades dentro do Corredor dos Ecótonos Sul-Amazônicos, e dentro do escopo do presente estudo deve ser extrapolada para toda a bacia do rio Teles Pires. De acordo o Projeto Radam Brasil (1983) e o Mapa de Vegetação do Brasil (IBGE, 2004), a bacia hidrográfica do rio Teles Pires situa-se em uma região caracterizada pelo encontro do bioma Amazônico com o bioma Cerrado, com ocorrência de fitofisionomias típicas de cada um e de áreas de transição.

Por ocupar um extenso espaço geográfico, a bacia do rio Teles Pires exhibe grandes variações climáticas, atravessa diferentes unidades de relevo e de solo e é ocupada pelo encontro do bioma Amazônico com o bioma Cerrado, o que determina um extenso mosaico de formações vegetais. A distribuição das fisionomias da vegetação evidencia que há um gradiente de

biodiversidade que se reduz de norte para o sul da bacia. Em uma década (1997-2007), houve uma diminuição de 1,84% de cobertura vegetal na bacia, sobretudo afetando mais as porções ocupadas pelas formações savânicas, em mais de 8%, em média, de perda anual no período. O trecho médio da bacia do rio Teles Pires, compreendido entre os municípios de Lucas do Rio Verde e Colíder apresentou uma das maiores taxas negativas nessa década, atingindo mais de 12% de diminuição anual das formações savânicas. Se fosse possível comparar, apenas quantitativamente, poder-se-ia afirmar que, em contrapartida, houve um crescimento das formações secundárias em toda a bacia.

A Figura 3-3 apresenta o mapa das formações vegetais e o uso do solo atual na bacia do rio Teles Pires.



**Figura 3-3: Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil (EPE, 2008).**

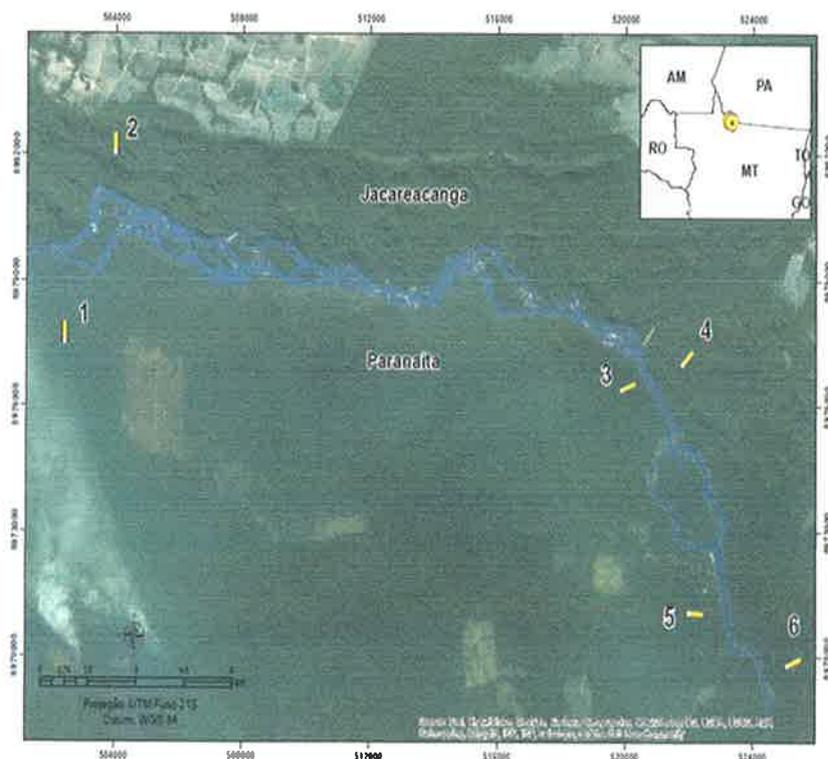
O Programa de Monitoramento da Flora vem sendo conduzido na futura Área de Preservação Permanente (APP) do reservatório a ser formado, onde podem ser encontrados dois tipos fisionômicos de vegetação: Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Floresta Ombrófila Densa Submontana.

De acordo com IBGE (2012), “a Floresta Ombrófila Densa Aluvial é a formação ribeirinha ou “floresta ciliar” que ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias. Esta formação é constituída por macro, meso e microfanerófitos de rápido crescimento, em geral de casca lisa, tronco cônico, por vezes com a forma característica de botija e raízes tabulares. Apresenta com frequência um dossel emergente uniforme, porém, devido à exploração madeireira, a sua fisionomia torna-se bastante aberta. É uma formação com muitas palmeiras no estrato dominado e na submata, e nesta ocorrem nanofanerófitos e alguns caméfitos no meio de plântulas da densa reconstituição natural do estrato dominante. Em contrapartida, a formação apresenta muitas lianas lenhosas e herbáceas, além de grande número de epífitas e poucos parasitas. As *ochlospecies* que ocorrem ao longo do Rio Amazonas são as mesmas que existem nas margens dos seus afluentes, tanto os da margem direita como os da esquerda, ao passo que as espécies que existem nos rios das serras costeiras do território extra-amazônico apresentam uma variação conforme a latitude em que ocorrem. Por exemplo: a composição florística da Bacia do Rio Doce é diferente da do Rio Paraíba do Sul, assim como estas duas são bem diversas daquela que ocorre na Bacia do Rio Itajaí. No entanto, ao longo de cada bacia, no sentido longitudinal, ocorrem sempre as mesmas *ochlospecies*, o que caracteriza o mesmo princípio ecológico de distribuição fitogeográfica. As principais *ochlospecies* que ocorrem na Floresta Ombrófila Densa Aluvial são: *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. existente ao longo dos Rios Congo, na África, e Amazonas, no Brasil; *Virola surinamensis* (Rol. exRottb.) Warb., ocorrendo não só na Amazônia como também na maioria dos rios da área do Caribe; e *Tapirira guianensis* Aubl., vivendo normalmente dentro de todas as bacias tropicais em qualquer latitude. Os gêneros *Mauritia* e *Euterpe* ocorrem com suas espécies bem marcadas pelas latitudes diferentes: *Mauritia flexuosa* na Bacia Amazônica; *M. viniferana* nas bacias dos Rios Tocantins, São Francisco e Paraná; *Euterpe oleracea* Mart. na Bacia do Rio Amazonas; e *E. Edulis* Mart., que ocorre desde o Estado de Pernambuco até as proximidades de Osório no Estado do Rio Grande do Sul, penetrando no Brasil Central, indo até os vales dos Rios Paraná e Iguçu. Finalmente, a *ochlospécie Calophyllum brasiliense* Cambes, que ocorre em todas as bacias brasileiras geralmente, ocupando as planícies inundadas com frequência, tendo o seu limite austral na costa centro-sul do Estado de Santa Catarina”.

“A Floresta Ombrófila Densa Submontana nas áreas dissecadas do relevo montanhoso e dos planaltos com solos medianamente profundos são ocupadas por uma formação florestal que apresenta fanerófitos com altura aproximadamente uniforme. A submata é integrada por plântulas de regeneração natural, poucos nanofanerófitos e caméfitos, além da presença de

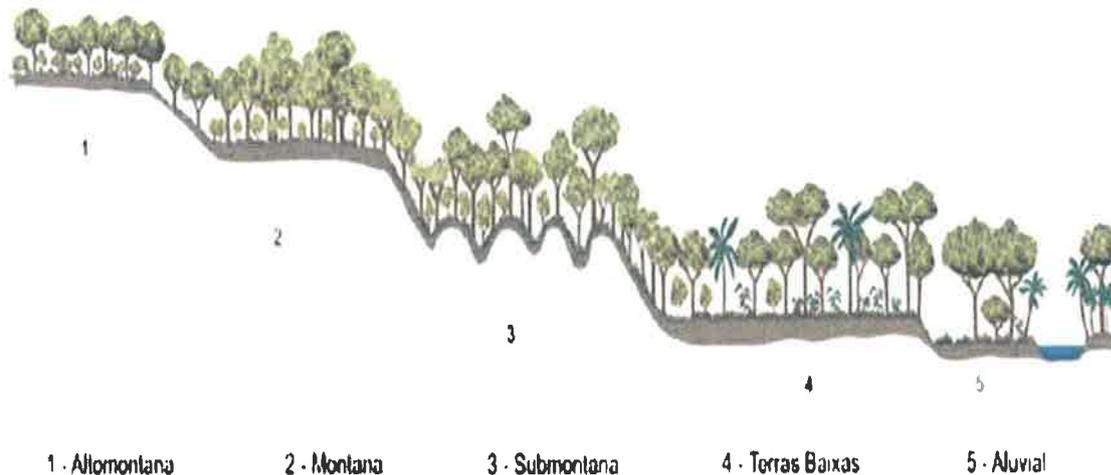
palmeiras de pequeno porte e lianas herbáceas em maior quantidade. Esta formação é composta principalmente por fanerófitos de alto porte, alguns ultrapassando 50 m na Amazônia e raramente 30 m nas outras partes do País. Esta formação é caracterizada por espécies que variam de acordo com a latitude, ressaltando-se também a importância do fator tempo nesta variação ambiental. Assim, o tempo que as plantas tropicais levaram para ocupar as atuais posições no centro-sul foi suficiente para o estabelecimento das adaptações homólogas, em ambientes semelhantes. O mesmo aconteceu em certos casos de variações no tempo da dispersão das espécies que se deslocavam para o sul do País, tomando-se como exemplo *Hieronyma alchorneoides* Allemão e *Schefflera morototoni*(Aubl.) Maguire, Steyern. e Frodin, ambas cosmopolitas e possuidoras de sementes leves, pertencentes às famílias Euphorbiaceae e Araliaceae, respectivamente, e os gêneros *Pouteriae Chrysophyllum*, também cosmopolitas e possuidores de sementes pesadas, pertencentes à família Sapotaceae, com endemismos na Amazônia, nas Regiões Nordeste e Sul do País, além do gênero *Alchornea* (Euphobiaceae), com várias espécies extra- amazônicas” (IBGE, 2012).

A Figura 3.4, a seguir, apresenta a localização dos transectos amostrais na área de influência da Usina Hidrelétrica São Manoel.



**Figura 3-4: Mapa da área de estudo, mostrando a localização dos transectos a serem estudados (traços amarelos), às margens da área de inundação do reservatório da Usina Hidrelétrica São Manoel, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil. (Transectos 1, 3 e 5 = margem direita do rio Teles Pires; Transectos 2, 4 e 6, margem esquerda do rio Teles Pires).**

A Figura 3-5, apresenta o perfil esquemático da Floresta Ombófila Densa, com suas diferentes variações em relação à sua posição no relevo (VELOSO ET AL., 1991).



**Figura 3-5: Perfil esquemático da Floresta Ombrófila Densa, com suas variações nos tipos fisionômicos de vegetação em relação à sua posição no relevo. (Fonte: RANGEL-FILHO ET AL., 1991).**

A Figura 3-6, a seguir, apresenta de forma simplificada a estrutura vertical das espécies vegetais na Floresta Ombrófila Densa.

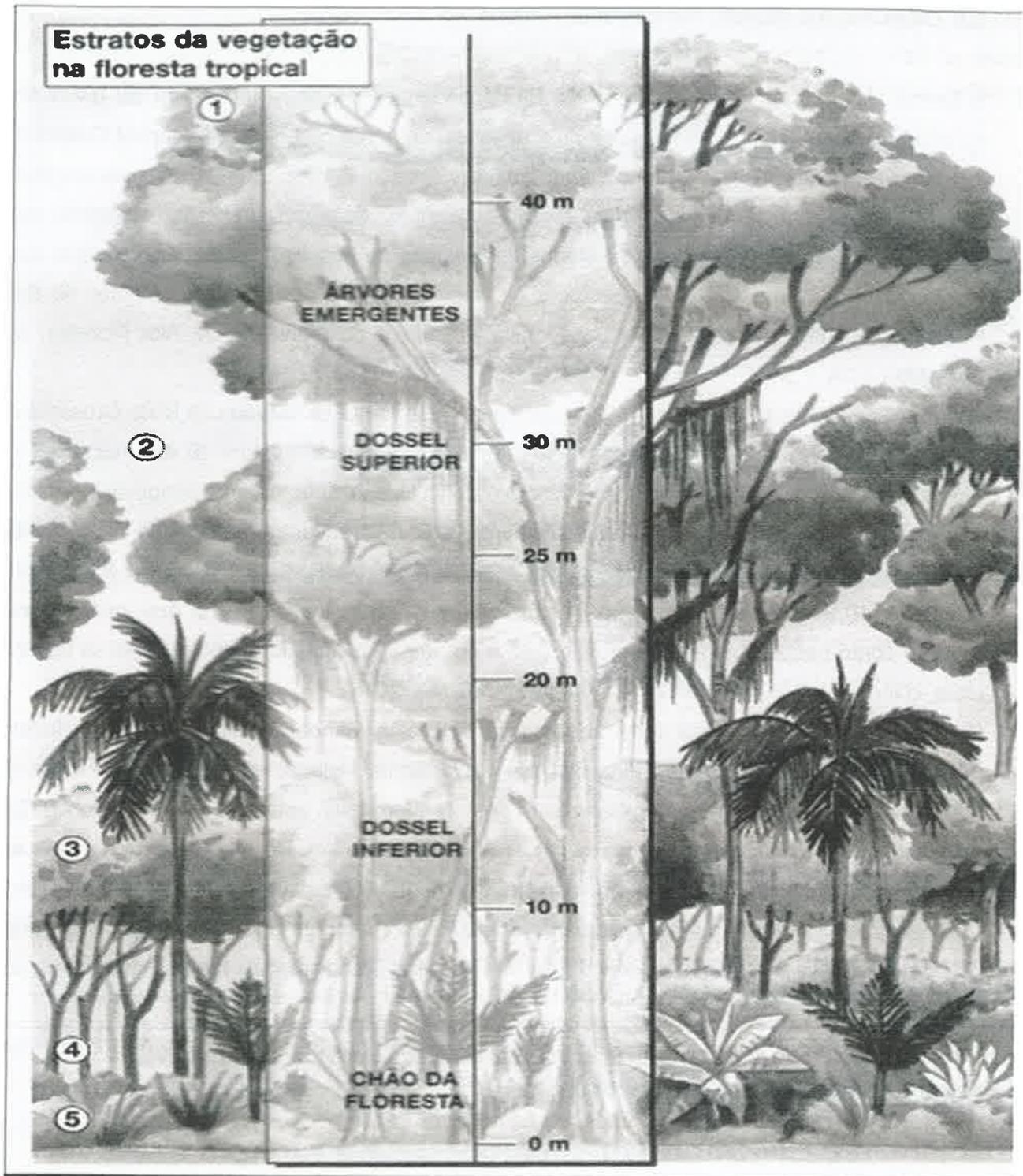


Figura 3-6: Estruturação vertical das espécies em uma Floresta Ombrófila Densa (conforme Fontanilles, 2015).

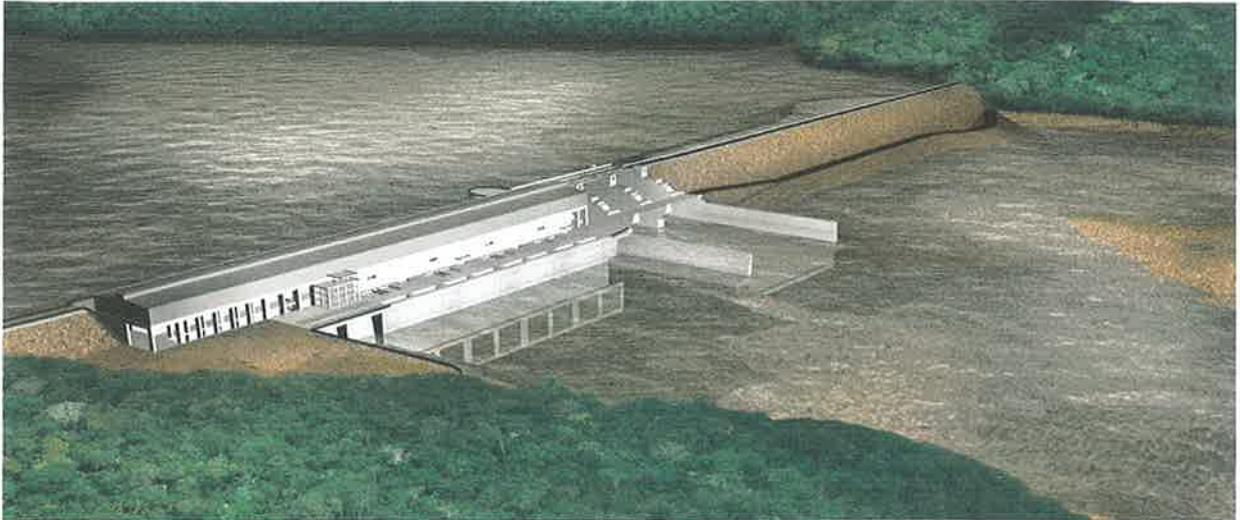
### **3.3 DESCRIÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO**

A Usina Hidrelétrica São Manoel (UHE São Manoel) se encontra localizada na divisa dos estados do Mato Grosso e do Pará, a uma distância de cerca de 950 km da capital Cuiabá e a 125 km da cidade de Paranaíta, no estado do Mato Grosso. A UHE São Manoel está projetada com uma capacidade instalada de 700 MW. Assim, poderá gerar energia suficiente para atender uma população de mais ou menos 2,5 milhões de pessoas. Isso quer dizer que essa usina, sozinha, seria capaz de abastecer de energia elétrica uma cidade do porte de Belo Horizonte ou uma população 50 vezes maior do que a do município de Alta Floresta, por exemplo.

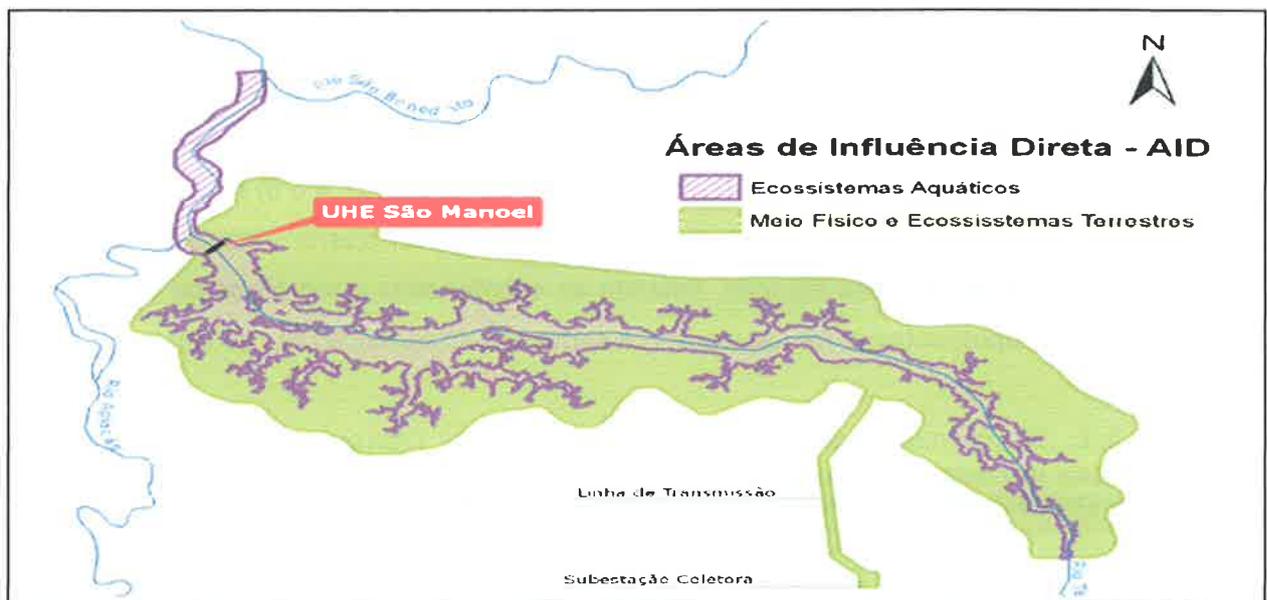
O empreendimento será estabelecido no rio Teles Pires, entre os estados de Mato Grosso e do Pará. A represa da usina inundará uma área aproximada de 64 km<sup>2</sup> (6.400 hectares) de Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Floresta Ombrófila Densa Submontana, atingindo terras dos municípios de Paranaíta, estado do Mato Grosso e Jacareacanga, estado do Pará (RIMA, 2015). Com um investimento previsto de R\$ 2.292.900.000,00 (PAC, 2015), a UHE São Manoel produzirá 10,6 MW/km<sup>2</sup> (proporção energia gerada / área inundada), o que qualifica sua represa como pequena, em comparação com a de outras usinas hidrelétricas. Para se ter uma ideia, o índice médio no Brasil é de 2,0 MW/km<sup>2</sup> (RIMA, 2015).

Desde Cuiabá, o acesso por terra ao local da UHE São Manoel é feito pela rodovia federal pavimentada BR-163 (Cuiabá-Santarém) até Nova Santa Helena, em percurso de cerca de 600km. A partir desse ponto, segue-se para oeste pela rodovia estadual pavimentada MT-320 até a cidade de Alta Floresta, em percurso com cerca de 180km. De Alta Floresta ruma-se até Paranaíta pela rodovia MT-206, em fase de pavimentação, em um trajeto de 50km. Desde Paranaíta, localizada na margem esquerda do rio Teles Pires, até o local do empreendimento, há duas alternativas de acesso, com 117 e 154 km, que precisarão ser melhoradas em alguns trechos. (RIMA, 2015).

As Figuras 3-7 e 3-8 ilustram a usina projetada e sua área de inserção no rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.



**Figura 3-7: Projeção gráfica da Usina Hidrelétrica São Manoel, a ser construída no rio Teles Pires, divisa entre os estados do Mato Grosso e Pará, Brasil (Fonte: CONSTRAN, 2015).**



**Figura 3-8: Área de influência direta da UHE São Manoel no rio Teles Pires, divisa entre os estados do Mato Grosso e Pará, Brasil (Fonte: RIMA, 2015).**

### 3.4 PROCEDIMENTOS DE CAMPO

A metodologia de trabalho de campo seguiu o delineamento amostral proposto no Projeto Básico Ambiental (LEME, 2014), ressaltando que é previsto ao Programa de Monitoramento da Flora da UHE São Manoel, a adoção dos mesmos critérios metodológicos utilizados no monitoramento florístico da UHE Teles Pires. Sendo que estas duas UHE's localizam-se na calha do mesmo curso d'água, o rio Teles Pires, e situam-se relativamente próximas entre si, é

de interesse a comparação e complementação entre cada estudo, almejando uma compreensão macroregional das alterações ambientais causadas sobre a vegetação pelos dois empreendimentos, na porção da bacia hidrográfica por eles compreendida (DOC AMBIENTAL, 2015). Cabe ressaltar que a primeira campanha de campo do Programa de Monitoramento da Flora foi realizada pela equipe da DOC Ambiental no período de 03 a 22 de julho de 2015 (com 20 dias de duração).

### 3.4.1 ESTABELECIMENTOS DOS TRANSECTOS, PARCELAS E SUBPARCELAS

Inicialmente, durante o primeiro semestre de 2015, foram mensuradas em campo 35 parcelas permanentes em áreas florestais, ao longo da Área de Preservação Permanente (APP) a ser formada no entorno do reservatório da UHE São Manoel, visando subsidiar o monitoramento florístico semestral (durante dois anos pré-enchimento e quatro anos pós-enchimento do reservatório, totalizando 12 campanhas de coletas de dados), considerando períodos sazonais de estiagem e de chuvas.

As 35 parcelas mensuradas foram distribuídas em seis transectos dispostos no sentido transversal à futura margem do reservatório, estando três transectos situados em cada margem. Os transectos foram numerados de forma seqüencial: três ímpares (1, 3 e 5) na margem direita, rio acima (estado do Mato Grosso); e três pares (2, 4 e 6) na margem esquerda do rio Teles Pires (estado do Pará). Em cada transecto, foi aberta uma trilha central para facilitar o caminhamento das equipes, estando as coordenadas geográficas de início e fim de cada transecto apresentadas na Tabela 3-1, a seguir (DOC AMBIENTAL, 2015).

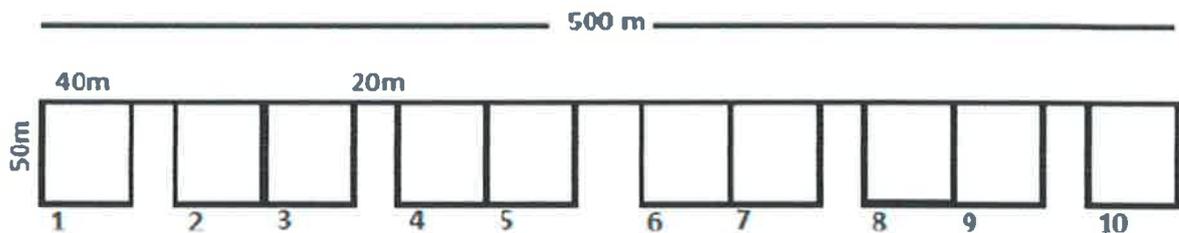
**Tabela 3-1: Coordenadas geográficas UTM (*Universal TransverseMercator*) de início e fim de cada um dos seis transectos de amostragem, do Programa de Monitoramento da Flora da UHE São Manoel (Fonte: DOC AMBIENTAL, 2015)**

Nº do Transecto	Coordenadas Geográficas UTM Datum WGS84, Zona 21L				Altitude (m)
	Início		Fim		
	X	Y	X	Y	
T1	502421	8977984	502421	8977493	189
T2	503991	8982021	503993	8982521	325
T3	520288	8976550	519833	8976383	220
T4	521740	8976965	522099	8977314	183
T5	522426	8971032	521927	8971067	212
T6	525045	8969784	525507	8969976	220

Cada transecto apresentou 500 metros de comprimento e alocou 10 parcelas permanentes. As cinco primeiras parcelas foram demarcadas, a partir do eixo central, para o lado direito e as

outras cinco para o lado esquerdo, sendo que: a 1ª parcela foi instalada no início do transecto; após um espaçamento de 20,0 metros seguiram-se a 2ª e 3ª parcelas; após 20,0 m foram estabelecidas a 4ª e 5ª parcelas; após 20,0 m a 6ª e 7ª parcelas; após 20,0 m a 8ª e 9ª parcelas; e, por fim, após outro espaçamento de 20,0 m foi estabelecida a 10ª parcela (Figura 3-9).

Cada parcela apresentou 50 m de comprimento por 40 m de largura e seu eixo maior foi disposto paralelamente à futura margem do reservatório. Para a caracterização da regeneração natural dentro de cada parcela foi instalada uma subparcela amostral de 5 x 4 m. Todas as parcelas e subparcelas foram demarcadas por meio de piquetes de madeira fixados nos quatro vértices de cada uma delas.



**Figura 3-9: Representação esquemática do transecto com a distribuição das parcelas de amostragem ao longo do seu eixo, no Programa de Monitoramento da Flora da UHE São Manoel (Fonte: DOC AMBIENTAL, 2015).**

### 3.4.2 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os procedimentos de coleta de dados nas parcelas estabelecidas seguiu as recomendações do Programa de Monitoramento da Flora do Projeto Básico Ambiental – UHE São Manoel (EESM, 2014; LEME, 2014). Assim, foram mensuradas nas parcelas de 50 x 40 m, todos os indivíduos arbóreos com Diâmetro à Altura do Peito maior que 10 cm ( $DAP > 10\text{cm}$ ), o que representa uma Circunferência à Altura do Peito maior que 31,4 cm ( $CAP > 31,4\text{ cm}$ ).

Nas subparcelas de regeneração, foram mensurados todos os indivíduos lenhosos (arbóreos, lianas e demais) com Diâmetro à Altura do Peito menor ou igual a 10 cm ( $DAP \leq 10\text{ cm}$ ), o que representa uma Circunferência à Altura do Peito menor ou igual a 31,4 cm ( $CAP \leq 31,4\text{ cm}$ ).

Neste estudo optou-se pela mensuração do CAP, por ser uma medida de maior facilidade de obtenção e, ao mesmo tempo, mais precisa. Para a mensuração do CAP foram utilizadas fitas métricas graduadas de 1,50 cm. As Figuras 3-10, 3-11, 3-12 e 3-13, a seguir, apresentam os

procedimentos corretos de mensuração do DAP ou CAP em árvores nativas tropicais (PPBIO, 2014).

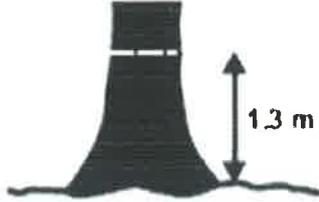
	<p>O diâmetro das plantas/arvoretas é sempre medido a <b>1.30 m do solo</b>. É recomendável utilizar uma varinha com essa medida para assegurar que todas as plantas vão ser medidas na mesma posição.</p>
	<p>Certificar-se que a fita esta bem esticada e reta. Remover placas, liquens e musgos do caule no ponto da medida. <b>Nunca cortar cipós ou remover as hemiepífitas, apenas afaste as raízes ou caules das plantas.</b></p>

Figura 3-10: Mensuração correta do DAP ou CAP em árvores tropicais (Fonte PPBIO, 2014).

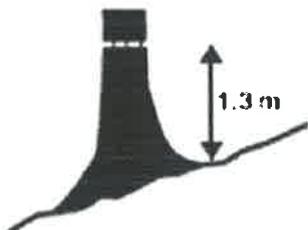
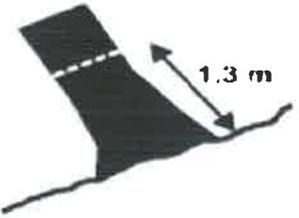
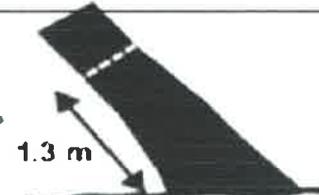
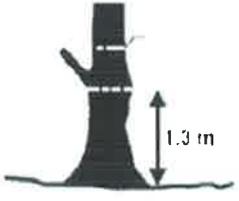
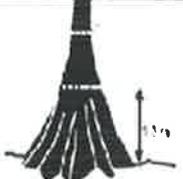
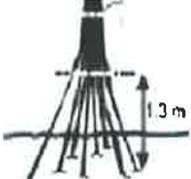
	<p>Terreno inclinado árvore reta</p>	<p>Medir o <b>diâmetro a 1.30 m do solo, na parte mais alta do terreno.</b></p>
	<p>Terreno e árvore inclinados</p>	<p>Medir o <b>diâmetro a 1.30 m do solo, acompanhando a inclinação da árvore, na parte mais alta do terreno.</b></p>
	<p>Árvore inclinada terreno plano</p>	<p>Medir o <b>diâmetro a 1.30 m do solo, acompanhando a inclinação da árvore.</b></p>

Figura 3-11: Mensuração correta do DAP ou CAP em diferentes situações de inclinação do terreno ou da árvore (Fonte: PPBIO, 2014).

	<p>Novo ponto da medida</p>	<p>Árvore com injúria, ferimento, nódulos ou qualquer tipo de deformidade na altura de 1.30 m do solo.</p>	<p>Medir o <u>diâmetro na parte mais cilíndrica do caule, acima de 1.30 m.</u> Anotar o novo POM.</p>
	<p>Novo ponto da medida</p>	<p>Árvore com bifurcação a 1.30 m do solo.</p>	<p>Medir o <u>diâmetro 20 cm abaixo da bifurcação.</u> Anotar o novo POM.</p>
	<p>Novo ponto da medida</p>	<p>Árvore com bifurcação abaixo de 1.30 m do solo.</p>	<p>Medir o <u>diâmetro de cada ramo separadamente a 1.30 m do solo.</u></p>

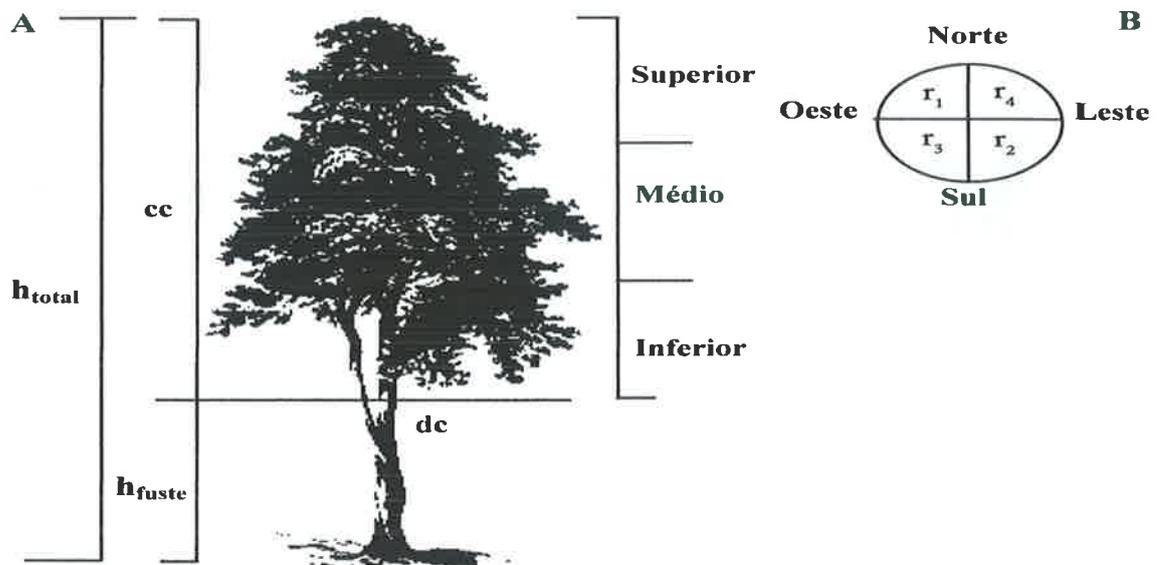
**Figura 3-12: Mensuração correta do DAP ou CAP em diferentes situações de inclinação do terreno ou da árvore (Fonte: PPBIO, 2014).**

	<p>Novo ponto da medida (POM)</p>	<p>Árvore com sapopemas na altura de 1.30 m do solo.</p>	<p>Medir o <u>diâmetro na parte mais cilíndrica do caule, no mínimo 1 m acima das raízes.</u> Anotar o novo POM.</p>
	<p>Novo ponto da medida (POM)</p>	<p>Árvore com raiz escora ou com raízes adventícias na altura de 1.30 m do solo.</p>	<p>Medir o <u>diâmetro na parte mais cilíndrica do caule, no mínimo 1 m acima das raízes.</u> Anotar o novo POM.</p>
	<p>Novo ponto da medida (POM)</p>	<p>Árvore quebrada a 1.30m do solo com rebroto.</p>	<p>Medir o <u>diâmetro 20 cm abaixo do ponto da quebra.</u> Anotar o novo POM e a condição da árvore.</p>

**Figura 3-13: Mensuração correta do DAP ou CAP em diferentes situações de inclinação do terreno ou da árvore (Fonte: PPBIO, 2014).**

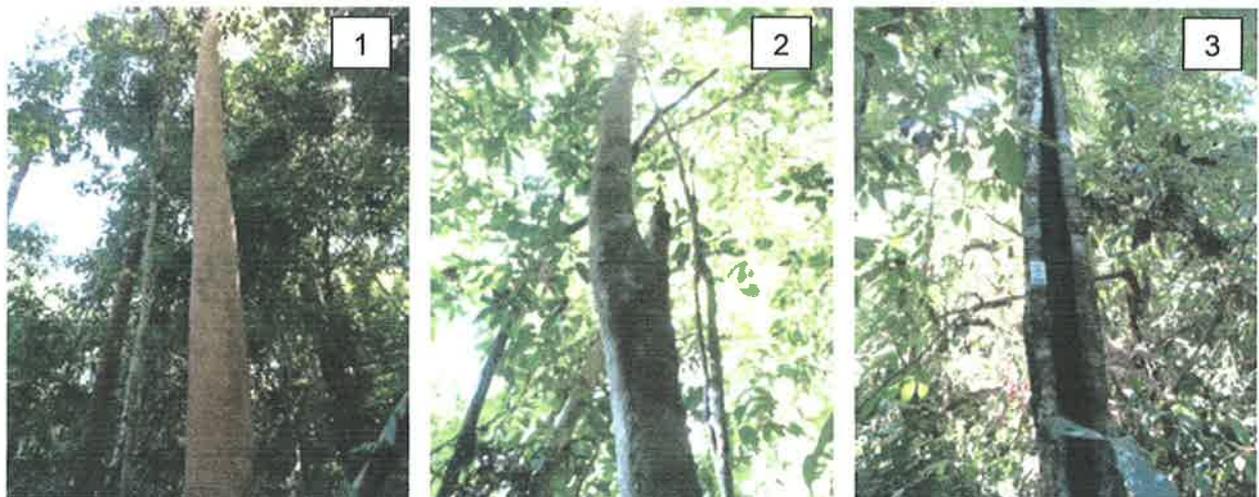
A altura das árvores, outra medida importante em estudos fitossociológicos, foi mensurada, quando possível, com a utilização de trena a laser e *Range Finder*. Devido à dificuldade de

visualização do fim da copa das árvores na floresta densa através dos aparelhos citados, a altura da grande maioria das árvores foi estimada mediante a utilização de uma vara telescópica de 15 metros de comprimento. Foram tomadas três medidas: altura total da árvore e altura do fuste e diâmetro da copa, conforme ilustra a Figura 3-14:



**Figura 3-14: Mensuração de altura total ( $h_{total}$ ), altura do fuste ( $h_{fuste}$ ) e diâmetro da copa (B), em espécie arbórea tropical. (Fonte: WINK ET AL., 2012).**

Também foi avaliada, através de inspeção visual, a qualidade do fuste, conforme ilustra a Figura 3-15, a seguir:



**Figura 3-15: Tipos de fuste em relação à avaliação por inspeção visual (1 = bom; 2=médio; 3=ruim).**

Simultaneamente à mensuração e avaliação das espécies arbóreas, as mesmas foram identificadas. As espécies inequivocamente conhecidas pelo botânico de campo foram identificadas *in loco* e coletadas botânicos estéreis e férteis para confecção de exsicatas, enquanto para aquelas sobre as quais recaíram dúvidas de identificação, foram realizadas coletas de material botânico estéril (folhas, galhos, cascas) e férteis (flores, frutos, sementes). Estes materiais foram acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados para a preparação de exsicatas, as quais foram armazenadas em estufa e, posteriormente, enviadas para identificação e armazenamento final (Figura 3-16).

As amostras foram coletadas em número de duas, visando o envio de duplicatas a especialistas. O sistema adotado para a identificação das espécies foi o prescrito pelo *AngiospermPhylogenyGroup*.



**Figura 3-16: Coleta de material botânico para confecção de exsicatas.**

### **3.5 PROCEDIMENTOS DE ANÁLISES DOS DADOS**

#### **3.5.1 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS**

O estudo da estrutura horizontal da comunidade florestal fornece uma indicação da participação relativa de cada espécie vegetal na comunidade estudada, e a forma como essas espécies encontram-se distribuídas espacialmente na área. Os cálculos dos descritores quantitativos da estrutura horizontal para o método das parcelas foram realizados mediante a utilização do programa *Mata Nativa*.

Os parâmetros estimados para a análise fitossociológica, com seus respectivos significados, se encontram descritos da Tabela 3-2, a seguir:

**Tabela 3-2: Parâmetros utilizados na caracterização fitossociológica da estrutura das comunidades florestais estudadas, no Programa de Monitoramento da Flora da UHE São Manoel (Fonte: DOC AMBIENTAL, 2015).**

Parâmetro	Fórmula	Descrição	Explicação dos Termos
Diâmetro à Altura do Peito (DAP)	$DAP = \frac{CAP}{\pi}$	Diâmetro do fuste das árvores à altura de 1,30 m acima do nível do solo. Básico para as estimativas de área basal, volume, índices de cobertura e de valor de importância.	CAP = circunferência à altura do peito (medido a 1,30 m acima do nível do solo)
Área Basal (AB)	$AB = \frac{(DAP^2 * \pi)}{4}$	Superfície da secção transversal da árvore à altura do peito (1,30 m). A somatória da área basal dos indivíduos de uma espécie é um indicador da dominância dessa espécie na área de estudo.	
Densidade Absoluta (DA)	$DAi = \frac{ni}{A}$	Número de indivíduos em relação à área.	ni = Número de indivíduos da i-ésima espécie. A = Área total amostrada.
Densidade Relativa (DR)	$DRi = \left[ \frac{\left( \frac{ni}{A} \right)}{\left( \frac{N}{A} \right)} \right] * 100$	Número de indivíduos de cada espécie em relação à área.	DRi = Densidade Relativa da i-ésima espécie. N = Número total de indivíduos amostrados de todas as espécies.
Dominância (Do)	$DoAi = \sum \left( \frac{g}{A} \right)$	Indica a proporção de tamanho ou cobertura das árvores em relação à área amostrada.	DoAi = Dominância Absoluta da i-ésima espécie. g = Somatória das áreas basais dos indivíduos da i-ésima espécie.
Dominância Relativa (DoR)	$DoRi = \left[ \frac{\left( \frac{g}{A} \right)}{\left( \frac{G}{A} \right)} \right] * 100$	Indica a proporção de tamanho ou cobertura de cada espécie em relação à área amostrada e às demais espécies.	DoRi = Dominância Relativa da i-ésima espécie. G = Área basal de todos os indivíduos de todas as espécies encontradas.
Frequência (F)	$FAi = \frac{fi}{P}$	Probabilidade de se amostrar determinada espécie em uma unidade de amostragem.	FAi = Frequência Absoluta da i-ésima espécie. fi = Número de parcelas com a espécie. P = Número total de parcelas.
Frequência Relativa (FR)	$FRi = \left[ \frac{FAi}{\sum (FAi)} \right] * 100$	Ocorrência de determinada espécie nas parcelas amostradas em relação ao total de espécies.	FRi = Frequência Relativa da i-ésima espécie.
Índice de Valor de Importância (IVI)	$IVI = DRi + DoRi + FRi$	É a soma dos valores relativos de cada espécie, para lhes atribuir um valor dentro da sua comunidade vegetal (MATTEUCCI & COLMA, 1982). Representa a importância ecológica da espécie na área amostrada e sua adaptação.	IVI = Índice de Valor de Importância da i-ésima espécie.

### 3.5.2 CLASSIFICAÇÃO AGLOMERATIVA DE DAJOZ

Com o objetivo separar as espécies registradas no presente estudo em categorias de ocorrência nas parcelas estudadas, foi utilizado o critério de classificação aglomerativa de Dajoz (1978). Essa classificação varia entre 0 a 100% e é dada pela seguinte fórmula:

$$CA = \frac{P_i}{P} \times 100$$

onde:

CA=Classificação Aglomerativa de Dajoz

$P_i$  = número de parcelas onde a espécie foi registrada.

$P$  = número total de parcelas estudadas.

A Classificação Aglomerativa de Dajoz agrupa as espécies registradas de acordo com os seguintes critérios:

- Constantes: espécies que ocorrem em mais de 50% das parcelas estudadas;
- Ocasionais: espécies que ocorrem entre 25% e 50% das parcelas estudadas;
- Escassas: espécies que ocorrem em menos de 25% das parcelas estudadas.

### 3.5.3 DESCRITORES DE RIQUEZA E DIVERSIDADE EM ESPÉCIES

As estimativas de riqueza e diversidade de espécies nas áreas selecionadas para pesquisa foram realizadas a partir da listagem de número de espécies e abundância relativa obtidas. A existência de uma relação de espécies para as áreas possibilitou a elaboração de uma matriz de presença-ausência de espécies. Essa relação, associada à quantidade de indivíduos em cada espécie, permitiu a confecção de uma matriz de abundância-espécie. A partir dessas matrizes puderam ser acessados estimadores de riqueza e índices de diversidade de espécies, os quais se encontram relacionados a seguir:

a) Estimador de riqueza de espécies de Jackknife 1ª ordem ( $S_{Jack1}$ )

O estimador de riqueza de Jackknife 1ª ordem é uma função do número de espécies que ocorre em uma e somente uma amostra, as quais são denominadas espécies únicas (Heltsh&Forrester, 1983). Quanto maior o número de espécies que ocorrem em somente uma amostra, entre todas as amostras tomadas na comunidade estudada, maior será o valor da estimativa para o número total de espécies presentes nessa comunidade. É dado pela seguinte fórmula:

$$S_{Jack1} = S_{obs} + L \left( \frac{a-1}{a} \right)$$

onde:

$S_{Jack1}$  = estimador de riqueza de Jackknife de 1ª ordem

$S_{obs}$  = número total de espécies observadas em todas as amostras

$L$  = número de espécies que ocorrem somente em uma amostra (espécies únicas)

$a$  = número de amostras

#### b) Índice de diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$ )

O índice de diversidade de Shannon-Wiener é um dos mais amplamente empregados em ecologia de comunidades. Foi desenvolvido em 1949, a partir da teoria da informação publicada em *The mathematical theory of communication*. Ele expressa o grau de incerteza que existe em se prever a qual espécie pertence um indivíduo escolhido ao acaso em uma comunidade contendo "S" espécies e "N" indivíduos (LWDWIG; REYNOLDS, 1988). Assim, quanto maior for essa incerteza, maior será o valor do índice e maior será a diversidade da amostra. Numericamente, o índice de Shannon-Wiener varia entre 0 e um valor máximo qualquer. O índice de Shannon-Wiener será igual a zero somente quando houver uma única espécie na amostra e assumirá seu valor máximo, somente quando todas as espécies existentes na amostra apresentarem o mesmo número de indivíduos.

Na prática, os valores assumidos pelo índice de Shannon-Wiener situam-se entre 1,5 e 3,5 e só raramente ultrapassam o valor de 4,5 (MAGURRAN, 2011). É dado pela seguinte fórmula:

$$H' = -\sum \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

onde:

$H'$  = índice de diversidade de Shannon-Wiener

$n_i$  = número de indivíduos da i-ésima espécie na amostra

$N$  = número total de indivíduos na amostra

$\ln$  = logaritmo neperiano (base e)

#### b.1) Equabilidade ( $J'$ )

A equabilidade ( $J'$ ), também conhecida como índice de equabilidade de Pielou, é um componente do índice de diversidade de Shannon-Wiener que reflete a forma através da qual os indivíduos encontram-se distribuídos entre as diferentes espécies presentes na amostra. Por exemplo, em uma amostra constituída por 10 espécies e 100 indivíduos, se uma única espécie aparece com 90 indivíduos e as demais com os 10 indivíduos que restaram, então tem-se uma

amostra com baixa equabilidade. Por outro lado, se nessa mesma amostra, cada uma das 10 espécies aparece com 10 indivíduos, então tem-se um caso de equabilidade máxima. A equabilidade varia entre 0 (equabilidade mínima) e 1 (equabilidade máxima), e é dada pela seguinte fórmula:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

onde:

$J'$  = índice de equabilidade

$H'$  = índice de diversidade de Shannon-Wiener

$S$  = número total de espécies presentes na amostra

$\ln$  = logaritmo neperiano (base e)

#### b.2) Teste de hipóteses para o índice de Shannon-Wiener

O teste de hipóteses para o índice de Shannon-Wiener é recomendado por MAGURRAN (2011), a partir dos trabalhos de Hutcheson e segue, basicamente, as mesmas regras e propriedades estabelecidas para o índice de Simpson. Também, nesse caso, a hipótese nula ou  $H_0$  e a hipótese alternativa ou  $H_1$ , poderiam ser assim representadas:

$H_0$  : as comunidades comparadas apresentam a mesma diversidade de espécies

$H_1$  : as comunidades comparadas apresentam diversidades diferentes

Para se realizar o teste de hipóteses, é necessário proceder aos seguintes cálculos intermediários:

- Cálculo da variância do índice de Shannon-Wiener ( $VarH'$ )

$$VarH' = \frac{\sum p_i (\ln p_i)^2 - (\sum p_i \ln p_i)^2}{N} - \frac{S-1}{2N^2}$$

- Cálculo do valor do teste *t* de Student ( $t$ )

$$t = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{(VarH'_1 + VarH'_2)}}$$

- Cálculo do grau de liberdade para o teste de hipóteses (*gl*)

$$gl = \frac{(VarH'_1 + VarH'_2)^2}{\left[ \frac{(VarH'_1)^2}{N_1} \right] + \left[ \frac{(VarH'_2)^2}{N_2} \right]}$$

onde:

$H'_1$  = índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade 1

$H'_2$  = índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade 2

$Var H'_1$  = variância do Índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade 1

$Var H'_2$  = variância do índice de diversidade de Shannon-Wiener para a comunidade 2

$N_1$  = número total de indivíduos da amostra da comunidade 1

$N_2$  = número total de indivíduos da amostra da comunidade 2

$n_i$  = número de indivíduos da *i*-ésima espécie na amostra

$P_i = n_i / N$

- O teste de hipóteses

O teste de hipóteses é realizado pela comparação do valor de *t* calculado mediante o emprego da equação 11, com o valor de *t* relacionado à probabilidade estabelecida (95%) e ao número de graus de liberdade calculado pela equação 12. Assim tem-se:

$t_{\text{calculado}} < t_{\text{tabelado}}$  : aceita-se a hipótese nula ( $H_0$ ), isto é, as comunidades comparadas apresentam a mesma diversidade de espécies.

$t_{\text{calculado}} > t_{\text{tabelado}}$  : rejeita-se a hipótese nula ( $H_0$ ), isto é, as comunidades comparadas não apresentam a mesma diversidade de espécies.

### 3.5.4 DESCRITORES DE SIMILARIDADE EM ESPÉCIES

Os índices de similaridade binários ou qualitativos são empregados nos casos em que as informações disponíveis sobre as espécies presentes nas comunidades nas áreas estudadas se resumem a dados de presença ou ausência, não havendo necessidade de informações sobre o número de indivíduos presentes em cada espécie. Constitui uma forma de se estimar a diversidade beta. Considera-se como diversidade beta, a diferença ou substituição de espécies de uma área para outra. Assim, quanto maior a diferença nas espécies entre comunidades estudadas, maior será a diversidade beta.

Uma forma prática de estimar a diversidade beta consiste na utilização dos índices de similaridade. A similaridade ou dissimilaridade é uma função representada por uma distância ou medida entre áreas estudadas. Assim para a compreensão de seu comportamento ao longo da área de influência do AHE Peixe Angical confeccionou-se uma matriz binária com dados florísticos de cada área estudada. Um exemplo de matriz binária ( $B$ ), para a condução de análises de similaridade é apresentada a seguir.

$$B = \begin{matrix} & \begin{matrix} C_a & C_b & \dots & C_N \end{matrix} \\ \begin{matrix} E_1 \\ E_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ E_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} p & p & \dots & p \\ p & p & \dots & p \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ p & p & \dots & p \end{pmatrix} \end{matrix}$$

onde:

$E$  = espécie amostrada no levantamento

$C$  = comunidade estudada

$1, 2$  e  $n$  = número de espécies no levantamento florístico

$a, b$  e  $N$  = número de comunidades estudadas

$p$  = valor binário (0 ou 1), indicando a ausência (0) ou presença (1) da espécie na comunidade estudada

Para estimar a semelhança entre espécies botânicas entre transectos e entre parcelas neste estudo, foi utilizado o Índice de Similaridade de Jaccard. O índice de Jaccard foi utilizado pioneiramente em 1908 pelo francês P. Jaccard, em estudos sobre a distribuição de plantas ao longo de gradientes ambientais (LUDWIG; REYNOLDS, 1988). Constitui um dos índices de similaridade mais amplamente empregados em ecologia de comunidades. Compara qualitativamente a semelhança de espécies que existe entre amostras sucessivas retiradas em intervalos espaciais e temporais ou ao longo de um gradiente ambiental. É um coeficiente binário baseado, unicamente, na relação presença-ausência das espécies nas amostras comparadas. Quantitativamente, o índice de Jaccard varia entre 0 (comunidades totalmente diferentes quanto à composição de espécies) e 1 (comunidades totalmente semelhantes quanto à composição de espécies) e é dado pela seguinte fórmula:

$$S_j = \frac{c}{a + b - c}$$

onde:

$S_j$  = índice de similaridade de Jaccard

$a$  = número total de espécies presentes na amostra "A"

$b$  = número total de espécies presentes na amostra "B"

$c$  = número total de espécies comuns às amostras "A" e "B"

### 3.5.5 ANÁLISES MULTIVARIADAS

Paralelamente, foi empregada análise multivariada com o objetivo de simplificar, através de transformações e classificação de amostras em grupos, o grande número de informações geradas no presente estudo. A técnica de análise multivariada utilizada foi a de classificação (LUDWIG; REYNOLDS, 1988) representada pela análise de agrupamento (análise de *cluster*).

A análise de agrupamento classifica amostras em categorias coletivas, permitindo o reconhecimento de categorias semelhantes entre si, através de um dendrograma. Encontrando-se as categorias semelhantes, automaticamente encontram-se as categorias diferentes. Para a análise de agrupamento foi utilizado o algoritmo de médias ponderadas UPGMA (Ligação não Ponderada aos Pares utilizando Médias Aritméticas), o qual é recomendado pelo fato de atribuir similaridade entre pares de grupos de maneira menos extrema (VANDERMEER, 1981).

No dendrograma, cada valor ordenado no eixo das abscissas ( $x$ ) expressa a relação de similaridade ou dissimilaridade a partir das porcentagens de informação. Seus resultados fornecem uma estimativa do quanto ambientes comparados são semelhantes florísticamente, auxiliando no processo de interpretação *a posteriori* dos padrões observados. Os programas utilizados para a realização das análises supracitadas foram *MVSP (Multivariate Statistical Package)*, *Estimate-SWin 8.0 (Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples)*, *Statistica Release 7.0, Past (Paleontological Statistics)* e *BIO-DAP (Biodiversity Data Package)*.

## 4 RESULTADOS PARCIAIS

No presente relatório encontram-se descritos os resultados parciais obtidos pela empresa de consultoria DOC AMBIENTAL, complementado com os resultados obtidos e processados pela

empresa de consultoria BIOLEX AMBIENTAL. É muito importante ressaltar aqui, que os técnicos da BIOLEX AMBIENTAL acrescentaram análises estatísticas indispensáveis ao entendimento dos resultados brutos obtidos pela empresa DOC AMBIENTAL, de modo a se obter um conhecimento mais abrangente da situação atual dos estudos já realizados no programa de monitoramento da flora e, ao mesmo tempo, estabelecer um panorama da eficiência amostral empreendida até o presente momento, bem como uma projeção da eficiência amostral a ser obtida nos trabalhos de mensuração florestal, os quais vêm sendo realizados pela BIOLEX AMBIENTAL.

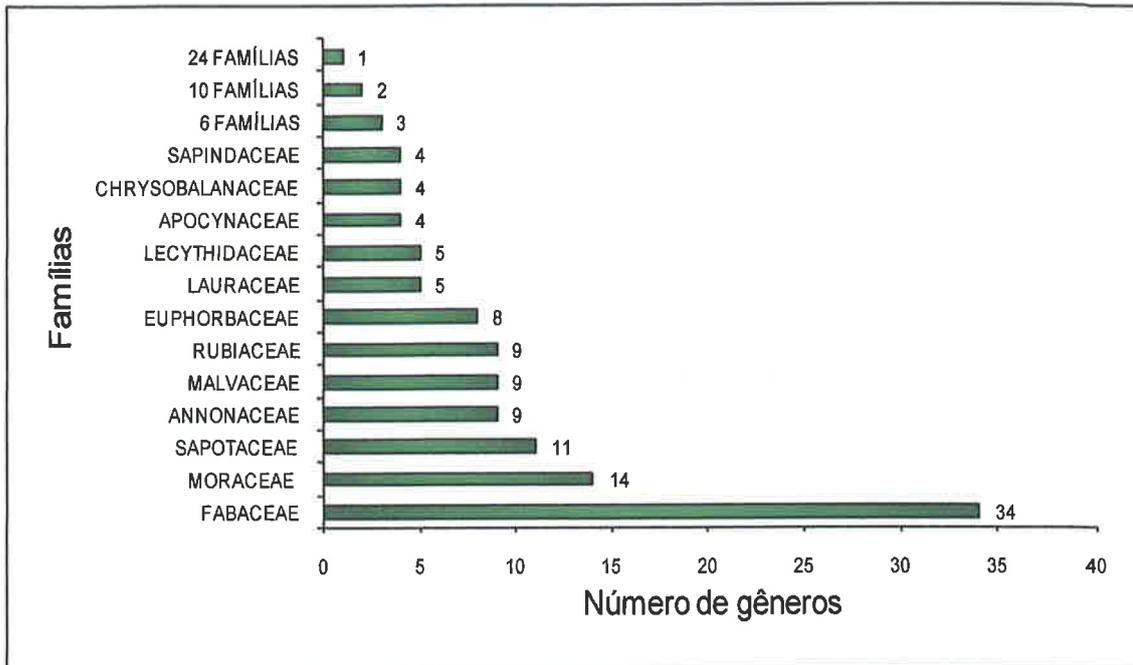
A partir dessas considerações, seguem os resultados obtidos pela empresa de consultoria DOC AMBIENTAL (2015).

#### **4.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA**

A composição florística representa a identidade de cada espécie na comunidade vegetal, sendo de fundamental importância para o conhecimento da comunidade estudada, além de permitir a realização de estimativas de riqueza e semelhança e associações entre espécies.

##### **4.1.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA NAS PARCELAS**

Nas parcelas amostrais foram identificados e mesurados 3.286 indivíduos com DAP >10cm (CAP > 31,4 cm), pertencentes a 423 espécies, 52 famílias e 175 gêneros (Anexo 1). As famílias mais representativas em relação aos gêneros foram Fabaceae (34 gêneros), Moraceae (14 gêneros), Sapotaceae (11 gêneros), Annonaceae (9 gêneros), Malvaceae (9 gêneros), Rubiaceae (9 gêneros), Euphorbiaceae (8 gêneros), Lauraceae (5 gêneros), Apocynaceae (4 gêneros), Chrysobalanaceae (4 gêneros) e Sapindaceae (4 gêneros). Seis famílias botânicas foram representadas por três gêneros, cada; dez famílias botânicas foram representadas por 2 gêneros, cada e 24 famílias botânicas foram representadas por 1 gênero, cada (Figura 4-1).



**Figura 4-1: Distribuição dos gêneros entre as famílias botânicas, nas parcelas amostrais, do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

Os gêneros mais representativos em relação ao número de espécies foram *Pouteria* (23 espécies), *Protium* (20 espécies), *Inga* (19 espécies), *Ocotea*(14 espécies), *Cordia* (8 espécies), *Pourouma* (8 espécies), *Brosimum* (7 espécies), *Guarea* (7 espécies) e *Tachigali*(7 espécies). Quatro gêneros foram representados por seis espécies, cada; seis gêneros foram representados por cinco espécies, cada; seis gêneros foram representados por quatro espécies, cada; 18 gêneros foram representados por três espécies, cada; 31 gêneros foram representados por duas espécies, cada e 101 gêneros foram representados por uma espécie, cada (Figura 4-2)

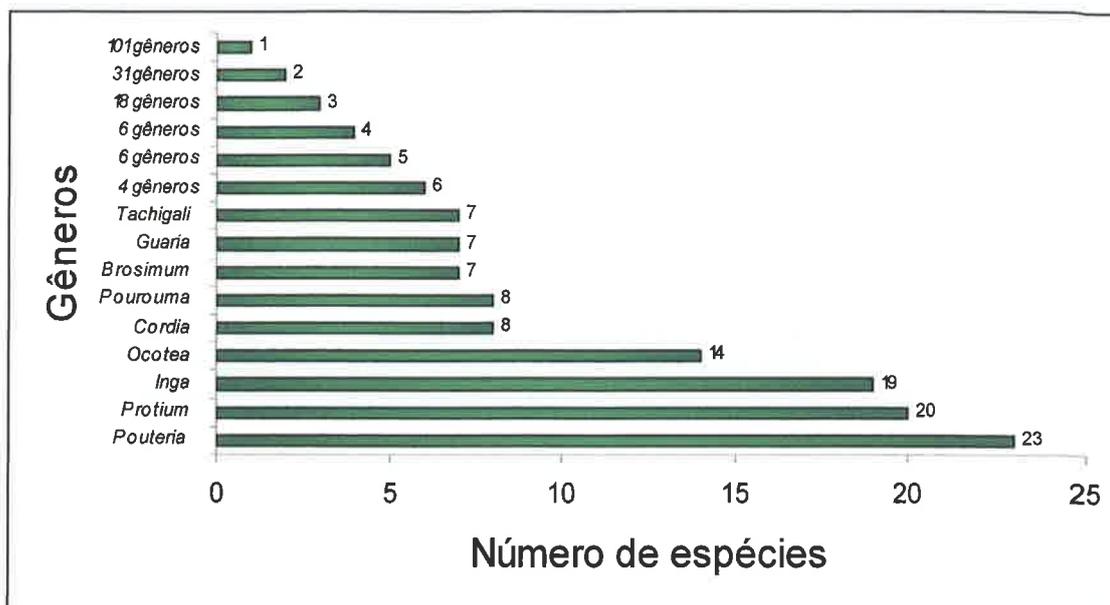
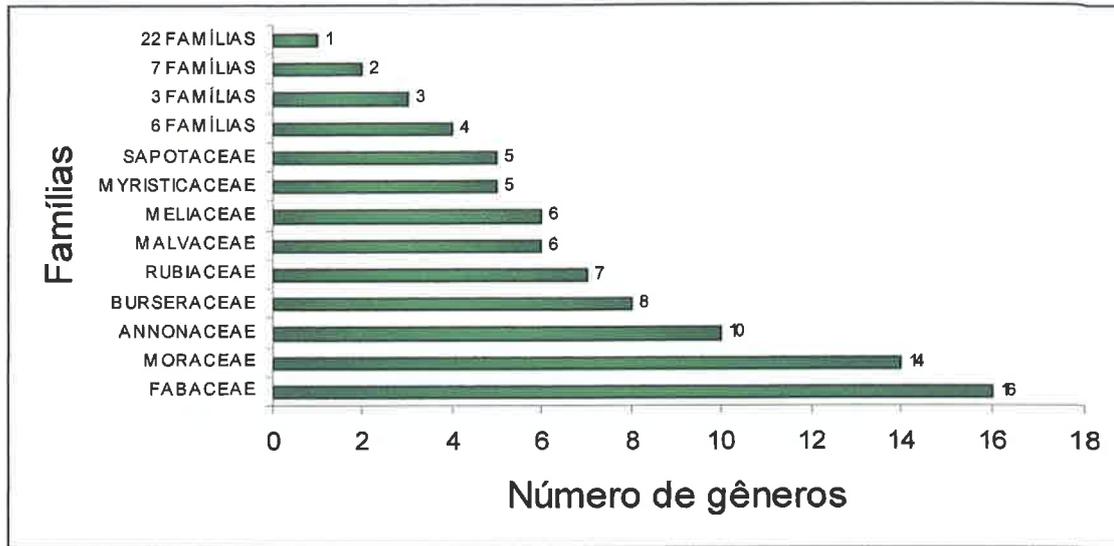


Figura 4-2: Distribuição das espécies entre os gêneros botânicos, nas parcelas amostrais, do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.

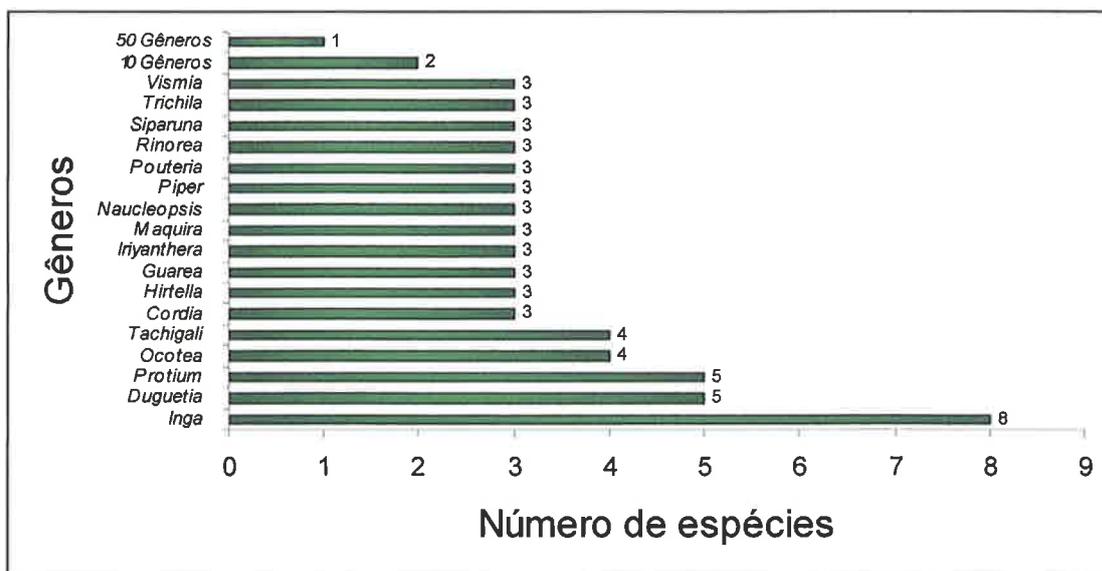
#### 4.1.2 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA NAS SUBPARCELAS

Nas subparcelas amostrais foram identificados e mensurados 343 indivíduos, pertencentes a 132 espécies, 46 famílias e 146 gêneros (Anexo 2). As famílias mais representativas em relação aos gêneros foram Fabaceae (16 gêneros), Moraceae (14 gêneros), Annonaceae (10 gêneros), Burseraceae (8 gêneros), Rubiaceae (7 gêneros), Malvaceae (6 gêneros), Meliaceae (6 gêneros) e Myristicaceae (5 gêneros). Seis famílias botânicas foram representadas por quatro gêneros, cada; três famílias foram representadas por três gêneros, cada; sete famílias foram representadas por dois gêneros, cada e 22 famílias foram representadas por um gênero, cada (Figura 4-3).



**Figura 4-3: Distribuição dos gêneros entre as famílias botânicas, nas subparcelas amostrais, do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

Os gêneros mais representativos em relação ao número de espécies foram *Inga* (8 espécies), *Duguetia* (5 espécies), *Protium* (5 espécies), *Ocotea* (4 espécies), *Tachigali* (4 espécies), *Cordia*, *Hirtella*, *Guarea*, *Iriyanthera*, *Maquira*, *Naucleopsis*, *Piper*, *Pouteria*, *Rinorea*, *Siparuna*, *Trichila* e *Vismia*, com três espécies, cada. Dez gêneros foram representados por duas espécies, cada e 50 gêneros foram representados por uma espécie, cada (Figura 4-4).



**Figura 4-4: Distribuição das espécies entre os gêneros botânicos, nas subparcelas amostrais, do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

## 4.2 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS

Os parâmetros fitossociológicos são de fundamental importância para o diagnóstico quali-quantitativo das formações vegetais (CHAVES ET AL., 2013). Dentre esses parâmetros está o Índice de Valor de Importância (IVI), o qual pode ser utilizado em planos de conservação e manejo florestal, como indicadores da importância ecológica das espécies, devido à influência das espécies mais frequentes e dominantes nos processos básicos de equilíbrio da flora e manutenção da fauna (OLIVEIRA; AMARAL, 2004).

### 4.2.1 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS NAS PARCELAS

Nas parcelas amostradas no presente estudo, quinze espécies se destacaram por apresentarem os maiores valores para o Índice de Valor de Importância (IVI), representado pela soma dos parâmetros fitossociológicos Densidade Relativa, Dominância Relativa e Frequência Relativa, sendo que o valor máximo assumido pelo somatório desses três parâmetros e, portanto, pelo IVI, é igual a 300. As quinze espécies registradas na Figura 4-5 apresentaram um valor total para o Índice de Valor de Importância igual a 97,06 correspondendo a 32,3% do IVI total registrado para as 423 espécies registradas no presente estudo.

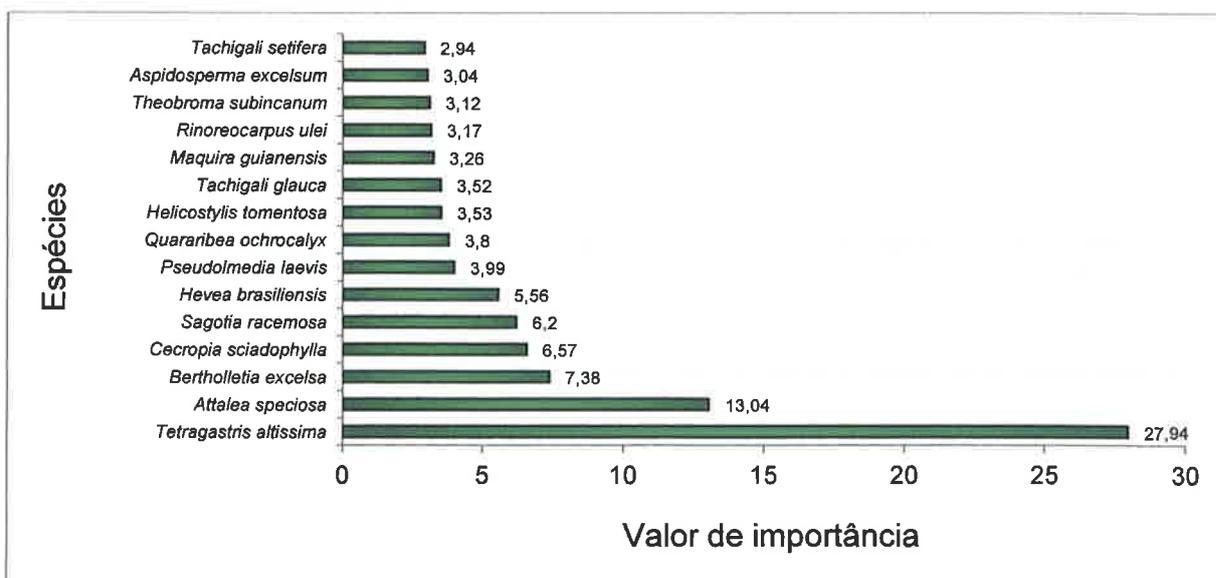
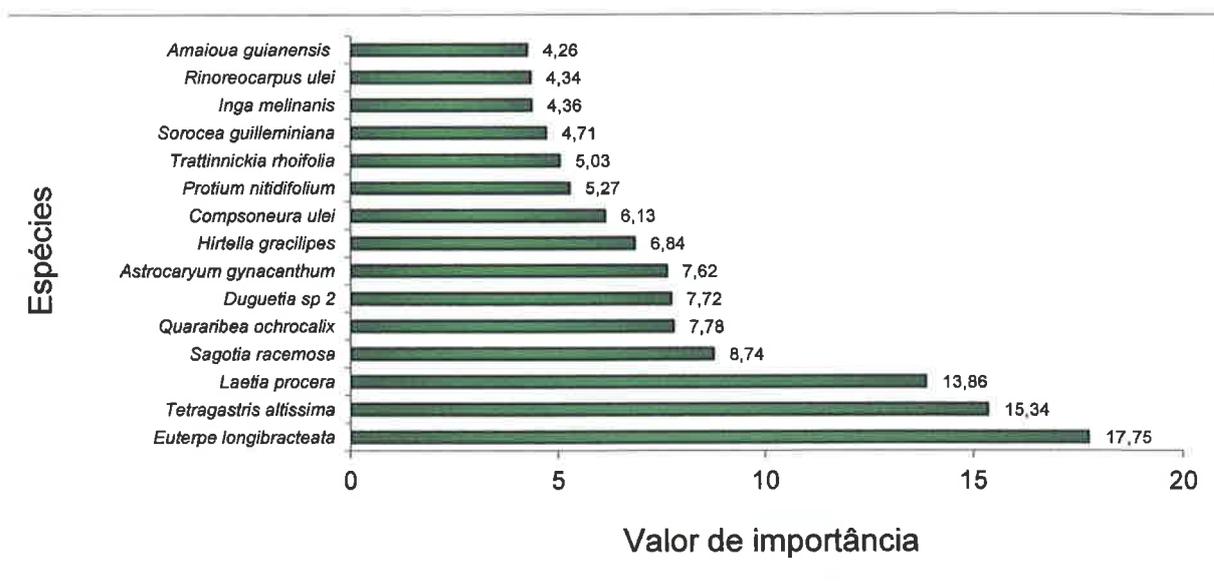


Figura 4-5: Composição do Índice de Valor de Importância (IVI) para as 15 espécies botânicas mais importantes, amostradas nas parcelas do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.

#### 4.2.2 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS NAS SUBPARCELAS

Nas subparcelas amostradas no presente estudo, quinze espécies se destacaram por apresentarem os maiores valores para o Índice de Valor de Importância (IVI), representado pela soma dos parâmetros fitossociológicos Densidade Relativa, Dominância Relativa e Frequência Relativa, sendo que o valor máximo assumido pelo somatório desses três parâmetros e, portanto, pelo IVI, é igual a 300. As quinze espécies registradas na Figura 4-6 apresentaram um valor total para o Índice de Valor de Importância igual a 119,75 correspondendo a 39,9% do IVI total registrado para as 132 espécies registradas no presente estudo.



**Figura 4-6: Composição do Índice de Valor de Importância (IVI) para as 15 espécies botânicas mais importantes, amostradas nas subparcelas do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

#### 4.3 CLASSIFICAÇÃO AGLOMERATIVA DE DAJOZ

O critério de classificação aglomerativa de Dajoz é muito utilizado em ecologia de comunidades, com o objetivo de classificar e agrupar espécies de acordo com a frequência com a qual ocorrem nas unidades amostrais. Assim, o critério de classificação aglomerativa de Dajoz classifica e agrupa espécies constantes (espécies que ocorrem em mais que 50% do total de unidades amostrais), ocasionais (espécies que ocorrem em 25 a 50% das unidades amostrais) e escassas (espécies que ocorrem em menos que 25% das unidades amostrais).

### 4.3.1 CLASSIFICAÇÃO AGLOMERATIVA DE DAJOZ NAS PARCELAS

#### 4.3.1.1 ESPÉCIES CONSTANTES

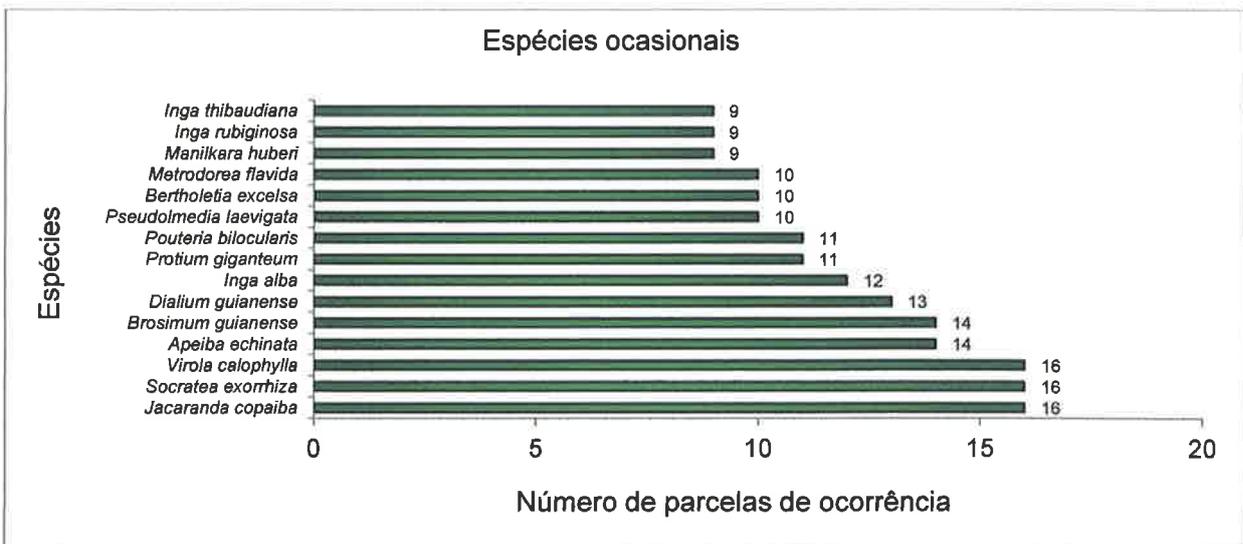
A Figura 4-7 apresenta as 15 espécies com frequência constante, nas parcelas estudadas.



**Figura 4-7: Relação das 15 espécies constantes, nas parcelas do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

#### 4.3.1.2 ESPÉCIES OCASIONAIS

A Figura 4-8 apresenta 15 espécies com frequência ocasional, nas parcelas estudadas.



**Figura 4-8: Relação de 15 espécies ocasionais, nas parcelas do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

#### 4.3.1.3 ESPÉCIES ESCASSAS

A Figura 4-9 apresenta 15 espécies com frequência escassa, nas parcelas estudadas.



Figura 4-9: Relação de 15 espécies escassas, nas parcelas do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.

#### 4.3.2 CLASSIFICAÇÃO AGLOMERATIVA DE DAJOZ NAS SUBPARCELAS

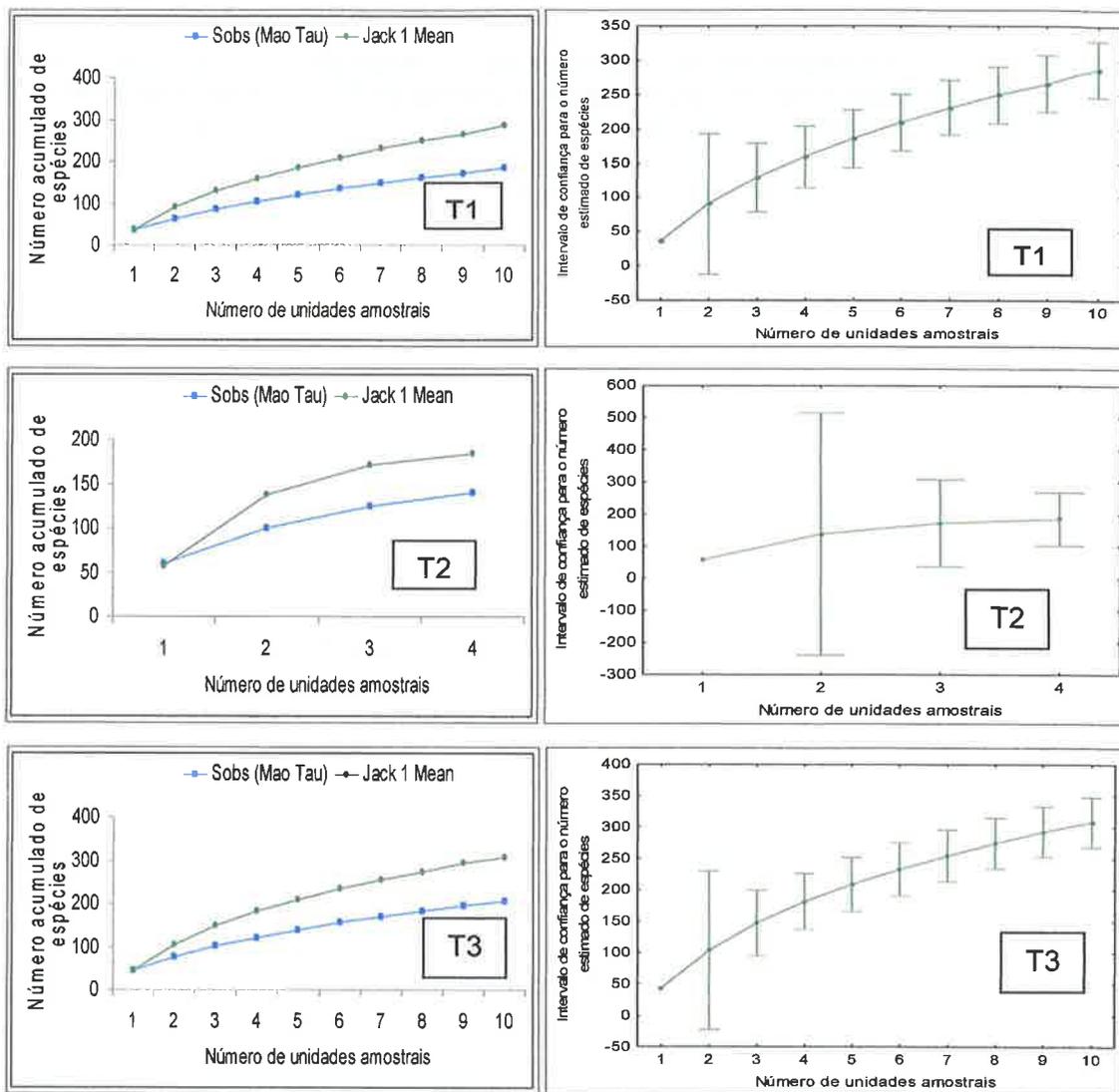
Na composição florística das subparcelas não foram registradas espécies classificadas como constantes (ocorrência em mais que 50% das parcelas amostradas), de acordo com o critério de classificação aglomerativa de Dajoz. Apenas duas espécies foram classificadas como ocasionais (ocorrência em 25 a 50% das parcelas amostradas): *Euterpe longibracteata* e *Tetragastris altíssima*. As 130 espécies restantes foram classificadas como escassas (ocorrência em menos que 25% das parcelas amostradas).

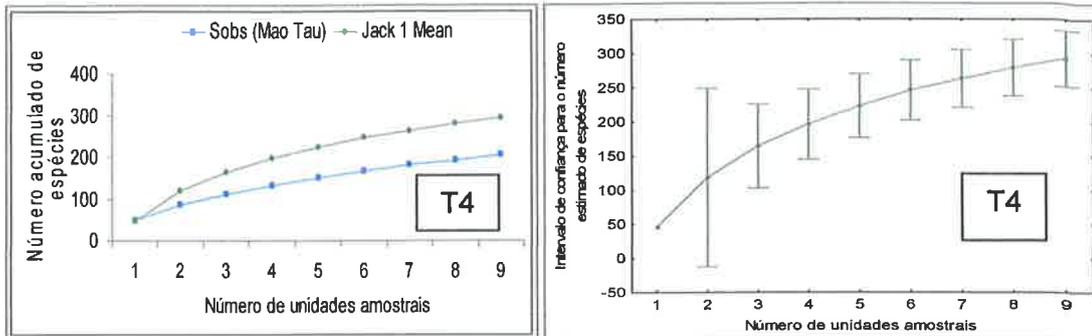
#### 4.4 ESTIMATIVAS DE RIQUEZA EM ESPÉCIES

A riqueza em espécies constitui um tema central em ecologia de comunidades, uma vez que permite avaliar comparativamente diferentes ambientes em relação às suas riquezas específicas (MAGURRAN, 2008). Também permitem a elaboração de curvas de acumulação de espécies, as quais são de grande importância no monitoramento de habitats e avaliação e predição de esforços amostrais empreendidos nas coletas de dados (HELTSHE, FORRESTER, 1989).

**4.4.1 ESTIMATIVAS DE RIQUEZA EM ESPÉCIES NAS PARCELAS**

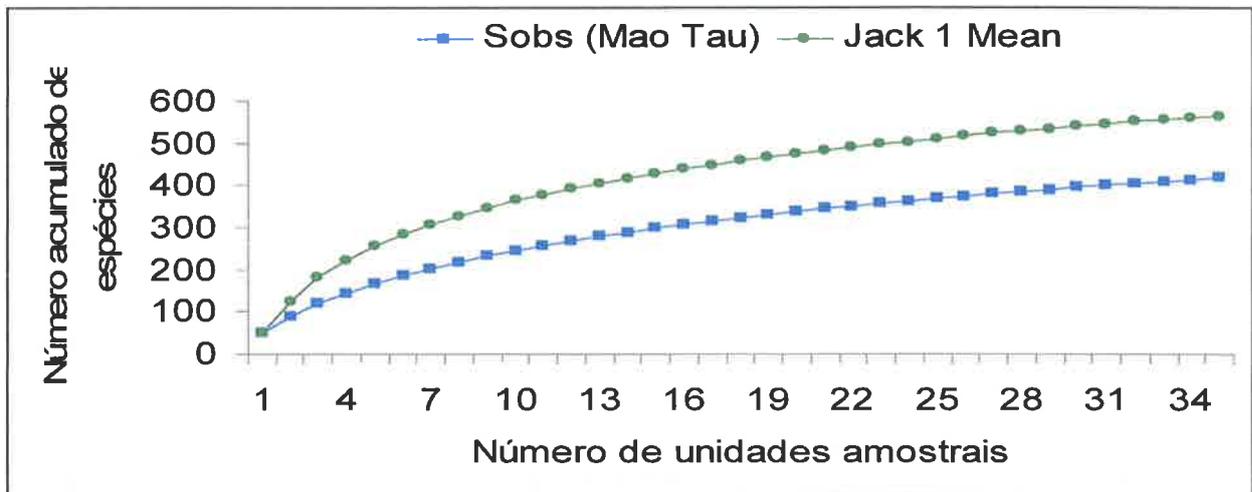
A Figura 4-10, a seguir, apresenta as curvas de acumulação de espécies (à esquerda) para as parcelas se cada transecto estudado, bem como os intervalos de confiança para a riqueza estimada através do estimador de riqueza não paramétrico, Jackknife primeira ordem (HELTSHE, FORRESTER, 1989; COLWELL, CODINGTON, 1998).



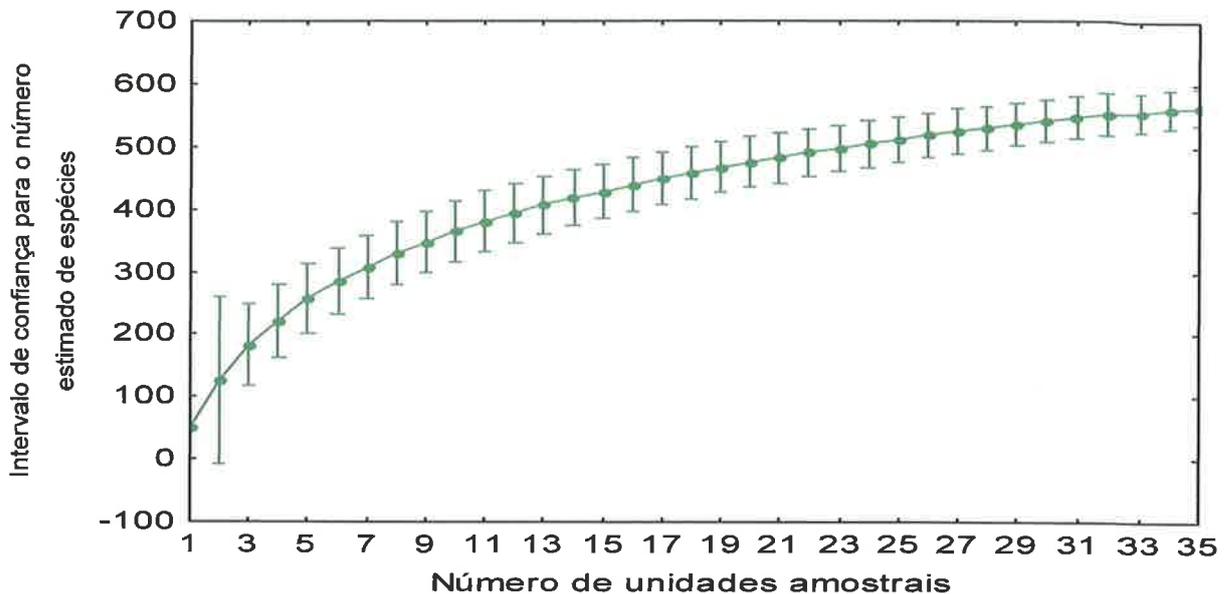


**Figura 4-10: Curvas cumulativas de espécies para a riqueza observada (Sobs Mao Tau) e estimada (Jack1 Mean) através do estimador Jackknife 1ª ordem (à esquerda) e riquezas estimadas pelo estimador Jackknife 1ª ordem, com seus respectivos intervalos de confiança (à direita), para as parcelas de quatro transectos (T1, T2, T3, T4), do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

As Figuras 4-11 e 4-12, a seguir, apresentam as curvas cumulativas de espécies para a riqueza observada e estimada para 35 parcelas estudadas, e a riqueza estimada pelo estimador Jackknife primeira ordem, com seu respectivo intervalo de confiança para 35 parcelas estudadas.

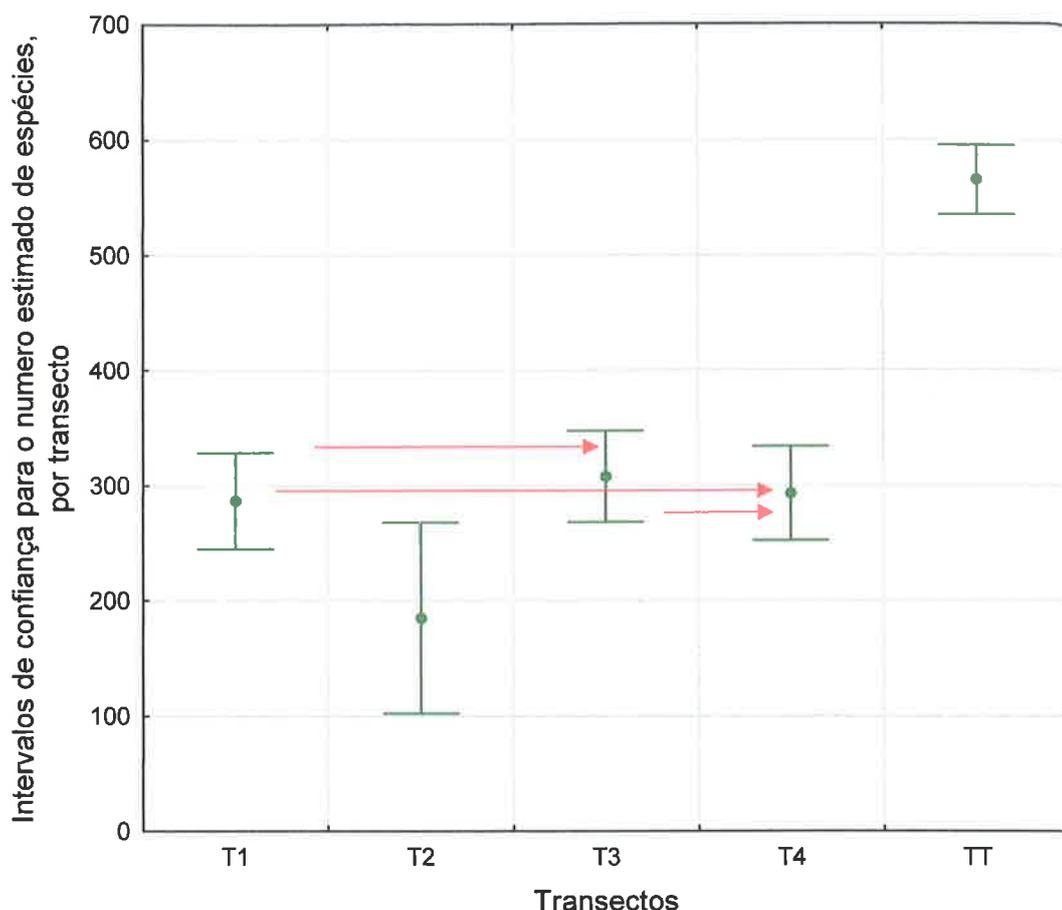


**Figura 4-11: Curva cumulativa de espécie para a riqueza observada (Sobs Mao Tau) e estimada (Jack1 Mean) através do estimador Jackknife 1ª ordem, para 35 parcelas estudadas no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**



**Figura 4-12: Riqueza estimada pelo estimador Jackknife 1a ordem, com seu respectivo intervalo de confiança, para 35 parcelas estudadas no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

A Figura 4-13, a seguir, apresenta a comparação estatística das estimativas de riqueza em espécies botânicas, para as parcelas dos transectos estudados. Um transecto será estatisticamente igual a outro em relação à riqueza estimada de espécies, se o limite inferior ou superior do intervalo de confiança de um transecto, alcançar ou superar o valor central da estimativa de riqueza em espécies de outro transecto. Na Figura 4-13 pode-se verificar que ocorrem três interações não significativas (setas vermelhas), isto é, a riqueza estimada para o Transecto1 é igual à riqueza estimada para o Transecto 3 e para o Transecto 4. Da mesma forma, a riqueza estimada para o Transecto3 é igual à riqueza estimada para o Transecto 4. A riqueza estimada do Transecto2 é estatisticamente diferente, sendo inferior aos demais transectos. A riqueza estimada do Transecto Total (TT), é estatisticamente diferente, sendo superior aos demais transectos.



**Figura 4-13: Comparação estatística da riqueza estimada para as parcelas dos transectos 1, 2, 3 e 4 (T1, T2, T3 e T4) e para a riqueza estimada para a soma de todos os transectos (TT), no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

A Tabela 4-1, a seguir, apresenta as estimativas de eficiência amostral, representadas pelo quociente entre a riqueza observada (Sobs Mao Tau) e a riqueza estimada (Jackknife primeira ordem), para os trabalhos de coleta de dados nas parcelas de quatro transectos amostrados (35 parcelas), no presente estudo.

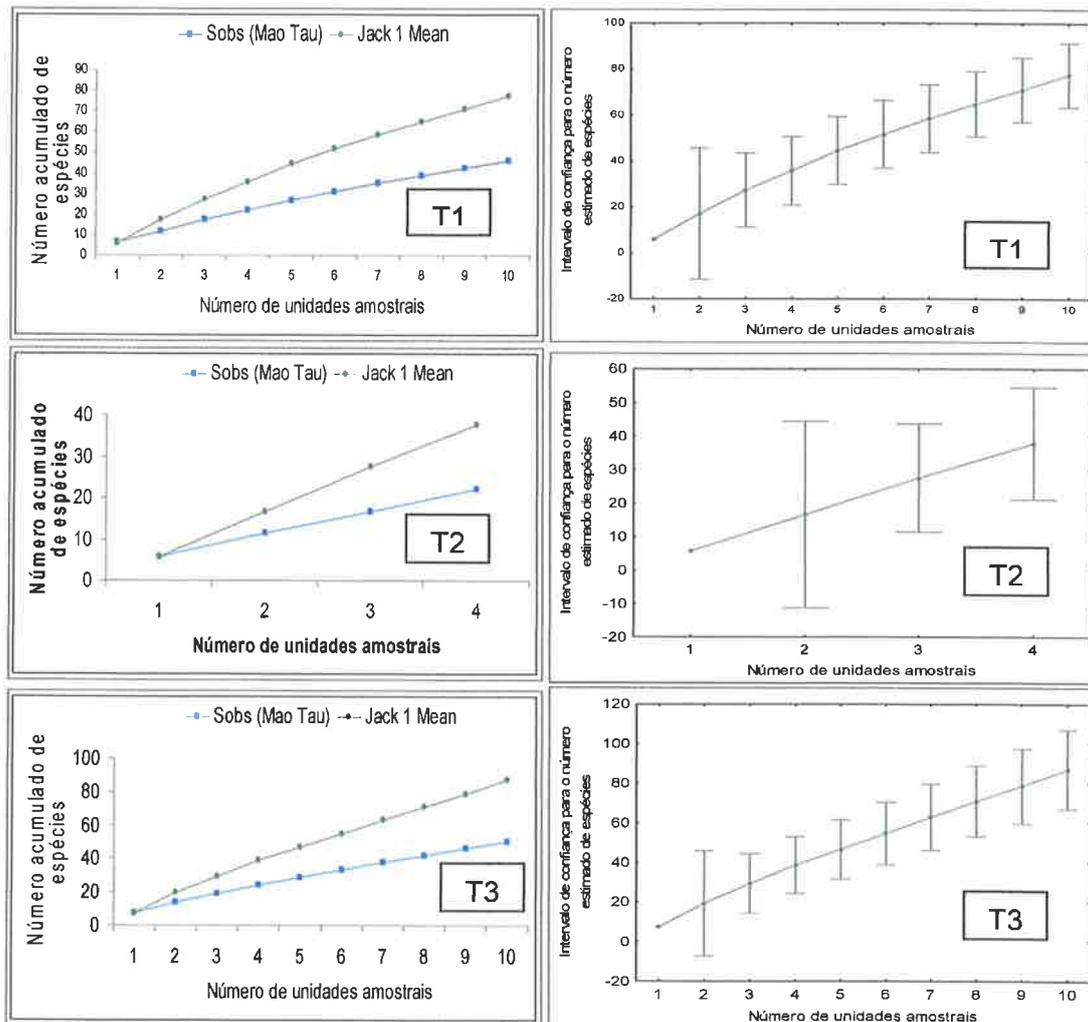
**Tabela 4-1: Riqueza observada (Sobs Mao Tau), Riqueza estimada (Jackknife 1ª ordem) e Eficiência Amostral (EA%), para quatro transectos amostrados (35 parcelas) no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

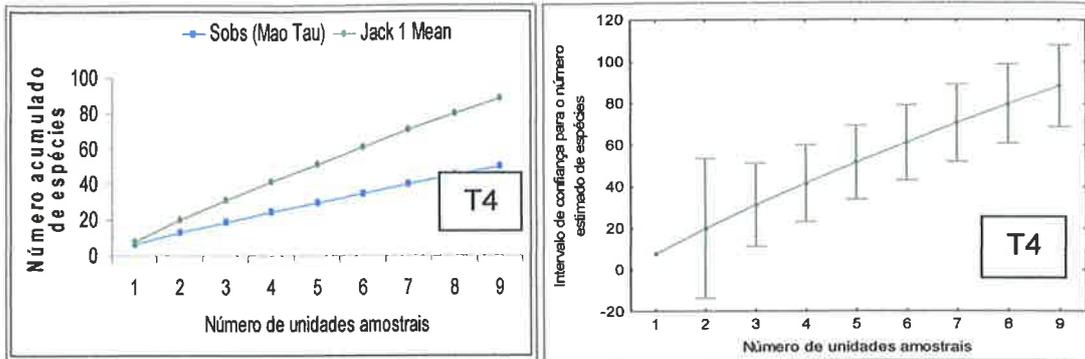
Transecto	Sobs Mao Tau	Jackknife 1ª ordem $S_{JACK1}$	Eficiência amostral (EA%)
Transecto 1	195	287	68%
Transecto 2	166	185	90%
Transecto 3	212	308	69%

Transecto	Sobs Mao Tau	Jackknife 1ª ordem $S_{JACK1}$	Eficiência amostral (EA%)
Transecto 4	219	293	75%
Média			75%

#### 4.4.2 ESTIMATIVAS DE RIQUEZA EM ESPÉCIES NAS SUBPARCELAS

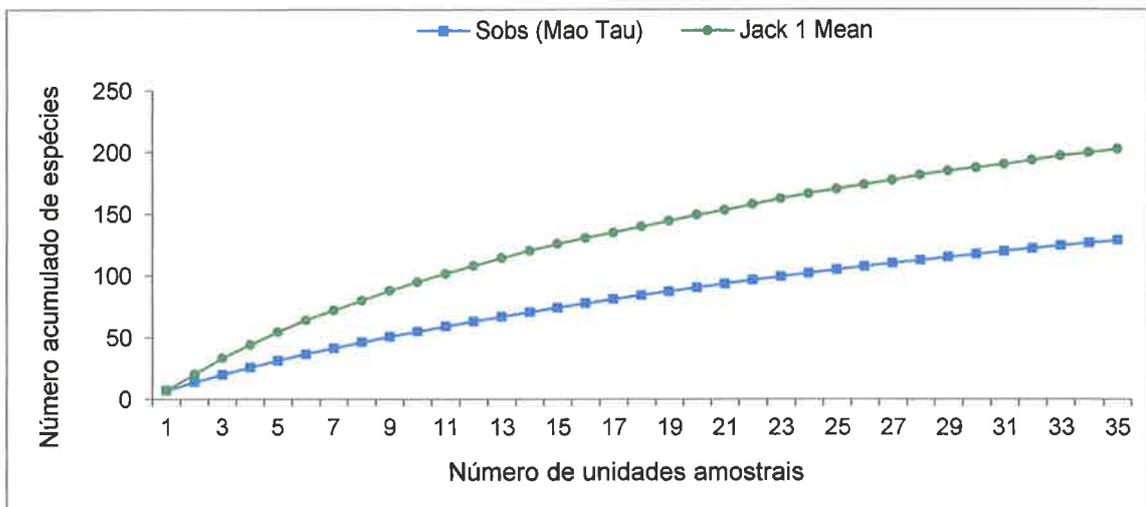
A Figura 4-14, a seguir, apresenta as curvas de acumulação de espécies (à esquerda) para as subparcelas de cada transecto estudado, bem como os intervalos de confiança para a riqueza estimada através do estimador de riqueza não paramétrico, Jackknife primeira ordem (HELTSHE, FORRESTER, 1983; COLWELL, CODINGTON, 1994).



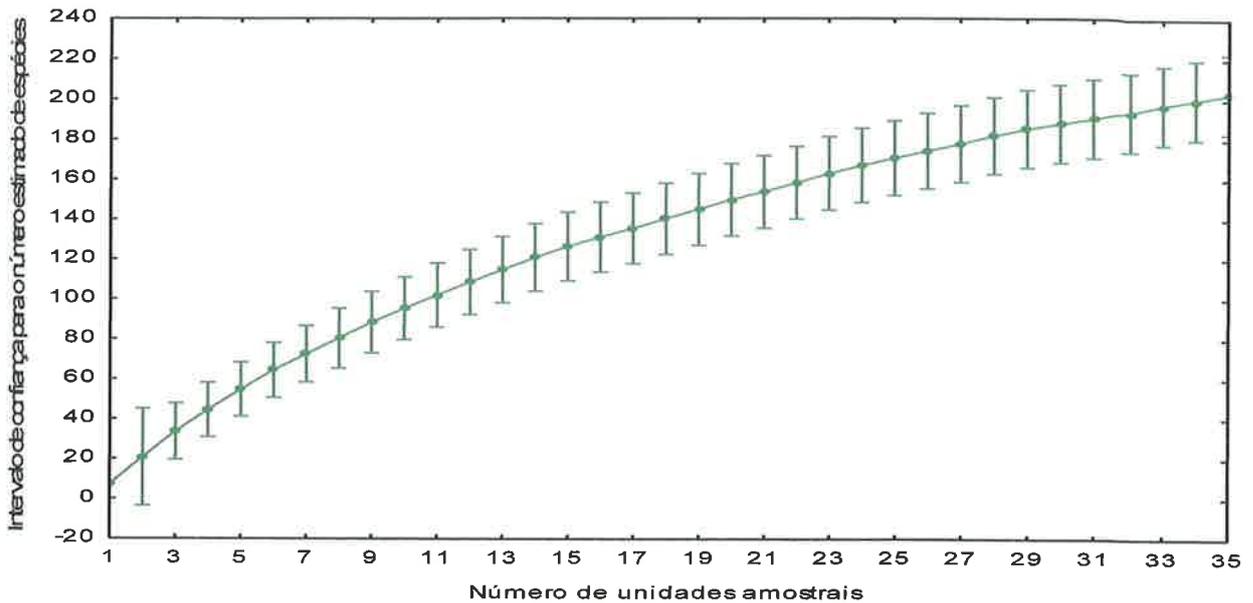


**Figura 4-14: Curvas cumulativas de espécies para a riqueza observada (Sobs Mao Tau) e estimada (Jack1 Mean) através do estimador Jackknife 1ª ordem (à esquerda) e riquezas estimadas pelo estimador Jackknife 1ª ordem, com seus respectivos intervalos de confiança (à direita), para as subparcelas de quatro transectos (T1, T2, T3, T4), do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

As Figuras 4-15 e 4-16, a seguir, apresentam as curvas cumulativas de espécies para a riqueza observada e estimada para 35 subparcelas estudadas, e a riqueza estimada pelo estimador Jackknife primeira ordem, com seu respectivo intervalo de confiança para 35 subparcelas estudadas.

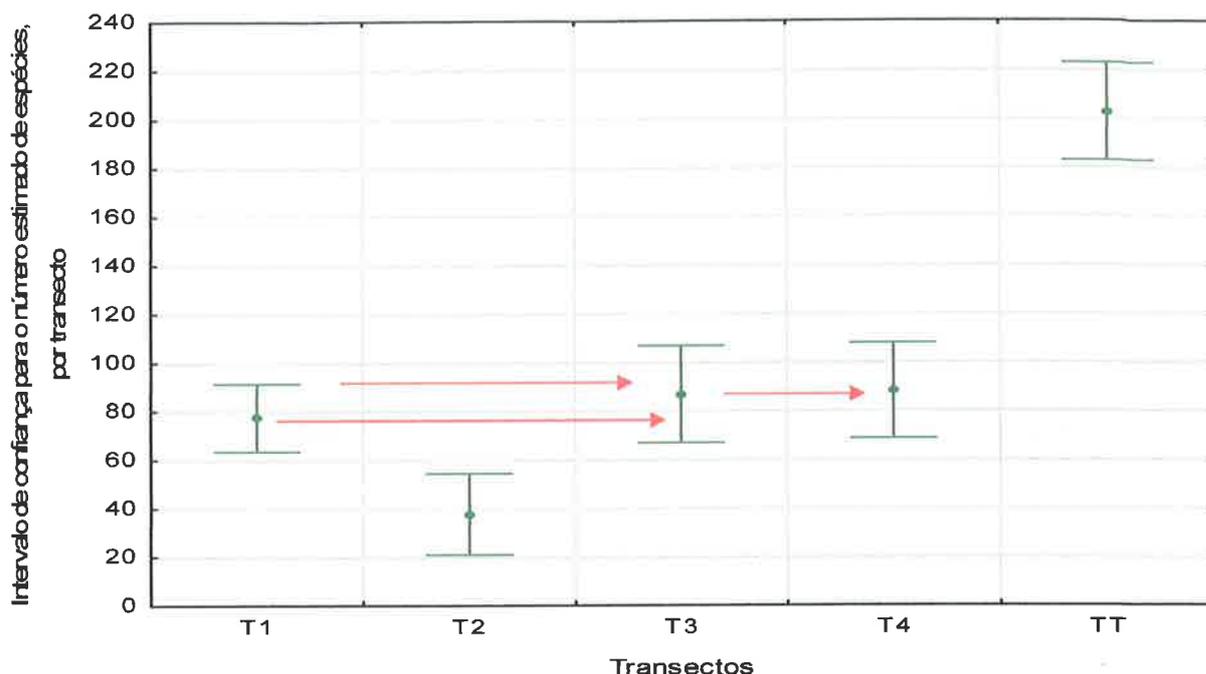


**Figura 4-15: Curva cumulativa de espécie para a riqueza observada (Sobs Mao Tau) e estimada (Jack1 Mean) através do estimador Jackknife 1ª ordem, para 35 subparcelas estudadas no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**



**Figura 4-16: Riqueza estimada pelo estimador Jackknife 1ª ordem, com seu respectivo intervalo de confiança, para 35 subparcelas estudadas no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

A Figura 4-17, a seguir, apresenta a comparação estatística das estimativas de riqueza em espécies botânicas, para as subparcelas dos transectos estudados. Um transecto será estatisticamente igual a outro em relação à riqueza estimada de espécies, se o limite inferior ou superior do intervalo de confiança de um transecto, alcançar ou superar o valor central da estimativa de riqueza em espécies de outro transecto. Na Figura 4.5.2.4 pode-se verificar que ocorrem três interações não significativas (setas vermelhas), isto é, a riqueza estimada para o Transecto 1 é igual à riqueza estimada para o Transecto 3 e para o Transecto 4. Da mesma forma, a riqueza estimada para o Transecto 3 é igual à riqueza estimada para o Transecto 4. A riqueza estimada do Transecto 2 é estatisticamente diferente, sendo inferior aos demais transectos. A riqueza estimada do Transecto Total (TT), é estatisticamente diferente, sendo superior aos demais transectos.



**Figura 4-17: Comparação estatística da riqueza estimada para as subparcelas dos transectos 1, 2, 3 e 4 (T1, T2, T3 e T4) e para a riqueza estimada para a soma de todos os transectos (TT), no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

A Tabela 4-2, a seguir, apresenta as estimativas de eficiência amostral, representadas pelo quociente entre a riqueza observada (Sobs Mao Tau) e a riqueza estimada (Jackknife primeira ordem), para os trabalhos de coleta de dados nas subparcelas de quatro transectos amostrados (35 subparcelas), no presente estudo.

**Tabela 4-2: Riqueza observada (Sobs Mao Tau), Riqueza estimada (Jackknife 1ª ordem) e Eficiência Amostral (EA%), para quatro transectos amostrados (35 subparcelas) no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

Transecto	Sobs Mao Tau	Jackknife 1ª ordem $S_{JACK1}$	Eficiência amostral (EA%)
Transecto 1	50	77	65%
Transecto 2	25	37	67%
Transecto 3	54	87	62%
Transecto 4	56	88	64%
Média			64,5%

#### 4.5 ESTIMATIVAS DE DIVERSIDADE EM ESPÉCIES

A diversidade em espécies constitui um tema central em ecologia de comunidades, uma vez que permite avaliar comparativamente diferentes ambientes em relação às suas diversidades específicas (MAGURRAN, 2011). A diversidade em espécies é constituída pela riqueza em espécies (número de espécies na amostra) e pela abundância em espécies (número de indivíduos em cada espécie). Um parâmetro associado à diversidade é a equabilidade ( $E'$ ) que representa a forma como os indivíduos se encontram distribuídos entre as diferentes espécies da amostra. A equabilidade varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais o valor da equabilidade se aproxima de 1, mais uniforme é a distribuição dos indivíduos entre as espécies da amostra.

##### 4.5.1 ESTIMATIVAS DE DIVERSIDADE EM ESPÉCIES NAS PARCELAS

Na tabela 4.3, pode-se verificar que a diversidade nas parcelas dos transectos variou entre 2,89 e 4,91 nats.ind<sup>-1</sup> e a equabilidade variou entre 0,76 e 0,92, revelando uma alta uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies amostradas. Tais resultados mostram que não ocorre dominância de espécies arbóreas nas parcelas dos transectos estudados.

**Tabela 4-3: Número de espécies (S), número de indivíduos (N), Índice de Diversidade de Shannon ( $H'$ ) e Índice de Equabilidade de Pielou ( $E'$ ), para as parcelas dos transectos do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

Número de espécies (S), número de indivíduos (N), índice de diversidade de Shannon ( $H'$ ) e índice de equabilidade de Pielou ( $E'$ )							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Total
<b>S</b>	195	166	212	219	41	64	423
<b>N</b>	654	401	974	1020	120	117	3286
<b><math>H'</math></b>	4,38	4,75	4,08	4,55	2,89	3,85	4,91
<b><math>E'</math></b>	0,83	0,92	0,76	0,84	0,78	0,92	0,81

A Tabela 4-4 apresenta os resultados de significância estatística para os valores obtidos para o índice de diversidade de Shannon. É importante ressaltar, que valores muito pequenos de  $p$  (valor  $p < 0,01$  ou  $0,05$ ), obtidos nas comparações do índice de diversidade de Shannon, constituem fortes evidências contra a hipótese nula, isto é, os valores estimados para a diversidade são diferentes estatisticamente.

Na tabela abaixo é possível verificar que em todas as 15 comparações possíveis, os valores de  $p$  mostraram-se menores que 0,01 ou 0,05, indicando que os valores do índice de Shannon diferem estatisticamente entre os transectos estudados.

**Tabela 4-4: Valores obtidos para o teste de significância estatística “t” de Student, modificado por Hutcheson (Magurran, 2011), para 15 comparações possíveis, dos valores observados para o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, para as parcelas dos transectos estudados, no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil (valor  $p < 0,01$  = elevada significância estatística; valor  $p < 0,05$  = significância estatística).**

Transectos comparados	Teste “t” Student (“t” calc.)	(“t” tab.)	Nível de significância ( $\alpha$ )	Significância estatística
T1 x T2	5,121	1,96	0,05	$p < 0,01$
T1 x T3	3,536	1,96	0,05	$p < 0,05$
T1 x T4	2,358	1,96	0,05	$p < 0,05$
T1 x T5	11,478	1,96	0,05	$p < 0,05$
T1 x T6	10,574	1,96	0,05	$p < 0,01$
T2 x T3	9,124	1,96	0,05	$p < 0,05$
T2 x T4	3,272	1,96	0,05	$p < 0,01$
T2 x T5	15,152	1,96	0,05	$p < 0,01$
T2 x T6	10,881	1,96	0,05	$p < 0,01$
T3 x T4	6,338	1,96	0,05	$p < 0,01$
T3 x T5	9,132	1,96	0,05	$p < 0,01$
T3 x T6	2,456	1,96	0,05	$p < 0,05$
T4 x T5	13,471	1,96	0,05	$p < 0,01$
T4 x T6	8,392	1,96	0,05	$p < 0,01$
T5 x T6	7,073	1,96	0,05	$p < 0,01$

#### 4.5.2 ESTIMATIVAS DE DIVERSIDADE EM ESPÉCIES NAS SUBPARCELAS

Na tabela 4-5, pode-se verificar que a diversidade nas subparcelas dos transectos variou entre 1,75 e 4,41  $\text{nats.ind}^{-1}$  e a equabilidade variou entre 0,76 e 0,92, revelando uma alta uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies amostradas. Tais resultados mostram que não ocorre dominância de espécies arbóreas nas parcelas dos transectos estudados.

**Tabela 4-5: Número de espécies (S), número de indivíduos (N), Índice de Diversidade de Shannon (H') e Índice de Equabilidade de Pielou (E'), para as subparcelas dos transectos do programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

Número de espécies (S), número de indivíduos (N), índice de diversidade de Shannon (H') e índice de equabilidade de Pielou (E')							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	Total
S	50	25	54	56	6	9	132
N	112	35	108	93	7	9	364
H'	3,42	2,91	3,54	3,83	1,75	2,20	4,41

E'	0,88	0,90	0,89	0,95	0,98	1,00	0,90
----	------	------	------	------	------	------	------

A Tabela 4-6 apresenta os resultados de significância estatística para os valores obtidos para o índice de diversidade de Shannon. É importante ressaltar, que valores muito pequenos de  $p$  (valor  $p < 0,01$  ou  $0,05$ ), obtidos nas comparações do índice de diversidade de Shannon, constituem fortes evidências contra a hipótese nula, isto é, os valores estimados para a diversidade são diferentes estatisticamente.

Na referida tabela é possível verificar que em todas as 15 comparações possíveis, os valores de  $p$  mostraram-se menores que  $0,01$  ou  $0,05$ , indicando que os valores do índice de Shannon diferem estatisticamente entre os transectos estudados.

**Tabela 4-6: Valores obtidos para o teste de significância estatística “t” de Student, modificado por Hutcheson (Magurran, 2011), para 15 comparações possíveis, dos valores observados para o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener, para as subparcelas dos transectos estudados, no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil (valor  $p < 0,01$  = elevada significância estatística; valor  $p < 0,05$  = significância estatística). (n.s = não significativo).**

Transectos comparados	Teste “t” Student (“t” calc.)	(“t” tab.)	Nível de significância ( $\alpha$ )	Significância estatística
T1 x T2	2,899	1,96	0,05	$p < 0,01$
T1 x T3	0,796	1,96	0,05	n.s
T1 x T4	3,387	1,96	0,05	$p < 0,05$
T1 x T5	15,547	1,96	0,05	$p < 0,01$
T1 x T6	13,453	1,96	0,05	$p < 0,01$
T2 x T3	3,646	1,96	0,05	$p < 0,05$
T2 x T4	5,964	1,96	0,05	$p < 0,01$
T2 x T5	12,415	1,96	0,05	$p < 0,01$
T2 x T6	3,235	1,96	0,05	$p < 0,05$
T3 x T4	2,623	1,96	0,05	$p < 0,01$
T3 x T5	9,132	1,96	0,05	$p < 0,01$
T3 x T6	2,456	1,96	0,05	$p < 0,05$
T4 x T5	13,471	1,96	0,05	$p < 0,01$
T4 x T6	8,392	1,96	0,05	$p < 0,01$
T5 x T6	1,073	1,96	0,05	n.s

#### 4.6 ESTIMATIVAS DE SIMILARIDADE EM ESPÉCIES

As estimativas de similaridade em espécies são utilizadas em ecologia de comunidades, para estimar a semelhança que existe em relação à composição de espécies, entre diferentes locais estudados. Para estimar a similaridade neste estudo, foi utilizado o índice de similaridade de Jaccard, o qual varia entre 0, mostrando que não existe qualquer semelhança em relação às espécies de dois ambientes comparados, e 1, mostrando que existe uma semelhança completa em relação as espécies que ocorrem em dois ambientes comparados.

#### 4.6.1 ESTIMATIVAS DE SIMILARIDADE EM ESPÉCIES NAS PARCELAS

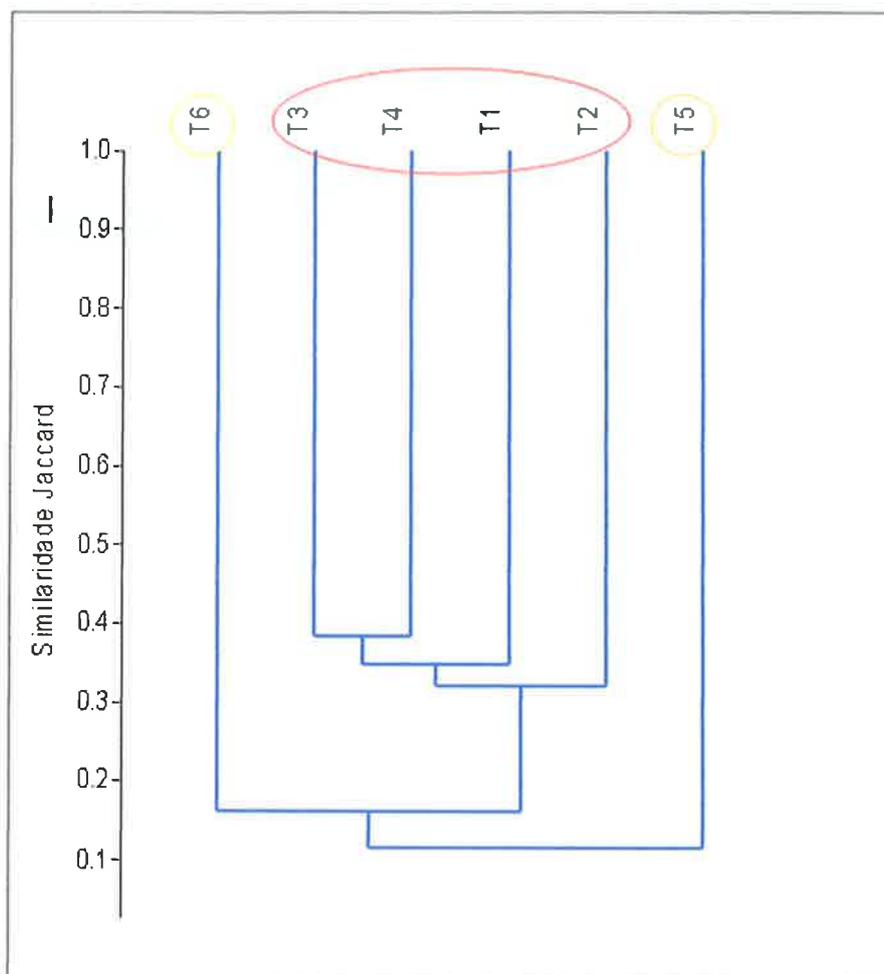
A Figura 4-18 apresenta os resultados obtidos para a estimativa da similaridade em espécies arbóreas nas parcelas dos transectos estudados. Na referida figura é possível observar que o índice de similaridade de Jaccard variou entre 8,2 e 35,0% (média = 21,7% e desvio padrão = 10,8%) de similaridade, mostrando que a semelhança entre espécies arbóreas nas parcelas dos transectos amostrados, é considerada muito baixa, isto é, as espécies arbóreas variam muito entre os transectos estudados, revelando uma elevada heterogeneidade de espécies na área estudada.

T1						
T2	34,1					
T3	35,0	32,5				
T4	34,7	29,6	38,5			
T5	12,9	10,7	11,4	14,0		
T6	16,6	15,0	14,5	18,4	8,2	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6

**Figura 4-18: Matriz de similaridade de Jaccard (em %) para 15 comparações possíveis da composição de espécies, das parcelas dos transectos estudados, no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

A Figura 4-19 apresenta a análise de agrupamento (análise de *cluster*) para o conjunto dos seis transectos estudados. Na referida figura é possível observar a formação de um agrupamento (T1, T2, T3 e T4), caracterizado por valores de similaridade entre si, situados em torno de 0,3 (30%). Também é possível distinguir dois eixos isolados (T5 e T6), caracterizados por valores de similaridade em torno de 0,08 (8%) e 0,15 (15%), respectivamente. Esse resultado mostra que a área estudada, como um todo, apresenta baixa semelhança na composição de espécies

arbóreas, sendo que os transectos T1, T2, T3 e T4 são semelhantes entre si, enquanto os transectos T5 e T6 diferem entre si e dos demais transectos, em relação à composição de espécies.



**Figura 4-19: Análise de agrupamento (cluster) para as parcelas de seis transectos estudados no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

#### **4.6.2 ESTIMATIVAS DE SIMILARIDADE EM ESPÉCIES NAS SUBPARCELAS**

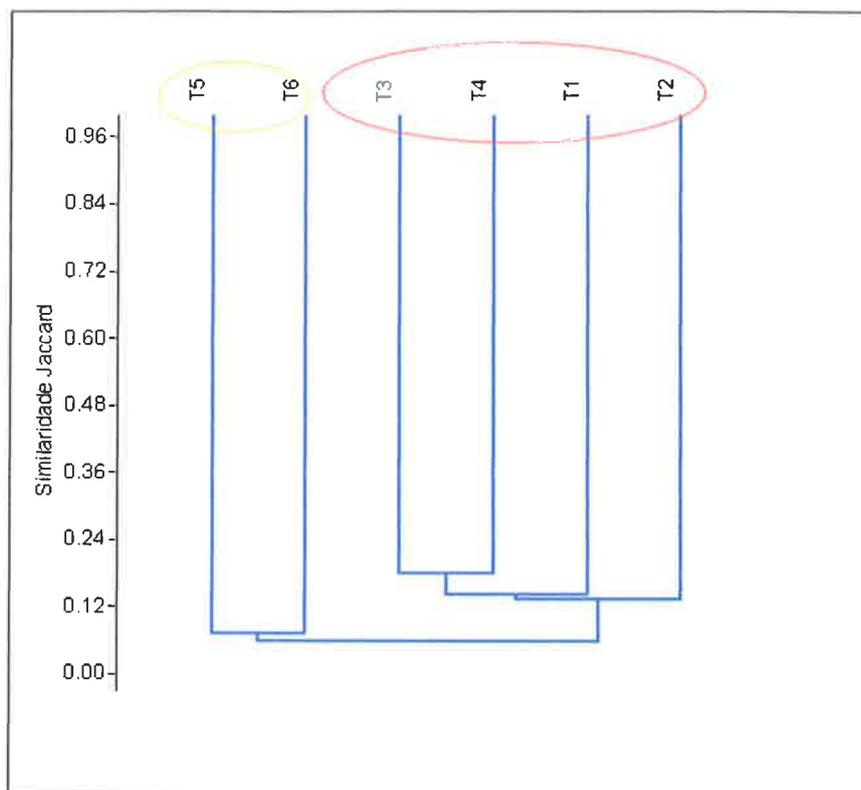
A Figura 4-20 apresenta os resultados obtidos para a estimativa da similaridade em espécies arbóreas nas subparcelas dos transectos estudados. Na referida figura é possível observar que o índice de similaridade de Jaccard variou entre 3,0 e 18,3 % (média = 9,5% e desvio padrão = 4,7%) de similaridade, mostrando que a semelhança entre espécies arbóreas nas subparcelas dos transectos amostrados, é considerada extremamente baixa, isto é, as espécies arbóreas

variam muito entre os transectos estudados, revelando uma elevada heterogeneidade de espécies na área estudada.

T1						
T2	13,6					
T3	15,6	12,9				
T4	12,8	14,1	18,3			
T5	5,7	3,3	5,3	8,8		
T6	5,4	3,0	8,6	8,3	7,1	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6

**Figura 4-20: Matriz de similaridade de Jaccard (em %) para 15 comparações possíveis da composição de espécies, das subparcelas dos transectos estudados, no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

A Figura 4-21 apresenta a análise de agrupamento (análise de *cluster*) para o conjunto dos seis transectos estudados. Na referida figura é possível observar a formação de um agrupamento (T1, T2, T3 e T4), caracterizado por valores de similaridade entre si, situados em torno de 0,2 (20%) e de outro agrupamento (T5 e T6), caracterizado por valores de similaridade entre si, situados em torno de 0,1 (10%).



**Figura 4-21: Análise de agrupamento (cluster) para as subparcelas de seis transectos estudados no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

#### **4.7 RESULTADOS COMPLEMENTARES**

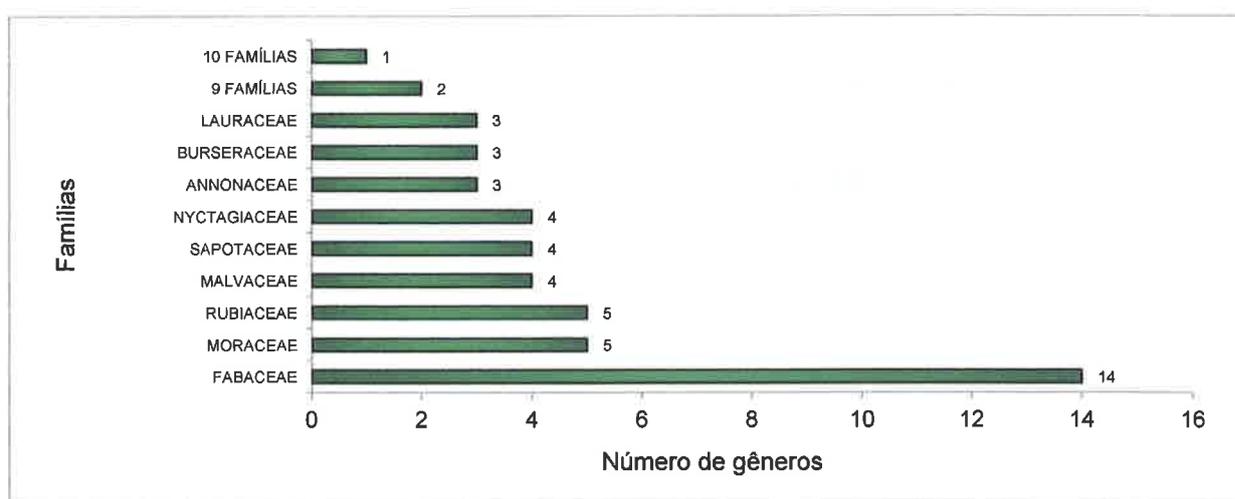
Os resultados complementares apresentados anteriormente, foram desenvolvidos pela empresa de consultoria Biolex Ambiental. É importante ressaltar que a equipe do programa de monitoramento da flora da Biolex Ambiental, chegou ao local de desenvolvimento dos estudos sobre a flora no dia 27/11/2015 para reconhecimento da área a ser estudada. Durante o período de reconhecimento, o qual teve a duração de oito dias, a equipe mapeou e vistoriou os seis transectos estabelecidos pela empresa anterior, a Doc Ambiental. Nessa fase de trabalho, foi possível verificar que haviam 35 parcelas demarcadas e medidas nos transectos. No transecto 1, foram lançadas e mensuradas 10 parcelas e subparcelas; no transecto 2, foram lançadas e mensuradas 4 parcelas e subparcelas; no transecto 3, foram lançadas e mensuradas 10 parcelas e subparcelas; no transecto 4, foram lançadas e mensuradas 9 parcelas e subparcelas; no transecto 5, foi lançada e mensurada 1 parcela e subparcela e no transecto 6 foi lançada e mensurada 1 parcela e subparcela.

A partir do reconhecimento da área e da compreensão do estado da arte dos trabalhos de monitoramento da flora até então desenvolvidos pela empresa anterior, a equipe da Biolex

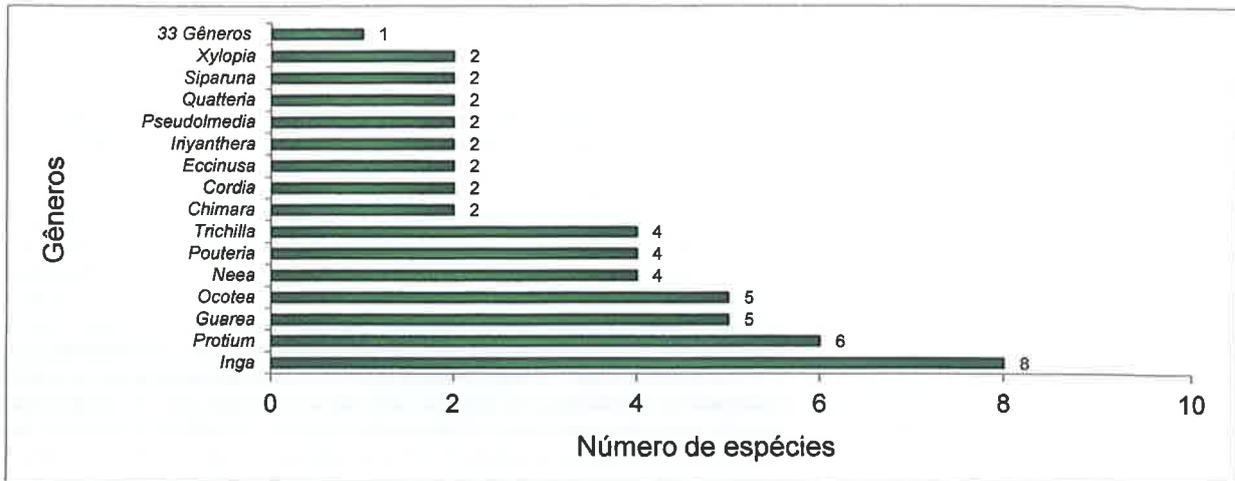
Ambiental estabeleceu estratégias de ação coordenada e logística, para a continuidade dos trabalhos de monitoramento da flora. Os resultados preliminares desses trabalhos encontram-se descritos, a seguir.

#### 4.7.1 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA

Até a presente etapa de estudo, devido às dificuldades de reconhecimento da área e verificação e interpretação dos resultados obtidos pela empresa anterior, foram mensuradas somente quatro parcelas pela equipe da Biolex Ambiental. Foram identificados e mensurados 663 indivíduos arbóreos com DAP > 10 cm (CAP > 31,4 cm), pertencentes a 28 famílias botânicas, 48 gêneros e 158 espécies. Esses resultados correspondem, respectivamente, a 20% dos indivíduos e 37% das espécies registradas nos trabalhos da empresa Doc Ambiental. As Figuras 4-22 e 4-23 apresentam, respectivamente, a distribuição dos gêneros entre as famílias botânicas e a distribuição das espécies entre os gêneros botânicos, registradas na composição florística das quatro parcelas amostradas neste estudo.

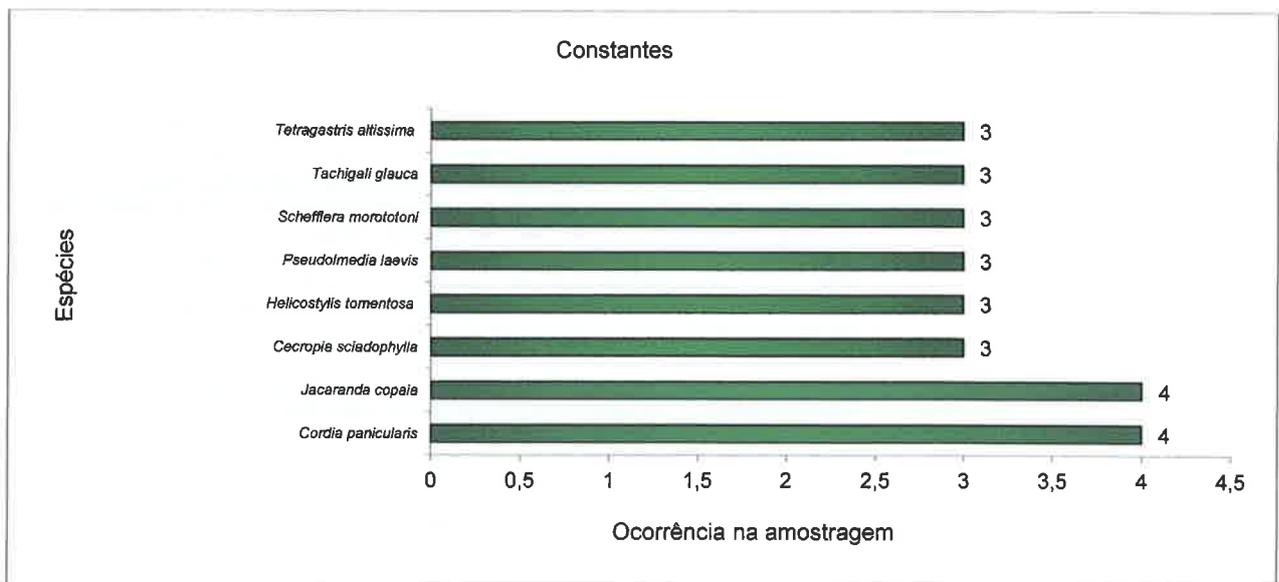


**Figura 4-22: Distribuição dos gêneros entre as famílias botânicas, na composição florística das quatro parcelas amostradas no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

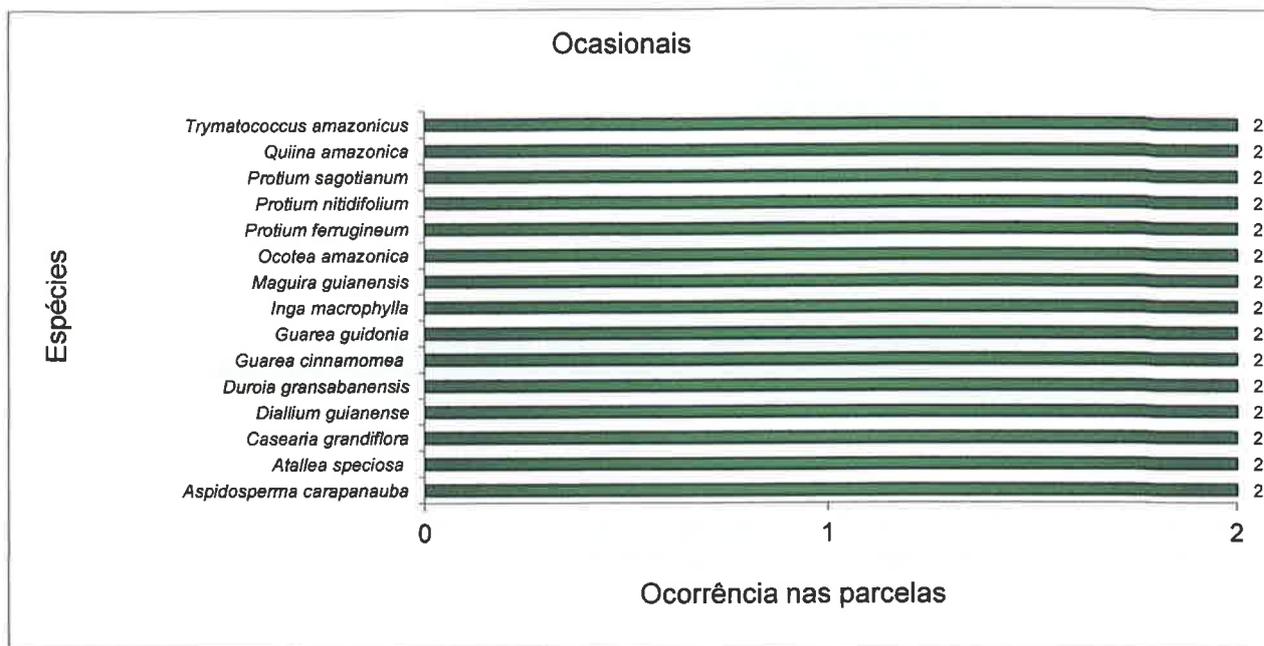


**Figura 4-23: Distribuição das espécies entre os gêneros botânicos, na composição florística das quatro parcelas amostradas no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

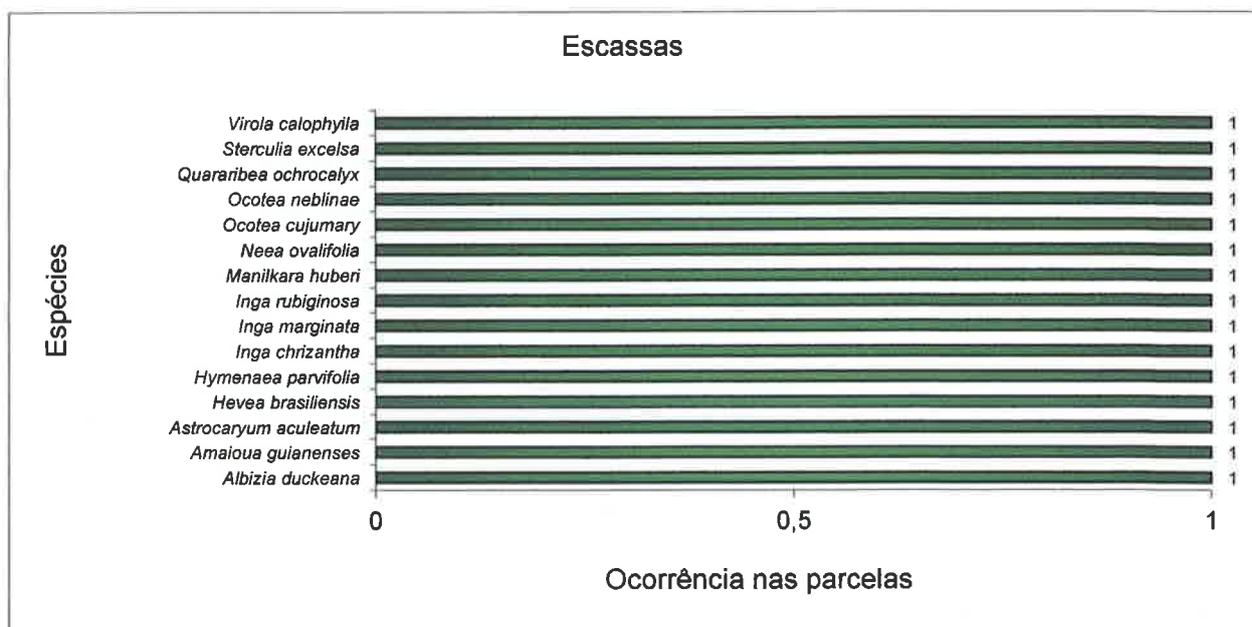
As Figuras 4-24, 4-25 e 4-26 apresentam as espécies constantes (com ocorrência em mais que 50% das parcelas estudadas), ocasionais (com ocorrência em 25 a 50% das parcelas estudadas) e escassas (com ocorrência em menos que 25% das parcelas estudadas).



**Figura 4-24: Relação das espécies constantes na composição florística das parcelas estudadas no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**



**Figura 4-25: Relação das espécies ocasionais na composição florística das parcelas estudadas, no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

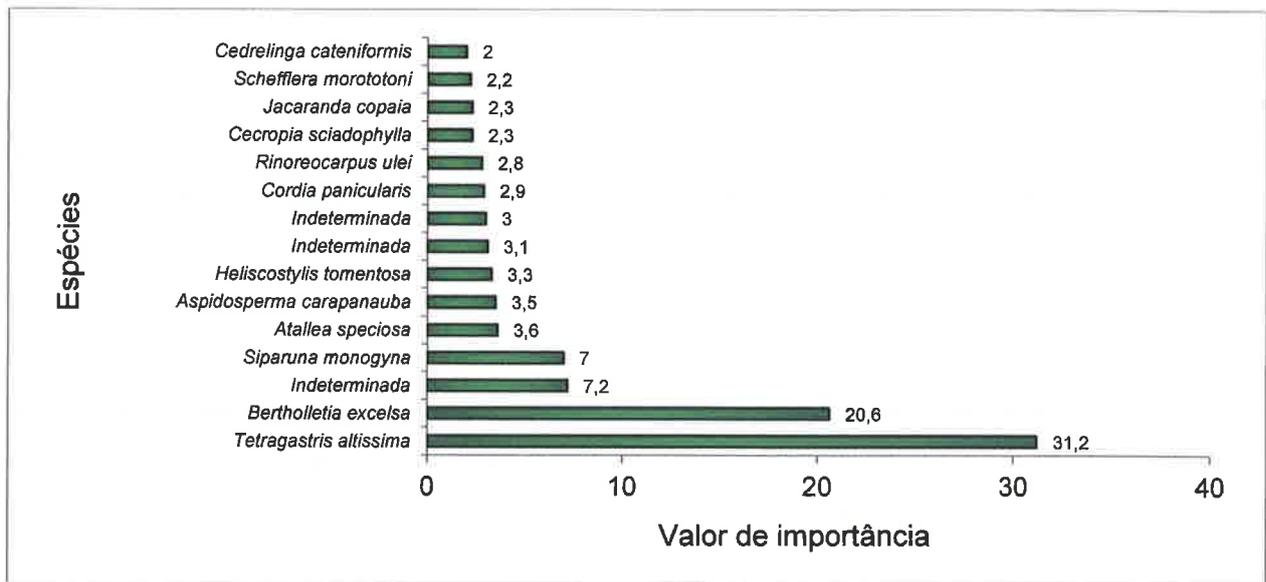


**Figura 4-26: Relação das espécies escassas na composição florística das parcelas estudadas, no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

#### 4.7.2 PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS

A Figura 4-27 relaciona as 15 espécies com os maiores valores para o Índice de Valor de Importância (IVI) observados neste estudo. Os resultados obtidos para a soma dos IVI's das espécies relacionadas na figura, correspondeu a 32% do valor total possível para a soma dos IVI's de todas as espécies registradas nesta etapa do estudo.

As espécies mais representativas da estrutura horizontal das parcelas estudadas foram *Tetragastris altíssima* (breu-manga, amescla), *Bertholletia excelsa* (castanha-do-brasil), *Siparuna monogyna* (sem nome popular), *Attalea speciosa* (babaçu), *Aspidosperma carapanauba* (caranapaúba), *Helycostylis tomentosa* (muiratinga-folha-peluda), *Cordia panicularis* (freijó), *Rinoreaocarpus ulei* (sem nome popular), *Cecropiasciadophylla* (embaúba-torem), *Jacaranda copaia* (jacarandá-pará-pará), *Schefflera morototoni* (morototó) e *Cedrelinga cateniformis* (sem nome popular).



**Figura 4-27: Relação de quinze espécies arbóreas mais representativas (maiores IVI's), nas parcelas complementares estudadas no programa de monitoramento da flora da UHE São Manoel, rio Teles Pires, estados do Mato Grosso e Pará, Brasil.**

#### 4.7.3 RIQUEZA EM ESPÉCIES E EFICIÊNCIA AMOSTRAL

A riqueza observada (Sobs Mao Tau) nesta etapa do estudo, foi igual a 158 espécies e a riqueza estimada, pelo estimador de riqueza Jackknife primeira ordem ( $Jack_{1\text{ordem}}$ ) foi de 269 espécies. A eficiência amostral, representada pelo quociente entre a riqueza observada e a riqueza estimada, foi de 59%, considerada baixa.

#### 4.7.4 DIVERSIDADE EM ESPÉCIES

- A diversidade em espécies foi igual a 3,13 nats.ind<sup>-1</sup>.
- A similaridade em espécies foi igual a 19%.

É importante ressaltar, neste documento, que os trabalhos de Monitoramento da Flora na área de influência do empreendimento, foram iniciados no primeiro semestre do ano de 2015 pela empresa DOC AMBIENTAL CONSULTORIA, a qual realizou sua primeira campanha de campo, com duração de 20 dias consecutivos, entre 03 e 22 de julho de 2015. Nesse período, foram amostradas 35 parcelas permanentes, correspondendo a 58,3% das 60 parcelas permanentes estipuladas pelo PROJETO BÁSICO AMBIENTAL – UHE SÃO MANOEL – PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA FLORA (EESM, 2014; LEME, 2014). Nessa primeira campanha, a referida empresa de consultoria identificou e mensurou 3.286 indivíduos pertencentes a 423 espécies botânicas nas 35 parcelas de estudos fitossociológicos e 353 indivíduos pertencentes a 132 espécies nas 35 subparcelas de estudos de regeneração (DOC AMBIENTAL, 2015). Posteriormente, a empresa DOC CONSULTORIA AMBIENTAL foi substituída, a critério da UHE São Manoel, pela empresa BIOLEX CONSULTORIA AMBIENTAL, a qual retomou os estudos no final de novembro de 2015, realizando uma campanha de campo, entre 24/11 a 17/12 de 2015, com os objetivos de reconhecimento da área de estudo, localização dos transectos e parcelas estabelecidos pela empresa DOC AMBIENTAL, estabelecimento de estratégias e logística de trabalhos de campo e, finalmente, continuidade das atividades de monitoramento da flora, na área de influência do empreendimento em questão.

Para o perfeito entendimento do estágio atual do Programa de Monitoramento da Flora torna-se necessário ressaltar que durante o período de transição entre uma empresa e outra, a Biolex Consultoria Ambiental verificou em campo que faltavam 25 parcelas a serem lançadas, do total de 60 parcelas definidas no PBA. Assim, para complementar os estudos, ficou estabelecido que a equipe da flora seria mobilizada para a localização e lançamento dessas 25 parcelas restantes. No presente momento, todas as parcelas do total de 60, já estão lançadas e devidamente mapeadas. A partir daí, os trabalhos de mensuração florestal encontram-se em continuidade, devendo as 60 parcelas e subparcelas do PBA, estarem todas mensuradas até o dia 15 de março. Ressalta-se que o trabalho de medição das 4 parcelas realizados pela Biolex Ambiental, foi realizado com o objetivo de aferir a metodologia de coleta de dados da mensuração florestal, como o CAP, Altura. Qualidade do Fuste, Diâmetro da copa,

etc. Portanto, até o presente momento, não cabem análises comparativas mais aprofundadas como requer o PBA.

Como pode ser verificado no presente relatório enviado pela Biolex Ambiental todas as análises estatísticas pertinentes, foram realizadas sobre os dados brutos da DOC (o relatório da DOC foi feito pela Biolex Ambiental), objetivando exatamente essas futuras comparações entre parcelas, transectos e campanhas de campo, conforme as exigências do PBA.

Assim, este documento apresenta resultados parciais das pesquisas de campo realizadas pelas duas empresas de consultoria, conforme orientações definidas pelo Programa de Monitoramento da Flora, do Projeto Básico Ambiental da UHE São Manoel.

## **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP . (2010). **An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants.:** APG. Botanical Journal of the Linnaean Society. v. 141, n. 4, p. 399-436

CHAVES, A. C. G.; SANTOS, R. M. S.; SANTOS, J. O.; FERNANDES, A. A.; MARACAJ´, P. B. (2013). **A importância dos levantamentos florísticos e fitossociológicos para a conservação e preservação das florestas.** Agropecuária Científica no Semiárido. V9(2). P. 43-48.

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. (1994). **Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation.** Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B), v.345, p.101-118.

DOC AMBIENTAL (2015). **Programa de Monitoramento da Flora – UHE São Manoel.** Relatório Parcial, Primeira Campanha. 48p.

EESM; LEME (2014). **Projeto Básico Ambiental – UHE São Manoel.** Program de monitoramento da flora. 17p.

EPE (2011). **Relatório de Impacto Ambiental.** Usina Hidrelétrica São Manoel. 2011.35p.

HELTSHE, J. F.; FORRESTER, N. E. (1983). Estimating species richness using the jackknife procedure. Biometrics, v. 39, p. 1-11.

IBGE (2012). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro. 165p.

LEME. (2014). **Projeto Básico Ambiental – UHE São Manoel.** Programa de Monitoramento da Flora.

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. (1988). **Statistical ecology: a primer on methods and computing.**New York, John Wiley & Sons. 337 p

MAGURRAN, A. E. (2011). **Medindo a diversidadebiológica.**Curitiba, Editora da UFPR, 261

p.

OLIVEIRA, A. N.; AMARAL, I. L. (2004). **Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil.** Acta Amazônica. V34(1), p.21-34.

PETRY, B. (2000). **Impactos ambientais de obras hidráulicas: experiências na avaliação e mitigação de impactos.** Belo Horizonte, UFMG. 209p. (Apostila).

VANDERMEER, J. (1981). **Elementary mathematical ecology.**New York, John Wiley & Sons.265 p.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. (1991). **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** Brasília: IBGE, 123p.

WOLDA, H. (1981). **Similarity indices, sample size and diversity.**Oecologia, v.50, p. 296-302.

ZANZINI, A. C. S. (2001). **Avaliação comparativa da abordagem do meio biótico em estudos de impacto ambiental no estado de Minas Gerais.** São Carlos. 225 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.