

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI / PROJETO BELO MONTE  
RELATÓRIO FINAL

TRÊS EXPEDIÇÕES: (1) NOVEMBRO DE 2007, (2) JANEIRO-FEVEREIRO DE  
2008 E (3) AGOSTO DE 2008

GRUPO TEMÁTICO: INVERTEBRADOS TERRESTRES [ **HYMENOPTERA**

Vespas sociais (parte I)

Abelhas de orquídeas (parte II)]

**RESPONSÁVEL: Orlando Tobias Silveira (CZO/MPEG)**

O INVENTÁRIO DE INVERTEBRADOS TERRESTRES

O inventário de ecossistemas e recursos naturais constitui fonte imprescindível de informação para ações de manejo e conservação no contexto de projetos como o da UHE Belo Monte, onde grandes alterações ambientais são previstas numa região detentora de alta biodiversidade. O quadro das espécies de plantas e animais presentes num dado momento representa a linha de base para estudos de diagnóstico e monitoramento que visem a detecção antecipada de alterações provocadas por agentes naturais ou antrópicos, bem como a adoção das correspondentes medidas corretivas ou mitigadoras (Colwell e Coddington, 1994; Gauld, 1997; Sutherland, 2000). Entretanto, estudos de monitoramento e conservação têm sido freqüentemente dirigidos a um número relativamente pequeno de grupos de vertebrados, como aves e mamíferos. Vários autores têm chamado a atenção para os riscos desse tipo de enfoque, uma vez que os padrões de diversidade para vertebrados podem não ser concordantes com os padrões de táxons “megadiversos”, como insetos, aracnídeos, nematóides e outros. Gauld (1997) chama atenção a que, embora tais estudos sejam freqüentemente voltados a espécies cujo tempo de geração é mais longo, precisamente aqueles organismos com gerações mais curtas (como algas, fungos, insetos) responderiam mais prontamente às alterações ambientais. Por outro lado, grupos de organismos pequenos e megadiversos são também aqueles nos quais o conhecimento taxonômico é menos desenvolvido e a identificação de espécies mais problemática. Por esse motivo, certamente, é que inventários biológicos intensivos e completos (“All Taxa Biological Inventory”; ver Miller, 1993), em regiões de alta diversidade,

apenas recentemente foram propostos pela comunidade científica e o seu custo previsto em recursos humanos e financeiros torna-os ainda de difícil realização.

O problema taxonômico mencionado acima tem gerado impasses ou confusões sobre a possibilidade e o valor da inclusão de táxons de invertebrados em estudos dos impactos ambientais causados por grandes projetos econômicos e de infraestrutura. A incompreensão sobre o fato de que “invertebrados” não é um táxon natural (ver Ruppert et al, 2005) comparável de modo simétrico aos “vertebrados” (este, sim, um grupo biológico monofilético, com número muito menor de linhagens), aliada ao problema dos baixos recursos orçamentários, tem conduzido à adoção de duas estratégias opostas na maneira de lidar com a impossibilidade prática de inventariar “toda a fauna”. Embora normalmente empregadas de forma complementar, ambas resultam insuficientes do ponto de vista do conhecimento da biodiversidade. Na primeira delas, contorna-se o problema taxonômico através da realização de levantamentos gerais de invertebrados, em que os exemplares coletados são em grande parte identificados em níveis taxonômicos superiores (família ou ordem) e, sobre esse tipo de dado, análises funcionais ou estruturais são realizadas. Sobre esse tipo de estudo recaem limitações relacionadas a questões de suficiência taxonômica, i.e. que a escala taxonômica de um conjunto de dados influencia fortemente a nossa capacidade de reconhecer padrões ecológicos (Jones, 2008). A segunda estratégia usada em estudos de impacto ambiental virtualmente ignora o problema da biodiversidade, concentrando-se no estudo detalhado de apenas um ou alguns poucos grupos de importância médica, normalmente dípteros vetores de doenças endêmicas como malária e leishmaniose.

Recentemente, o problema da dificuldade de inventariamento de invertebrados tem sido enfrentado num contexto de procura por indicadores (*surrogates*) da biodiversidade. Esta estratégia consiste na tomada para estudo de um ou poucos dentre alguns táxons preferenciais “bioindicadores” (ver por exemplo Brown, 1997), cuja escolha é baseada em especial capacidade para indicar condições ambientais distintas (indicadores ecológicos; Andersen, 1999; Niemi & McDonald, 2004), ou diferentes níveis de riqueza biológica generalizada (indicadores de biodiversidade) entre áreas, tipos de vegetação, ou períodos cronológicos. Entretanto, há ainda considerável controvérsia sobre a efetividade, alcance e consistência da capacidade bioindicadora de táxons propostos como tais (Barlow et al, 2007; Lawton et al, 1998; Vanclay, 2004). Uma forma menos estrita de uso do conceito de bioindicador consiste no uso de alguns ou vários táxons que, idealmente, podem representar

diferentes grupos funcionais ou papéis ecológicos. Neste caso, entretanto, a quantidade de táxons inventariados ainda depende dos recursos materiais e humanos disponíveis.

## TÁXONS DE INVERTEBRADOS INVENTARIADOS EM BELO MONTE

Seis táxons de insetos foram estudados, ao nível de espécie, para complementação da matriz de caracterização da biodiversidade local em Belo Monte: **Vespas** sociais (Hymenoptera, Vespidae), **Abelhas** de orquídeas (Hymenoptera, Apidae, Euglossina), **Besouros** de palmeiras (Coleoptera, Curculionidae), **Mosquitos** (Diptera, Culicidae) e **Piuns** ou Borrachudos (Diptera, Simuliidae) e **Gafanhotos** terrestres e semi-aquáticos (Orthoptera, Acridoidea).

Estes grupos de insetos foram levantados em associação com os respectivos dados ambientais e de hospedeiros para caracterização da diversidade de habitats nas áreas focais e de entorno do empreendimento da Usina de Belo Monte. Os dados básicos foram usados para construir um retrato aproximado dos padrões de variação da biodiversidade na região. A partir desse quadro, e com apoio de informações secundárias de coleções e da literatura, foram feitos estudos sobre o valor comparativo da diversidade local, em termos de riqueza e raridade (espécies endêmicas ou restritas), bem como de sua vulnerabilidade, tanto em perspectiva geral como de modo específico, sob os impactos previstos do empreendimento. Os táxons escolhidos representam uma gama razoavelmente ampla de papéis ecológicos, compreendendo espécies fitófagas, polinizadoras e predadoras, que utilizam tanto habitats terrestres como semi-aquáticos e aquáticos. São portanto potencialmente indicadores de alterações em comunidades aquáticas e terrestres. Na Amazônia, por exemplo, vespas e abelhas têm sido usadas na avaliação de efeitos de fragmentação da floresta (Morato & Campos, 2000).

Estudos especiais foram realizados para avaliação dos riscos de transmissão de malária na área de influência do empreendimento de Belo Monte. Além deste trabalho específico voltado para os anofelíneos, mosquitos de outros táxons de interesse médico também foram coletados, das famílias Culicidae (vetores de arboviroses) e Psychodidae (vetores de leishmaniose).

Além das coletas dos seis grupos focais de insetos, métodos de alcance geral foram usados para formação de coleções mais amplamente representativas da fauna de invertebrados, contemplando outros táxons de insetos e outros invertebrados. Todo o material coletado em Belo Monte está depositado na Coleção de Invertebrados do

Museu Paraense Emílio Goeldi, onde ficará à disposição da comunidade científica para estudos.

## VESPAS SOCIAIS (VESPIDAE: POLISTINAE)

### 1. INTRODUÇÃO

As vespas sociais neotropicais são majoritariamente membros de Polistinae, um grupo com 25 gêneros e mais de 900 espécies em regiões tropicais e subtropicais do mundo (Carpenter et al., 1996, 2001; Richards, 1971, 1978). Na Amazônia brasileira, 20 gêneros e mais de 200 espécies foram registrados, representando aproximadamente 2/3 da fauna brasileira. A beleza e diversidade arquitetônica dos ninhos, aliadas ao modo agressivo como as fêmeas costumam defender suas colônias, ferroando o agressor, fazem dessas vespas objetos de admiração e certo temor por parte das populações humanas. Como predadores de insetos, desempenham um papel importante na cadeia alimentar nos ambientes terrestres e algumas espécies, dos gêneros *Agelaia* e *Angiopolybia*, são consumidoras habituais de carcaças de animais mortos. Um aspecto de grande interesse científico destes insetos diz respeito à vida social, ou à cooperação entre os indivíduos na criação da prole e execução de tarefas diversas, envolvendo simultaneamente uma divisão reprodutiva do trabalho. Tal como nas sociedades de abelhas e formigas, há operárias e rainhas. Os ninhos são feitos em geral com fibras de madeira misturadas com saliva, resultando um material semelhante ao papel ou cartão. Poucas espécies adicionam barro a uma matriz de fibras.

Várias características das vespas sociais neotropicais obrigam ao reconhecimento de sua importância nas faunas de insetos nas Américas. Entre elas, o hábito predador e a relativa conspicuidade nos ambientes terrestres, aliados à organização social das colônias, justificam a expectativa de que exerçam um impacto considerável sobre as populações de insetos, especialmente de lepidópteros. O veneno produzido pelas glândulas associadas ao ferrão das fêmeas também constitui uma fonte importante de compostos químicos cujo potencial de uso é certamente promissor. A variedade de tipos de organização das sociedades e de arquitetura dos ninhos têm um enorme interesse científico. Outro aspecto de importância prática das vespas sociais neotropicais decorre da relativa facilidade de identificação das espécies. Apesar de constituírem um grupo bastante diverso, a taxonomia dos Polistinae já é relativamente bem conhecida, havendo chaves publicadas para todos os gêneros e a maioria das espécies (Cooper, 1996a, 1996b,

1997a, 1997b, 1998b; Richards, 1978). Hipóteses preliminares sobre as relações filogenéticas entre os gêneros são já disponíveis (Carpenter, 1991; Carpenter et al., 1996), e as perspectivas de estender esse conhecimento aos grupos de espécies são também promissoras (Carpenter et al., 2000, sobre *Polybia*; Silveira, submetido, sobre *Mischocyttarus*). A reconstrução de filogenias é um pré-requisito fundamental nas análises de padrões biogeográficos, sendo também importante em estudos comparativos de diversidade (Faith, 1995; Williams et al., 1993). Baseado em dados de diversas localidades melhor estudadas no Brasil, pode-se dizer que as faunas locais de vespas sociais têm tipicamente 60 a 90 espécies, com dominância marcada dos gêneros *Polybia* e *Mischocyttarus* (Silveira, 2002 e dados não publicados; Richards, 1978).

Neste relatório, apresenta-se dados e análises sobre espécies de vespas sociais coletadas por equipes do Museu Goeldi em duas expedições do “Projeto Belo Monte”, na região do médio Rio Xingu, nos meses de novembro/2007, janeiro-fevereiro/2008 e agosto/2008.

## 2. MÉTODOS

### 2.1 Áreas de amostragem

As coletas de vespídeos sociais foram feitas no período de 6 a 25 de novembro de 2007 (período hidrológico: seca), 25 de janeiro a 13 de fevereiro de 2008 (período hidrológico: enchente) e 5 a 25 de agosto de 2008 (período hidrológico: seca), nas trilhas estabelecidas nas localidades da AID do projeto de aproveitamento hidroelétrico de Belo Monte, nos municípios de Altamira, Anapu e Vitória do Xingu, estado do Pará. A seguir, apresenta-se detalhamento sobre cada área (localidade, município e tipo de vegetação nas trilhas, e comprimento de trilha em cada localidade).

#### AREA 1- A MONTANTE DO RESERVATÓRIO, REGIÃO DE SALVATERRA (ALTAMIRA):

**A1MD–localidade Itapuama** (4.750m), margem direita do rio Xingu, em Floresta Ombrófila Aberta com Cipós e Palmeiras Latifoliada em Relevo Acidentado; Coordenada UTM: 350976/9601456

**A1IG–localidade da Ilha Grande** (6.200m), em ilha fluvial, com Floresta Ombrófila Aluvial com Dossel Contínuo Periodicamente Alagada; Coordenada UTM: 347474/9601530

**A1ME–localidade Agropecuária WR** (3.650m), margem esquerda do rio Xingu, em Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras Latifoliada em Relevo Acidentado; Coordenada UTM: 347409/9610054

AREA 2- A MONTANTE DA CASA DE FORÇA PRINCIPAL, REGIÃO DO ACAMPAMENTO DA ELETRONORTE (VITÓRIA DO XINGU):

**A2T50–localidade do travessão 50** (3.910m); Coordenada UTM: 410596/9645906

**A2IM–localidade do igarapé de Maria** (5.490m); Coordenada UTM: 398786/9628048

**A2IG–localidade do igarapé Galhoso** (5.900m); Coordenada UTM: 394838/9630711

Todas em Floresta Ombrófila Aberta com Cipós e Palmeiras Latifoliada em Relevo Acidentado (alternando com pastagens).

AREA 3- VOLTA GRANDE-JERICOÁ (VITÓRIA DO XINGU E ANAPU):

**A3ME (Vitória do Xingu)–localidade Bom Jardim** (5.600m), margem esquerda do rio Xingu, em Floresta Ombrófila Aberta com Palmeiras Latifoliada com Relevo Acidentado; Coordenada UTM: 416005/9622703.

**A3IBV (Anapu)–localidade da Ilha Bela Vista** (4.100m), em ilha fluvial de Floresta Ombrófila Aluvial com Dossel Contínuo Periodicamente Alagada; Coordenada UTM: 419628/9624067.

**A3MD (Anapu)– localidade Barra do Vento** (7000m), margem direita do rio Xingu, em Floresta Ombrófila Densa Latifoliada com Dossel Emergente; Coordenada UTM: 426365/9617575.

## 2.2 Métodos de coleta e amostragem

O inventário de vespas sociais foi baseado em (1) coletas com armadilhas de Malaise, (2) na busca ativa por indivíduos e colônias e (3) coletas *ad libitum* em quaisquer locais e ambientes e, eventualmente, contando com informações de moradores.

Um conjunto de 10 armadilhas foi distribuído em estações situadas em cada uma das três áreas, por períodos de 3 a 4 dias. A localização das estações foi determinada de modo a cobrir as trilhas/sítios de coleta pré-determinados pela coordenação geral do projeto Belo Monte. A busca ativa por indivíduos e colônias foi feita por 3 coletores, em "percursos de busca" em segmentos de 1.000 metros de comprimento linear localizados sobre as trilhas determinadas pela coordenação.

Três tipos de amostras foram utilizadas, para efeito de exploração dos dados, segundo o método de coleta ou modo de agrupamento das informações:

a) amostra de Malaise, consistindo no material capturado numa dada estação por período de 3 a 4 dias.

b) amostra de "percurso de busca", consistindo no material capturado em percursos de 1.000 metros.

c) amostra resultado de "dia de coleta", consistindo no material capturado a cada dia de trabalho, por qualquer método **exceto Malaise** (é impossível saber o dia da captura de um exemplar numa armadilha automática, a menos que as retiradas sejam diárias, algo impraticável consideradas as distâncias normalmente envolvidas em inventários como o de Belo Monte).

## 2.3 Análise dos dados

### 2.3.1 Estimativa de abundância

Nas vespas Polistinae, como noutros insetos sociais, a contagem de indivíduos como método para medir abundância torna-se seriamente limitada pela estruturação espacial e genética extremada das populações, por efeitos adversos desta sobre a condição de independência estatística daquele tipo de unidade de contagem. A maioria das tentativas feitas de estimar a abundância de populações de vespas sociais tem sido baseada na contagem de colônias em transectos ou em quadrados (Archer, 1985; Kitayama et al., 1989; Kojima, 1993; Ohgushi et al., 1988; Rocha et al., 1989; Roth e Lord, 1987). A contagem em quadrados, particularmente, tem sido usada para obter estimativas de densidade de colônias na região Centro-Oeste do Brasil, em áreas de cerrado ou campo (Diniz et al., 1998; Raw, 1998). Se essa metodologia parece adequada para tipos de vegetação mais aberta, em áreas de

mata alta e densa como as da Amazônia as dificuldades de exploração do ambiente são bem maiores.

Em Belo Monte, adotou-se a proposta de Silveira (2002) de usar como estimativas indiretas de abundância das espécies as respectivas **freqüências em amostras** coletadas em percursos lineares de busca ou em armadilhas.

### 2.3.2 Análises de riqueza

Análises comparativas de riqueza entre os sítios de amostragem foram feitas de sobre as quantidades de espécies efetivamente observadas, bem como sobre estimativas de riqueza máxima obtidas de curvas de acumulação de espécies, tal como computadas pelo programa Estimates 7.5 (Statiscal Estimation of species Richness and Shared Species from Samples) (Colwell 1994-2006). Números de amostras por cada método foram usados como parâmetro de controle das diferenças de esforço de coleta entre as localidades/sítios.

### 2.3.3 Análises de similaridade e agrupamento

Para análises de similaridade, utilizou-se o índice de Bray-Curtis sobre dados de tipo presença-ausência de espécies nas amostras (Krebs, 1989). Sobre as matrizes de similaridade criadas, foram feitas análises de agrupamento, usando “média de grupo” como algoritmo para construção dos grupos. Ambas as análises foram feitas com o programa PRIMER-E versão 5.2.2 (Clarke & Gorley, 2001).

### 2.3.4 Análises de vulnerabilidade

Análises de vulnerabilidade da fauna foram baseadas em atributos de raridade das espécies, nas três dimensões reconhecidas por Rabinowitz et al (1986): tamanho da distribuição geográfica; grau de especificidade ao hábitat; e condição de abundância da população local. Em cada dimensão, foram reconhecidas duas classes mutuamente exclusivas: distribuição geográfica (ampla/restrita); especificidade ao hábitat (baixa/alta); e tamanho populacional (comum/incomum). A combinação dos três fatores resulta numa matriz de 8 células, a cada uma das quais é associado um índice de vulnerabilidade, de acordo com Kattan (1992) (ver Quadro 1). Espécies com distribuição ampla, com grandes populações e que utilizam hábitats secundários não são consideradas raras. Espécies com distribuição restrita, com populações pequenas



e que ocorrem apenas em habitats primários são raras nas três dimensões e, portanto, altamente vulneráveis. Das seis células restantes, três são raras em duas dimensões e três são raras em uma dimensão. Inferências sobre distribuição geográfica e especificidade ao habitat foram baseadas em informações obtidas em Richards (1978), nas coleções do Museu Goeldi e INPA e em dados não publicados do autor. Medidas indiretas de abundância local das populações são apresentadas nas tabelas 1 e 2. Para definição das classes de abundância, entretanto, tomou-se como critério de corte o valor de 20% de frequência de presença nos sítios de coleta explorados em Belo Monte (ver Tabela 1).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 A fauna de vespas sociais da região do Projeto Belo Monte

A região do vale do Xingu era até o início dos estudos em Belo Monte virtualmente desconhecida em respeito à fauna himenopterológica, por um único motivo maior, ela não chegou a ser visitada por Adolfo Ducke, notável entomólogo do Museu Goeldi e formador de parcela maior do conhecimento que dispomos sobre os himenópteros amazônicos. Recentemente, grande quantidade de insetos foi coletada no âmbito dos primeiros inventários de Belo Monte mas, pela natureza dos métodos automáticos usados, uma quantidade pequena e inexpressiva de vespas sociais faz parte dessas coleções, depositada hoje no Museu Goeldi.

##### 3.1.1 Composição e diversidade

A fauna de vespas sociais conhecida até o momento na região de Belo Monte é apresentada na listagem da Tabela 1, consistindo em **73** espécies de **14** gêneros de Polistinae, coletadas em **44** dias efetivos de trabalho de campo. Grosso modo, o inventário de Belo Monte é semelhante em escopo ao trabalho feito por Silveira (2002) na Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn) em Caxiuanã, Pará, onde 52 dias de trabalho intensivo numa área com cerca de 30 x 20 km<sup>2</sup>, predominantemente coberta de matas pristinas e explorada com armadilhas e busca ativa, resultaram em **78** espécies de **17** gêneros. A semelhança do resultado geral obtido em Belo Monte com o da ECFPn, em Caxiuanã, vem a ser surpreendente considerando a condição precária de conservação de grande parte dos habitats florestados no médio Xingu, aliado ao fato do desenho amostral do projeto Belo Monte restringir as coletas aos mesmos sítios e sistemas de trilhas.

Entretanto, um aspecto da lista indicador de depauperação da fauna é a presença de apenas 11 espécies de *Mischocyttarus*, o maior gênero de vespas sociais com mais de 200 espécies descritas, e que costuma estar representado em listas de faunas locais por cerca de 20 ou mais espécies. Espécies de *Mischocyttarus* têm o tipo de organização social mais rudimentar em Polistinae, em que relativamente poucos indivíduos vivem em ninhos pequenos e simples, sem envoltórios. Dois outros gêneros, *Polistes* e *Protopolybia*, também apresentaram riqueza um pouco menor do que o esperado. Cabe mencionar que estes gêneros são compostos em maioria por espécies que preferem nidificar em vegetação aberta ou borda de floresta, ou mesmo ambientes fortemente antropizados.

A lista de Belo Monte apresenta ainda três aspectos notáveis: o achado de um exemplar de espécie provavelmente nova do gênero *Agelaia*, da qual temos apenas um segundo exemplar de Tucuruí, também no Pará; o registro de *Mischocyttarus artifex* descrito por Ducke (1904) há mais de cem anos e só agora reencontrado na Amazônia brasileira; e a “ausência” de *Agelaia angulata*, uma bonita espécie de grande tamanho e ampla distribuição, restrita a florestas e freqüentemente apresentando níveis de abundância mais elevados. É improvável que essa ausência tenha causas biogeográficas de dimensão histórica, mas que a extrema alteração dos habitats de floresta ocorrida na região de Belo Monte a partir da década de 1970 tenha provocado a extinção local dessa espécie.

### 3.1.2. Espécies mais abundantes

A Tabela 1 destaca a restrição espacial da ocorrência da maioria das espécies, cerca de 63% delas sendo registradas em apenas 2 ou 1 dos sítios de coleta. Na Tabela 2, as espécies são apresentadas em três listas segundo sua frequência por cada método de coleta ou modo de agrupamento da informação (Malaise; percurso de busca; dia de coleta). Dois pontos ressaltam à vista, (1) o grande número de espécies raras, muitas não tendo sido registradas pelos métodos sistemáticos, mas apenas em encontros fortuitos ou “informados por moradores”, e (2) a grande semelhança das três listas quanto ao grupo de espécies mais comuns. Esse grupo tem composição bem típica de áreas amazônicas, com predomínio de espécies dos gêneros *Agelaia* e *Angiopolybia*. O padrão tem sido verificado em várias localidades na Amazônia (Silveira, 2002; Silveira et al, 2005) e as espécies envolvidas são indicadoras de habitats de floresta, raramente nidificando ou forrageando em capoeiras ou vegetação aberta.

Tabela 1 – Lista e distribuição espacial de 73 espécies de vespas sociais coletadas nas três expedições do Projeto Belo Monte, em novembro de 2007, janeiro-fevereiro e agosto de 2008. f% é a proporção de locais com ocorrência da espécie, em porcentagem. Acrônimos de localidades construídos como na seção “Metodologia”, i.e A1MD: área 1 margem direita, etc; Acrescenta-se como sítio de coleta o local do acampamento da Eletronorte, na Área 2 (A2AE). O símbolo @ é usado para indicar espécies com marcada exigência por ambientes florestados primários ou pouco alterados.

	<b>Espécie / Localidade</b>	<b>A1MD</b>	<b>A1IG</b>	<b>A1ME</b>	<b>A2IG</b>	<b>A2IM</b>	<b>A2T50</b>	<b>A2AE</b>	<b>A3MD</b>	<b>A3IBV</b>	<b>A3ME</b>	<b>f%</b>
1	<b><i>Agelaia angulicollis</i></b> (Spinola) @	#									#	20
2	<i>Agelaia brevistigma</i> Richards @			#							#	20
3	<i>Agelaia cajennensis</i> (F.) @			#	#			#	#			40
4	<i>Agelaia centralis</i> (Cameron) @	#		#	#	#	#		#	#	#	80
5	<i>Agelaia fulvofasciata</i> (Degeer) @	#	#	#	#	#	#		#	#	#	90
6	<i>Agelaia myrmecophila</i> (Ducke) @	#										10
7	<i>Agelaia pallipes</i> (Olivier)	#	#			#	#		#			50
8	<i>Agelaia testacea</i> (F.) @	#	#	#	#	#	#		#		#	80
9	<b><i>Agelaia sp. prox. fulvofasciata</i></b> @?										#	10
10	<b><i>Angiopolybia pallens</i></b> (Lepelletier) @	#	#	#	#	#	#		#	#	#	90
11	<i>Angiopolybia paraensis</i> (Spinola) @	#		#	#	#			#		#	60
12	<b><i>Apoica arborea</i></b> de Saussure @	#							#			20
13	<i>Apoica gelida</i> Van der Vecht ?								#			10
14	<i>Apoica pallens</i> (F.)					#						10
15	<i>Apoica pallida</i> (Olivier)			#		#			#		#	40
16	<i>Apoica strigata</i> Richards ?									#		10
17	<i>Apoica thoracica</i> du Buysson	#		#					#			30
18	<b><i>Brachygastra lecheguana</i></b> (Latreille)									#		10
19	<i>Brachygastra moebiana</i> (de Saussure)									#	#	20
20	<i>Brachygastra bilineolata</i> Spinola			#				#				20
21	<b><i>Chaterginus fulvus</i></b> Fox								#			10
22	<b><i>Epipona tatua</i></b> (Cuvier) @			#								10
23	<b><i>Leipomeles dorsata</i></b> (F.)	#								#		20

Tabela 1. cont

	Espécie / Localidade	A1MD	A1IG	A1ME	A2IG	A2IM	A2T50	A2AE	A3MD	A3IBV	A3ME	f%
24	<b>Metapolybia nigra</b> Richards Tabela 1. cont	#							#			20
25	<b>Metapolybia unilineata</b> Von Ihering Espécie / Localidade	A1MD	A1IG	A1ME	A2IG	A2IM	A2T50	A2AE	A3MD	A3IBV	A3ME	f%
26	<del>Metapolybia cingulata</del> (F.)			#						#		20
48	<i>Polybia bicyttarella</i> Richards	#	#							#	#	40
27	<b>Mischocyttarus lecointeri</b> (Ducke) @				#							10
49	<i>Polybia bistrata</i> (F.)	#			#				#			30
28	<i>Mischocyttarus artifex</i> (Ducke) @						#					10
50	<i>Polybia catillifex</i> Moebius	#			#							20
29	<i>Mischocyttarus flavicans</i> (F.)	#										10
51	<i>Polybia chrysothorax</i> (Lichtenstein)			#					#			20
30	<i>Mischocyttarus injucundus</i> (de Saussure)										#	10
52	<i>Polybia dimidiata</i> (Olivier)				#			#	#			30
31	<i>Mischocyttarus labiatus</i> (F.)									#		10
53	<i>Polybia dimorpha</i> Richards	#										10
32	<i>Mischocyttarus</i> sp. grupo <i>heliconius</i> @				#							10
54	<i>Polybia emaciata</i> Lucas	#										10
33	<i>Mischocyttarus surinamensis</i> (de Saussure)				#	#			#			30
55	<i>Polybia gorytoides</i> Fox @	#								#	#	30
34	<i>Mischocyttarus</i> sp. grupo <i>surinamensis</i>								#			10
56	<i>Polybia procellosa dubitata</i> Ducke @					#						10
35	<i>Mischocyttarus synoecus</i> Richards	#										10
57	<i>Polybia liliacea</i> (F.) @			#			#	#	#	#	#	60
36	<i>Mischocyttarus alkfenii</i> (Ducke)										#	10
58	<i>Polybia micans</i> Ducke @	#		#	#	#			#	#		60
37	<i>Mischocyttarus</i> sp. grupo <i>punctatus</i> @						#					10
59	<i>Polybia occidentalis</i> (Olivier)							#		#	#	30
38	<b>Parachartergus richardsi</b> Willink								#			10
60	<i>Polybia platycephala</i> Richards @							#				10
39	<i>Parachartergus fasciipennis</i> Ducke										#	10
61	<i>Polybia quadricincta</i> de Saussure		#						#	#		30
40	<i>Parachartergus lenkoi</i> Richards	#										10
62	<i>Polybia rejecta</i> (F.)	#	#	#		#		#	#	#	#	80
41	<i>Parachartergus fraternus</i> (Gribodo)	#			#		#	#				40
63	<i>Polybia rufitarsis</i> Ducke @								#			10
42	<b>Polistes canadensis</b> (L.)	#		#				#		#		40
64	<i>Polybia scrobalis</i> Richards @			#			#					20
43	<i>Polistes pacificus pacificus</i> F.								#	#		20
65	<i>Polybia singularis</i> Ducke								#			10
44	<i>Polistes pacificus lilacinosus</i> de Saussure								#			10
66	<i>Polybia striata</i> (F.) @			#						#	#	30
45	<i>Polistes versicolor</i> Olivier								#			10
67	<i>Polybia tinctipennis</i> Fox @										#	10
46	<b>Polybia affinis</b> du Buysson @				#							10
68	<i>Polybia spinifex</i> Richards ?			#								10
47	<i>Polybia batesii</i> Richards @									#		10
69	<b>Protopolybia bituberculata</b> Silveira & Carpenter	#										10

70	<i>Protopolybia chartergoides</i> (Gribodo)			#	#		#	30
71	<i>Protopolybia exigua</i> (de Saussure)	#	#		#			30
72	<b>Synoeca</b> <i>surinama</i> (L.)	#	#	#		#		40
73	<i>Synoeca virginea</i> (F.)		#	#	#	#	#	50

---

Tabela 2- frequência (f) de registro de espécies de vespas sociais na região do Projeto Belo Monte, para três expedições (anos de 2007 e 2008), segundo o método de coleta (percursos de busca e Malaise) ou modo de agrupamento das informações (dias de coleta, incluindo coleta *ad libitum*)\*. nomes de gêneros são abreviados arbitrariamente por conveniência gráfica.

Dias de coleta (n=44)		f	Percursos de busca (n= 87)		f	Malaise (n=90)		f
1	<i>Ag. fulvofasciata</i>	0,64	<i>Ang. pallens</i>	0,36	<i>Ag. fulvofasciata</i>	0,42		
2	<i>Ang. pallens</i>	0,50	<i>Ag. testacea</i>	0,32	<i>Ang. pallens</i>	0,41		
3	<i>Ag. testacea</i>	0,48	<i>Ag. fulvofasciata</i>	0,26	<i>Ag. testacea</i>	0,38		
4	<i>Ag. centralis</i>	0,30	<i>Ag. centralis</i>	0,22	<i>Ag. centralis</i>	0,30		
5	<i>Ag. pallipes</i>	0,23	<i>Ag. pallipes</i>	0,15	<i>Ang. paraensis</i>	0,22		
6	<i>Polybia rejecta</i>	0,23	<i>Ang. paraensis</i>	0,11	<i>Ag. pallipes</i>	0,12		
7	<i>Ang. paraensis</i>	0,20	<i>Mischo. surinamensis</i>	0,03	<i>Polybia micans</i>	0,11		
8	<i>S. virginea</i>	0,20	<i>Polybia bicyttarella</i>	0,03	<i>Ag. myrmecophila</i>	0,09		
9	<i>Ap. pallida</i>	0,16	<i>Polybia bistriata</i>	0,03	<i>Polybia rejecta</i>	0,09		
10	<i>Polistes canadensis</i>	0,16	<i>Ag. brevistigma</i>	0,02	<i>Polybia gorytoides</i>	0,06		
11	<i>Polybia bicyttarella</i>	0,16	<i>Ap. pallida</i>	0,02	<i>Polybia liliacea</i>	0,06		
12	<i>Polybia liliacea</i>	0,14	<i>Leipomeles dorsata</i>	0,02	<i>Ag. angulicollis</i>	0,03		
13	<i>Polybia occidentalis</i>	0,14	<i>Mischo. labiatus</i>	0,02	<i>Ag. cajennensis</i>	0,03		
14	<i>Protop. exigua</i>	0,14	<i>Polistes pacificus</i>	0,02	<i>Polybia emaciata</i>	0,03		
15	<i>Parach. fraternus</i>	0,11	<i>Polybia catilifex</i>	0,02	<i>Polybia quadricincta</i>	0,03		
16	<i>Polybia bistriata</i>	0,11	<i>Polybia liliacea</i>	0,02	<i>S. virginea</i>	0,03		
17	<i>Protop. chartergoides</i>	0,11	<i>Synoeca surinama</i>	0,02	<i>Ap. thoracica</i>	0,02		
18	<i>Synoeca surinama</i>	0,11	<i>Agelaia sp. nov.</i>	0,01	<i>Mischo. flavicans</i>	0,02		
19	<i>Mischo. surinamensis</i>	0,09	<i>Ap. strigata</i>	0,01	<i>Mischo. lecointei</i>	0,02		
20	<i>Leipomeles dorsata</i>	0,07	<i>Metap. cf. cingulata</i>	0,01	<i>Polybia chrysothorax</i>	0,02		
21	<i>Metap. cingulata</i>	0,07	<i>Mischo. artifex</i>	0,01	<i>Polybia dimorpha</i>	0,02		
22	<i>Metap. nigra</i>	0,07	<i>Mischo. flavicans</i>	0,01	<i>Polybia striata</i>	0,02		
23	<i>Metap. unilineata</i>	0,07	<i>Mischo. sp. gr heliconius</i>	0,01	<i>Ag. brevistigma</i>	0,01		
24	<i>Polistes pacificus</i>	0,07	<i>Mischo. injucundus</i>	0,01	<i>Ap. pallida</i>	0,01		
25	<i>Polybia catilifex</i>	0,07	<i>Mischo. synoecus</i>	0,01	<i>Leipomeles dorsata</i>	0,01		
26	<i>Polybia dimidiata</i>	0,07	<i>Parach. fraternus</i>	0,01	<i>Mischo. gr. surinamensis</i>	0,01		
27	<i>Polybia striata</i>	0,07	<i>Polistes canadensis</i>	0,01	<i>Parach. lenkoi</i>	0,01		
28	<i>Ag. cajennensis</i>	0,05	<i>Polistes liliaceosus</i>	0,01	<i>Polybia batesi</i>	0,01		
29	<i>Ag. brevistigma</i>	0,05	<i>Polybia affinis</i>	0,01	<i>Poly. procellosa dubitata</i>	0,01		
30	<i>Ap. thoracica</i>	0,05	<i>Polybia chrysothorax</i>	0,01	<i>Polybia singularis</i>	0,01		
31	<i>Brach. bilineolata</i>	0,05	<i>Polybia emaciata</i>	0,01	<i>Polybia tinctipennis</i>	0,01		
32	<i>Brach. moebiana</i>	0,05	<i>Polybia micans</i>	0,01	<i>S. surinama</i>	0,01		
33	<i>Mischo. labiatus</i>	0,05	<i>Polybia rejecta</i>	0,01				
34	<i>Polybia affinis</i>	0,05	<i>Polybia scrobalis</i>	0,01				
35	<i>Polybia platycephala</i>	0,05	<i>Polybia singularis</i>	0,01				
36	<i>Polybia scrobalis</i>	0,05	<i>Polybia spinifex</i>	0,01				
37	<i>Polybia singularis</i>	0,05	<i>Polybia tinctipennis</i>	0,01				
38	<i>Polybia tinctipennis</i>	0,05	<i>S. virginea</i>	0,01				
39	<i>Agelaia sp. nov.</i>	0,02						
40	<i>Ap. arborea</i>	0,02						
41	<i>Ap. gelida</i>	0,02						
42	<i>Ap. pallens</i>	0,02						
43	<i>Ap. strigata</i>	0,02						
44	<i>Brach. lecheguana</i>	0,02						
45	<i>Charterg. fulvus</i>	0,02						
46	<i>Epipona tatua</i>	0,02						
47	<i>Mischo. alfkeni</i>	0,02						
48	<i>Mischo. artifex</i>	0,02						
49	<i>Mischo. flavicans</i>	0,02						

Tabela 2 (cont.)

50	<i>Mischo.sp. gr. heliconius</i>	0,02
51	<i>Mischo. injucundus</i>	0,02
52	<i>Mischo. synoecus</i>	0,02
53	<i>Mischo.sp. gr. surinamensis</i>	0,02
54	<i>Mischo.sp. gr. punctatus</i>	0,02
55	<i>Parach. fasciipennis</i>	0,02
56	<i>Parach. lenkoi</i>	0,02
57	<i>Parach. richardsi</i>	0,02
58	<i>Polistes lilaciosus</i>	0,02
59	<i>Polistes versicolor</i>	0,02
60	<i>Polybia chrysothorax</i>	0,02
61	<i>Polybia cf. rufitarsis</i>	0,02
62	<i>Polybia emaciata</i>	0,02
63	<i>Polybia micans</i>	0,02
64	<i>Polybia spinifex</i>	0,02
65	<i>Protop. bituberculata</i>	0,02

### 3.2. A fauna em cada localidade / sítio de amostragem

A Tabela 3 apresenta de forma resumida dados de riqueza e outros indicadores sobre a fauna e o processo de inventário em cada um dos sítios de amostragem em Belo Monte. Após três expedições, nenhum dos sítios apresentou riqueza muito expressiva, quando comparados a outras localidades amazônicas. A esse respeito, os resultados obtidos por Silva e Silveira (aceito para publicação) em sítio do programa PPBio (MCT-MPEG), na Flona de Caxiuanã, Pará, podem servir como referência de limite superior, considerando a relativa semelhança na quantidade de área coberta pelos sistema de trilhas em cada localidade. Na grade do PPBio, 40 dias de trabalho intensivo em área de 5 x 5 km<sup>2</sup> de mata pristina, com armadilhas e busca ativa, resultaram em **65** espécies de **12** gêneros

#### 3.2.1. Riqueza de espécies

O número observado de espécies variou consideravelmente entre as localidades, entre 11 e 32 espécies, com cerca de 36% de variação em torno da média. Se, de um lado, os sítios mais ricos estão ainda muito longe do patamar de 65 espécies mencionado acima como referência para uma área de floresta de 25 km<sup>2</sup>, os baixos números de espécies verificados nos sítios mais pobres também não podem ser creditados somente a menores esforços de coleta. A quantidade de desmatamento e a fragmentação das florestas na região é sem dúvida um fator preponderante na determinação de baixos valores de riqueza local. Isto é muito evidente nos casos dos sítios de coleta da Área 2, cortada pelos travessões da

Rodovia Transamazônica, onde uma parte muito grande da vegetação original foi removida para implantação de fazendas de atividade agropecuária. A situação no sistema de trilhas do “Travessão do Km 50” é típica daquela região, onde restam apenas fragmentos pequenos (ca. 5 Km<sup>2</sup>) de floresta, quase completamente isolados, em meio a grandes extensões de pastagem.

### 3.2.2. Diversidade genérica

Até agora, mesmo os sítios mais ricos revelaram apenas cerca da metade dos **19** gêneros possíveis de encontrar na Amazônia, podendo-se destacar em Belo Monte os sítios Itapuama (A1MD; 11 gen.), Agropecuária WR (A1ME; 10 gen.), Barra do Vento (A3MD; 11 gen.), Ilha Bela Vista (A3IBV; 10 gen.), e Bom Jardim (A3ME; 10 gen.).

### 3.2.4 Variação entre períodos hidrológicos

Os números de espécies em cada local variaram entre expedições de maneira às vezes mais ampla, porém errática, não parecendo ter tal variação relações com variáveis climáticas. Em geral, os números de espécies encontradas em cada sítio foram maiores na primeira expedição, em outubro-novembro de 2008. Entretanto, tais diferenças não chegam a atingir o nível de significância de 5% de probabilidade.

Vespas sociais não devem apresentar padrões sazonais muito marcados na região Amazônica, em parte pela ausência de inverno, mas também pela condição de homeostase do ambiente colonial, fruto da proteção dos ninhos e regularidade da força produtiva propiciados pela organização social. Explicações possíveis para diferenças mais consistentes nas quantidades de capturas poderiam ser atribuídas a diferenças na detectabilidade das espécies entre estações, uma vez que a atividade de vôo dos indivíduos é reduzida em períodos chuvosos e, em certa medida, podem influir também diferenças na experiência e treinamento das equipes de coletores. Entretanto, em Belo Monte, as equipes foram formadas essencialmente pelos mesmos técnicos de campo (assistentes locais e profissionais do Museu Goeldi: J.O. Dias; 25 anos de experiência) e lideradas alternativamente por O.T. Silveira (Dr.; 20 anos de experiência) e S.S. Silva (MSc.; 5 anos de experiência)



### 3.2.5. Nível de amostragem atingido

Os estimadores de riqueza máxima apresentados na Tabela 1 sofrem da limitação imposta pelos pequenos números de amostras por localidade e, em alguns casos, apontam em direções diferentes, no que também se pode encontrar efeitos de características próprias dos métodos de coleta. Por exemplo, as armadilhas de Malaise constituem método automático mais lento e que, certamente, exploram um universo mais reduzido de espécies que exploram preferencialmente recursos no chão da floresta, tendo isso efeitos bem evidentes sobre a proporção da fauna passível de amostragem em regiões de floresta (Silva e Silveira, aceito para publicação; Silveira, 2002). No caso dos percursos de busca ativa, vale dizer que, em alguns casos, como na A1ME, por exemplo, as condições de conservação já são muito ruins, e muitas das espécies registradas foram encontradas em verdade “fora” das trilhas, em roças ou pomares.

### 3.2.6. Similaridade entre localidades

Um dendrograma de agrupamento baseado em relações de similaridade entre os sítios de amostragem é apresentado na figura 1. Os agrupamentos formados não parecem guardar correspondência com aspectos qualitativos, que se possa depreender das listas dos locais visitados, de modo mais intuitivo. Além disso, o nível de similaridade entre sítios é de forma geral baixo, o maior coeficiente tendo alcançado o valor de 58,8%, verificado entre os sítios A2IG e A3MD. A observação das listas desses locais não permite ver justificativas para um nível diferenciado de relação faunística.

Um único resultado pode ser constatado em caráter mais definitivo, a partir dos dados, o de que as duas ilhas estudadas, Ilha Grande (a montante) e Bela Vista (a jusante) são ambientes muito diferentes, a primeira sendo muito pobre em espécies e a segunda abrigando uma fauna comparável às de sítios situados nas duas margens. A causa dessa diferença reside no próprio relevo e natureza da vegetação em cada uma das ilhas, a primeira mais baixa e alagável em extensão muito maior que a segunda. Nesta última, Bela Vista, a vegetação tem características em muito semelhantes às das florestas das margens.

## 3.3. Resultados gerais para as três áreas maiores de coleta

Dados agrupados por “áreas de amostragem”, tal como definidas pela coordenação do Projeto Belo Monte, podem ser visualizados na figura 2, com

informações sobre a riqueza observada em cada uma das três áreas, o esforço de coleta em dias e o incremento proporcional de espécies obtido com a 3ª. expedição. Parece clara a constatação de que números maiores de espécies existem na áreas que guardam ainda maior quantidade de habitats florestados, **Área 1** (região de Salvaterra) e, principalmente, **Área 3** (região da Volta Grande-Jericoá), sob influência do setor do Rio Bacajá e toda porção a sudeste da Volta Grande do Xingu, mais afastados da Rodovia Transamazônica e outros eixos menores de desenvolvimento.

#### 3.4. Nível de amostragem atingido para a região do Projeto Belo Monte

Curvas de acumulação e estimativas de riqueza máxima para toda a região amostrada do Projeto Belo Monte, por método de coleta, são apresentadas na figura 3. Considerando o total de 73 espécies coletadas, constata-se que as estimativas de riqueza obtidas pelos métodos “Malaise” e “Percurso” subestimam em 50% e 40%, respectivamente, riqueza efetivamente observada na região. Em respeito ao primeiro caso, já se disse que as armadilhas Malaise exploram um subconjunto mais reduzido de espécies “disponíveis”. No segundo caso, sem dúvida, contribuem o estado de conservação das florestas e o procedimento metodológico de repetição das mesmas trilhas em cada expedição, i.e. não houve incremento na área explorada durante o inventário. Com os dados de agora, a melhor estimativa para a riqueza da fauna é aquela resultante do agrupamento de toda a informação (exceto de Malaise) em dias de coleta, que prevê um número de 82 espécies para a região, 12% maior do que o verificado até o momento. Entretanto, ainda que tal estimativa de riqueza venha a ser alcançada, seria comparativamente baixa, considerando a amplitude total da área em questão, da ordem de algumas centenas de milhares de hectares. Áreas semelhantes exploradas em regiões como Caxiuanã e Carajás, ambas no Pará, mas em melhor estado de conservação, resultaram em números iguais ou pouco maiores a 100 espécies (Silveira, 2002; Silva e Silveira, aceito para publicação).

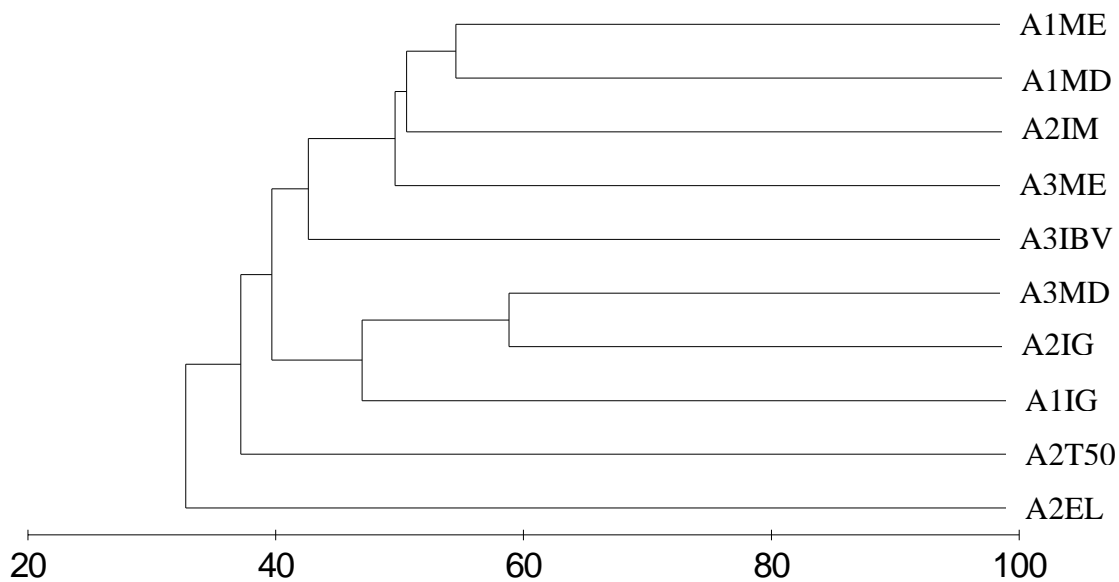


Figura 1 – dendrograma de agrupamento baseado em relação de similaridade, a partir de matriz de coeficientes de Bray-Curtis entre localidades/sítios de coleta de vespas sociais na área do Projeto Belo Monte, após três expedições. Acrônimos de localidades construídos como na seção “Metodologia”, i.e A1MD: área 1 margem direita, etc..

### 3.5. Efeito de barreira do Rio Xingu

Não há qualquer evidência de que o Rio Xingu atue como barreira à dispersão de espécies de vespas sociais, como não há de que rios em geral tenham influenciado a biogeografia de Polistinae na Amazônia, da forma como postulado para alguns táxons de vertebrados (ver também Silveira et al, 2008).

### 3.6. Vulnerabilidade da fauna de vespas

Das 73 espécies de vespas sociais registradas na região de influência de Belo Monte, cerca de 94% puderam ser designadas a uma ou outra categoria de raridade, segundo os critérios de Rabinowitz et al (1986). As frequências das oito categorias de vulnerabilidade consideradas são apresentadas no Quadro 1. Cerca de 70% das espécies de vespas sociais foram consideradas “raras” devido ao reduzido tamanho da população local, ou à restrição a habitats primários florestados. Apenas 3 espécies foram consideradas como tendo distribuição geográfica “restrita”, sendo todas as demais amplamente distribuídas na bacia amazônica. Destas, apenas 2 espécies, ou 2,7% do total, são consideradas altamente vulneráveis (IV= 1), tratando-se de *Mischocyttarus artifex* e *Agelaia* sp. A primeira foi descrita por Ducke (1904) da região do Rio Trombetas, município de Óbidos, e apenas veio a ter outro registro mais recentemente através de Cooper (1998b), da Colômbia. Em Belo Monte, portanto, faz-se o terceiro registro desta espécie em pouco mais de cem anos. Embora as localidades de coleta sugiram uma extensão de distribuição considerável, é muito improvável que se trate de distribuição contínua, podendo-se mesmo duvidar da condição de co-especificidade do registro da Colômbia. A espécie de *Agelaia*, provavelmente uma nova espécie, só tem conhecido um segundo exemplar de Tucuruí, Pará. A terceira espécie com distribuição restrita, *Metapolybia unilineata*, é generalista e comum localmente, recebendo o índice de vulnerabilidade (IV) 5. Todas as demais espécies de vespas sociais, que aqui se considera que apresentem algum grau de vulnerabilidade, são amplamente distribuídas e, portanto, sofrem risco apenas local.

### 3.7 Prognósticos de mudanças faunísticas causadas por intervenções do projeto de aproveitamento hidrelétrico sobre o meio ambiente

#### 3.7.1. Perda de espécies por desflorestamento

Várias espécies de vespas sociais mais raras e dependentes da floresta poderão desaparecer da região, ou nas áreas mais atingidas, por efeito de obras de engenharia que exijam remoção da cobertura natural, ou ainda, evidentemente, por motivo de inundação permanente de áreas de floresta.

### 3.7.2. Mudanças na fauna das ilhas

As condições atuais da fauna nas ilhas estudadas (Ilha Grande e Ilha Bela Vista) indicam duas tendências opostas quanto aos efeitos sobre a fauna de mudanças no regime hidrológico em diferentes trechos do Rio Xingu. A montante da futura barragem, haverá perda de espécies (que já são poucas) nas ilhas, especialmente as mais baixas e inundáveis como a Ilha Grande. A jusante da barragem, o aumento da superfície não inundável nas ilhas, portanto livre dos efeitos de alagamento, criará condições à progressiva colonização das ilhas por espécies de “mata de terra firme”. A situação atual da fauna na Ilha Bela Vista já se mostra como provável resultado de um processo como o mencionado. Nesta ilha foram encontrados tantos gêneros (10) e dois terços (21 spp) do número de espécies registradas nos sítios mais ricos, nas margens.

Quadro 1- distribuição de espécies de vespas sociais de Belo Monte de acordo com as três dimensões usadas nas análises de raridade, segundo Rabinowitz et al (1986); **IV** é o índice de vulnerabilidade. Quantidades de espécies (n) são mostradas também como porcentagem do total (73 spp.). Para quatro espécies, não há informações conclusivas sobre especificidade ao habitat.

<i>Especificidade ao hábitat</i>		<b>Distribuição Geográfica</b>			
		<b>Ampla</b>		<b>Restrita</b>	
		<i>baixa</i>	<i>alta</i>	<i>baixa</i>	<i>alta</i>
ABUNDÂNCIA	COMUM	<b>16</b> (n) 21,9 % <b>IV= 8</b>	<b>11</b> (n) 15,1 % <b>IV= 6</b>	<b>1</b> (n) 1,4 % <b>IV= 5</b>	<b>0</b> (n) - <b>IV= 2</b>
	INCOMUM	<b>25</b> (n) 34,2 % <b>IV= 7</b>	<b>15</b> (n) 20,6 % <b>IV= 4</b>	<b>0</b> (n) - <b>IV= 3</b>	<b>2</b> (n) 2,7 % <b>IV= 1</b>

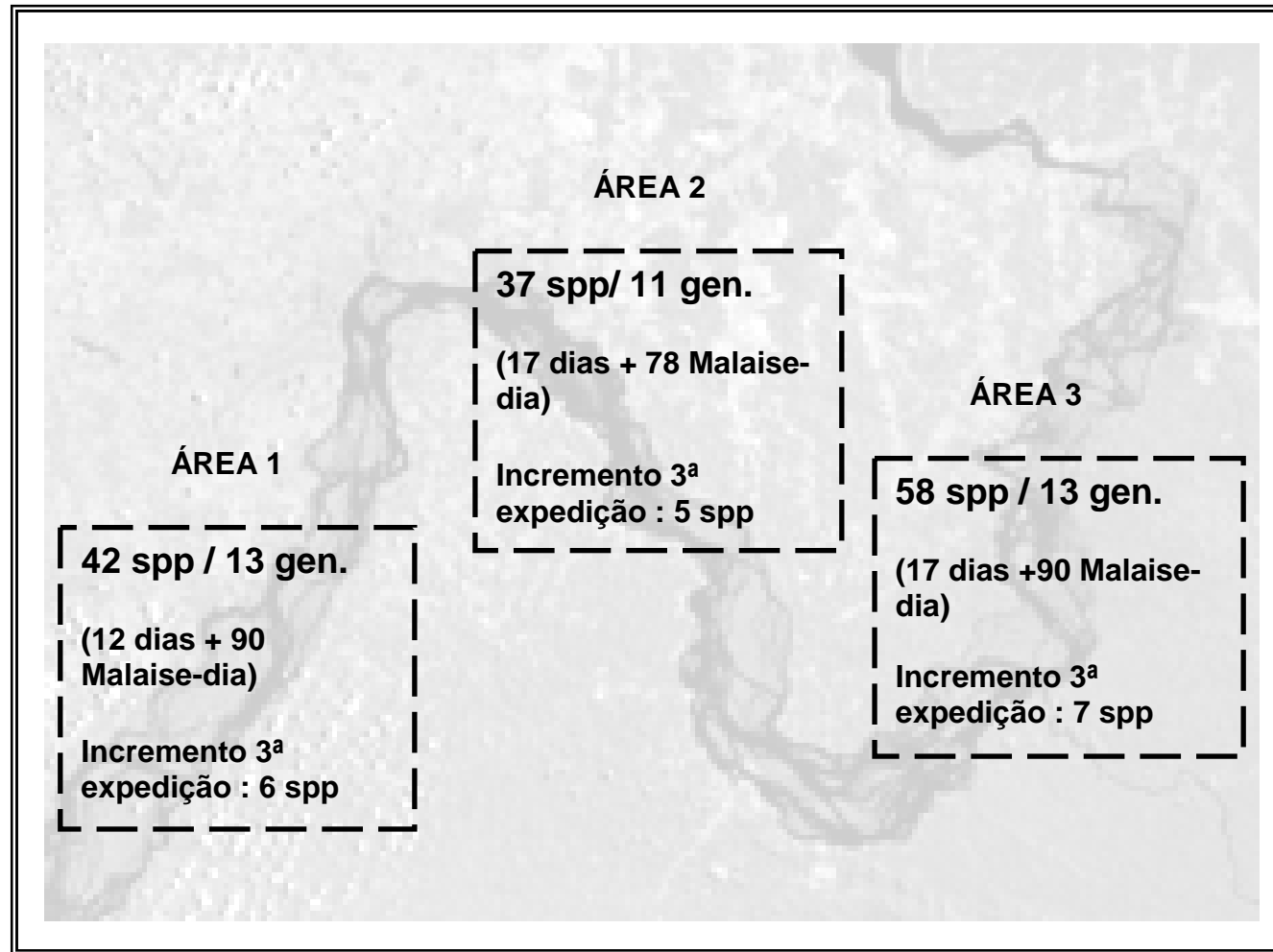
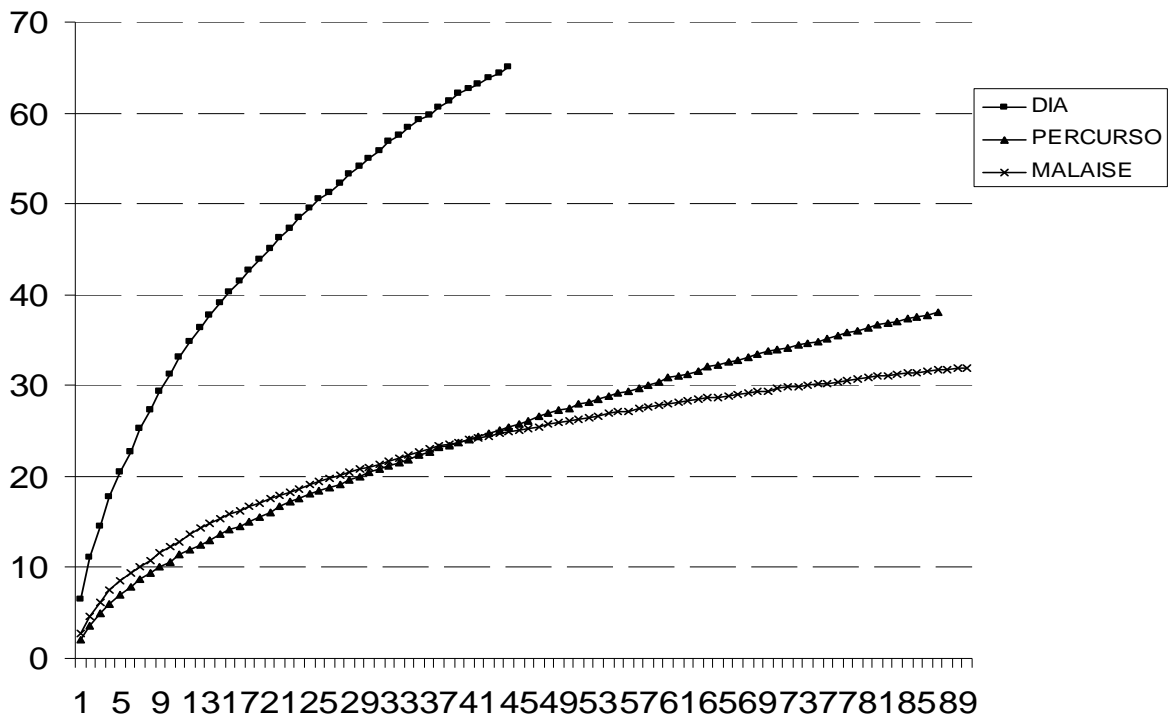


Figura 2 – Esquema das áreas de coleta de vespas sociais na região do Projeto Belo Monte, apresentando informações sobre a riqueza observada (spp: espécies e gen.: gêneros), esforço de coleta em dias de busca e de uso de armadilhas Malaise, e incremento em espécies obtido na última das três expedições, realizadas entre novembro de 2007 e agosto de 2008.



R. observada: **73**  
 R. max. MMm MI: **34,4**  
 R. max. MMm Pr. : **45,6**  
 R. max. MMm Dias: **82,7**

Figura 3 – curvas médias de acumulação de espécies para amostras de vespas sociais nas áreas do Projeto Belo Monte, após três expedições, pelos métodos “Malaise”, “percursos de busca”, e para dados agrupados segundo os “dias de coleta” (incluindo coleta *ad libitum*). Apresenta-se também as respectivas estimativas de riqueza máxima obtidas com o programa Estimates 7.2 (Michaelis-Menten means, MMm): Malaise (ML), percursos de busca (Pr) e dias de coleta (Dias).

Tabela 3 - Dados observados e estimativas máximas de riqueza de espécies (Michaelis-Menten means; Estimates 7.2), esforço de coleta e diversidade genérica, da fauna de vespas sociais de localidades do Projeto Belo Monte, nos meses de novembro de 2007, janeiro-fevereiro e agosto de 2008. Mostra-se o incremento proporcional em espécies obtido na terceira e última expedição, tendo como referência o total até a segunda. O esforço de coleta é decomposto em dois termos: “dias de coleta” e “Malaise-dia” (unidades de armadilha Malaise X número de dias de funcionamento). Acrônimos de localidades construídos como na seção “Metodologia”, i.e A1MD: área 1 margem direita, etc. A2AE representa o local do acampamento da Eletronorte.

Localidade / Sítio	A1MD	A1IG	A1ME	A2IG	A2IM	A2T50	A2AE	A3MD	A3IBV	A3ME
Riqueza observada	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>32</b>
	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1.5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
R. Max. : MMm Malaise	28.7	6.2	19.2	13.2	9.8	-	-	22.2	17.1	16.4
R. Max. : MMm Percursos	<b>27,0</b>	8.2	<b>11.4</b>	<b>14.0</b>	<b>19.2</b>	<b>13,0</b>	-	<b>13.4</b>	<b>16.5</b>	<b>17.9</b>
Incremento spp. 3ª Expedição	16 %	37 %	35 %	61 %	63 %	37 %	36 %	20 %	10 %	60 %
Esforço (dias + Malaise-dia)	(4 + 36)	(3 + 21)	(5 + 33)	(6 + 36)	(4 + 42)	(3 + 0)	(4 + 0)	(6 + 36)	(5 + 21)	(6 + 33)
Diversidade genérica	<b>11</b>	6	<b>10</b>	6	8	5	8	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>10</b>



## ABELHAS DE ORQUÍDEAS (APIDAE: EUGLOSSINA)

### 4. INTRODUÇÃO

As abelhas de orquídeas (Euglossina), notáveis pela coloração iridescente de muitas espécies, são importantes polinizadores na região Neotropical. Os machos são especialmente importantes na polinização de orquídeas, das quais também coletam perfumes, tendo essa fragrância provável importância no seu comportamento territorial e reprodutivo. O grupo contém perto de 200 espécies em cinco gêneros distribuídos desde o México até a Argentina, dois dos quais constituídos de espécies parasitas (Cameron, 2004; Roubik & Hanson, 2004; Silveira et al, 2002). Na Amazônia, levantamentos sistematizados de Euglossina têm sido realizados utilizando iscas aromáticas (Becker et al, 1991; Morato, 1994; Oliveira, 2001; Oliveira & Campos, 1995). O grupo tem sido estudado em respeito a eventuais respostas a efeitos decorrentes de fragmentação de habitat, e ao potencial de uso como indicadores ambientais e de biodiversidade (Barlow et al, 2007; Becker et al, 1991; Nemésio & Silveira, 2006). Os maiores valores de riqueza de espécies registrados no Neotrópico, em áreas florestadas, variam desde cerca de 40 até 55 espécies (ver Oliveira, 2001; Roubik & Hanson, 2004).

### 5. METODOLOGIA

As coletas de Euglossina em Belo Monte foram feitas com iscas de cheiro, consistindo em discos de papel filtro enrolados e embebidos em **acetato de benzila** e **salicilato de metila**, suspensos em barbantes a 1,5 metros do solo (Oliveira & Campos, 1995; Rebêlo & Garófalo, 1991). Cada amostra consiste em “um dia de coleta, num determinado sítio, combinando capturas com ambos os tipos de iscas odoríferas”. Em cada um dos sítios de coleta, fez-se a instalação de um par de iscas separadas por distâncias de 50 metros, cada uma de um dos tipos químicos mencionados, e feito o acompanhamento e capturas com rede entomológica ao longo do dia, das 09:00 às 16:00 h. Na primeira expedição, em outubro-novembro de 2007, não houve coleta, por indisponibilidade dos atrativos químicos.

Os procedimentos metodológicos e analíticos são essencialmente os mesmos usados no estudo das vespas sociais, exceto pelo emprego do número de indivíduos de abelhas capturados como estimador de abundância. Coeficientes de similaridade de Bray-Curtis consideram esses valores de abundância. Para as análises de riqueza, com o programa Estimates, entretanto, foi usada matriz contendo apenas dados de presença/ausência.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. Composição e abundância

Os dados de coleta de euglossíneos da segunda e da terceira expedição são apresentados na Tabela 4, referentes a 20 espécies, de quatro dos cinco gêneros constituintes deste táxon. Apenas *Aglae* Lepeletier & Serville não foi encontrado em Belo Monte, sendo este um gênero monotípico e raro, restrito à Amazônia e Panamá (Silveira et al, 2002). A fauna amostrada tem apenas cerca da metade do número de espécies verificado em localidades mais ricas no Neotrópico (Oliveira, 2001; Roubik & Hanson, 2004)

*Eulaema meriana*, a espécie mais abundante, é responsável por quase 40% dos indivíduos capturados, e indivíduos capturados das cinco espécies mais abundantes perfazem 70% do total. Este tipo de padrão é típico de amostras de comunidades de euglossíneos obtidas com iscas de cheiro. Apesar dos baixos números de indivíduos verificados em várias espécies, a maioria delas (75%) foi registrada em mais que 20% dos sítios de coleta. Trata-se, portanto, de padrão de raridade diferente daquele verificado na maioria das espécies de vespas sociais, muitas delas ocorrendo em apenas 1 ou 2 sítios de coleta.

### 6.2. A fauna em cada localidade / sítio de amostragem

As diferenças em riqueza de espécies de abelhas entre sítios de coleta (Tabela 4) são amplamente concordantes com os resultados verificados para a fauna de vespas sociais (Tabela 3). Localidades das Áreas 1 (margem direita) e 3 apresentaram os maiores números de espécies, enquanto localidades da Área 2 e ilhas tiveram menor riqueza de espécies. Para este táxon, entretanto, não houve grande diferença de riqueza entre as ilhas Grande e Bela Vista.

### 6.3. Variação entre períodos hidrológicos

De modo muito diferente das vespas sociais, houve uma marcada diferença em composição de espécies entre coletas dos períodos de janeiro-fevereiro de 2008 (chuvas) e agosto de 2008 (estiagem). Na Tabela 4, pode-se ver que metade das espécies (nomes em negrito) foi registrada apenas no período de estiagem. As quantidades de indivíduos capturados também foram maiores em agosto de 2008.

Tabela 4 – Lista de espécies e dados de coleta (n<sup>o</sup> de indivíduos e frequência por localidades) de abelhas de orquídeas (*Euglossina*) na área do Projeto Belo Monte, em duas expedições nos meses de janeiro-fevereiro e agosto de 2008. Acrônimos de localidades construídos como na seção “Metodologia”, i.e A1MD: área 1 margem direita, etc. Nomes em negrito indicam espécies coletadas apenas em agosto de 2008.

Espécie / Localidade	A1ME	A1MD	A1IG	A2IG	A2IM	A2EI	A2T50	A3ME	A3MD	A3IBV	n <sup>o</sup> Ind	f. sitios%
<i>Eulaema meriana</i> (Olivier)	31	27	18	30	24	5	36	53	27	18	269	100
<i>Euglossa variabilis</i> Friese	5	19	8	8	4		10	36	6	1	97	90
<b><i>Euglossa ignita</i></b> (Smith)	6	1	14	2	7	2	2	11	12	1	52	100
<b><i>Euglossa mixta</i></b> Friese	3	10	6	7	1	2	3	13	4	2	48	100
<i>Euglossa cognata</i> Moure		7	4	5	5			8	4	10	43	70
<i>Euglossa sp1</i>	2	4	5	3				6	16	6	42	70
<i>Eufriesea mussitans</i> (F.)	1	2	6	5				1	8	7	30	70
<i>Eulaema cingulata</i> (F.)	3	2	6					4	10	3	28	60
<b><i>Euglossa imperialis</i></b> Cockerell		1		1			2	11	3	2	20	60
<i>Exaerete frontalis</i> (Guérin)	1	4			1		1	6	2	1	16	70
<b><i>Euglossa laevicincta</i></b> Dressler	3	3	1	2	1	1		6	1		15	80
<b><i>Eulaema mocsaryi</i></b> (Friese)	3	2	1	1	1		1	4	1		11	70
<i>Eulaema bombiformis</i> (Packard)		2	2					4	1		9	40
<i>Eufriesea pulchra</i> (Smith)		2	1			1	1	2	3		10	60
<b><i>Eufriesea flaviventris</i></b> (Friese)	2							3			5	20
<b><i>Eufriesea superba</i></b> Friese	2	1		1				2			4	40
<b><i>Euglossa orellana</i></b> Roubik				2				2			4	20
<i>Exaerete smaragdina</i> (Perty)									3		3	10
<b><i>Eulaema polyzona</i></b> (Mocsary)				1					1		2	20
<b><i>Eulaema nigrita</i></b> Lepeletier		1									1	10
<b>n<sup>o</sup> Indivíduos</b>	62	88	72	68	44	11	56	172	102	51	<b>709</b>	
<b>n<sup>o</sup> Espécies</b>	12	16	12	13	8	5	8	17	16	10		

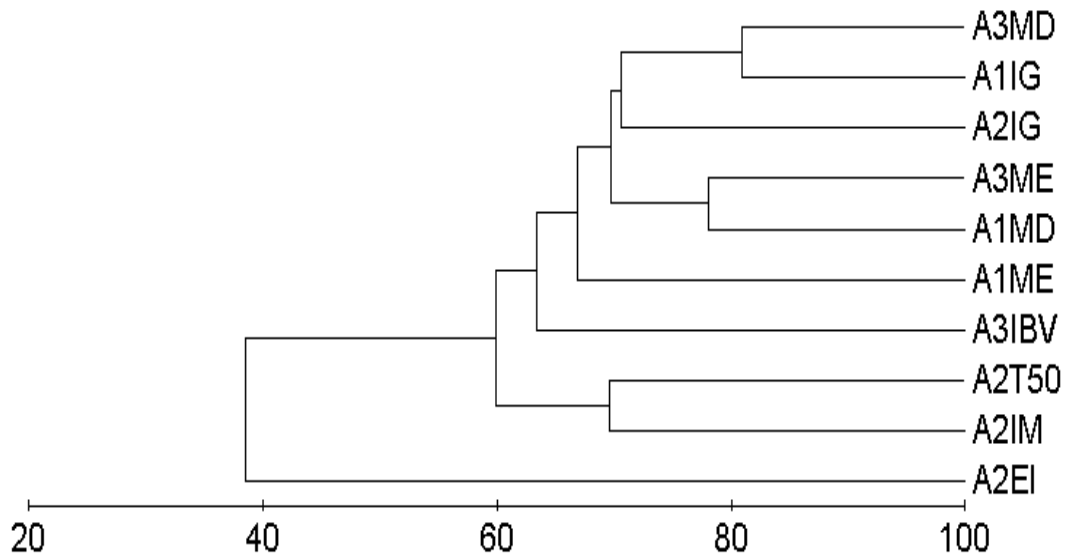


Figura 5 – dendrograma de agrupamento baseado em relação de similaridade, a partir de matriz de coeficientes de Bray-Curtis entre localidades/sítios de coleta de abelhas euglosíneas na área do Projeto Belo Monte, após duas expedições. Acrônimos de localidades construídos como na seção “Metodologia”, i.e A1MD: área 1 margem direita, etc. (A2EI: acampamento da Eletronorte).

#### 6.4. Similaridade entre localidades

A figura 5 mostra análise de agrupamento das localidades de coleta de abelhas baseado nas suas relações de similaridade. O resultado indica um padrão de relações bastante diferente do observado para vespas sociais e, tampouco neste caso, parece haver correlação muito clara com aspectos como proximidade geográfica ou estado de conservação, ou tipo vegetacional dos sítios de coleta. De modo interessante, entretanto, no caso de Euglossina, os coeficientes de similaridade são bem maiores que em Polistinae, atingindo níveis próximos de 80% ou um pouco mais.

## 6.5. Nível de amostragem atingido

A curva de acumulação de espécies de euglossíneos apresentada na figura 4 , agrupando amostras de todos os sítios, sugere uma baixa diversidade para a região de Belo Monte, o maior dentre os vários estimadores de riqueza máxima calculados com o programa Estimates alcançando apenas um valor de “ 22,8 espécies” (*Jack 2 Mean*). Infelizmente, para as abelhas, resultados de apenas duas expedições são agora disponíveis. Como antes informado, na expedição de outubro-novembro de 2007, os químicos atrativos não estiveram disponíveis para uso na amostragem de euglossíneos. Após a revisão daquele material, observa-se que a quantidade de indivíduos coletados de maneira oportunística foi na ocasião muito pequena, apenas 9 indivíduos de 4 espécies, todas citadas na lista apresentada acima: *Eulaema meriana* (5), *Eulaema bombiformis* (2), *Euglossa* sp.1 (1) e *Euglossa ignita* (1). Portanto, considerando as referências de riqueza variando entre 40 e 55 espécies nas comunidades de euglossíneos mais ricas (Oliveira, 2001; Roubik & Hanson, 2004), só cabe especular que, em Belo Monte, a fauna dessas abelhas já teria sofrido perdas e impactos mais profundos em consequência do extenso desmatamento na região, do que o verificado em respeito às vespas sociais.

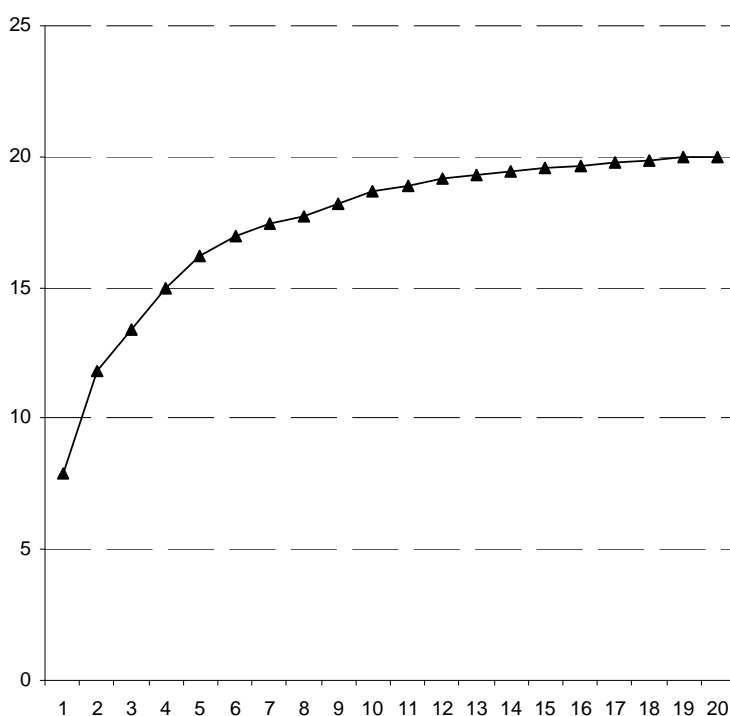


Figura 4 – curva média de acumulação de espécies de abelhas de orquídeas de 20 amostras de 10 localidades na região do Projeto Belo Monte, coletadas em janeiro-fevereiro e agosto de 2008, com iscas de salicilato de metila e acetato de benzila. Curvas computadas com o programa Estimates 7.5. Riqueza máxima estimada: 21.8 espécies (MM Mean).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, A. N. 1999. My bioindicator or yours? Making the selection. *Journal of Insect Conservation* 3: 61-64.
- Archer, M. E. 1985. Population dynamics of the social wasps *Vespula vulgaris* and *Vespula germanica* in England. *Journal of Animal Ecology* 54: 473-485.
- Barlow, J., Gardner, T. A., Araújo, I. S., Ávila-Pires, T. C., Bonaldo, A. B., Costa, J. E., Espósito, M. C., Ferreira, L. V., Hawes, J., Hernandez, M. I. M., Hoogmoed, M. S., Leite, R. N., Lo-Man-Hung, N. F., Malcolm, J. R., Martins, M. B., Mestre, L. A. M., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, A. L., Overal, W. L., Parry, L., Peters, S. L., Ribeiro-Junior, M. A., da Silva, M. N. F., da Silva Motta, C., and Peres, C. A. 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *PNAS* 104: 18555–18560.
- Becker, P.; Moure, J.S. & Peralta, F.J.A. 1991. More about euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 25: 586-591.
- Brown, K.S., Jr. 1997. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. *Journal of Insect. Conservaion* 1: 25–42.
- Cameron, S.A. 2004. Phylogeny and biology of neotropical orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Entomology* 49: 377-404.
- Carpenter, J. M., Kojima, J., and Wenzel, J. W. 2000. *Polybia*, Paraphyly, and Polistine Phylogeny. *Am. Mus. Novitates* 3298: 24 p.
- Carpenter, J. M., Wenzel, J. W. and Kojima, J. 1996. Synonymy of the Genus *Occipitalia* Richards, 1978, with *Clypearia* de Saussure, 1954(Hymenoptera: Vespidae: Polistinae, Epiponini). *J. Hym. Res.* 5: 157-165.
- Carpenter, J.M. 1991. Phylogenetic relationships and the origin of social behavior in the Vespidae. In: "The Social Biology of Wasps". Ross, K. G and Matthews, H. W.(eds). Cornell Universery Press, Ithaca, 798p.
- Clarke, K.R & Gorley, R.N. 2001. PRIMER v5.2.2: user manual/ Tutorial. PRIMER-E, Plymouth.
- Colwell, R. K. 1994-2006. *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Ver. 7.5. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

- Colwell, R. K. & Coddington, J. A. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 345: 101-118.
- Cooper, M., 1996a. The subgenus *Monogynoecus* Richards of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym., Vespidae, Polistinae) with descriptions of two new species. *Entomologist's mon. Mag.* 132: 23-28.
- Cooper, M., 1996b. The *mendax* group of *Mischocyttarus* (Hym., Vespidae, Polistinae) with descriptions of new species. *Entomologist's mon. Mag.* 132: 273-280.
- Cooper, M., 1997a. A new subgenus of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym., Vespidae). *Entomologist's mon. Mag.* 133: 117-129.
- Cooper, M., 1997b. The subgenus *Megacanthopus* Ducke of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym., Vespidae), with a key and three new species. *Entomologist's mon. Mag.* 133: 217-223.
- Cooper, M., 1998b. New species of the *artifex* group of *Mischocyttarus* de Saussure (Hym., Vespidae) with a partial key. *Entomologist's mon. Mag.* 134: 293-306.
- Diniz, I.R, Kitayama, K. 1998. Seasonality of vespidae species (Hymenoptera: Vespidae) in a central Brazilian cerrado. *Rev. Biol. Tropical* 46: 109-114.
- Faith, D.P. 1995. Phylogenetic pattern and the quantification of organismal biodiversity. In: "Biodiversity. Measurement and Estimation". Hawksworth, D.L. (ed.). Chapman & Hall, pp 45-58.
- Gauld, I., 1997. Inventory and monitoring biodiversity: a taxonomist's perspective. in: *Proceedings of the Limbe Conference, Theme 1, African Rainforests and the Conservation of Biodiversity*, Earthwatch Institute, Limbe, Cameroon.
- Jones, F. C. 2008. Taxonomic sufficiency: The influence of taxonomic resolution on freshwater bioassessments using benthic macroinvertebrates. *Environ. Rev.* 16: 45-69.
- Kattan, G. H. 1992. Rarity and vulnerability: the birds of the cordillera central of Colombia. *Conservation Biology* 6: 64-70.
- Kitayama, K., Rocha, I. R. D. e Bulhões, B. M. 1989. Densidade de ninhos de vespídeos em diversos habitats de Mato Grosso. in *I Simpósio Latinoamericano sobre Insetos Sociais Neotropicais*.
- Kojima, J. 1993. Relative abundance of swarm-founding *Ropalidia* in the eusocial wasps (Hymenoptera: Vespidae) in tropical Australia. *New Entomol.* 42: 4-7.
- Krebs, C. J. 1989. *Ecological Methodology*. New York, Harper & Row, 654pp.

- Miller, S. E. 1993. All Taxa Biological Inventory Workshop, an overview. Pacific Science Association Information Bulletin 45:20-21.
- Lawton, J.H., Bignell, D.E., Bolton, B., Bloemers, G.F., Eggleton, P., Hammond, P.M., Hodda, M. Holt, R.D., Larsen, T.B., Mawdsley, N.A. Stork, N.E., Srivastava, D.S. and Watt, A.D. 1998. Biodiversity inventories, indicator taxa and effects of habitat modification in tropical forest. *Nature* 391: 72–76.
- Morato, E.F. 1994. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) em mata de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Zoologia* 10: 95-105.
- Morato, E. F. & Campos, L. A. O. 2004. Os efeitos da fragmentação florestal sobre abelhas e vespas solitárias em uma área da Amazônia central. *Revista brasileira de Zoologia* 17: 429-444.
- Nemésio, A. & Silveira, F. A. 2006. Edge Effects on the Orchid-Bee Fauna (Hymenoptera: Apidae) at a Large Remnant of Atlantic Rain Forest in Southeastern Brazil. *Neotropical Entomology* 35: 313-323.
- Niemi, G. J. & McDonald, M. E. 2004. Application of Ecological Indicators. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35: 89-111.
- Ohgushi, R.-i, Yamane, S. and Sakagami, F. 1988. Ecological distribution and habitat-linked density of colonies of stenogastrine wasps in tropical S. E. Asia. *Zoological Science* 5:869-874.
- Oliveira, M. L. 2001. Stingless bees (Meliponini) and orchid bees (Euglossini) in Terra Firme tropical forest and forest fragments. *In: Bierregard, Jr., R.O., Gascon, C., Lovejoy, T.E., Mesquita, R.C.G. (eds.). Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest.* New Haven, Yale Univ. Press, p. 208-218.
- Oliveira, M. L. ; Campos, L. A. O. 1995. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas de terra firme na Amazônia Central, Brasil.. *Revista Brasileira de Zoologia* 12: 547-556.
- Rabinowitz, D., Cairns, S. & Dillon, T. 1986. Seven forms of rarity and their frequency in the flora of British Isles. *In: Soule, M.E. (ed.) Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity.* pp 184-204. Sunderland, Sinauer.
- Raw, A. 1998. Population densities and biomass of neotropical social wasps (Hymenoptera, Vespidae) related to colony size, hunting range and wasp size. *Revta. bras. Zool.* 15: 815-822.



- Rebêlo, J.M. & Garófalo, C.A.. 1991. Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera, Apidae) e preferências por iscas de odores em um fragmento de floresta no sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 51: 787-799.
- Richards, O. W. 1971. The biology of the social wasps ( Hymenoptera, Vespidae). *Biol. Rev. (Cambridge)* 46:483-528.
- Richards, O. W. 1978. The social wasps of the Americas excluding the Vespinae. London, British Museum.
- Rocha, I. R. D., Kitayama, K. e Bulhões, B. M. 1989. Densidade, local de nidificação e descrição do ninho de *Polistes subsericeus*. In: I Simpósio Latinoamericano sobre Insetos Sociais Neotropicais.
- Roth, R. and Lord, W.D. 1987. Cycles of queen size and abundance in a population of *Vespula maculifrons* (Hymenoptera: Vespidae). *Environ. Entomol.* 16: 649-652.
- Roubik, D. W. & Hanson, P. E. 2004. *Abejas de orquídeas de la América tropical. Biología y guía de campo*. Santo Domingo de Heredia, INBIO, 302p.
- Ruppert, E. E., Fox, R. S. & Barnes, R. D. 2005. *Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva*. São Paulo, Roca.
- Silveira, F.A.; Melo, G.A. & Almeida, E.A. 2002. *Abelhas brasileiras. Sistemática e identificação*. Ed. dos autores, Belo Horizonte.
- Silveira, O. T., Esposito, M. C., Santos Jr., J. N., Gemaque Jr., F. E. 2005. Social wasps and bees captured in carrion traps in a rain forest in Brazil (Hymenoptera: Vespidae; Apidae). *Entomological Science*. 8:33 - 39.
- Silveira, O.T. 2002. Surveying neotropical social wasps. An evaluation of methods in the Ferreira Penna Research Station (ECFPn), in Caxiuanã, PA, Brazil (Hym., Vespidae, Polistinae). *Papéis Avulsos de Zool., S. Paulo* 42: 299-323.
- Silveira, O.T., Costa Neto, S. V. da & Silveira, O. F. M. da. 2008. Social Wasps of Two Wetland Ecosystems in Brazilian Amazonia (Hymenoptera, Vespidae, Polistinae). *Acta Amazonica* 38: 333-344.
- Sutherland, W. J. 2000. *The Conservation Handbook. Research, Management and Policy*. Oxford, Blackwell Science Ltd.
- Vanclay, J. K. 2004. Indicator groups and faunal richness. *FBMIS* 1: 105-113.
- Williams, P.H., Vane-Wright, R.I., and Humphries, C.J. 1993. Measuring biodiversity for choosing conservation areas. In: "Hymenoptera and Biodiversity". LaSalle, J. and Gauld, I.D. (eds.). CAB International, Wallingford, UK, 348 p.