

## UHE SANTO ANTÔNIO

### PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE FAUNA

#### SUBPROGRAMA CONSERVAÇÃO DA ENTOMOFAUNA FASE 2 - PÓS ENCHIMENTO

#### ABELHAS EUGLOSSINA

São Paulo  
Outubro de 2013

## ÍNDICE GERAL

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. INTRODUÇÃO.....	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
3.1. Pontos Amostrais.....	4
3.2. Métodos de Amostragem.....	5
3.3. Análise de Dados.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	35
7. EQUIPE TÉCNICA.....	38
8. ANEXO.....	39

## 1. APRESENTAÇÃO

O Subprograma de “Monitoramento da Entomofauna nas Áreas de Influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO” é parte integrante das condicionantes ambientais exigidas para a instalação do referido empreendimento (Processo IBAMA 02001.000508/2008-99). O presente Subprograma está inserido no Programa de Conservação de Fauna, conforme estabelecido no PBA (Plano Básico Ambiental) da UHE Santo Antônio que subsidiou a solicitação da Licença de Instalação junto ao IBAMA e contempla sete grupos de insetos: abelhas euglossíneas, besouros copronecrófagos, borboletas, cupins, formigas, gafanhotos e insetos aquáticos. Atualmente está em andamento a segunda etapa do Monitoramento da Entomofauna, fase pós-enchimento, com amostragens trimestrais. Aqui são apresentados os dados consolidados, da primeira à décima campanha, com os resultados incluindo tanto a fase pré-enchimento (primeira à sexta campanha) quanto a pós-enchimento (sétima a décima campanha).

## 2. INTRODUÇÃO

As abelhas pertencentes à subtribo Euglossina são conhecidas popularmente como abelhas das orquídeas. A subtribo compreende cinco gêneros e cerca de 200 espécies descritas na região Neotropical (Roubik & Hanson, 2004). Os gêneros *Eulaema* Lepelletier, 1841, *Euglossa* Latreille, 1802, *Eufriesea* Cockerell, 1909 e *Exaerete* Hoffmannsegg, 1817 possuem distribuição geográfica semelhante, ocorrendo desde o norte do México até o Paraguai e Argentina. O gênero *Aglae* Lepelletier & Serville, 1825 ocorre na região amazônica, Guiana, Panamá, oeste da Colômbia e no Estado do Mato Grosso (Dressler, 1982; Anjos-Silva *et al.*, 2006). Porém, existem registros de *Eulaema* e *Euglossa* nos Estados do Arizona e Florida, ambos nos Estados Unidos (Minckley & Reyes, 1996; Skov & Wiley, 2005).

Os machos de Euglossina visitam flores de algumas famílias de plantas, principalmente Orchidaceae, e nelas coletam substâncias odoríferas (Williams & Whitten, 1983). Além disso, machos e fêmeas visitam flores de pelo menos 23 famílias de plantas para obter néctar. Fêmeas visitam flores de três famílias para extrair resina e flores de nove famílias para coletar pólen (Roubik, 1989). É importante destacar a relação de especificidade animal-planta que existe, como por exemplo, as sub-tribos de Orchidaceae, Stanhopeinae e Catasetinae, são polinizadas exclusivamente por Euglossina (Williams & Whitten, 1983).

Dentre as famílias polinizadas pelos Euglossina estão Gesneriaceae, Araceae, Euphorbiaceae, Annonaceae, Solanaceae, Amaryllidaceae, Theaceae (Dressler, 1982,

Williams & Dodson 1972, Roubik & Hanson 2004). Pode-se destacar ainda a família Lecythidaceae, muito representada no Estado do Acre pela espécie *Bertholletia excelsa*, conhecida popularmente como castanheira (Wadt *et al.*, 2005).

De modo geral, áreas com maior cobertura de vegetação possuem maior abundância e diversidade de Euglossina (Dressler, 1982; Roubik, 1989). Entretanto, existem algumas espécies que preferem áreas abertas ou impactadas (Tonhasca *et al.*, 2002; Morato, 1994; Storck-Tonon *et al.*, 2009). Por isso, tais abelhas são consideradas bioindicadoras do estado de conservação de ambientes (Morato, 1994; Storck-Tonon *et al.*, 2009). Na região amazônica alguns trabalhos enfocando as abelhas euglossíneas foram realizados nas últimas décadas, principalmente em áreas de fragmentos florestais (Braga, 1976; Powell & Powell, 1987; Becker *et al.*, 1991; Morato *et al.*, 1992; Morato, 1994; Oliveira & Campos, 1995; Nemésio & Morato, 2004; 2005; 2006; Storck-Tonon *et al.*, 2009; Oliveira *et al.*, 2010).

Devido à importância ecológica em relação aos “serviços ambientais” prestados pelas espécies de Euglossina, estudos sobre os efeitos da perda de cobertura vegetal sobre assembleias desse grupo são de mais alta relevância. Até o presente momento, nenhum estudo foi realizado com essas abelhas em áreas de hidrelétricas na região norte do Brasil. Dessa forma, os dados obtidos neste estudo serão de grande importância para o conhecimento de como o grupo responde ao impacto causado por este tipo de empreendimento e poderão servir como base para estudos futuros, não só do grupo, mas também da relação animal-planta.

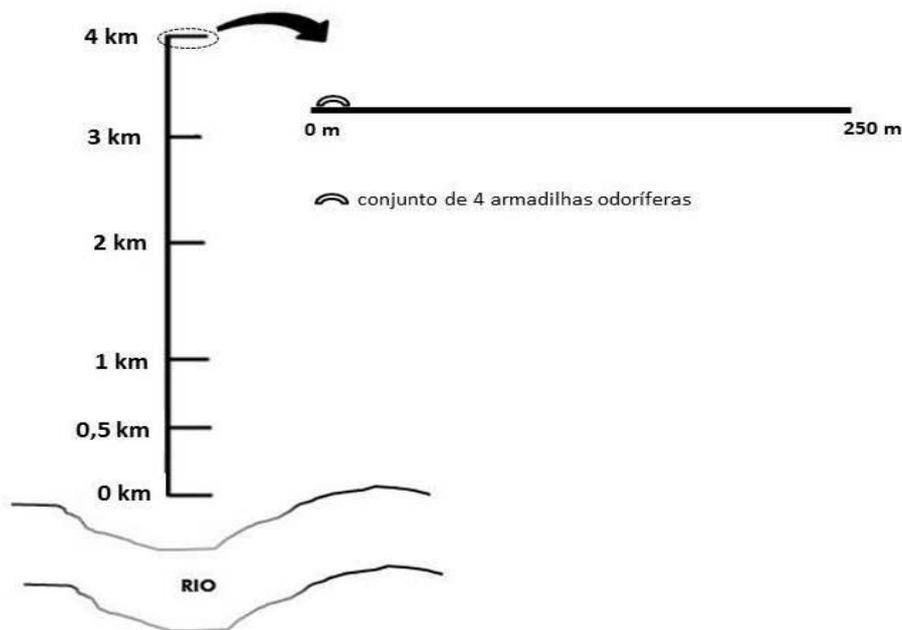
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Pontos Amostrais

Na primeira etapa do monitoramento (Fase de Pré-enchimento, primeira a sexta campanhas) foram amostrados os transectos pertencentes a cada um dos seis módulos nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia, no município de Porto Velho, Rondônia, a saber: i) Ilha do Búfalo, ii) Morrinhos, iii) Teotônio, iv) Jirau - ME, v) Jaci-Paraná - MD e vi) Ilha da Pedra (Tabela 1). A primeira campanha de campo para amostragens das abelhas euglossíneas foi realizada entre 28 de outubro e 13 de novembro de 2010, ainda no período de seca; a segunda campanha entre os 23 e 31 de janeiro de 2011; a terceira campanha entre os dias 30 de março e 9 de abril de 2011, no período chuvoso; a quarta campanha entre os dias 01 e 12 de junho de 2011; a quinta campanha entre os dias 01 e 09 de setembro de 2011, no período de transição das estações seca e chuvosa e; a sexta campanha entre os dias 19 de novembro e 02 de dezembro de 2011. Cabe salientar que: i) não foram efetuadas amostragens nas parcelas de 3 km e 4 km no módulo de Morrinhos na

segunda campanha devido ao alagado de parte do módulo; ii) na terceira campanha o módulo de Morrinhos não foi amostrado, novamente em função das cheias (Figura 2); iii) já a partir da sexta campanha, conforme previsto, não foram feitas amostragens no módulo de Morrinhos em função do alagamento provocado pelo enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio; iv) na quinta campanha, durante etapa de desmatamento não foi possível amostragem do módulo Teotônio; v) da quinta campanha em diante o módulo Jirau - ME não foi amostrado, uma vez que o mesmo passou a ser de responsabilidade da empresa ESBR – Energia Sustentável do Brasil (empreendimento UHE Jirau).

Na segunda fase do monitoramento (Fase Pós-enchimento), foram realizadas, até o momento, quatro campanhas adicionais, sendo a sétima campanha realizada entre 01 e 15 de março de 2012; a oitava campanha entre 01 e 14 de junho de 2012; a nona campanha entre os dias 16 de janeiro a 03 de fevereiro de 2013 e; a décima campanha, entre os dias 18 de abril e 04 de maio de 2013. Nestas campanhas foram amostrados os seguintes transectos: i) Ilha do Búfalo, ii) Ilha da Pedra, iii) Teotônio, iv) Jaci-Paraná - MD e vi) Novo Módulo Jaci (Tabela 1). Cabe salientar que o Novo Módulo foi amostrado a partir da nona campanha.



**Figura 1.** Desenho amostral de um transecto para amostragem de abelhas nas áreas de influência da UHE de Santo Antônio, Porto Velho - RO.

### 3.2. Métodos de Amostragem

Em cada módulo, foi utilizado um dos dois transectos de 5 km de extensão, ao longo do qual foram amostradas as seis primeiras parcelas: 0 km, 0,5 km, 1,0 km, 2,0 km, 3,0 km e 4,0 km (Figura 1). No caso do Novo Módulo Jaci foi utilizado o T3, o único transecto de 5 km de extensão. Em cada uma das seis parcelas de cada módulo foi instalado um conjunto de quatro armadilhas, cada uma contendo uma das seguintes substâncias odoríferas atrativas: cineol, salicilato de metila, cinamato de metila e vanilina (Figura 3). As armadilhas foram penduradas aleatoriamente e distantes 1 m uma da outra em um varal a 2 m do solo. Cada conjunto foi instalado entre 7 e 8 h da manhã do primeiro dia de amostragem, vistoriado e reabastecido no dia seguinte e retirado no terceiro dia. As abelhas capturadas foram eutanasiadas em frascos contendo vapores de acetato de etila, guardadas em envelopes de papel com as anotações pertinentes e conservadas em recipientes retangulares de alumínio ou de plástico. A montagem, etiquetagem e identificação foram feitas parte em campo e parte no Laboratório de Abelhas da Coordenação de Pesquisas em Entomologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

**Tabela 1.** Pontos de amostragem de abelhas *Euglossina* nas dez campanhas de campo (realizadas entre outubro de 2010 e maio de 2013) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.

Módulo	Campanhas	T	Pontos (km)	Coordenadas Geográficas UTM	
				X	Y
Ilha do Búfalo	1 a 10	2	0	334131	8988588
			0,5	334438	8988935
			1	334775	8989318
			2	335473	8990072
			3	336211	8990791
			4	336927	8991519
Morrinhos	1, 2, 4 e 5	1	0	362138	9002688
			0,5	362267	9002200
			1	362372	9001745
			2	362610	9001664
			3	362810	8999736
			4	363064	8998750
Teotônio	1 a 4, 6 a 10	2	0	383192	9022529
			0,5	382824	9022865
			1	382471	9023187
			2	381719	9023885
			3	380983	9024570
			4	380252	9025236

Módulo	Campanhas	T	Pontos (km)	Coordenadas Geográficas UTM	
Jirau - ME	1 a 4	2	0	311182	8970098
			0,5	310831	8970473
			1	310485	8970820
			2	309787	8971554
			3	309067	8972272
			4	308380	8972955
Jaci-Paraná - MD	1 a 10	2	0	347130	8953723
			0,5	347628	8953836
			1	348122	8953914
			2	349118	8953996
			3	349946	8954159
			4	351302	8954300
Ilha da Pedra	1 a 10	2	0	323016	8985209
			0,5	322669	8985636
			1	322373	8985957
			2	321877	8986754
			3	321325	8987675
			4	320818	8988536
Novo Módulo Jaci	9 e 10	3	0	348667	8960718
			0,5	348569	8960501
			1	347695	8960526
			2	346707	8960326
			3	345726	8960128
			4	344748	8959933



**Figura 2.** Situação de alagamento do transecto de Morrinhos, ponto 4 km, durante a terceira campanha (março/abril de 2011) nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.



**Figura 3.** Armadilha utilizada para coleta de abelhas Euglossina nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

### 3.3. Análise de dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando 11 conjuntos de dados separadamente, sendo estes: i) primeira campanha; ii) segunda campanha; iii) terceira campanha, iv) quarta campanha, v) quinta campanha, vi) sexta campanha, vii) sétima campanha; viii) oitava campanha, ix) nona campanha, x) décima campanha e xi) somatório de todas as campanhas.

O número de espécies de abelhas das orquídeas (riqueza) foi considerado como indicador da diversidade do ambiente. A riqueza de espécies de cada módulo foi estimada pelos métodos *Jackknife* de primeira ordem, *Jackknife* de segunda ordem, *Bootstrap* e *Chao 1* e *Chao 2* (Magurran, 2004). Foram calculados, ainda, os valores de equitabilidade para cada módulo utilizando o índice de equitabilidade de *Shannon-Wiener* ( $J'$ ) – que é derivado do índice de diversidade de *Shannon* e permite representar a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (Pielou, 1966). Uma análise de agrupamento usando o coeficiente de distância de *Bray-Curtis* (Krebs 1989) foi realizada com intuito de verificar a similaridade entre as diferentes campanhas para cada um dos módulos avaliados.

A diversidade beta, mudança na composição de espécies entre locais, representa o elemento de diferenciação da diversidade, ao contrário da componente de inventário (riqueza ou diversidade alfa), que descreve a composição de espécies de um único lugar. A composição qualitativa da comunidade de abelhas das orquídeas foi reduzida a duas dimensões com a técnica de Análise de Coordenadas Principais (PCoA), aplicada sobre uma matriz de associação calculada com o índice de *Sørensen* para dados qualitativos, que é bom para detectar gradientes ecológicos subjacentes (Faith *et al.*, 1987).

A similaridade na composição da comunidade de abelhas em cada módulo nas diferentes campanhas de amostragem foi calculada utilizando o índice de similaridade de *Bray Curtis*. Já o índice de *Jaccard* ( $J$ ) foi utilizado para medir a dissimilaridade na composição da comunidade de abelhas entre as margens direita e esquerda do rio.

A Análise de Redundância (RDA) foi utilizada para discriminar a importância relativa das variáveis espaciais e ambientais sobre a variância na composição e riqueza taxonômica da fauna de abelhas das orquídeas. A RDA faz uso de múltiplas regressões, detectando a resposta na mudança na composição de espécies a múltiplos preditores, nesse caso, matrizes de dados ambientais e espaciais, possibilitando a compreensão dos fatores relacionados com a estruturação das metacomunidades (Beisner *et al.*, 2006, Borcard *et al.*, 1992). A significância dos valores foi medida por teste de permutação usando 999 randomizações (Peres-Neto *et al.*, 2006). As análises da composição taxonômica foram

realizadas utilizando todos os táxons registrados nos diferentes módulos amostrados. Para caracterização ambiental foram utilizadas as seguintes variáveis: declividade do terreno (grau), altitude em relação ao nível do mar (m), DAP médio das árvores (diâmetro à altura do peito, calculado por meio da média de todos os DAPs do local), micronutrientes de solo: P, K (MG/dm<sup>3</sup>), Ca+Mg, Ca, Mg (Cmolc/dm<sup>3</sup>), N (mg/kg), M.O (g/dm<sup>3</sup>), matéria orgânica e granulometria (areia, silte e argila). Nestas análises não foram inclusos os dados obtidos para o Novo Módulo Jaci, pois os dados de caracterização ambiental não estavam disponíveis.

Os dados de ocorrência das espécies foram também utilizados para produzir diagramas da distribuição espécies de abelhas coletadas em todas as campanhas, em função das distâncias das cotas de alagamento, formação do reservatório. Tais diagramas indicam quais espécies tem as distribuições mais restritas às áreas a que foram alagadas e, por isso, são mais suscetíveis a se extinguirem das áreas de influência da UHE Santo Antônio.

As espécies diretamente afetadas pela inundação foram submetidas à estimativa de ocupação que leva em conta a detectabilidade, por meio do programa *Presence 2.4* (Hines, 2006).

A análise de componentes principais (PCA) foi utilizada para sumarizar as características ambientais das parcelas dentro e fora da área de influência direta do reservatório da UHE de Santo Antônio. Os valores dos dois primeiros componentes principais, que representam a maior parte da variação do conjunto de dados original, foram plotados em um gráfico bidimensional. Assim, pontos mais próximos representam parcelas com características ambientais mais similares. Foram indicadas graficamente as espécies que ocorrem em parcelas que foram alagadas, espécies estas que apresentaram problemas relacionados a incertezas taxonômicas e/ou são consideradas mais vulneráveis aos impactos provocados pelo empreendimento.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando as dez campanhas realizadas, 6.411 indivíduos pertencentes a 49 espécies foram registrado nos módulos de amostragem da UHE Santo Antônio (Tabela 2). Cerca de 28% das espécies registradas foram consideradas raras, por apresentarem apenas um ou dois indivíduos. As espécies mais abundantes foram *Eulaema meriana*, *Euglossa avicula*, *Euglossa ignita*, *Euglossa irisa* e *Eulaema bombiformis*. Juntas estas cinco espécies representaram aproximadamente 63% dos indivíduos coletados e foram registradas em todos os sete módulos amostrados.

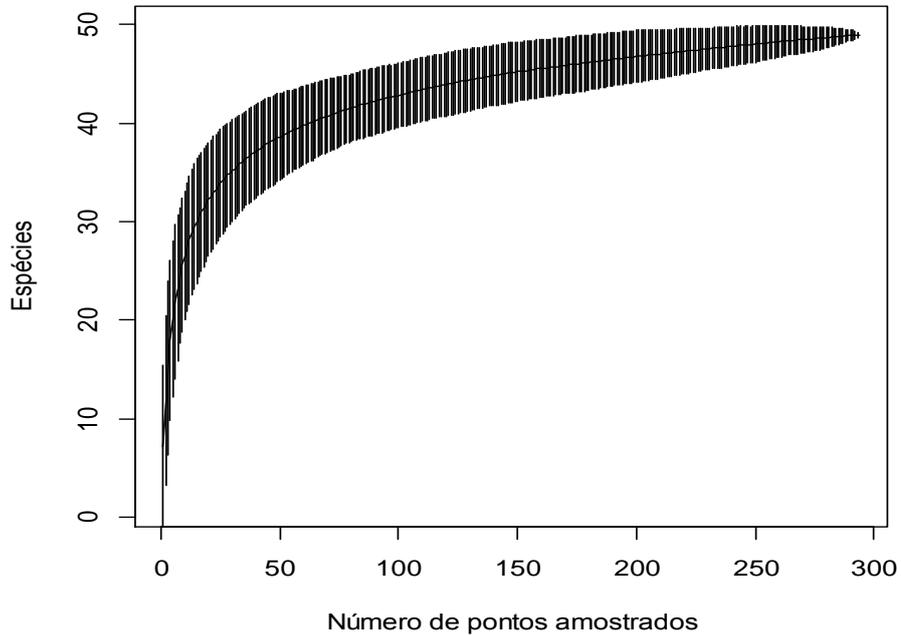
A maior riqueza foi encontrada no módulo Ilha do Búfalo (43), seguida por Ilha da Pedra (34), Teotônio (32), Jirau-ME (31), Jaci-Paraná-MD (28), Morrinhos (26) e Novo Módulo Jaci (20). É possível fazer algumas considerações sobre a ocorrência das espécies nos módulos: *Euglossa chalybeata* foi abundante em todos os módulos e não foi registrada em Morrinhos; *Euglossa crassipunctata* e *Euglossa parvula* também foram registradas em todos os módulos, exceto em Morrinhos; *Euglossa gairanii*, não foi registrada no módulo Jaci-Paraná-MD, sendo registrada em todos os outros módulos; *Euglossa modestior*, *Eulaema pseudocingulata* e *Eulaema cingulata* foram registradas em todos os módulos, exceto no Novo Módulo Jaci, entretanto, esse módulo só foi amostrado nas duas últimas campanhas; *Eulaema nigrita*, considerada indicadora de áreas impactadas, foi abundante em Teotônio e teve um registro em Morrinhos.

**Tabela 2.** Riqueza e abundância de Euglossina coletadas em cada módulo durante a primeira (outubro de 2010), segunda (janeiro de 2011), terceira (abril de 2011), quarta (junho de 2011), quinta (setembro 2011), sexta (novembro 2011), sétima (março 2012), oitava (junho 2012), nona (janeiro 2013) e décima (abril 2013) campanhas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. (IB = Ilha do Búfalo; IP = Ilha da Pedra; JP = Jaci-Paraná – MD; TE = Teotônio; NM = Novo Módulo Jaci; MO = Morrinhos; JI = Jirau – ME).

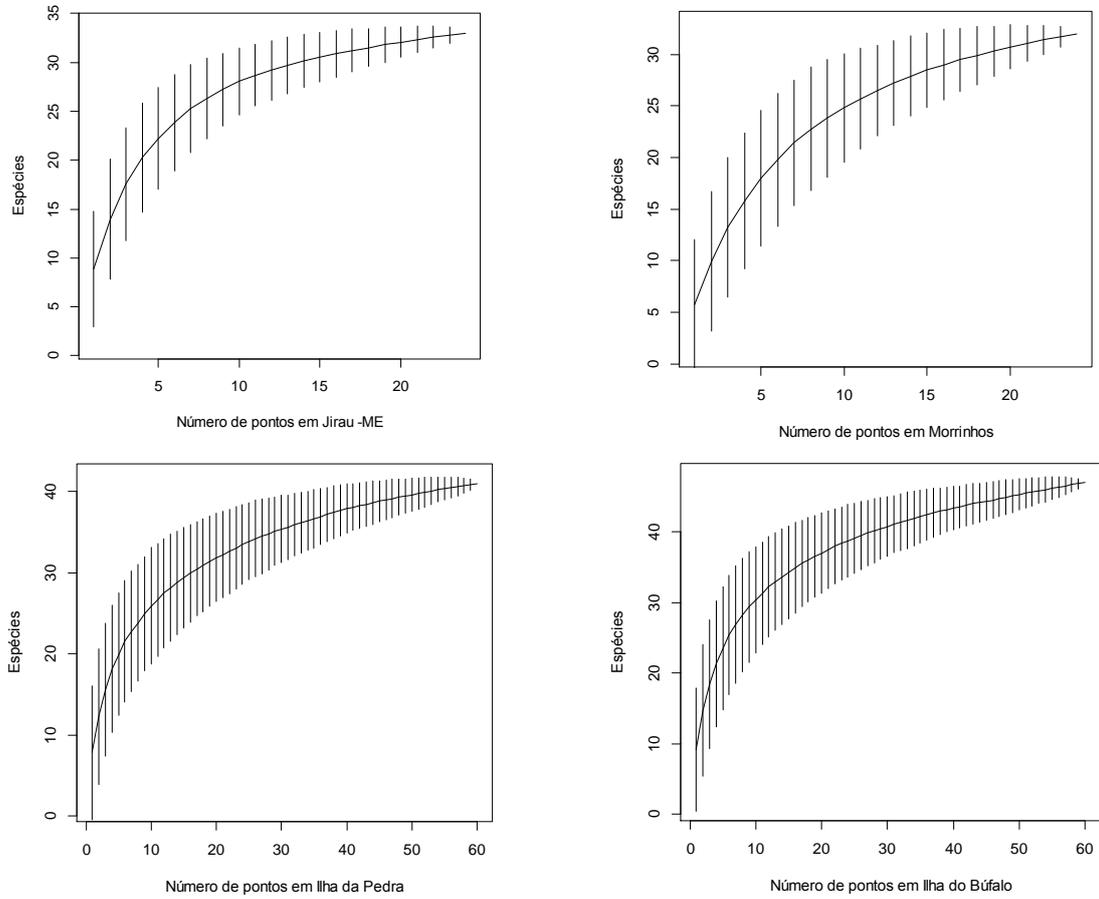
	IB	IP	JP	TE	NM	MO	JI	Total
<i>Aglae caerulea</i> Lepeletier & Serville	1			1		1		3
<i>Eufriesea auripes</i> (Gribodo)	1						1	2
<i>Eufriesea fallax</i> (Smith)	2							2
<i>Eufriesea flaviventris</i> (Friese)	1						1	2
<i>Eufriesea fragocora</i> Kimsey			1				1	2
<i>Eufriesea pulchra</i> (Smith, 1854)	1	1						2
<i>Eufriesea</i> sp. 2				1				1
<i>Eufriesea superba</i> (Hoffmannsegg)	1	2	4				16	23
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus)	6							6
<i>Euglossa amazonica</i> Dressler			2					2
<i>Euglossa analis</i> Westwood	6	5	3	4			6	24
<i>Euglossa augaspis</i> Dressler	48	22	24	32	9	4	11	150
<i>Euglossa avicula</i> Dressler	221	298	139	40	58	10	164	930
<i>Euglossa bidentata</i> Dressler	27	16	17	9	9	3	23	104
<i>Euglossa chalybeata</i> Friese	91	81	39	9	16		57	293
<i>Euglossa chlorina</i> Dressler		1						1
<i>Euglossa cognata</i> Moure	6	11	12	1	4	1	3	38
<i>Euglossa crassipunctata</i> Moure	4	9	5	8	3		6	35
<i>Euglossa despecta</i> Moure	7					2	1	10
<i>Euglossa gairanii</i> Dressler	5	3		3	1	1	1	14

	IB	IP	JP	TE	NM	MO	JI	Total
<i>Euglossa ignita</i> Smith	177	177	25	15	2	26	14	436
<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell	52	67	13	24	10	9	19	194
<i>Euglossa intersecta</i> Latreille	31	30	23	16	3	4	12	119
<i>Euglossa iopyrrha</i> Dressler	1							1
<i>Euglossa irisa</i> Oliveira	138	77	33	39	4	18	18	327
<i>Euglossa laevincta</i> Dressler	1							1
<i>Euglossa magnipes</i> Dressler	4	3		1		1	2	11
<i>Euglossa modestior</i> Dressler	23	7	7	12		3	5	57
<i>Euglossa mourei</i> Dressler	59	51	11	36	13	32	15	217
<i>Euglossa orellana</i> Roubik	40	80	36	15	4	11	19	205
<i>Euglossa parvula</i> Dressler	1	5	6	5	4		2	23
<i>Euglossa prasina</i> Dressler	64	21	17	6	2	8	2	120
<i>Euglossa rugilabris</i> Moure	10	1		2				13
<i>Euglossa securigera</i> Dressler	1	1		3				5
<i>Euglossa</i> sp.1	0						1	1
<i>Euglossa</i> sp.2	1	1						2
<i>Euglossa</i> sp.3	1							1
<i>Euglossa</i> sp.5	1							1
<i>Eulaema bombiformis</i> (Packard)	90	53	45	48	13	21	53	323
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius)	19	10	7	20		33	4	93
<i>Eulaema meriana</i> (Olivier)	492	630	321	285	112	116	118	2074
<i>Eulaema mocsaryi</i> (Friese)	32	39	32	23	1	28	6	161
<i>Eulaema nigrita</i> Lepeletier				53		1		54
<i>Eulaema polyzona</i> (Mocsary)	2	2						4
<i>Eulaema pseudocingulata</i> (Oliveira)	11	7	3	23		8	4	56
<i>Exaerete frontalis</i> (Guérin-Méneville)	32	16	22	16	1	3	16	106
<i>Exaerete lepeletieri</i> Oliveira & Nemésio	13	2	2	2		3		22
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin-Méneville)	26	29	9	27	21	7	9	128
<i>Exaerete trochanterica</i> (Friese)	4	5	1	1		1		12
Abundância	1754	1763	859	780	290	355	610	6411
Riqueza	43	34	28	32	20	26	31	49

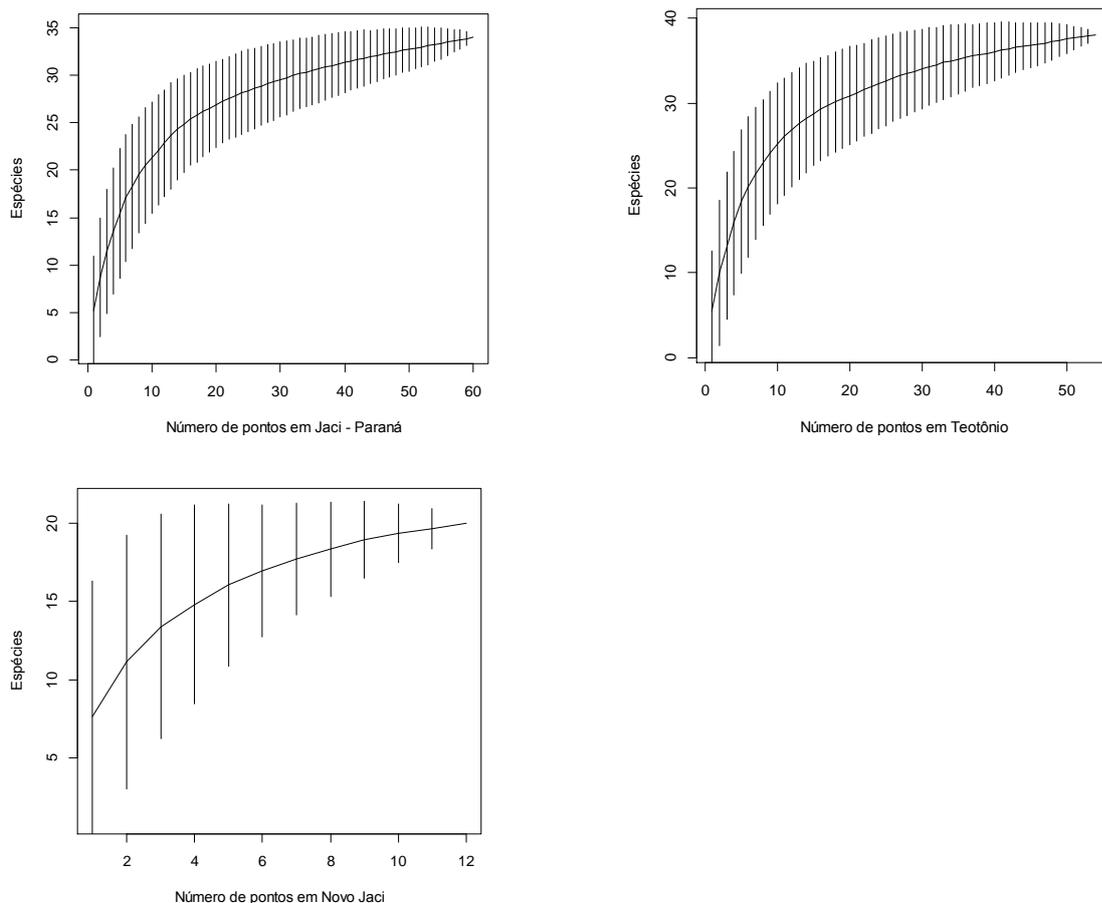
Após a décima campanha, a curva de acumulação de espécies construída para todos os módulos amostrados apresenta tendência à estabilização (Figura 4), porém, espera-se que o número de espécies ainda aumente nas próximas campanhas, pois trabalhos realizados na região amazônica brasileira indicam pelo menos 63 espécies de abelhas Euglossina e, dessas, 53 já foram registradas no Estado de Rondônia (Oliveira *et al.*, 2010). Fato similar ao mencionado acima acontece quando as curvas são geradas separadamente para cada um dos módulos (Figuras 5).



**Figura 4.** Curva de acumulação de espécies para abelhas Euglossina com a somatória dos resultados das dez campanhas realizadas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.



**Figura 5.** Curva de acumulação de espécies para abelhas Euglossina com a somatória dos resultados das dez campanhas em cada um dos módulos de amostragem nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.



**Figura 5. Continuação.** Curva de acumulação de espécies para abelhas Euglossina com a somatória dos resultados das dez campanhas em cada um dos módulos de amostragem nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.

Os estimadores de riqueza indicam que mais espécies podem ser registradas nas próximas campanhas. O estimador menos otimista (*Bootstrap*) indica que pelo menos três espécies ainda serão coletadas. Já o estimador mais otimista (*Jackknife II*) indica que mais nove espécies poderão ser registradas na área do empreendimento (Tabela 3). Ressalta-se que, à medida que novos esforços amostrais forem realizados em continuação às atividades de monitoramento, haverá um ganho de informações, não só pelo aumento na riqueza encontrada, mas, principalmente, porque deverão ocorrer inclusões em relação às espécies mais raras e difíceis de serem coletadas, espécies sazonais, ou ainda espécies que tenham ampliado sua área de ocorrência para as áreas amostradas em função das mudanças ambientais que estas vêm sofrendo. Em geral, a diversidade beta média dos módulos foi elevada, indicando que os módulos merecem especial atenção em virtude de seu alto potencial em manter a diversidade de abelhas das orquídeas (Figura 6). Ilha do Búfalo

apresentou a maior diversidade beta e Novo Módulo Jaci a menor. Quando a diversidade beta é avaliada por campanha, no entanto, é possível verificar que a diversidade de cada módulo variou ao longo das campanhas (Figura 7). Nos módulos Ilha da Pedra, Ilha do Búfalo, Morrinhos e Jaci-Paraná – MD a diversidade beta foi maior na primeira campanha e diminuiu consideravelmente nas campanhas posteriores. Entretanto, na campanha 10 a diversidade desses módulos, exceto morrinhos que não foi amostrado, voltou a aumentar. O Novo Módulo Jaci apresentou elevada diversidade beta na campanha 10. Essas variações na diversidade beta indicam que estas comunidades são diferentes em relação à composição das espécies, tanto em uma escala espacial quanto temporal.

**Tabela 3.** Riqueza, abundância, estimadores de riqueza *Chao*, *Jackknife I e II* e *Bootstrap*, índices de diversidade de *Simpson*, equitabilidade de *Shannon* e dominância de *Berger-Parker* por módulo e para as áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, para os dados das dez campanhas realizadas. (JI = Jirau - ME, TE = Teotônio, JP = Jaci-Paraná - MD, IB = Ilha do Búfalo, IP = Ilha da Pedra, MO = Morrinhos e NM = Novo Módulo).

		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 1	Riqueza	23	27	17	29	22	14	*	39
	Abundância	159	149	75	183	120	76	*	762
	Chao	41,0	35,33	25,16	34,33	26,08	32,0	*	52,5
	Jack I	33,0	35,33	22,83	35,66	27,83	19,0	*	47,75
	Jack II	38,83	38,8	25,9	37,8	29,3	22,46	*	53,49
	Bootstrap	27,4	30,94	19,66	32,28	24,92	16,14	*	42,73
	Simpson	0,86	0,91	0,89	0,91	0,89	0,79	*	0,98
	Shannon	0,74	0,83	0,85	0,84	0,83	0,75	*	0,78
	Berger-Parker	0,26	0,21	0,24	0,2	0,23	0,39	*	0,05
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 2	Riqueza	21	24	20	30	21	18,0	*	34
	Abundância	175	167	183	448	359	84,0	*	1416
	Chao	23,57	32,16	24,57	46,0	22,12	30,25	*	41,25
	Jack I	26,0	30,0	26,66	36,66	23,5	23,83	*	39,86
	Jack II	26,26	33,21	28,26	40,93	23,36	27,43	*	42,74
	Bootstrap	23,65	26,81	23,32	32,97	22,42	20,63	*	37,31
	Simpson	0,83	0,82	0,78	0,89	0,86	0,88	*	0,97
	Shannon	0,74	0,77	0,67	0,76	0,79	0,86	*	0,70
	Berger-Parker	0,37	0,39	0,40	0,22	0,28	0,27	*	0,07
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 3	Riqueza	20	16	14	22	24	*	*	29
	Abundância	194	78	44	173	233	*	*	722
	Chao	32,5	24,16	20,12	23,14	30,12	*	*	31,12
	Jack I	24,16	21,83	19,83	25,33	29,83	*	*	32,91
	Jack II	26,96	24,9	22,36	24,26	32,36	*	*	32,08
	Bootstrap	21,86	18,67	16,72	24,01	26,7	*	*	31,76
	Simpson	0,78	0,85	0,86	0,92	0,89	*	*	0,96
	Shannon	0,7	0,82	0,83	0,87	0,8	*	*	0,7
	Berger-Parker	0,42	0,34	0,27	0,13	0,18	*	*	0,11

**Tabela 3. Continuação.** Riqueza, abundância, estimadores de riqueza *Chao*, *Jackknife I e II* e *Bootstrap*, índices de diversidade de *Simpson*, equitabilidade de *Shannon* e dominância de *Berger-Parker* por módulo e para as áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, para os dados das dez campanhas realizadas. (JI = Jirau - ME, TE = Teotônio, JP = Jaci-Paraná - MD, IB = Ilha do Búfalo, IP = Ilha da Pedra, MO = Morrinhos e NM = Novo Módulo).

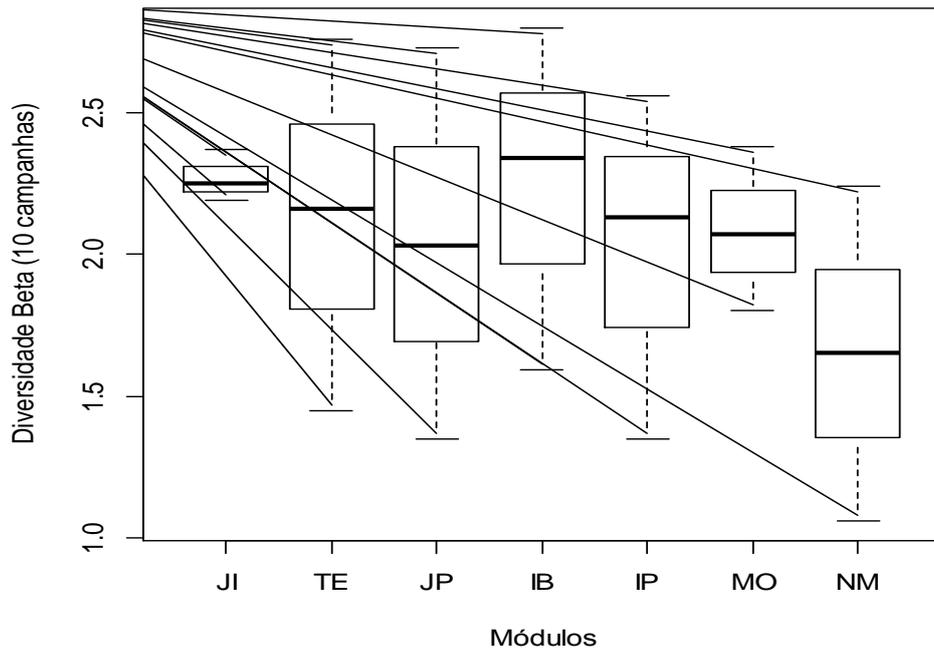
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 4	Riqueza	18	18	13	17	15	15	*	27
	Abundância	81	125	78	82	79	122	*	567
	Chao	27,66	21,0	27,5	21,9	24,0	31,0	*	27,9
	Jack I	21,33	23,0	18,83	22,83	20,0	21,66	*	29,91
	Jack II	22,4	23,8	22,86	24,83	22,93	25,93	*	28,16
	Bootstrap	19,69	20,56	15,45	19,83	17,24	17,9	*	28,75
	Simpson	0,83	0,72	0,71	0,83	0,87	0,73	*	0,96
	Shannon	0,81	0,67	0,69	0,77	0,84	0,66	*	0,6
	Berger-Parker	0,35	0,5	0,51	0,35	0,25	0,45	*	0,11
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 5	Riqueza	*	*	14	20	20	13	*	27
	Abundância	*	*	69	151	143	73	*	436
	Chao	*	*	24,66	22,71	70,0	13,0	*	35,16
	Jack I	*	*	20,66	25,83	28,33	17,16	*	33,7
	Jack II	*	*	24,4	25,7	34,46	20,5	*	37,49
	Bootstrap	*	*	16,95	23,13	23,51	14,74	*	30,04
	Simpson	*	*	0,06	0,84	0,79	0,84	*	0,3283
	Shannon	*	*	0,07	0,75	0,71	0,82	*	0,229
	Berger-Parker	*	*	0,9656	0,298	0,40	0,32	*	0,8186
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 6	Riqueza	*	14	13	23	16	*	*	28
	Abundância	*	58	73	230	144	*	*	505
	Chao	*	20,0	17,16	23,6	18,5	*	*	30,5
	Jack I	*	19,0	17,16	28,0	20,16	*	*	32,79
	Jack II	*	21,4	18,9	29,33	20,83	*	*	32,99
	Bootstrap	*	16,32	14,9	25,51	18,14	*	*	30,54
	Simpson	*	0,86	0,8	0,81	0,82	*	*	0,36
	Shannon	*	0,84	0,8	0,71	0,76	*	*	0,25
	Berger-Parker	*	0,29	0,96	0,38	0,34	*	*	0,79

**Tabela 3. Continuação.** Riqueza, abundância, estimadores de riqueza *Chao*, *Jackknife I e II* e *Bootstrap*, índices de diversidade de *Simpson*, equitabilidade de *Shannon* e dominância de *Berger-Parker* por módulo e para as áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, para os dados das dez campanhas realizadas. (JI = Jirau - ME, TE = Teotônio, JP = Jaci-Paraná - MD, IB = Ilha do Búfalo, IP = Ilha da Pedra, MO = Morrinhos e NM = Novo Módulo).

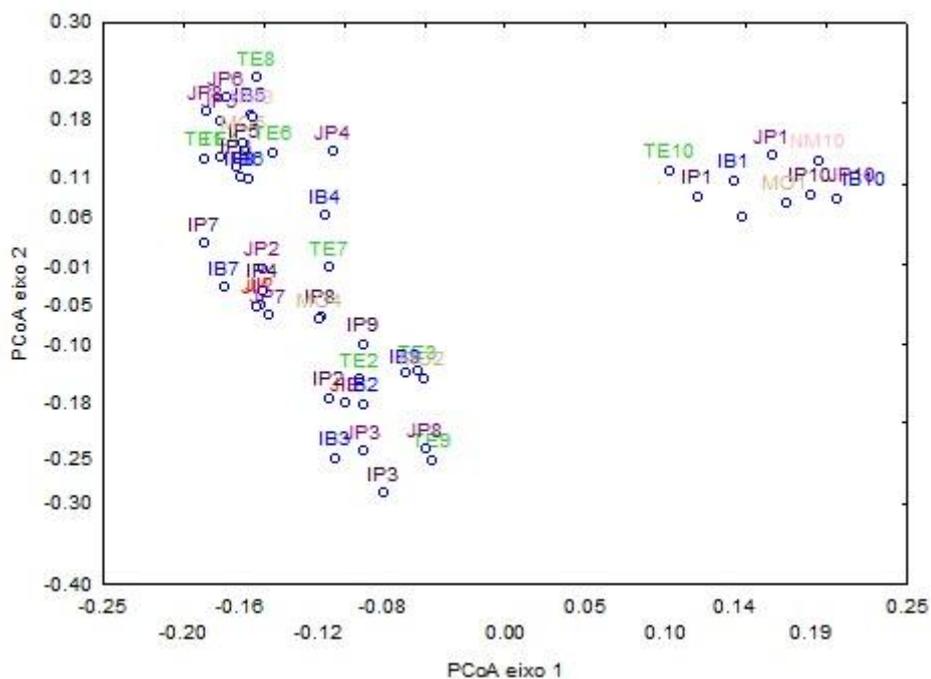
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 7	Riqueza	*	11	11	19	16	*	*	25
	Abundância	*	48	71	140	384	*	*	643
	Chao	*	23,25	20,0	23,9	28,25	*	*	44
	Jack I	*	16,8	16,0	24,83	21,83	*	*	48
	Jack II	*	20,43	18,93	26,83	25,43	*	*	47,96
	Bootstrap	*	13,53	13,21	21,84	18,58	*	*	49,95
	Simpson	*	0,61	0,55	0,69	0,56	*	*	0,82
	Shannon	*	0,6	0,54	0,65	0,5	*	*	0,41
	Berger-Parker	*	0,65	0,53	0,63	0,6	*	*	0,37
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 8	Riqueza	*	12	11	15	9	*	*	22
	Abundância	*	46	27	77	25	*	*	175
	Chao	*	52,5	23,25	18,12	27,0	*	*	28,25
	Jack I	*	19,5	16,83	19,16	14,0	*	*	26,79
	Jack II	*	24,99	20,43	20,36	17,46	*	*	29,62
	Bootstrap	*	15,11	13,56	17,06	11,09	*	*	24,31
	Simpson	*	0,75	0,85	0,84	0,81	*	*	0,94
	Shannon	*	0,72	0,85	0,8	0,81	*	*	0,63
	Berger-Parker	*	0,45	0,33	0,28	0,3	*	*	0,12
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 9	Riqueza	*	7	12	16	16	*	7	24
	Abundância	*	30	80	134	175	*	70	489
	Chao	*	8,5	24,5	29,5	19,0	*	11,5	29
	Jack I	*	9,5	17,83	23,5	21,0	*	9,5	28,8
	Jack II	*	9,9	21,43	27,9	21,8	*	10,96	31,69
	Bootstrap	*	8,2	14,53	19,29	18,53	*	8,1	25,62
	Simpson	*	0,78	0,69	0,69	0,67	*	0,54	0,91
	Shannon	*	0,81	0,67	0,58	0,55	*	0,59	0,46
	Berger-Parker	*	0,38	0,53	0,46	0,43	*	0,64	0,15

**Tabela 3. Continuação.** Riqueza, abundância, estimadores de riqueza *Chao*, *Jackknife I e II* e *Bootstrap*, índices de diversidade de *Simpson*, equitabilidade de *Shannon* e dominância de *Berger-Parker* por módulo e para as áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, para os dados das dez campanhas realizadas. (JI = Jirau - ME, TE = Teotônio, JP = Jaci-Paraná - MD, IB = Ilha do Búfalo, IP = Ilha da Pedra, MO = Morrinhos e NM = Novo Módulo).

		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Campanha 10	Riqueza	*	18	20	21	15	*	19	28
	Abundância	*	79	167	138	92	*	220	696
	Chao	*	31,5	24,0	24,5	18,6	*	20,12	30,66
	Jack I	*	25,5	23,3	26,83	20,0	*	21,5	31,86
	Jack II	*	29,9	24,9	27,86	21,33	*	21,36	32,89
	Bootstrap	*	21,3	21,64	23,97	17,45	*	20,4	29,9
	Simpson	*	0,79	0,85	0,85	0,81	*	0,80	0,96
	Shannon	*	0,74	0,81	0,79	0,80	*	0,75	0,62
	Berger-Parker	*	0,42	0,33	0,32	0,38	*	0,40	0,12
		JI	TE	JP	IB	IP	MO	NM	Total
Total	Riqueza	31	32	28	43	34	26	20	49
	Abundância	610	780	859	1754	1763	355	290	6411
	Chao	39,25	42,5	58,5	72,0	45,0	37,0	22,66	58
	Jack I	37,79	43,88	40,88	56,83	47,8	36,55	23,66	54,9
	Jack II	40,62	45,88	46,69	64,59	49,94	40,32	24,72	58,91
	Bootstrap	35,74	40,96	36,88	51,2	44,57	32,38	21,85	51,62
	Simpson	0,86	0,84	0,82	0,87	0,82	0,85	0,79	0,96
	Shannon	0,73	0,73	0,70	0,69	0,65	0,75	0,70	0,66
	Berger-Parker	0,26	0,36	0,37	0,28	0,35	0,32	0,38	0,09

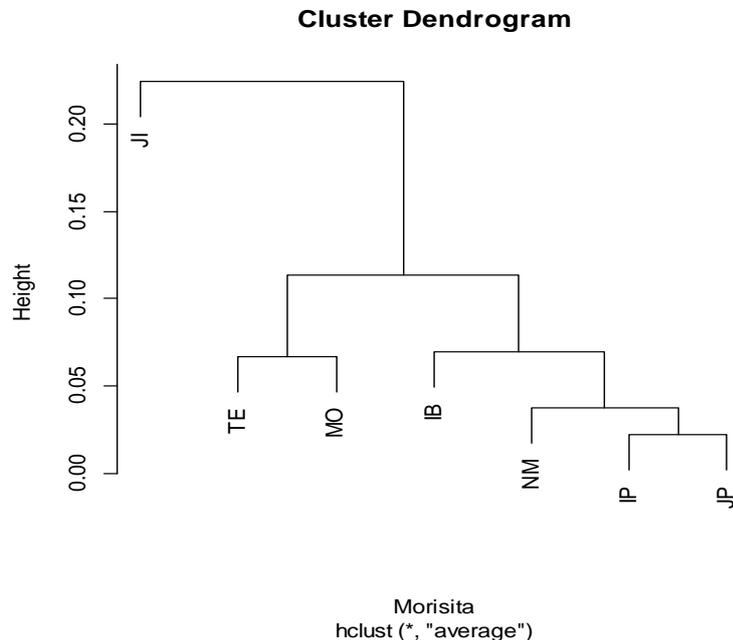


**Figura 6.** Diversidade beta total de abelhas Euglossina nos módulos amostrados durante as dez campanhas realizadas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO (JI = Jirau - ME, TE = Teotônio, JP = Jaci-Paraná - MD, IB = Ilha do Búfalo, IP = Ilha da Pedra, MO = Morrinhos e NM = Novo Módulo Jaci).

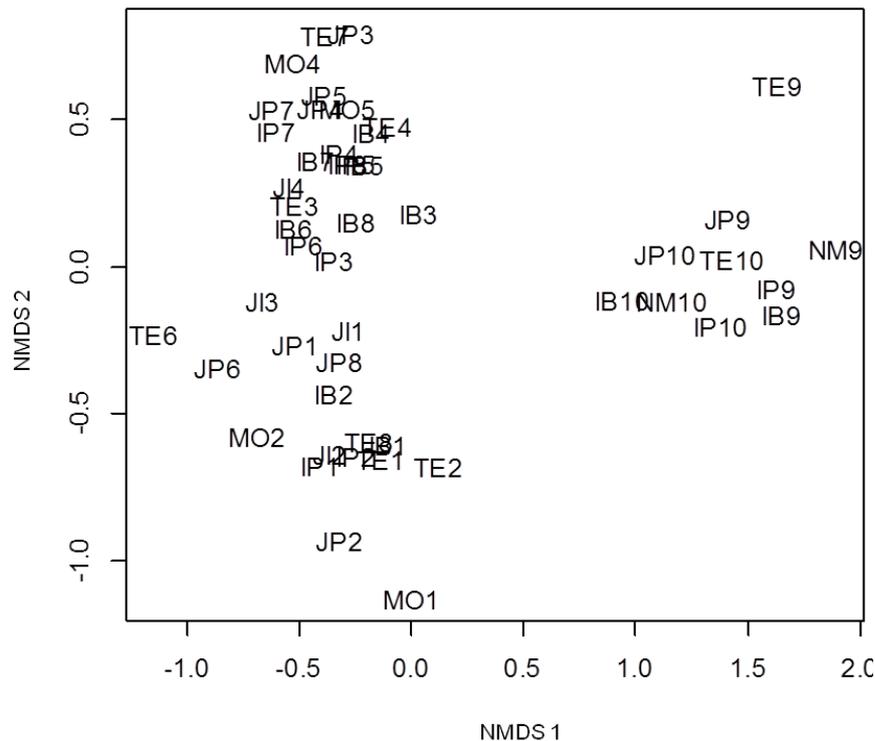


**Figura 7.** Diversidade beta de abelhas Euglossina por campanha nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO (JI = Jirau - ME, TE = Teotônio, JP = Jaci-Paraná - MD, IB = Ilha do Búfalo, IP = Ilha da Pedra, MO = Morrinhos e NM = Novo Módulo Jaci, Números 1 a 10 = C1 a C10).

Os módulos que apresentaram maior similaridade entre si durante as nove primeiras campanhas foram Ilha da Pedra e Ilha do Búfalo, fato que poderia estar relacionado à proximidade geográfica destes dois módulos. Entretanto, somando a décima campanha, os módulos com maior similaridade passaram a ser Ilha da Pedra e Jaci-Paraná – MD, os quais são geograficamente distantes um do outro (Figura 8). Dessa forma, características ambientais (por exemplo, composição florística e estrutura da vegetação) podem ser os fatores que influenciam a similaridade da composição de abelhas das orquídeas entre os módulos. A comunidade de Euglossina foi ordenada ainda por meio da análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS, do inglês *Non-metric Multidimensional Scaling*) (Figura 9) e foi possível verificar que, de modo geral, a similaridade entre os módulos está sendo influenciada pelas campanhas, por exemplo, no lado inferior do gráfico encontram-se praticamente todas as campanhas 1 e 2 e do lado direito as campanhas 9 e 10. Contudo, não é possível detectar diferenças entre as fases pré e pós-enchimento. Esse fato pode ser explicado pela sazonalidade do grupo e pelas flutuações populacionais citadas anteriormente.

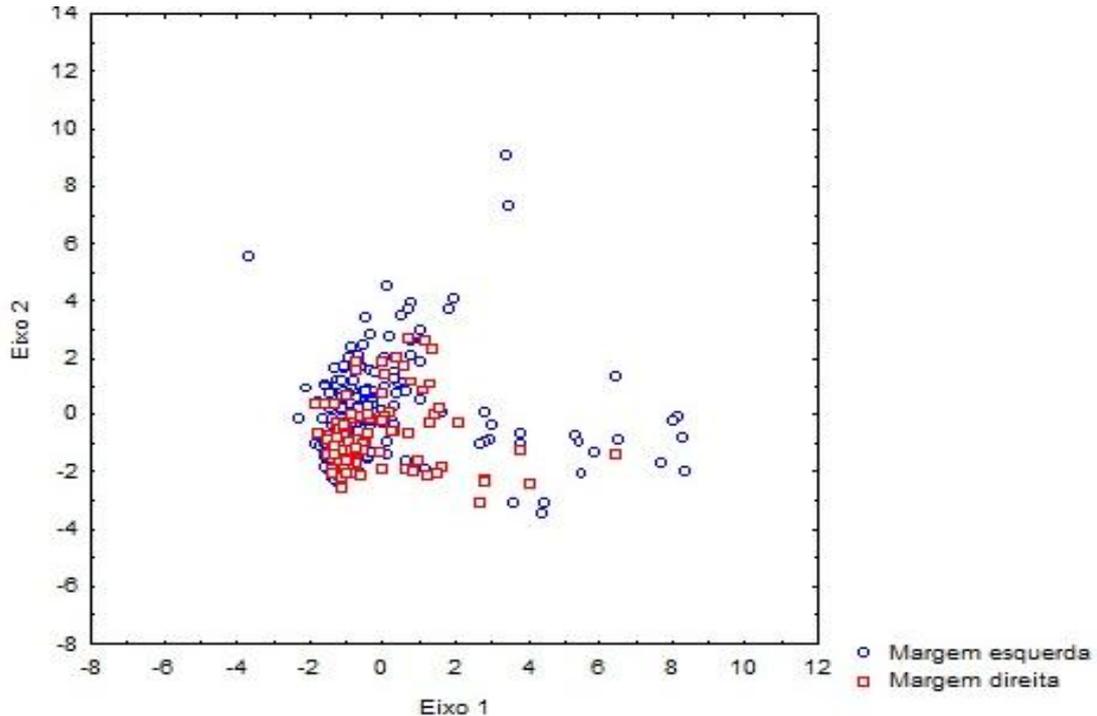


**Figura 8.** Dendrograma com dissimilaridade entre os seis módulos de amostragens somando as dez campanhas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, construído a partir da matriz de distância da Tabela 4. (MO= Morrinhos; IB= Ilha do Búfalo; TE= Teotônio; IP= Ilha da Pedra; JI= Jirau – ME, JP= Jaci-Paraná – MD e NM = Novo Módulo Jaci).



**Figura 9.** Ordenação da comunidade de Euglossina por meio da análise de NMDS. (1 = Campanha 1; 2 = Campanha 2; 3 = Campanha 3; 4 = Campanha 4; 5 = Campanha 5; 6 = Campanha 6; 7 = Campanha 7; 8 = Campanha 8; 9 = Campanha 9; 10 = Campanha 10; MO= Morrinhos; IB= Ilha do Búfalo; TE= Teotônio; IP= Ilha da Pedra; JI= Jirau – ME; JP= Jaci-Paraná – MD; NM = Novo Módulo Jaci).

A análise de ordenação da composição da fauna de abelhas das orquídeas demonstrou que em geral a comunidade é similar entre as margens do rio, indicando que o rio não é uma barreira para dispersão destes organismos (Figura 10). Este resultado deve estar relacionado com a elevada capacidade de vôo dessas abelhas.



**Figura 10.** Ordenação das comunidades de abelhas das orquídeas para os módulos amostrados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. Dados obtidos durante as dez campanhas de amostragem (outubro de 2010 a abril de 2013).

As campanhas que apresentaram maior abundância de *Euglossina* foram campanha 2 (n = 1.416), campanha 1 (n = 762) e campanha 3 (n = 722) (Tabela 4). Em relação à riqueza, as campanhas com maior número de espécies foram campanha 1 (n = 39), campanha 2 (n = 34) e campanha 3 (n = 29). Entretanto, a abundância das espécies oscilou entre as campanhas. Por exemplo, 396 indivíduos de *Eulaema meriana*, espécie mais abundante em todas as campanhas, foram coletados na campanha sete e apenas 53 indivíduos foram coletados na campanha 8. Esses resultados indicam que existem flutuações populacionais nas comunidades de *Euglossina* ou mesmo que possa estar havendo um “ajuste” na comunidade de *Euglossina* em função da formação do reservatório da UHE Santo Antônio.

**Tabela 4.** Riqueza e abundância de Euglossina coletadas durante a primeira (outubro de 2010), segunda (janeiro de 2011), terceira (abril de 2011), quarta (junho de 2011), quinta (setembro 2011), sexta (novembro 2011), sétima (março 2012), oitava (junho 2012), nona (janeiro 2013) e décima (abril 2013) campanhas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.

<b>Espécie</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>	<b>C6</b>	<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	<b>C10</b>	<b>Total</b>
<i>Aglae caerulea</i> Lepeletier & Serville	1		1		1						3
<i>Eufriesea auripes</i> (Gribodo)			1							1	2
<i>Eufriesea fallax</i> (Smith)	1	1									2
<i>Eufriesea flaviventris</i> (Friese)	1	1									2
<i>Eufriesea fragocora</i> Kimsey	1						1				2
<i>Eufriesea pulchra</i> (Smith, 1854)					1					1	2
<i>Eufriesea</i> sp.2	1										1
<i>Eufriesea superba</i> (Hoffmannsegg)	15	1	2		3	2					23
<i>Eufriesea surinamensis</i> (Linnaeus)		5					1				6
<i>Euglossa amazonica</i> Dressler	2										2
<i>Euglossa analis</i> Westwood	6	5	6	6				1			24
<i>Euglossa augaspis</i> Dressler	33	37	10	6	2	36	4	3	2	17	150
<i>Euglossa avicula</i> Dressler	69	262	133	12	9	99	70	5	140	131	930
<i>Euglossa bidentata</i> Dressler	8	30	17	1	10	15	4	1		18	104
<i>Euglossa chalybeata</i> Friese	45	55	66	33	7	17	9	10	4	47	293
<i>Euglossa chlorina</i> Dressler									1		1
<i>Euglossa cognata</i> Moure	5	3	7		1		5		9	8	38
<i>Euglossa crassipunctata</i> Moure	3	9	4	2		7	1	1	3	5	35
<i>Euglossa despecta</i> Moure	5			2	2	1					10
<i>Euglossa gairanii</i> Dressler	3	3			1	4			2	1	14
<i>Euglossa ignita</i> Smith	34	114	52	56	61	29	36	26	9	19	436
<i>Euglossa imperialis</i> Cockerell	14	42	39	21	13	6	28	6	5	20	194
<i>Euglossa intersecta</i> Latreille	8	20	33	12	8	3	7	13	5	10	119
<i>Euglossa iopyrrha</i> Dressler							1				1
<i>Euglossa irisa</i> Oliveira	75	117	13	18	50	19	4		9	22	327
<i>Euglossa laevinctata</i> Dressler		1									1
<i>Euglossa magnipes</i> Dressler	2	1	2	2		1		1		2	11
<i>Euglossa modestior</i> Dressler	4	14	2	21	7			5	1	3	57

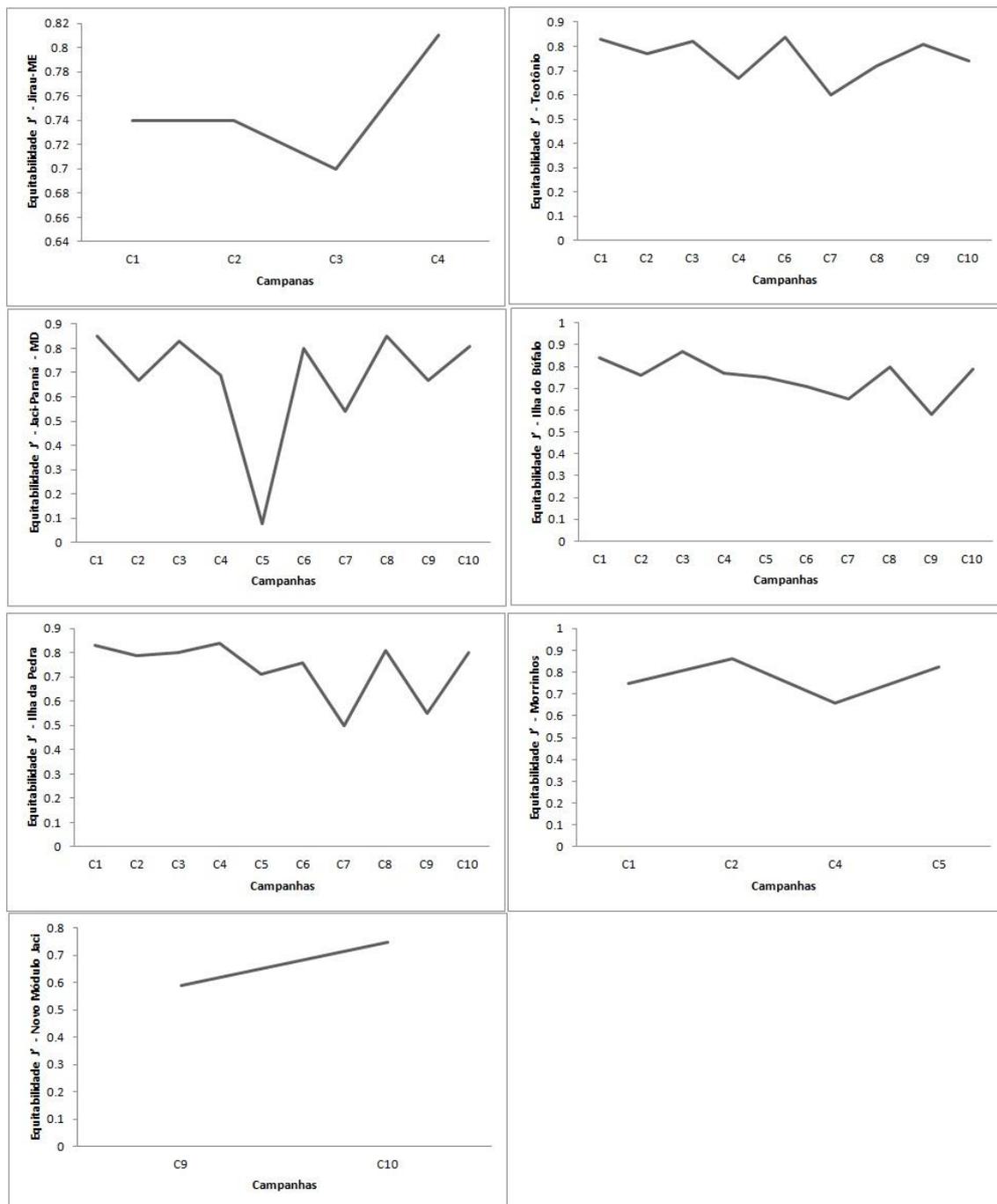
Espécie	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	Total
<i>Euglossa mourei</i> Dressler	22	69	26	9	8	30	9	5	7	32	217
<i>Euglossa orellana</i> Roubik	26	46	23	21	10	22	9	13	12	23	205
<i>Euglossa parvula</i> Dressler	10	5					1			7	23
<i>Euglossa prasina</i> Dressler	4	29	27	12	4	11	6	7	7	13	120
<i>Euglossa rugilabris</i> Moure		6	3	2				1	1		13
<i>Euglossa securigera</i> Dressler	1	3	1								5
<i>Euglossa</i> sp.1	1										1
<i>Euglossa</i> sp.2	2										2
<i>Euglossa</i> sp.3	1										1
<i>Euglossa</i> sp.5				1							1
<i>Eulaema bombiformis</i> (Packard)	71	80	23	9	33	12	29	1	21	44	323
<i>Eulaema cingulata</i> (Fabricius)	23	26	3	28	1	4	2		4	2	93
<i>Eulaema meriana</i> (Olivier)	191	317	130	237	162	157	396	53	220	211	2074
<i>Eulaema mocsaryi</i> (Friese)	28	52	37	5	7	10	9	3	4	6	161
<i>Eulaema nigrita</i> Lepelletier	8	7	9	2		2	1	9	12	4	54
<i>Eulaema polyzona</i> (Mocsary)			3		1						4
<i>Eulaema pseudocingulata</i> (Oliveira)	16	11		12	1	6	1	2		7	58
<i>Exaerete frontalis</i> (Guérin-Méneville)	8	30	19	7	19	2	5		2	14	106
<i>Exaerete lepeletieri</i> Oliveira & Nemésio		2		2	7	4	1	4		2	22
<i>Exaerete smaragdina</i> (Guérin-Méneville)	8	12	30	28	7	2	2	5	8	26	128
<i>Exaerete trochanterica</i> (Friese)	6					2	3		1		12
Abundância	762	1416	722	567	436	505	643	175	489	696	6411
Riqueza	39	34	29	27	27	28	25	22	24	28	49

Todas as espécies coletadas na décima campanha, já haviam sido registradas nas campanhas anteriores. Contudo, nesta campanha, a abundância e a riqueza foram maiores que nas campanhas quatro, cinco, sete, oito e nove. O gênero *Eufriesea*, que não tinha sido coletado desde a sexta campanha, voltou a ser registrado.

Algumas espécies não foram mais registradas após a formação do reservatório, são elas: *Aglae caerulea*, *Eufriesea fallax*, *Eufriesea flaviventris*, *Eufriesea* sp.2, *Eufriesea superba*, *Eufriesea surinamensis*, *Euglossa amazonica*, *Euglossa despecta*, *Euglossa*

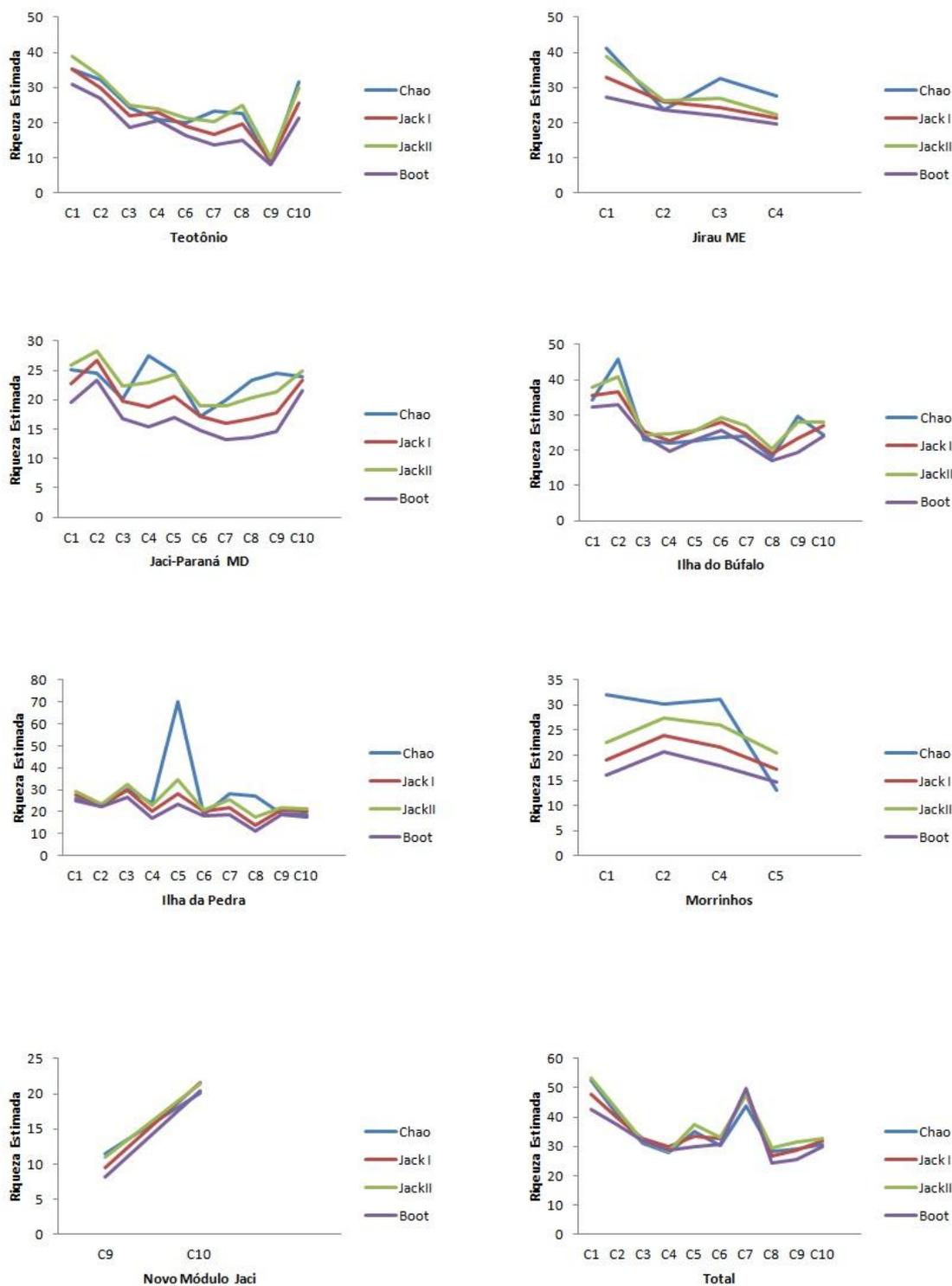
*laevincta*, *Euglossa securigera*, *Euglossa* sp.1, *Euglossa* sp.2, *Euglossa* sp.3, *Euglossa* sp.5 e *Eulaema polyzona*. Essa variação na composição de Euglossina pode estar relacionada à sazonalidade das espécies deste grupo, pois algumas são mais ativas em determinados períodos do ano (Oliveira & Campos, 1995). Dessa forma, para entender se as espécies foram afetadas pelo empreendimento, a continuidade do monitoramento após o enchimento é de extrema relevância.

Por meio da análise de equitabilidade é possível verificar mudanças na comunidade possivelmente relacionadas com as variações ambientais que tenham ocorrido, tanto naturalmente, quanto devido ao empreendimento. Áreas mais conservadas costumam apresentar maior equitabilidade. As mudanças nos valores de equitabilidade para um mesmo módulo podem estar relacionadas tanto com as variações sazonais sofridas pelas populações, quanto com alterações no ambiente. Por exemplo, uma determinada alteração (impacto) no ambiente pode contribuir com o aumento populacional de uma espécie que seja favorecida por esta alteração. De modo geral, os resultados indicam que a equitabilidade variou consideravelmente nos módulos avaliados no decorrer do monitoramento (Figura 11). A alteração mais brusca em relação à equitabilidade ocorreu no Módulo Jaci-Paraná-MD durante a campanha 5. Este fato deve-se à elevada abundância da espécie *Eeulaema meriana* em comparação às demais espécies que apresentaram no máximo seis indivíduos. No módulo Jirau-ME, a maior equitabilidade foi registrada na quarta e última campanha realizada no módulo. Nos demais módulos a equitabilidade oscilou, provavelmente, devido a características sazonais.



**Figura 11.** Análises de *Equitabilidade J'* em cada uma das dez campanhas de campo realizadas nos módulos amostrados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

A riqueza estimada para cada campanha nos sete módulos de amostragem é demonstrada na Figura 12. É importante considerar que o Novo Módulo só foi amostrado nas campanhas nove e dez e que Jirau-ME e Morrinhos não foram amostrados após a campanha 4 e 5, respectivamente. No módulo Teotônio, a riqueza estimada foi elevada nas primeiras campanhas, diminuiu consideravelmente e voltou a aumentar na última campanha. A riqueza estimada em Jaci-Paraná – MD foi mais baixa e também a que mais variou ao longo do monitoramento. Ilha do Búfalo teve a maior riqueza estimada, mas esta diminuiu consideravelmente ao longo das campanhas. Em Ilha da Pedra o estimador *Chao I* indica uma elevada riqueza na quinta campanha, mas esta volta a diminuir nas campanhas seguintes.



**Figura 12.** Riqueza estimada de abelhas das orquídeas durante as dez campanhas de campo realizadas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap*.

Os resultados da análise de redundância entre as características ambientais de cada módulo e a composição e riqueza da fauna de abelhas das orquídeas são mostrados na Tabela 5. As variáveis que mais influenciaram tanto a composição quanto a riqueza foram Inclinação, K, Ca+Mg e areia. De fato, assim como em outros grupos de abelhas, fêmeas de *Euglossini* podem utilizar areia misturada com resina na construção do ninho (Zucchi *et al.*, 1969; Michener, 1974; 2000; Roubik, 1989). As demais relações acima citadas não podem ser discutidas devido à ausência de dados na literatura.

**Tabela 5.** Análise de Redundância (RDA) entre as características ambientais e a composição e riqueza da fauna de abelhas das orquídeas, na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

	Composição		Riqueza	
	RDA	p	RDA	p
Inclinação	0.49461	0.053	-0.36239	0.069
Altitude	0.1875	0.778	0.02298	0.778
P	0.009806	0.359	0.21691	0.348
K	0.64831	0.06	-0.34662	0.08
Ca+Mg	0.03197	0.006	-0.44774	0.002
N	0.396248	0.925	0.29043	0.912
MO	0.235901	0.174	-0.13877	0.197
Areia	0.024209	0.014	-0.57589	0.011
Silte	0.57358	0.405	-0.20082	0.366
DAP	0.253361	0.813	0.12246	0.813

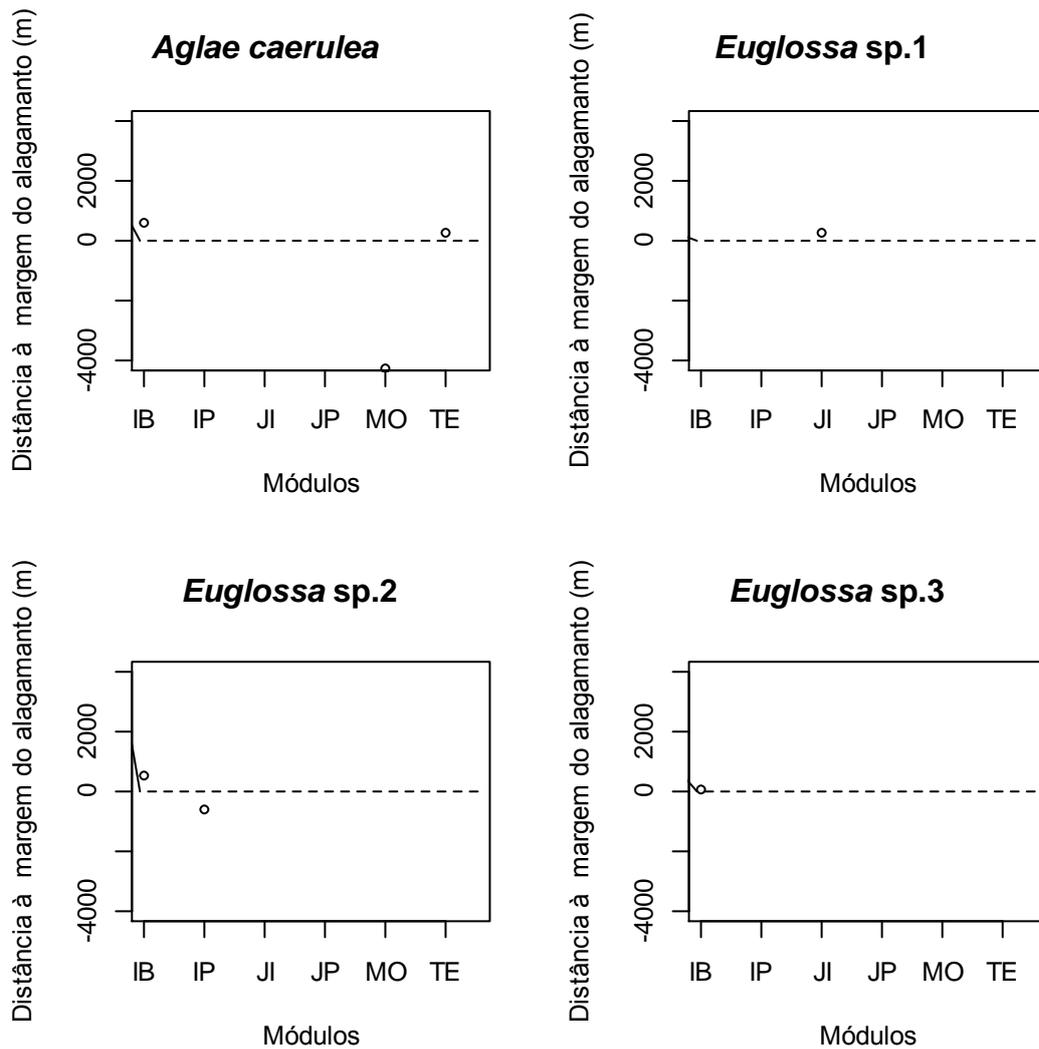
Considerando os dados sobre a inundação, foi possível a elaboração de gráficos de distribuição que mostram como cada espécie poderia ter sido afetada pelo empreendimento. Das 49 espécies coletadas durante as dez campanhas, 37 apresentam ampla distribuição nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento e não devem ter sido diretamente afetadas pelo enchimento do reservatório. Essas espécies também costumam ser frequentes e abundantes em outros levantamentos já realizados na região (Oliveira & Campos, 1995; Nemésio & Morato, 2004, 2005, 2006; Storck-Tonon *et al.*, 2009).

Os gráficos com a distribuição das 12 espécies consideradas suscetíveis aos efeitos da inundação encontram-se nas Figuras 13, 14 e 15. Foram consideradas como suscetíveis as espécies com distribuição restrita às áreas alagadas ou aos pontos que ficaram na beira do reservatório após a formação do mesmo. Dentre essas espécies, quatro apresentam incerteza taxonômica (*Euglossa* sp.1, *Euglossa* sp.2, *Euglossa* sp.3, *Eufriesea* sp.2). É possível que estas espécies apresentem distribuição restrita e possam ter sido prejudicadas pelo processo de formação do reservatório.

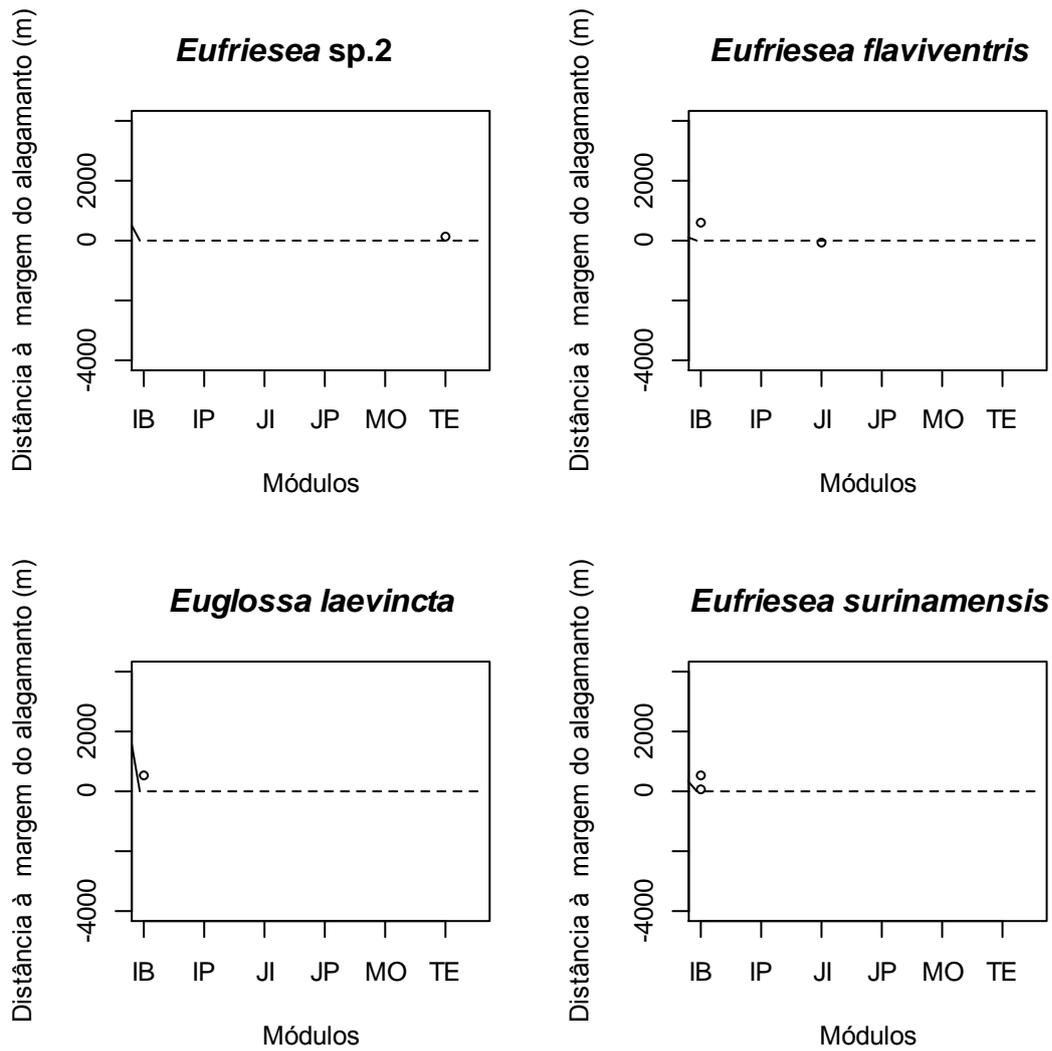
As espécies *Euglossa securigera* e, principalmente, *Eulaema nigrita*, foram registradas apenas nas áreas mais afetadas pela inundação. Entretanto, essas espécies são consideradas bioindicadores de áreas impactadas e poderão se beneficiar com o alagamento, ou seja, suas populações podem ser afetadas positivamente.

A espécie *Aglae caerulea*, considerada rara nos levantamentos dessas abelhas, foi coletada em um ponto que foi alagado no módulo de Morrinhos e em outros que ficarão muito próximo do lago nos módulos de Teotônio e Ilha do Búfalo. Provavelmente será a espécie que sofrerá maior impacto com a implantação do empreendimento. *Eufriesea falviventris*, *Eufriesea surinamensis*, *Euglossa laevincta*, *Euglossa magnipes* e *Eulaema polyzona* foram registradas apenas nas áreas afetadas pelo alagamento ou em áreas próximas à borda do reservatório, entretanto, são espécies comuns em levantamentos na região amazônica.

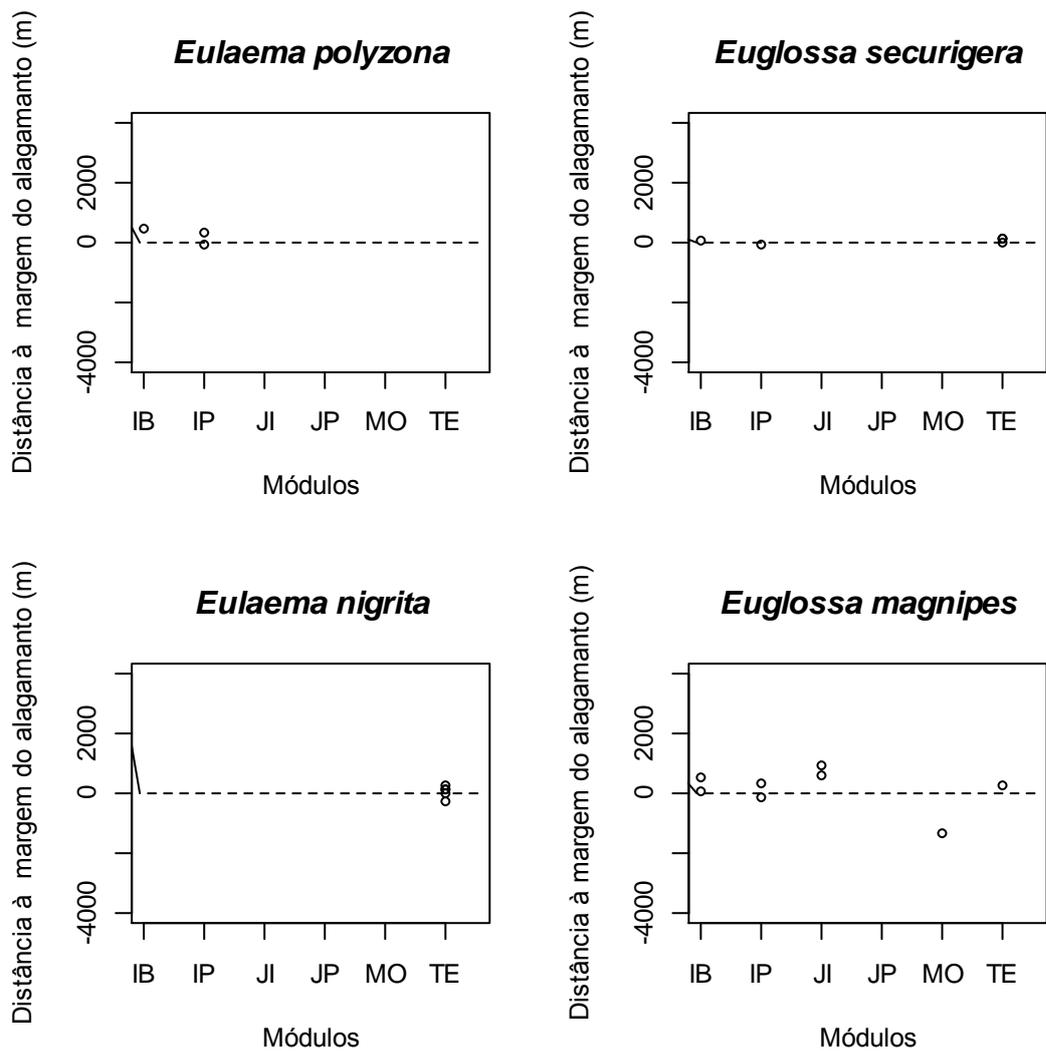
A detectabilidade para as espécies consideradas suscetíveis aos efeitos da inundação foi em geral baixa, tanto no que se refere à detectabilidade nas parcelas quanto nos módulos (Tabela 6). É importante considerar que dessas 12 espécies suscetíveis, apenas *Eulaema nigrita* e *Euglossa magnipes* foram coletadas nas campanhas pós-enchimento. As demais não foram registradas após a quinta campanha. É importante ressaltar também que dez dessas espécies tem abundâncias baixas, com um a seis indivíduos registrados ao todo. No caso de *Eulaema nigrita* e *Euglossa magnipes* as abundâncias foram 54 e 11, respectivamente.



**Figura 13.** Distribuição das espécies que apresentam incerteza taxonômica ou que foram coletadas em áreas que foram alagadas em relação à cota de inundação com o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio em Porto Velho – RO.



**Figura 14.** Distribuição das espécies que apresentam incerteza taxonômica ou que foram coletadas em áreas que foram alagadas em relação à cota de inundação com o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio em Porto Velho - RO.

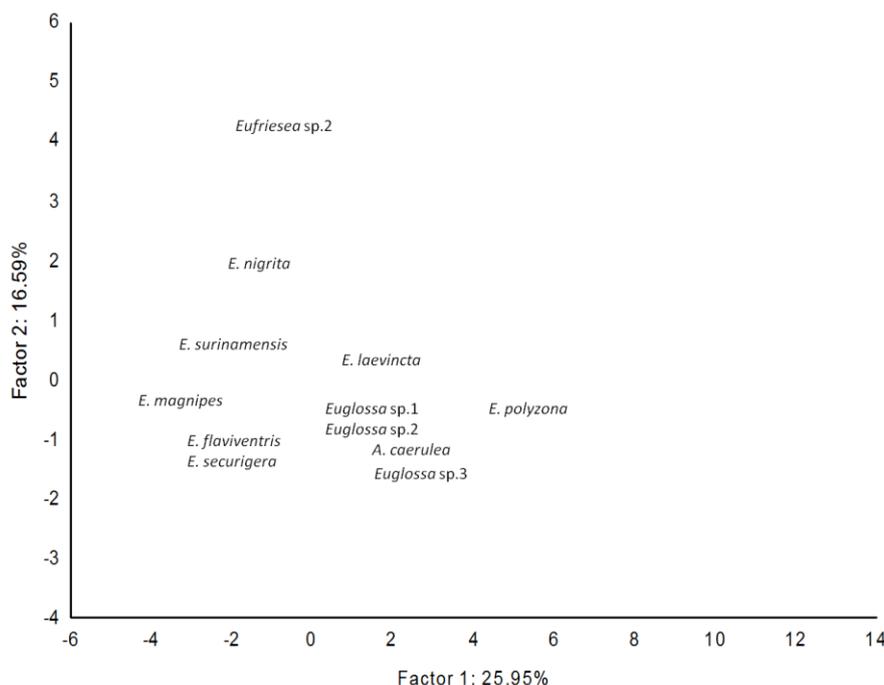


**Figura 15.** Distribuição das espécies que apresentam incerteza taxonômica ou que foram coletadas em áreas que foram alagadas em relação à cota de inundação com o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio em Porto Velho - RO.

**Tabela 6.** Análise de detectabilidade das espécies de abelhas das orquídeas consideradas vulneráveis pelo processo de alagamento da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. Legenda (p: probabilidade de detecção; IC: intervalo de confiança).

Espécie	Parcela		Módulo	
	p	IC	p	IC
<i>Aglae caerulea</i>	0.0071	0.0023 - 0.0219	0.0429	0.0139 - 0.1246
<i>Euglossa</i> sp. 1	0.1000	0.0139 - 0.4672	0.0169	0.0024 - 0.1107
<i>Euglossa</i> sp. 2	0.4000	0.1002 - 0.7996	0.4817	0.1083 - 0.8767
<i>Euglossa</i> sp. 3	0.1000	0.0139 - 0.4672	0.0169	0.0024 - 0.1107
<i>Eufriesea</i> sp. 2	0.1000	0.0139 - 0.4672	0.0169	0.0024 - 0.1107
<i>Eufriesea flaviventris</i>	0.4000	0.1002 - 0.7996	0.4817	0.1083 - 0.8767
<i>Eufriesea surinamensis</i>	0.0943	0.0151 - 0.4145	0.0943	0.0151 - 0.4144
<i>Euglossa magnipes</i>	0.0262	0.0146 - 0.0467	0.1683	0.0786 - 0.3243
<i>Eulaema polyzona</i>	0.0943	0.0151 - 0.4145	0.0943	0.0151 - 0.4144
<i>Eulaema nigrita</i>	0.3270	0.2170 - 0.4600	0.4995	0.2927 - 0.7065
<i>Euglossa securigera</i>	0.0119	0.0050 - 0.0283	0.0659	0.0102 - 0.3259
<i>Euglossa laevincta</i>	0.1000	0.0139 - 0.4672	0.0169	0.0024 - 0.1107

As características ambientais das áreas de ocorrência das espécies afetadas diretamente pela inundação explicam juntas 46,6% da distribuição de abelhas das orquídeas (Figura 16), influenciando o tipo e a disponibilidade de recursos utilizados por estas espécies, sendo que o eixo 1 explica 29.89% da distribuição. Os resultados demonstram também que *Aglae caerulea*, *Euglossa laevincta* e *Eufriesea flaviventris* ocupam áreas com as mesmas características ambientais, mas não formam agrupamento com as demais espécies avaliadas. Estas três espécies estão mais próximas ao eixo 1 e devem ser aquelas cuja distribuição é mais fortemente influenciada pelas características ambientais.



**Figura 16.** Espécies sob influência direta do processo de alagamento amostradas na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, da primeira à décima campanha, nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau-ME, Jaci-Paraná-MD e Ilha da Pedra.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a realização de dez campanhas de amostragem a curva de acumulação de espécies apresenta sinal de estabilização. Entretanto, avaliando as previsões dos estimadores, espera-se que nas próximas campanhas mais espécies sejam coletadas. Por exemplo, *Euglossa chlorina*, espécie pouco abundante, mas frequentemente coletada em outros levantamentos da região, só foi registrada na décima campanha. Além disso, na campanha 10 tanto a abundância quanto a riqueza voltaram a ser elevadas, só não sendo maiores do que nas três primeiras campanhas.

Em relação à composição das espécies, foram observadas mudanças nas dez campanhas realizadas. Este fato provavelmente está relacionado com a sazonalidade do grupo ou mesmo com a reestruturação da comunidade após a sexta campanha. O gênero *Eufriesea*, que não havia sido registrado após a sexta campanha, voltou a ser coletado na décima. Segundo Dressler (1982) as espécies desse gênero são ativas durante um ou dois meses no ano.

Das 49 espécies coletadas durante as dez campanhas, 37 apresentam ampla distribuição nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento e não devem ter sido diretamente afetadas pela inundação. Essas espécies também costumam ser

frequentes e abundantes em outros levantamentos já realizados na região. Por outro lado, 10 espécies das 12 consideradas suscetíveis, não foram coletadas após a quinta campanha, realizada dias antes do início da formação do reservatório.

Contrariamente, *E. nigrita*, indicadora de áreas impactadas, teve sua maior abundância na nona campanha. Apenas com a continuidade do monitoramento será possível obter informações sobre os padrões e, por consequência, obter maiores conclusões sobre o conhecimento da distribuição dessas abelhas e de respostas específicas, não só em função do empreendimento, mas também sobre a biologia/ecologia na região em questão. Considerando a importância de se conhecer essas respostas das abelhas ao impacto do empreendimento e a probabilidade de registro de espécies novas para a região, a continuidade do monitoramento será de grande importância para ciência.

Embora os ninhos não tenham sido avaliados neste estudo, sabe-se que algumas espécies de Euglossina nidificam no solo, troncos e termiteiros. Portanto, o alagamento pode afetar as populações com a perda dos ninhos. Desta forma, a continuidade do monitoramento será de suma importância para a avaliação das possíveis alterações diretas causadas pela formação do reservatório sobre a comunidade de Euglossina nas áreas de influência da UHE Santo Antônio.

Devido ao fato de que essas abelhas nunca foram coletadas em um empreendimento como este, e também devido à sazonalidade do grupo, espera-se que com as réplicas realizadas no monitoramento seja possível avaliar de forma mais precisa os efeitos do empreendimento sobre as abelhas Euglossina e, por consequência, tanto para a fauna em geral quanto para a relação animal-planta.

Por fim, é de suma importância considerar que o alagamento promoveu uma mudança da borda florestal ao longo das áreas do reservatório e, conseqüentemente, áreas que eram distantes de borda passam a sofrer os efeitos desta mudança (aumento da temperatura, alteração da umidade, maior incidência de luz, etc). Dessa forma, as espécies que ocorrem nestes locais podem estar sendo prejudicadas pelas mudanças ambientais bruscas. Deve-se considerar ainda, que as espécies poderão mudar seus locais de ocorrência em busca de melhores qualidades ambientais e diminuição de competição por recursos. Assim, haverá um deslocamento das populações após o estabelecimento das novas condições ambientais. Logo, a continuidade do monitoramento por pelo menos dois ciclos após a formação do reservatório será de extrema importância para o entendimento dessas mudanças.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANJOS-SILVA, E.J. DOS; CAMILO, E.; GARÓFALO, C.A. 2006. Occurrence of *Aglæ caerulea* Lepeletier & Serville (Hymenoptera: Apidae: Euglossini) in the Parque Nacional da Chapada dos Guimarães, Mato Grosso State, Brazil. *Neotropical Entomology*, 35(6): 868-870.
- BECKER, P.; MOURE, J.S.; PERALTA, F.J.A. 1991. More about Euglossine bees in Amazonian forest fragments. *Biotropica* 23(4b): 586-591.
- BEISNER, B.E., PERES-NETO, P.R., LINDSTRÖM, ES., BARNETT, A. and LONGHI, M.L. 2006. The role of environmental and spatial processes in structuring lake communities from bacteria to fish. *Ecology*, 87(12): 2985-2991.
- BORCARD, D., LEGENDRE, P. & DRAPEAU, P., 1992. Partialling out the spatial component of ecological variation. *Ecology*
- BRAGA, P.I.S. 1976. Atração de abelhas polinizadoras de Orchidaceae com auxílio de iscas-odoríferas na campina, campinarana e floresta tropical úmida da região de Manaus. *Ciência e Cultura* 28 (7): 767-773.
- CHAO, A. 2005. Species richness estimation, p. 7909-7916. *In*: N. Balakrishnan, C. B. Read, and B. Vidakovic (eds.). *Encyclopedia of Statistical Sciences*. New York, Wiley.
- COWELL, R.K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- DRESSLER, R.L. 1982. Biology of the orchid bees (Euglossini). *Annual Review of Ecology and Systematic*, 13: 373-394.
- FAITH, D.P.; MINCHIN, P.R.; BWLBIN, L. 2004. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Plant Ecology* 69, 57-89.
- HINES, J.E. 2006. PRESENCE 2 – Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC. <http://www.mbrpwrc.usgs.gov/software/presence.html>
- HURLBERT, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology* 52(4):577-586.
- MAGURRAN, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, Princeton, N. J.
- MINCKLEY, R.L. & REYES, S.G. 1996. Capture of the orchid bee, *Eulaema polychroma* (Friese) (Apidae: Euglossini) in Arizona, with notes on northern distributions of other Mesoamerican bees. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 69(1): 102-104.

- MORATO, E.F.; CAMPOS, L.A. DE O.; MOURE, J.S. 1992. Abelhas Euglossini (Hymenoptera, Apidae) coletadas na Amazônia Central. *Revista Brasileira de Entomologia*, 36(4): 767-771.
- MORATO, E.F. 1994. Abundância e riqueza de machos de Euglossini (Hymenoptera: Apidae) em áreas de terra firme e áreas de derrubada, nas vizinhanças de Manaus (Brasil). *Boletim do Museu Goeldi, Série Zoologia Paraense Emilio*, 10(1): 95 -105.
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E.F. 2004. Euglossina (Hymenoptera: Apidae) of the Humaitá Reserve, Acre state, Brazilian Amazon, with comments on bait trap efficiency. *Revista de Tecnologia e Ambiente*, 10(2): 71-80.
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E.F. 2005. A diversidade de abelhas Euglossina (Hymenoptera: Apidae: Apini) do estado do Acre. *In: Drumond, P.M (Ed). Fauna do Acre*. EDUFAC, Rio Branco, Acre. p. 41-51.
- NEMÉSIO, A. & MORATO, E.F. 2006. The orchid-bee fauna (Hymenoptera: Apidae) of Acre state (northwestern Brazil) and a re-evaluation of euglossine bait-trapping. *Lundiana*, 7(1): 59-64.
- OLIVEIRA, M.L. & CAMPOS, L.A.O. 1995. Abundância, riqueza e diversidade de abelhas Euglossinae (Hymenoptera, Apidae) em florestas contínuas de terra firme na Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 12(3): 547-556.
- OLIVEIRA, M.L.; SILVA, S.J.R.; SILVA, M.C.; ARAÚJO, A.C.O.; ALBUQUERQUE, M.I.C; TAVARES, S.F. 2010. Abelhas de Roraima: Por que tantas espécies em tão pouco espaço?; p. 523-540. *In: R.I. Barbosa and V.F. Melo (eds). Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia*. Boa Vista: FEMACT.
- PEET, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5:285-307.
- PERES-NETO, PR., LEGENDRE, P., DRAY, S. and BOCARD, D. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology*, 2006, vol. 87, no. 10, p. 2614-2625.
- POWELL, A.H. & POWELL, G.V.N. 1987. Population Dynamics of Male Euglossine Bees in Amazonian Forest Fragments. *Biotropica*, 19(2): 176-179.
- ROUBIK, D.W. 1989. Ecology and natural history of tropical bees. Cambridge: Cambridge University Press, 514p.
- ROUBIK, D.W. & HANSON, P.E. 2004. Orchid bees of tropical America biology and field guide. INBio, Costa Rica, Panama. 370pp.
- SKOV, C. & WILEY, J. 2005. Establishment of the neotropical orchid bee *Euglossa viridissima* (Hymenoptera: Apidae) in Florida. *Florida Entomologist*, 88(2): 225-227.

- STORCK-TONON, D.; MORATO, E.F.; OLIVEIRA, M.L. 2009. Fauna de Euglossina (Hymenoptera: Apidae) da Amazônia Sul-Occidental, Acre, Brasil. Acta Amazonica 39(3): 693-706.
- TONHASCA, A.JR.; BLACKMER, J.L.; ALBUQUERQUE, G.S. 2002. Abundance and Diversity of Euglossine Bees in the Fragmented Landscape of the Brazilian Atlantic Forest. Biotropica, 34(3): 416-422.
- WADT, L.H. de O.; K.A. KAINER; D.A.P. GOMES-SILVA. 2005. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. Forest Ecology and Management, 211: 371-384.
- WILLIAMS, N.H. & DODSON, C.H. 1972. Selective attraction of male euglossine bees to orchid floral fragrances and its importance in long distance pollen flow. Evolution 26: 84-95.
- WILLIAMS, N.H. & WHITTEN, W.M. 1983. Orchid floral fragrances and male euglossine bees: methods and advances in the last sesquidecade. Biological Bulletin, 164: 355-395.

## 7. EQUIPE TÉCNICA

- **Coordenação Técnica Geral**

Dr. Marco Antonio Monteiro Granzinolli, Biólogo  
CRBio 39191/01-D, CTF IBAMA 324629

- **Subcoordenação**

Dra. Marianna Dixó, Bióloga  
CRBio 33455/01-D, CTF IBAMA 474177

- **Responsável Técnico**

Dra. Danielle Storck Tonon, Bióloga  
CRBio 52423/6-D, CTF IBAMA 1789765

- **Técnico Assistente:**

Rafael Tonon  
CTF IBAMA 1610345