

## UHE SANTO ANTÔNIO

### PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE FAUNA

#### SUBPROGRAMA CONSERVAÇÃO DA ENTOMOFAUNA:

#### BESOUROS COPRONECRÓFAGOS

São Paulo  
Agosto de 2012

## ÍNDICE GERAL

<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Pontos Amostrais.....</b>	<b>4</b>
<b>3.2. Métodos de Amostragem.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3. Análise de Dados.....</b>	<b>9</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>4.1. Descrição geral da estrutura da comunidade de besouros copronecrófagos</b>	<b>11</b>
<b>4.2. Variações espaciais na riqueza, abundância e diversidade de besouros copronecrófagos.....</b>	<b>17</b>
<b>4.3. Variações sazonais na riqueza, abundância e diversidade de besouros copronecrófagos.....</b>	<b>40</b>
<b>4.4. Relação da fauna de besouros copronecrófagos com características ambientais e impactos do empreendimento sobre as espécies avaliadas.....</b>	<b>49</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>53</b>
<b>6. EQUIPE TÉCNICA.....</b>	<b>56</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>57</b>
<b>8. ANEXO.....</b>	<b>62</b>

## 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. De acordo com o PBA o Monitoramento da Entomofauna nesta fase teve duração de dois anos, com amostragens trimestrais. Aqui são apresentados os dados de besouros copronecrófagos referentes às oito campanhas de amostragens, realizadas entre setembro de 2010 e junho de 2012.

## 2. INTRODUÇÃO

Besouros copronecrófagos são popularmente conhecidos como "rola-bostas", uma referência ao hábito que algumas espécies possuem de moldar e rolar porções de massa fecal (Vaz-de-Mello, 2000). Este grupo apresenta uma grande diversidade de espécies nos ecossistemas tropicais e forma uma comunidade bem definida em termos taxonômicos e funcionais (Hansky & Cambefort, 1991). Entre os besouros copronecrófagos, destacam-se os escarabeídeos (Família Scarabaeidae), especialmente a subfamília Scarabaeinae. Esta subfamília apresenta cerca de 6.000 espécies, 12 tribos e 234 gêneros e está distribuída principalmente nas regiões tropicais do planeta, sendo escassas as informações tanto sobre a biologia quanto sobre a ecologia da maioria das espécies (Hanski, 1991). Na América do Sul existem registros de mais de 1.250 espécies, sendo que, no Brasil, já foram registradas 618 espécies, incluídas em 49 gêneros (Vaz-de-Mello, 2000).

O grupo dos besouros copronecrófagos é considerado como potencial indicador de qualidade do ambiente em função das características apresentadas abaixo e do papel chave desempenhado nos ecossistemas (McGeoch *et al.*, 2002; Davis *et al.*, 2001; Nichols *et al.*, 2007). Formam um importante componente das comunidades detritívoras, uma vez que utilizam o solo para alocação de recursos (principalmente fezes, carcaças e frutos em decomposição), abrigo e nidificação (Halffter & Matthews, 1966; Halffter & Matthews, 1971). Atuam, ainda, como elemento importante na ciclagem de nutrientes e na aeração do solo (Halffter & Edmonds, 1982), assim como, dispersores secundários de sementes (Shepherd & Chapman, 1998). Os escarabeídeos também são considerados um ótimo grupo focal para estudos ecológicos, pois apresentam padrões distintos de organização quando estudados em fragmentos florestais (Klein, 1989; Favila & Halffter, 1997; Martín-Piera & Lobo, 1993;

Davis *et al.*, 2001). Além disso, outros atributos, como o de que muitas espécies apresentam alto grau de fidelidade por um biótipo ou fitofisionomia em particular (Driscoll & Weir, 2005), e de que pode existir a especificidade por determinado tipo de recurso (fezes de alguns mamíferos, por exemplo), (Andresen, 2003; Vernes *et al.*, 2005), qualificam o grupo como bons bioindicadores. Desta forma, estes podem ser usados para avaliar o efeito de atividades humanas sobre o ambiente, determinar padrões de biodiversidade regional, mudanças na estrutura e função de comunidades naturais e estimar valor de conservação (Staines & Staines, 1998). Os processos de fragmentação, como aqueles gerados pelo aumento dos desmatamentos, podem ser responsáveis pelo declínio da abundância e da riqueza de besouros copronecrófagos, sendo esta redução na biodiversidade também observada nos fragmentos mais isolados (Nichols *et al.*, 2007; Klein, 1989). Distúrbios em florestas tropicais podem afetar diretamente a comunidade de escarabeídeos em função das alterações na temperatura, na umidade, nas características do solo ou, indiretamente, pela redução da fauna de mamíferos (Vulinec, 2000).

Diante disso, os besouros copronecrófagos são responsáveis por importantes “serviços ambientais”, assim, as informações obtidas a partir do monitoramento deste grupo permitem o entendimento de como estão estruturadas as taxocenoses (conjunto de espécies taxonomicamente relacionadas de uma comunidade) e sua biodiversidade. Mais especificamente, fornecerão subsídios para avaliar a resposta aos possíveis impactos provocados pelo empreendimento, principalmente pela inundação e conseqüente formação do lago. Desta forma, é possível traçar estratégias de gerenciamento e conservação da biodiversidade, de forma a mitigar as perdas ambientais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Pontos de Amostragem

Nas oito campanhas realizadas foi amostrado um dos dois transectos pertencentes a seis dos sete módulos nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia, a saber: i) Ilha do Búfalo, ii) Morrinhos, iii) Teotônio, iv) Jirau - ME, v) Jaci Paraná - MD e vi) Ilha da Pedra, no município de Porto Velho, Rondônia. Tal desenho amostral foi determinado em conjunto pelo IBAMA, SAE e Probiota, conforme proposta de adequação apresentada em fevereiro de 2010 ao IBAMA.

A primeira campanha de campo para amostragens dos besouros copronecrófagos foi realizada entre os dias 10 e 25 de setembro de 2010, ainda no período de seca; a segunda campanha entre os dias 21 de janeiro e 02 de fevereiro de 2011; a terceira campanha entre os dias 28 de março e 09 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 04 e 09 de setembro de

2011, no período de transição das estações seca e chuvosa; a sexta campanha entre os dias 17 de novembro e 03 de dezembro de 2011; a sétima campanha entre 28 de fevereiro e 12 de março de 2012 e a oitava campanha entre 30 de maio e 11 de junho de 2012. Cabe salientar que: i) na terceira, sexta, sétima e oitava campanhas não foi possível a realização de amostragem no módulo Morrinhos em virtude da inundação da área; ii) na quinta campanha, durante etapa de desmatamento não foi possível amostragem do módulo Teotônio; iii) na quinta, sexta, sétima e oitava campanhas, 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).

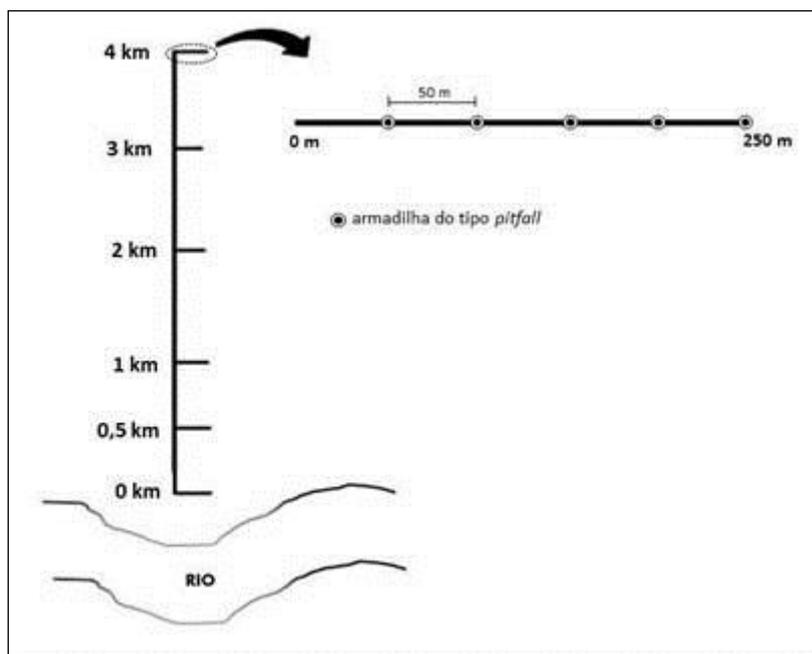
As informações sobre o transecto amostrado e a localização das parcelas (unidades amostrais) para todas as campanhas realizadas estão disponíveis na Tabela 1. Em cada transecto amostrou-se seis parcelas localizadas nas distâncias 0 km, 0,5 km, 1 km, 2 km, 3 km e 4 km. Em cada parcela foram colocadas cinco armadilhas do tipo *pitfall*, totalizando 30 armadilhas por módulo amostrado (Figura 1). A fim de garantir a independência das amostras, foi estabelecida uma distância de 50 m de entre as armadilhas (Larsen & Forsyth 2005).

**Tabela 1.** Localização dos pontos amostrais dos besouros copronecrófagos nas oito campanhas de campo (realizadas entre setembro de 2010 e junho de 2012), nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO (T=transecto).

Módulo	Campanhas	T	Pontos (km)	Coordenadas Geográficas (*)	
				X	Y
Ilha do Búfalo	1	1	0	334131	8988588
			0,5	334438	8988935
			1	334775	8989318
			2	335473	8990072
			3	336211	8990791
			4	336927	8991519
Ilha do Búfalo	2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	2	0	334967	8988015
			0,5	335307	8988404
			1	335582	8988753
			2	336332	8989521
			3	336964	8990336
			4	337699	8991071
Morrinhos	1, 2, 4 e 5	1	0	362138	9002688
			0,5	362267	9002200
			1	362372	9001745
			2	362610	9001664

Módulo	Campanhas	T	Pontos (km)	Coordenadas Geográficas (*)	
				X	Y
			3	362810	8999736
			4	363064	8998750
Teônio	1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8	2	0	383192	9022529
			0,5	382824	9022865
			1	382471	9023187
			2	381719	9023885
			3	380983	9024570
			4	380252	9025236
Jirau- ME	1	1	0	310471	3969173
			0,5	310081	8969701
			1	310062	8969718
			2	309201	8970462
			3	308489	8971182
			4	307747	8972126
Jirau- ME	2, 3 e 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	1	0	347130	8953723
			0,5	347628	8953836
			1	348122	8953914
			2	349118	8953996
			3	349946	8954159
			4	351302	8954300
Jaci Paraná - MD	2, 3, 4, 6, 7 e 8	2	0	346904	8954694
			0,5	347396	8954804
			1	347940	8954868
			2	348933	8954964
			3	349875	8955078
			4	350943	8955206
Ilha da Pedra	1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8	2	0	323016	8985209
			0,5	322669	8985636
			1	322373	8985957
			2	321877	8986754
			3	321325	8987675
			4	320818	8988536

(\*) Coordenadas referentes ao início da parcela



**Figura 1.** Disposição das armadilhas do tipo *pitfall*, para coleta de besouros copronecrófagos, nas parcelas e ao longo do transecto de cada módulo amostrado.

### 3.2. Métodos de Amostragem

Os escarabeídeos foram capturados por meio de armadilhas do tipo *pitfall*, construídas com garrafas plásticas PET de 2 l, cujos gargalos foram cortados e alargados (Figura 2A e 2B). Como isca, foi utilizado um pedaço de fígado de boi, mantido sem refrigeração, atado à tampa e suspenso sobre as armadilhas para evitar a entrada de detritos ou que esta fosse inundada por água de chuva. No pote coletor foram adicionados 300 ml de uma mistura de detergente e solução salina saturada (25 % V/V de NaCl) (Lee *et al.*, 2009; Schiffler *et al.*, 2003). A função do detergente é quebrar a tensão superficial da água, enquanto o sal retira a água excedente do corpo dos insetos, evitando que haja perda das estruturas internas fundamentais para identificação. As armadilhas foram enterradas para que sua abertura (boca) estivesse ao nível do solo, permanecendo assim por 48 h. Os escarabeídeos capturados foram selecionados em triagem e transferidos para potes com álcool 70% para assegurar sua preservação.



**Figura 2.** Armadilhas do tipo *pitfall* e iscas instaladas para coleta de besouros copronecrófagos nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: A) Pote tipo PET enterrado no solo; B) Isca suspensa pela tampa plástica protetora de chuva.

### 3.3. Análise de Dados

As análises estatísticas foram realizadas utilizando nove 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 e ix) somatório de todas as campanhas.

O número de espécies de besouros copronecrófagos (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) utilizando o programa *EstimateS* (Chao *et al.*, 2005; Colwell, 2005). Cada armadilha do transecto linear foi considerada como uma subamostra para a estimativa da riqueza de espécies, tendo sido realizadas 500 aleatorizações. 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). Seu valor apresenta uma amplitude de 0 (uniformidade mínima) a 1 (uniformidade máxima). 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.

Estimou-se a diversidade beta para cada uma das áreas dos módulos, utilizando o índice de dissimilaridade quantitativo de *Sorensen* (Chao *et al.*, 2005), que mede o grau de diferença na composição de espécies entre as diferentes áreas amostradas, sendo calculado a partir da abundância relativa das espécies. De acordo com Chao *et al.* (2005), o índice quantitativo é o melhor estimador de diversidade beta por ser independente da riqueza de espécies. 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 similaridade na composição da comunidade de besouros 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 besouros entre as margens direita e esquerda do rio e entre áreas que tiveram ou não efeito direto da inundação. O método de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMS, do inglês *Non-metric Multidimensional Scaling*) foi utilizado a fim de se sumarizar os padrões das comunidades combinando as variáveis módulo, margem e alagamento. O NMS é considerado o melhor método para descrever gradientes ecológicos, sendo mais vantajoso em relação a outros métodos de ordenação

por não pressupor relações lineares entre atributos e objetos e, geralmente, resumir mais informações em menos dimensões (eixos) (Minchin, 1987; Faith *et al.*, 2004). Esta análise foi realizada para o conjunto total de morfoespécies amostradas e o Teste de *Monte Carlo* selecionado para avaliar a confiabilidade da solução com 100 repetições.

A Análise de Redundância (RDA) e de Regressão Múltipla foram utilizadas para discriminar a importância relativa das variáveis espaciais e ambientais sobre a variância na composição e riqueza taxonômica da fauna de besouros copronecrófagos. Estas são análises que utilizam a técnica de partição da variância, que quantifica as contribuições únicas e comuns das variáveis explanatórias (Legendre & Legendre, 1998). 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. A RDA e os respectivos testes foram feitos no programa R, utilizando o pacote Vegan e a função partvar (R Development Core Team, 2011). 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, granulometria (areia, silte) e argila.

Os dados de ocorrência das espécies foram também utilizados para produzir diagramas da distribuição das morfoespécies de besouros copronecrófagos coletadas em todas as campanhas, em função das distâncias das cotas de alagamento, formação do lago. 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). Foram construídos modelos de ocupação e detecção das espécies e os modelos com melhor ajuste foram selecionados pelo Critério de Informação de *Akaike* (AIC).

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

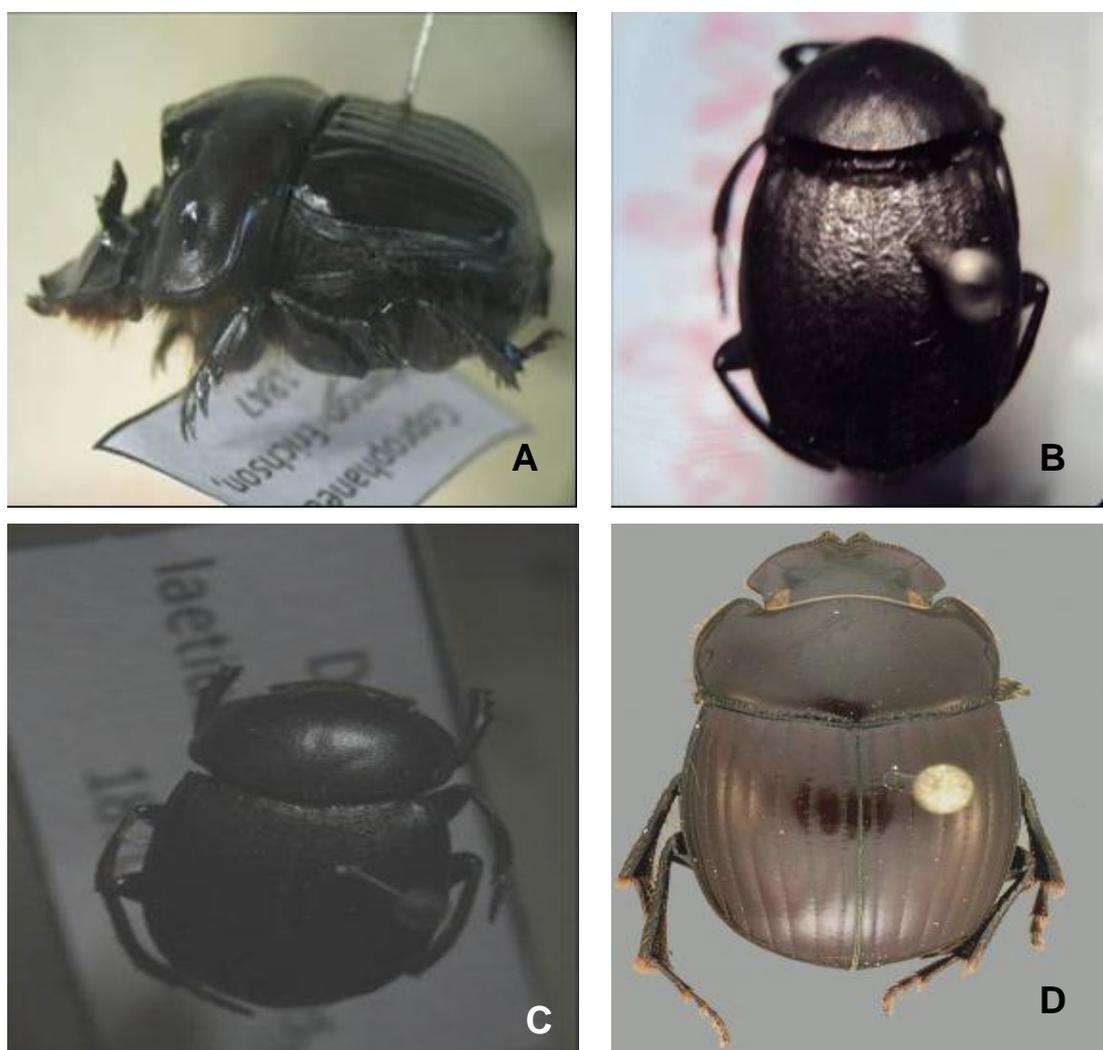
##### 4.1. Descrição geral da estrutura da comunidade de besouros copronecrófagos

Foram coletados, considerando todas as oito campanhas de monitoramento, 5514 indivíduos, distribuídos em 87 espécies de besouros copronecrófagos, 85 delas pertencentes à família Scarabaeidae. Na primeira campanha foram coletados 532 indivíduos pertencentes a 40 espécies; na segunda campanha, 1.151 indivíduos pertencentes a 51 espécies; na terceira campanha, 1.057 indivíduos pertencentes a 40 espécies; na quarta campanha, 814 indivíduos pertencentes a 38 espécies; na quinta campanha, 237 indivíduos pertencentes a 19 espécies, na sexta campanha, 371 indivíduos pertencentes a 23 espécies, na sétima campanha 746 indivíduos pertencentes a 36 espécies e na oitava campanha 606 indivíduos de 30 espécies (Tabela 2). Destaca-se que na sétima campanha e oitava campanhas foram encontradas duas espécies ainda não registradas anteriormente, sendo estas respectivamente: *Onthophagus* sp.04, capturada no módulo Ilha de Pedras e *Oxysternon spiniferum* no módulo de Ilha do Búfalo. Ressalta-se ainda que, na quinta campanha, dois módulos não foram amostrados (Jirau - ME / Teotônio) o mesmo ocorrendo para as sexta, sétima e oitava campanhas em que não foram amostrados os módulos de Jirau - ME e Morrinhos, o que pode em parte justificar a redução nos valores absolutos de riqueza e abundância. As espécies capturadas, sua abundância e distribuição estão apresentadas na Tabela 2.

Considerando-se todas as campanhas realizadas, cerca de 13,5% das espécies registradas foram consideradas raras, por apresentarem apenas um ou dois indivíduos. Em relação à dominância das espécies, no somatório das campanhas, as espécies mais abundantes foram *Coprophanaeus telamon* (Erichson, 1847) (1.609 indivíduos) (Figura 3A), *Deltochilum* aff. *granulosum* (Paulian, 1933) (884 indivíduos) (Figura 3B), *Deltochilum laetiusculum* (Bates, 1870) (628 indivíduos) (Figura 3C) e *Dichotomius lucasi* (Harold, 1869) (488 indivíduos). Juntas estas quatro espécies representaram aproximadamente 65,5% dos indivíduos coletados.

As espécies mais abundantes são de ampla distribuição, e a maioria delas ocorreu em todos os módulos amostrados, constituindo a exceção apenas *D. lucasi*, que não foi

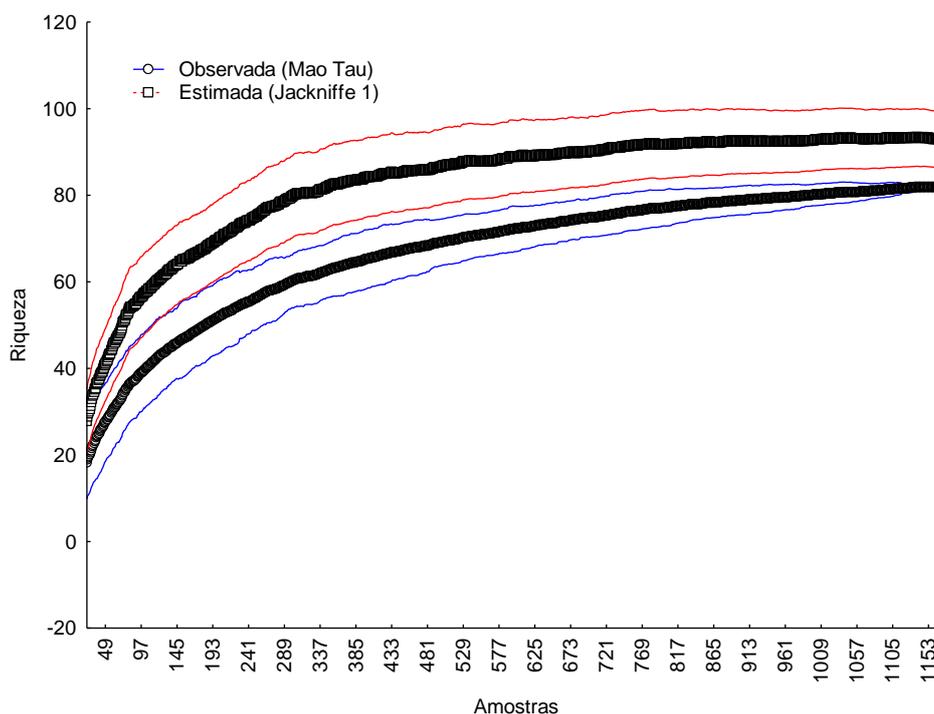
registrada em nenhuma campanha no módulo Morrinhos. Esta espécie merece destaque, pois os picos de abundância foram registrados na quarta e quinta campanhas (75 e 86 indivíduos respectivamente), em períodos de estação seca, apresentando redução significativa na sexta campanha (30 indivíduos). No entanto, houve uma retomada no aumento de sua abundância na sétima campanha (84 indivíduos) e oitava campanha (97 indivíduos), sugerindo que a população desta espécie deve responder fortemente a variações sazonais. Restrito às Américas, o gênero *Dichotomius* reúne espécies generalistas, que ocupam as bordas da floresta, com grande capacidade de penetrar e sair dela, apresentando excelente poder de dispersão (Sarmiento *et al.*, 2009).



**Figura 3.** Espécies mais abundantes encontradas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia, Porto Velho-RO no somatório das oito campanhas: **A)** *Coprophanaeus telamon*, **B)** *Deltochilum granulosum*, **C)** *Deltochilum laetiusculum* e **D)** *Dichotomius lucasi*.

*Coprophanaeus telamon* é uma espécie distribuída por toda a Amazônia Ocidental (Vaz-de-Melo, 1999), sendo o gênero *Coprophanaeus* associado a ambientes florestais, que conservam certa estrutura vertical, isto é, que mantêm elementos do estrato arbóreo e arbustivo, onde os corredores de vegetação promovem a conexão entre habitats (Gámez, 2004; Gámez *et al.*, 2006). *Deltochilum* é um importante gênero do Novo Mundo, especialmente encontrado nas florestas e savanas tropicais, cuja dependência direta das fezes e carcaças de grandes mamíferos torna suas espécies bastante vulneráveis às transformações em seus habitats (Gonzales *et al.*, 2009).

As curvas de riqueza observada (rarefação *Mao Tau*) e estimada (*Jackknife 1*) dos besouros escarabeídeos, para o conjunto de áreas amostradas e para o somatório das campanhas realizadas, apresentaram uma tendência à estabilização, em virtude do aumento do esforço amostral (Figura 4). 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.



**Figura 4:** Análises de Rarefação (*Mao Tau*) e Estimativa da riqueza de Scarabaeidae (*Jackknife 1*), considerando-se o somatório das primeira, segunda, terceira, quarta, quinta, sexta, sétima e oitava campanha de campo (setembro de 2010, janeiro/fevereiro de 2011, março/abril de 2011, junho de 2011, setembro de 2011, novembro/dezembro de 2011, fevereiro/março de 2012 e maio/junho de 2012 respectivamente), para o conjunto dos módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME; Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

**Tabela 2.** Escarabeídeos coletados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. Legenda: *Campanha*:1) primeira campanha (setembro de 2010), 2) segunda campanha (janeiro/fevereiro de 2011), 3) terceira campanha (março/abril de 2011), 4) quarta campanha (junho de 2011), 5) quinta campanha (setembro de 2011) 6) sexta campanha (novembro/dezembro de 2011); 7) sétima campanha (fevereiro/março de 2012); 8) oitava campanha (maio/junho de 2012) *Módulos* :1) Ilha do Búfalo, 2) Morrinhos,3) Teotônio, 4) Jirau - ME, 5) Jaci Paraná - MD e 6) Ilha da Pedra.

Campanha	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8						
Módulo	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	5	6	1	3	5	6	1	3	5	6	1	3	5	6	1	3	5	6							
<b>FAMILIASCARABAEIDAE</b>																																																		
<b>Subfamília Aphodiinae</b>																																																		
<i>Aphodiinae sp.</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
<b>Subfamília Cetoniinae</b>																																																		
<i>Cetoniinae sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
<b>Subfamília Scarabaeinae</b>																																																		
<b>Tribo Ateuchini</b>																																																		
<b>Sub-Tribo Ateuchina</b>																																																		
<i>Ateuchus candezei</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0	0	5	0	0	5	1	0	0	3	0	0	0	2	0	0	2	17	0	0	0	1	0	0	0	0	0							
<i>Ateuchus sp.01</i>	12	2	4	1	1	4	39	0	2	2	0	11	15	4	3	0	11	23	2	19	5	0	6	2	3	0	1	3	1	0	1	3	5	6	3	13	0	2	8	0	0	0	0							
<i>Ateuchus sp.02</i>	6	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0						
<i>Ateuchus sp.03</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Ateuchus sp.05</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
<i>Ateuchus sp.06</i>	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Ateuchus sp.07</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0			
<i>Ateuchus sp.08</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Ateuchus sp.09</i>	0	0	0	0	0	0	5	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Ateuchus sp.10</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Ateuchus sp.11</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	1	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Sub-Tribo Scatimina</b>																																																		
<i>Besourena horacioi</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scatimus sp4</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scatimus sp5</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Tribo Canthonini</b>																																																		
<i>Canthon aequinoctiale</i>	0	5	0	1	0	0	9	13	0	0	0	15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Canthon luteicollis</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Canthon sp.01</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Canthon sp.02</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Canthon sp.03</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Canthon sp.04</i>	0	8	0	0	0	0	48	0	0	0	0	10	1	9	0	4	12	0	0	1	0	0	5	3	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
<i>Canthon sp.05</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Canthon sp.06</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Canthon sp.07</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

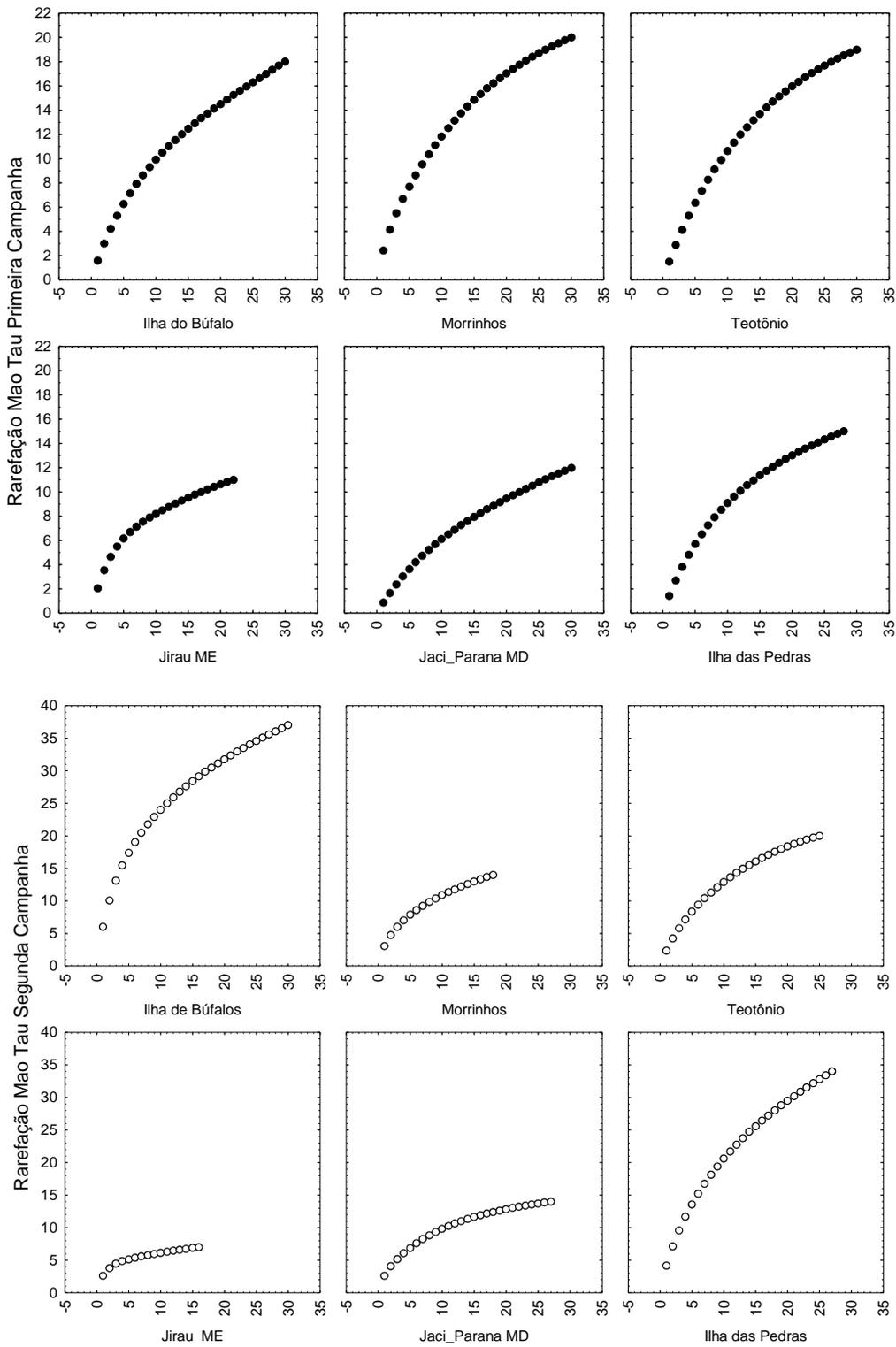




#### 4.2. Variações espaciais na riqueza, abundância e diversidade de besouros copronecrófagos

A diversidade de besouros copronecrófagos foi avaliada sendo comparada entre cada um dos módulos amostrados, de forma a apresentar, em uma escala espacial, possíveis variações entre as comunidades comparadas. Foram construídas curvas de rarefação (*MaoTau*) para cada um dos módulos considerando a primeira (Figura 5A), a segunda (Figura 5B), a terceira (Figura 5C), a quarta (Figura 5D) a quinta (Figura 5E), a sexta (Figura 5F), a sétima (Figura 5G), a oitava (Figura 5H) e o somatório das campanhas (Figura 5I).

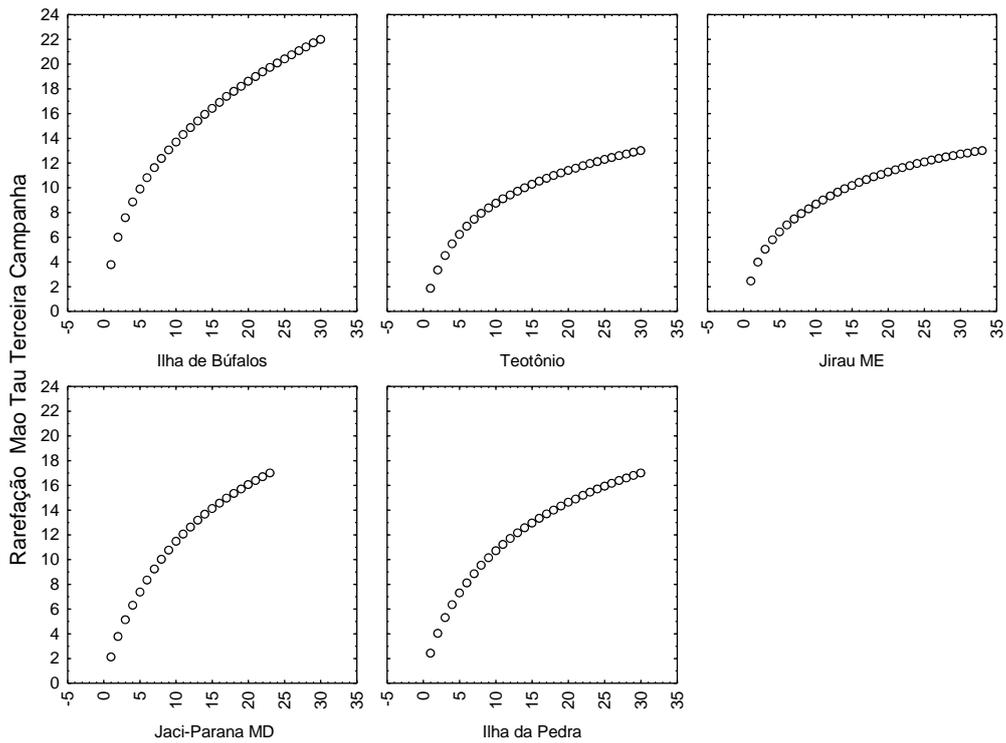
As curvas construídas por módulos e por campanhas, diferentemente da curva do coletor, são díspares quanto à tendência de estabilização, tornando mais claras as variações nos padrões de diversidade dos ambientes. Na oitava campanha, dois módulos mostraram-se mais diversos: Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra, e, com menor diversidade, o módulo Jaci Paraná - MD (Figura 5G e 5H). Considerando-se o somatório das campanhas é possível observar um sutil gradiente de diversidade expressos nas curvas de rarefação, em que os módulos de Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra apresentam maior diversidade, sem demonstrarem uma tendência à estabilização e refletindo, em parte, a maior diversidade destes ambientes (Figura 5I). As menores diversidades são vistas na curva de rarefação para os módulos Jirau - ME e Morrinhos, enquanto o módulo Teotônio e Jaci Paraná - MD apresentaram diversidade intermediária.



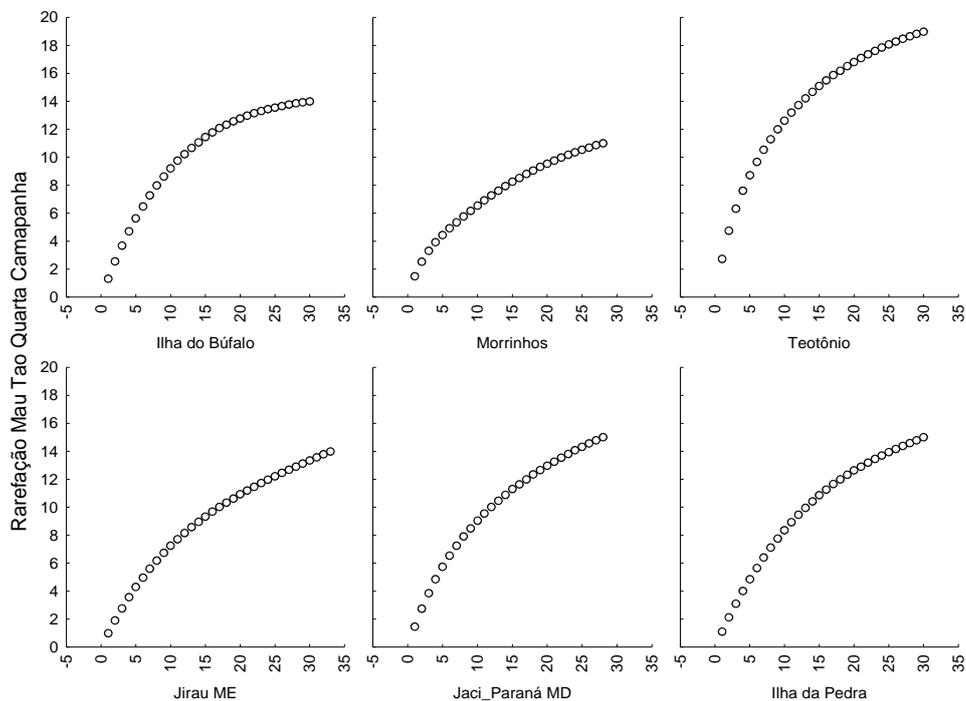
A

B

**Figura 5.** Análises de Rarefação (*Mao tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: A) primeira campanha (setembro de 2010); B) segunda campanha (janeiro/fevereiro de 2011).

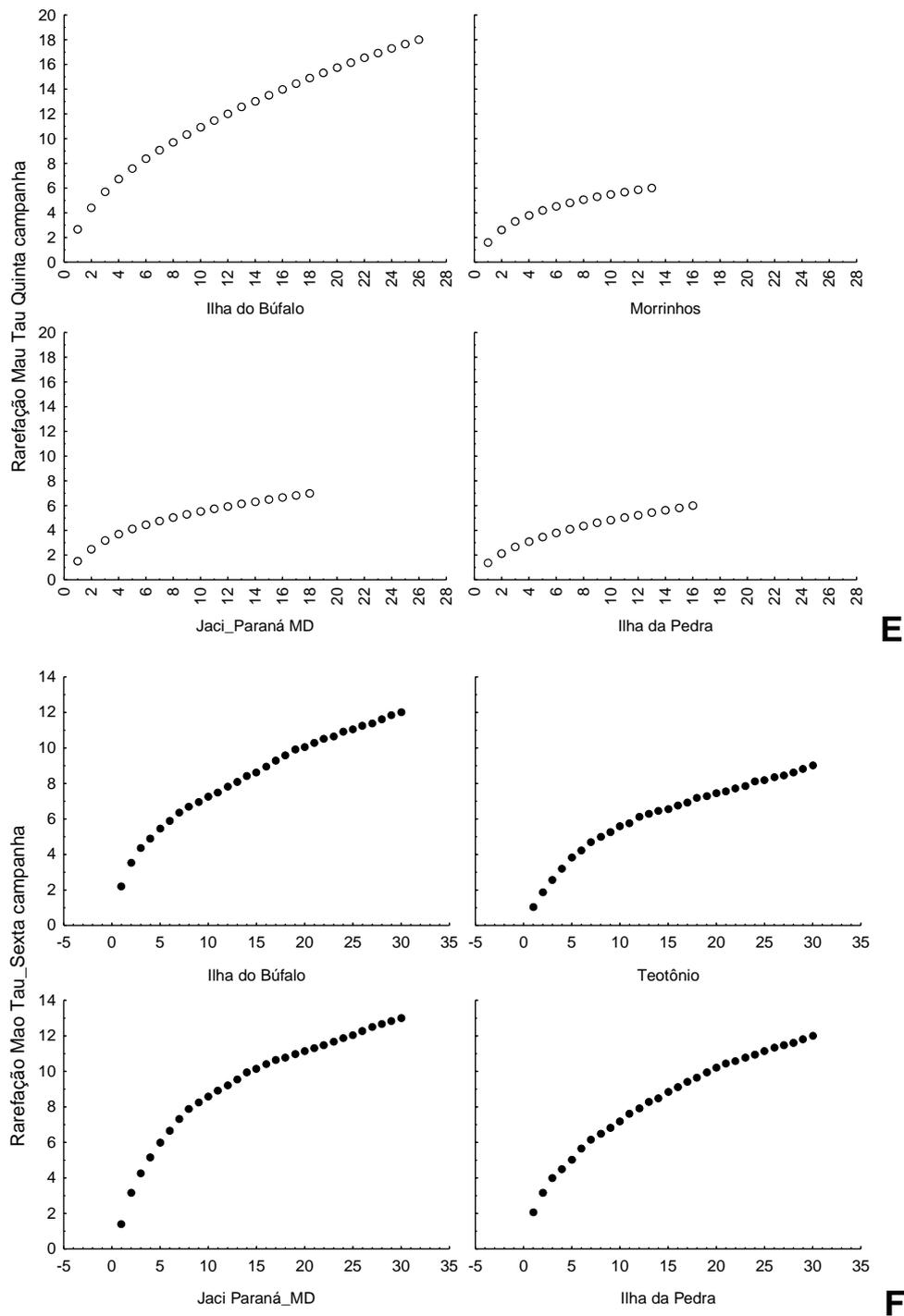


C

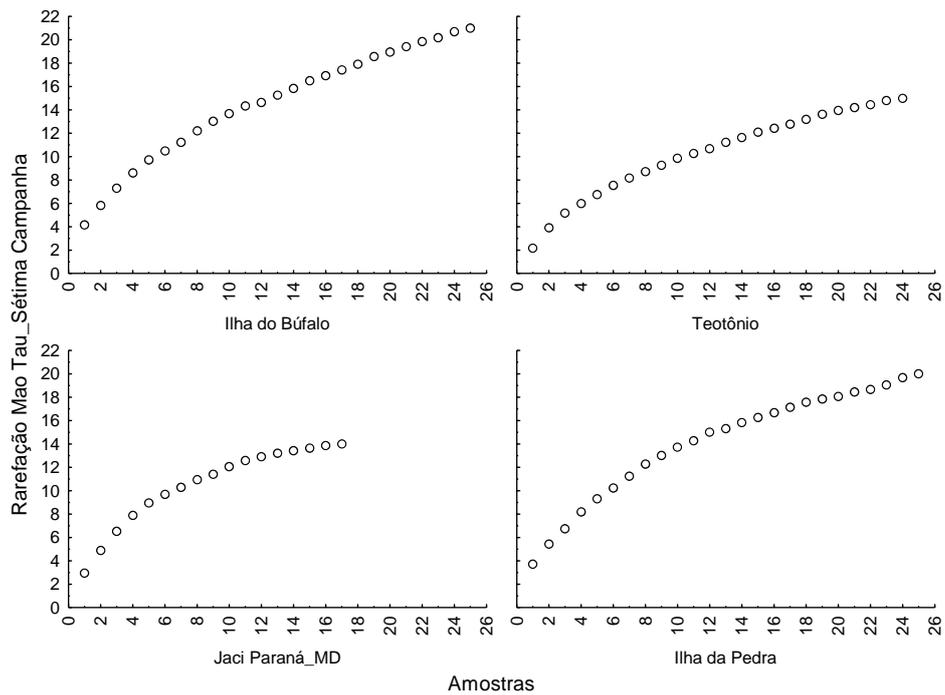


D

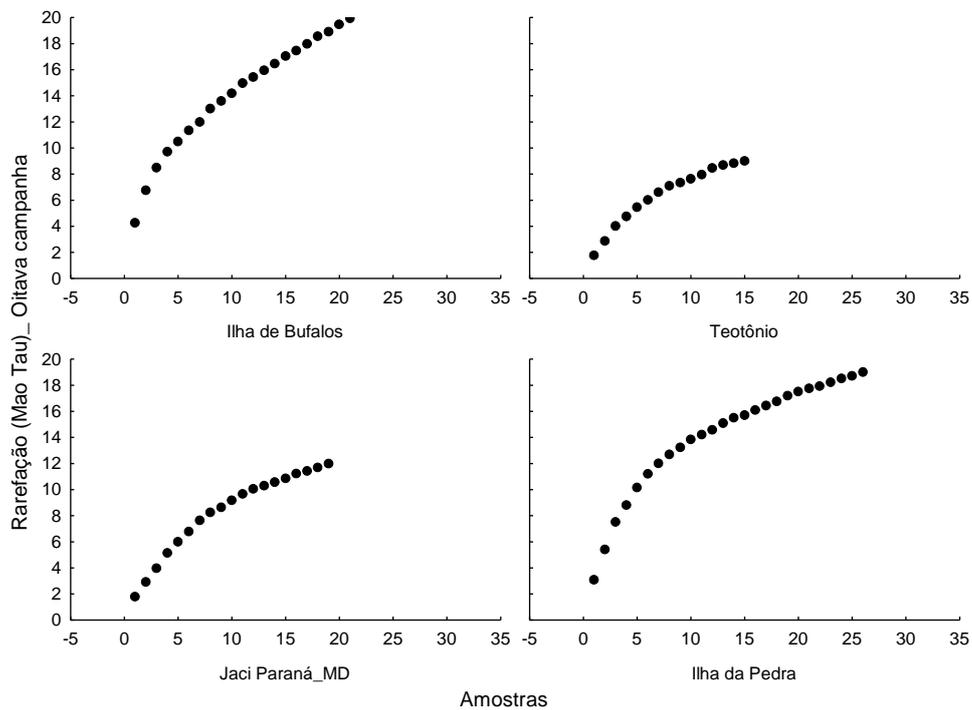
**Figura 5. Continuação.** Análises de Rarefação (*Mao tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: C) terceira campanha (março/abril de 2011); D) quarta campanha (junho de 2011).



**Figura 5. Continuação.** Análises de Rarefação (*Mao tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: E) quinta campanha (setembro de 2011); F) sexta campanha (novembro/dezembro de 2011).



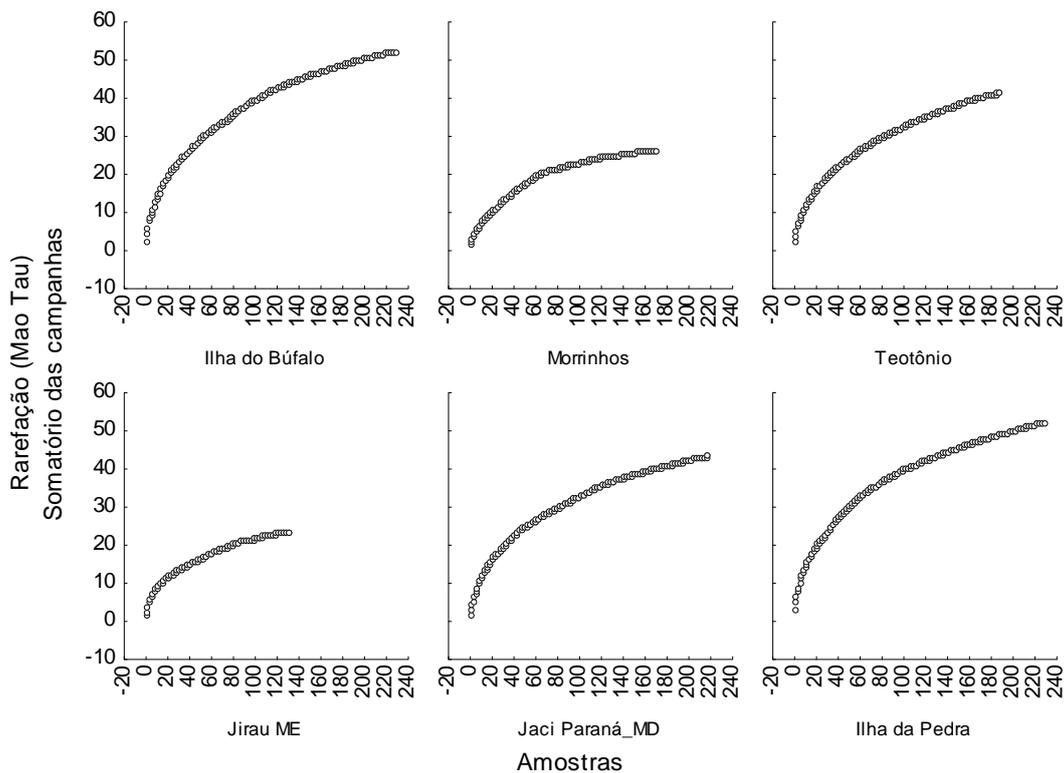
G



H

I

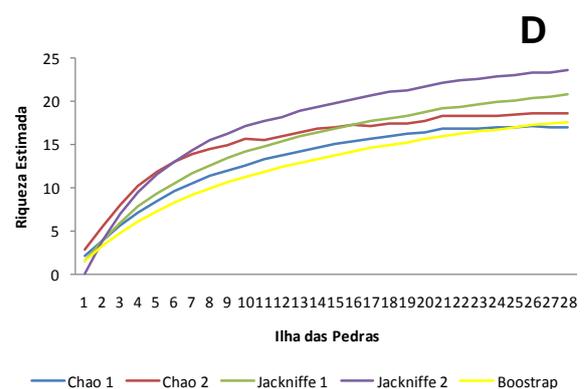
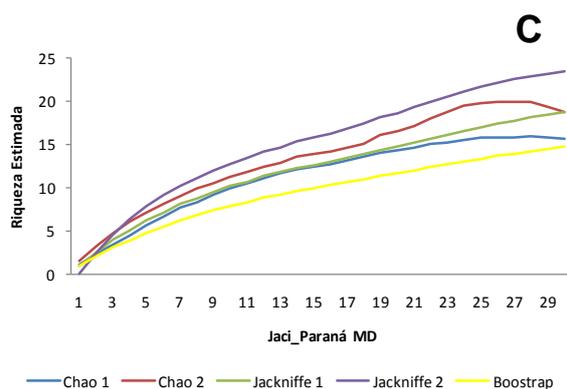
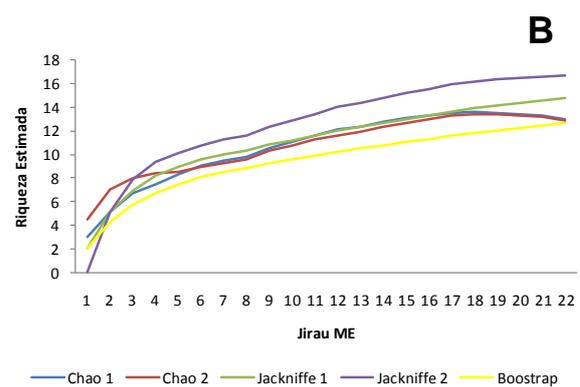
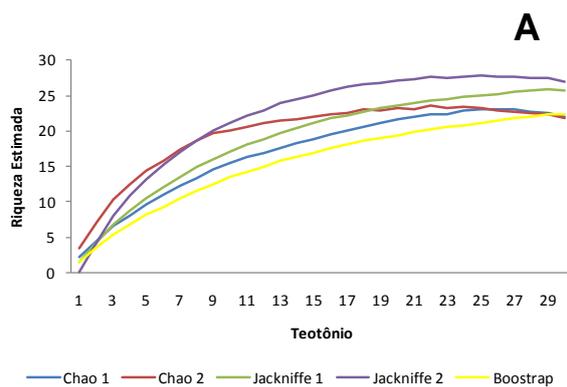
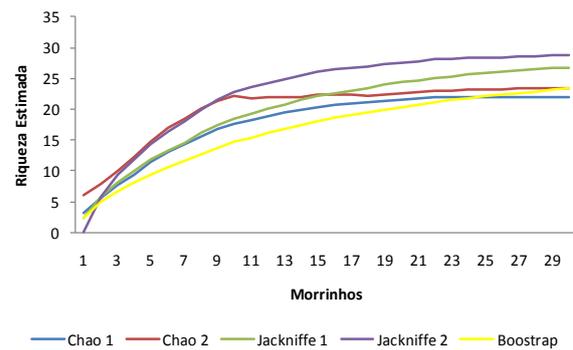
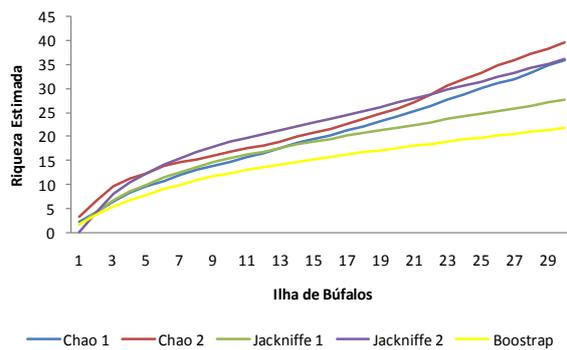
**Figura 5. Continuação.** Análises de Rarefação (*Mao tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Teotônio, Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: e G) sétima campanha (fevereiro/março de 2012); H) oitava campanha (maio/junho de 2012).



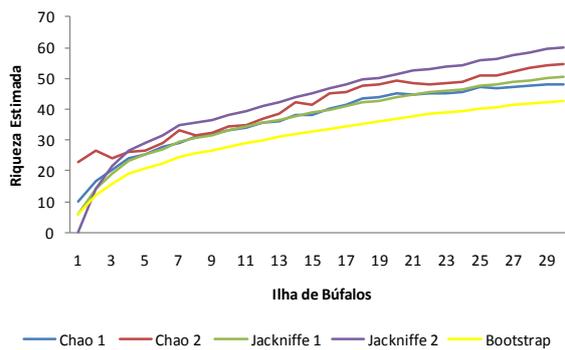
**Figura 5. Continuação.** Análises de Rarefação (*Mao tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: I) somatório das campanhas.

A riqueza estimada para cada um dos módulos e por campanha, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap*, é apresentada nas Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13. Na primeira campanha, os módulos Ilha do Búfalo (Figura 6A) e Morrinhos (Figura 6B) apresentaram maior número de espécies, e uma menor riqueza foi observada nos módulos Jirau - ME (Figura 6D), Jaci Paraná - MD (Figura 6E) e Ilha da Pedra (Figura 6F).

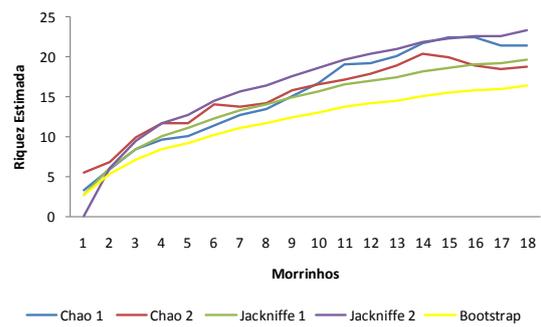
Na segunda campanha, foram observadas mudanças na riqueza estimada para cada um dos módulos, com as maiores riquezas sendo registradas para Ilha do Búfalo (Figura 7A) e Ilha da Pedra (Figura 7F) e a menor riqueza estimada para o módulo Jirau - ME (Figura 7D).



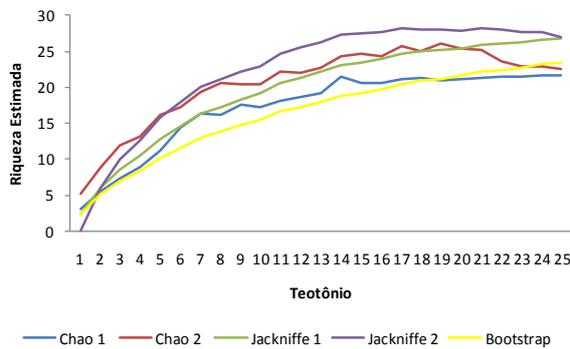
**Figura 6.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a primeira campanha de campo (setembro de 2010) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos : A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos, C) Teotônio, D) Jirau - ME, E) Jaci Paraná - MD, F) Ilha da Pedra.



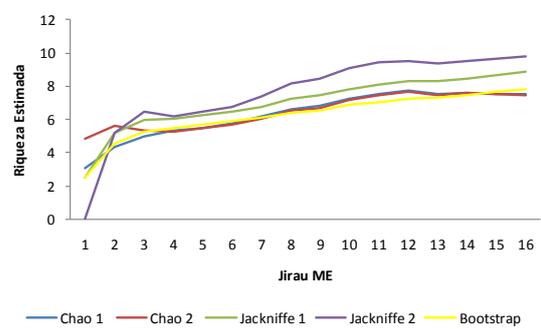
**A**



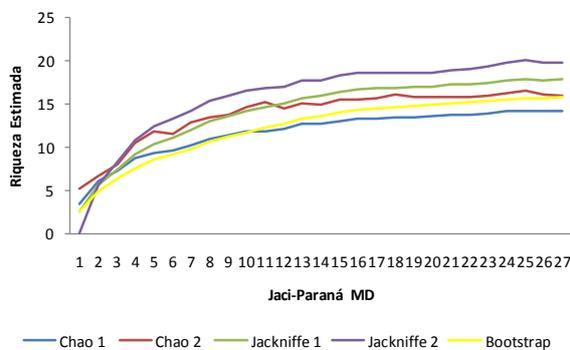
**B**



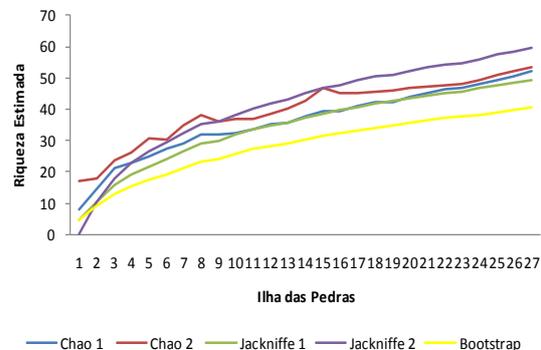
**C**



**D**



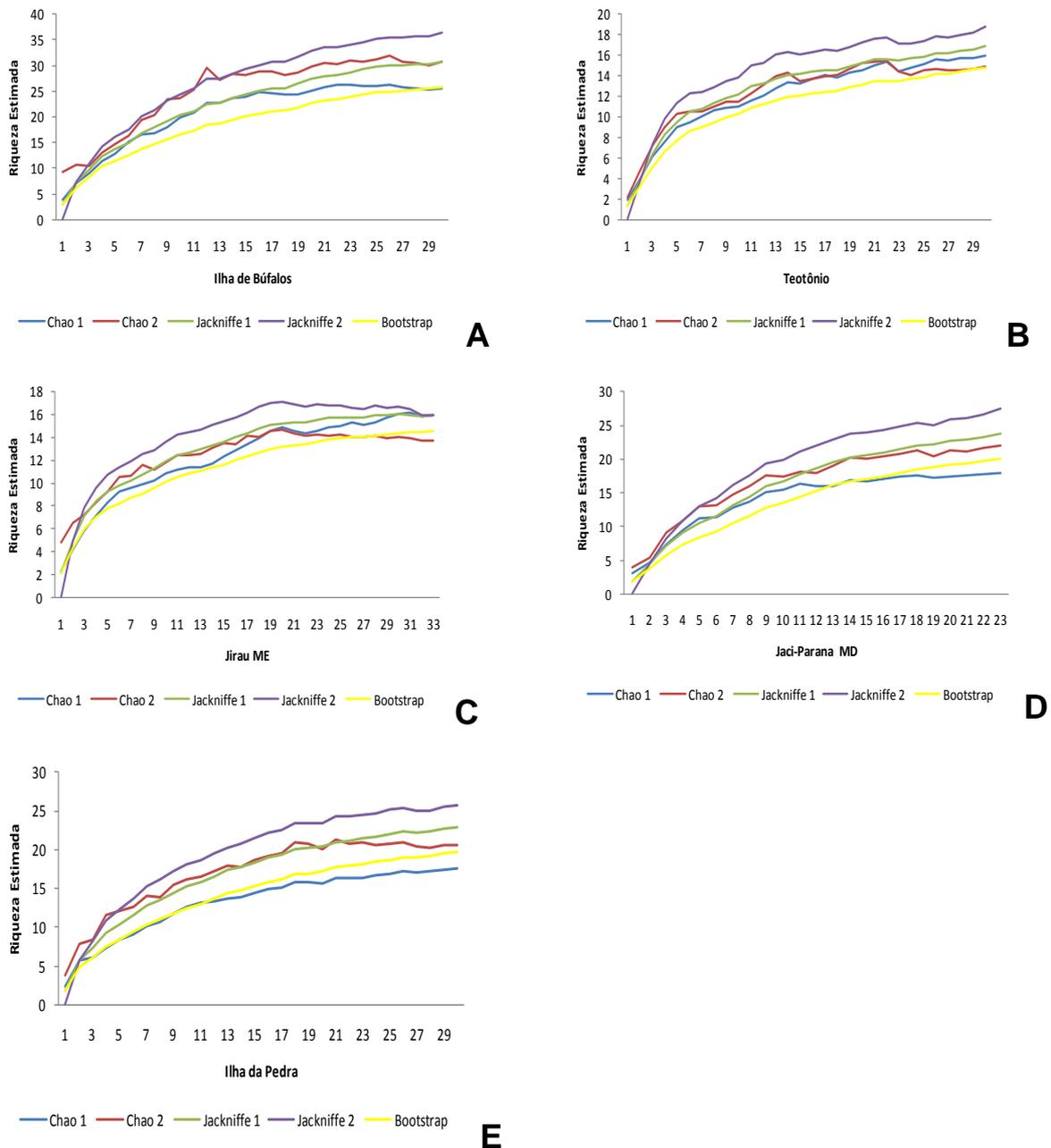
**E**



**F**

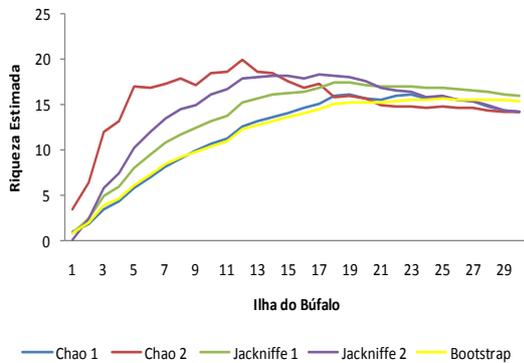
**Figura 7.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a segunda campanha de campo (janeiro/fevereiro de 2011) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos, C) Teotônio, D) Jirau - ME, E) Jaci Paraná - MD, F) Ilha da Pedra.

Na terceira campanha, assim como na segunda, o módulo Ilha do Búfalo (Figura 8A) apresentou maior riqueza estimada e o módulo Jirau - ME apresentou a menor riqueza estimada (Figura 8C).

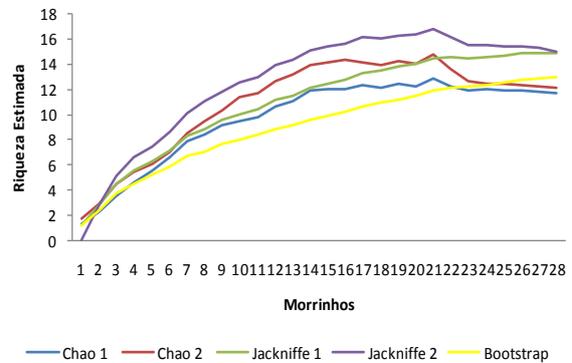


**Figura 8.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a terceira campanha de campo (março/abril de 2011) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Teotônio, C) Jirau - ME, D) Jaci Paraná - MD, E) Ilha da Pedra.

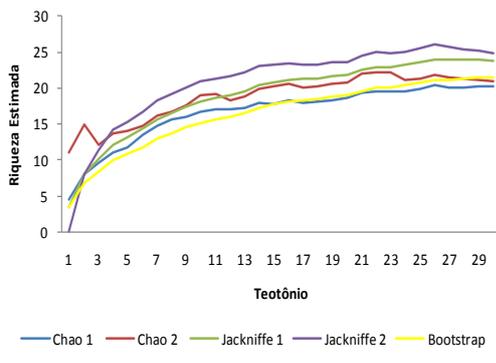
Na quarta campanha, o módulo Jirau - ME (Figura 9D) apresentou alta riqueza, pareando nos valores estimados para os módulos Teotônio e Ilha da Pedra (Figuras 9C e F), sendo a menor riqueza estimada para o módulo Morrinhos (Figura 9F).



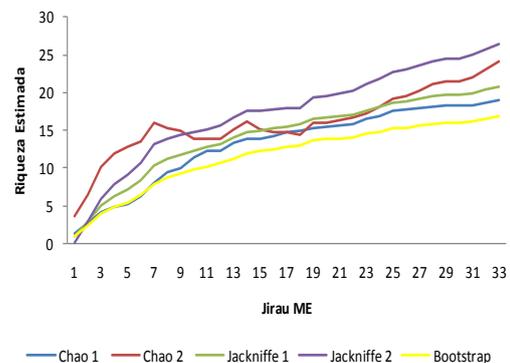
A



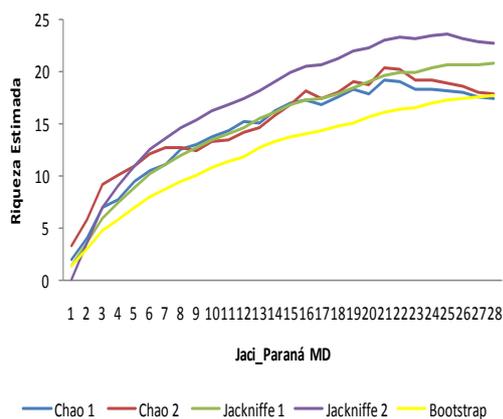
B



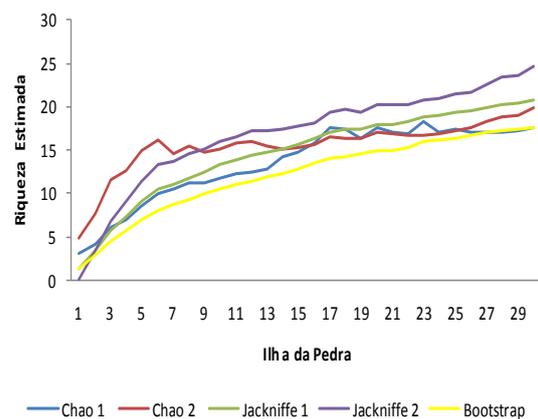
C



D



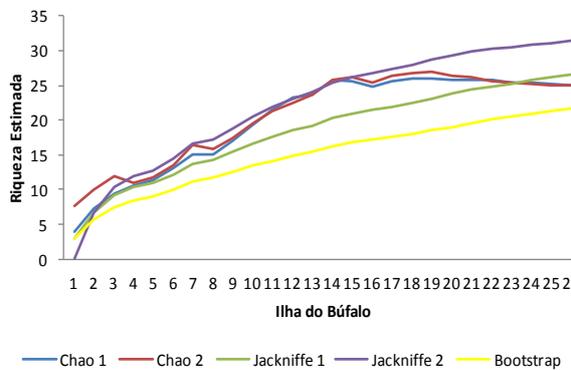
E



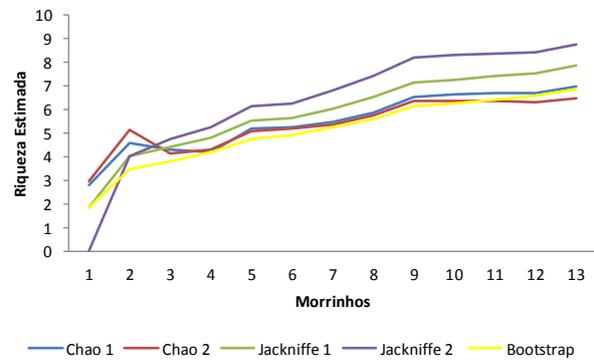
F

**Figura 9.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a quarta campanha de campo (junho de 2011) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos C) Teotônio, D) Jirau - ME, E) Jaci Paraná - MD, F) Ilha da Pedra.

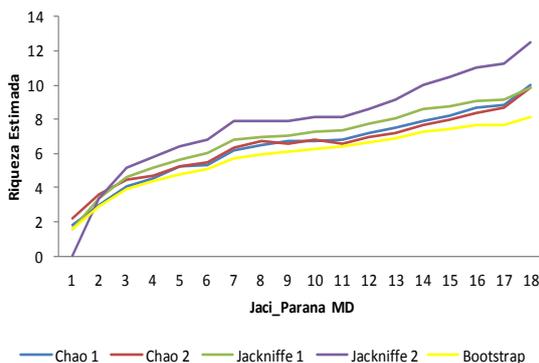
Na quinta campanha, entre os quatro módulos avaliados, destacam-se o módulo Ilha do Búfalo com a maior riqueza estimada e o módulo Morrinhos que apresentou a menor riqueza estimada, como já observado em campanhas anteriores (Figuras 10A e 10B respectivamente)



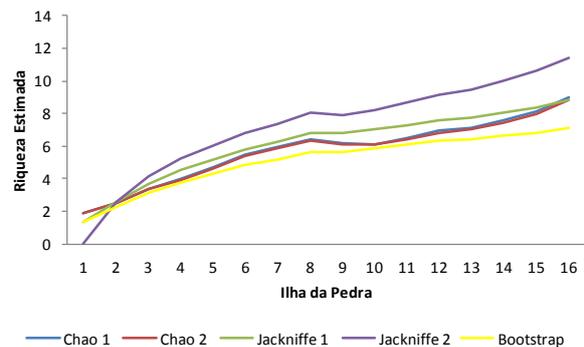
**A**



**B**



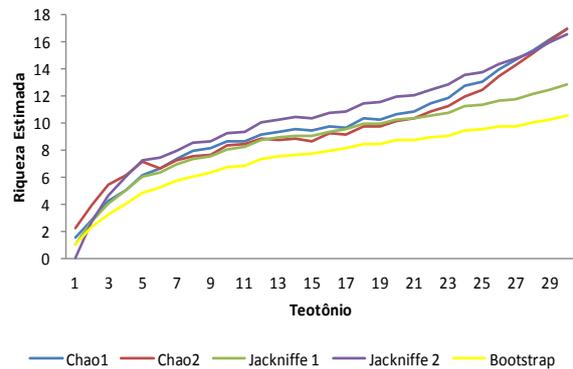
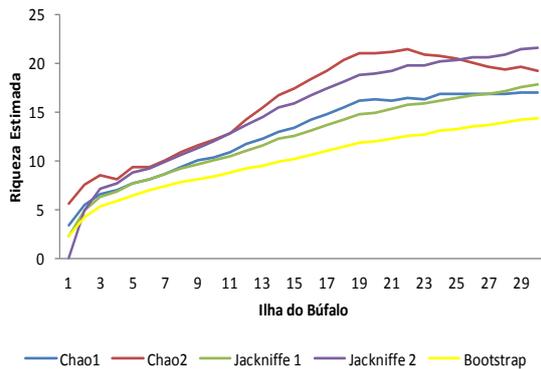
**C**



**D**

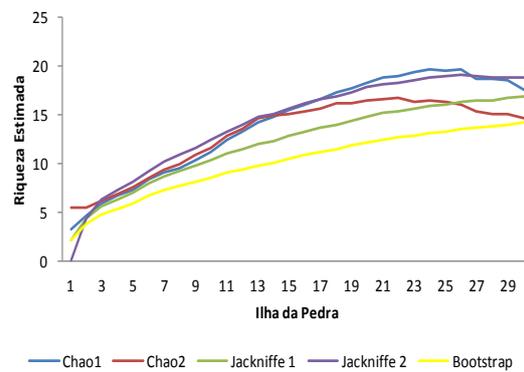
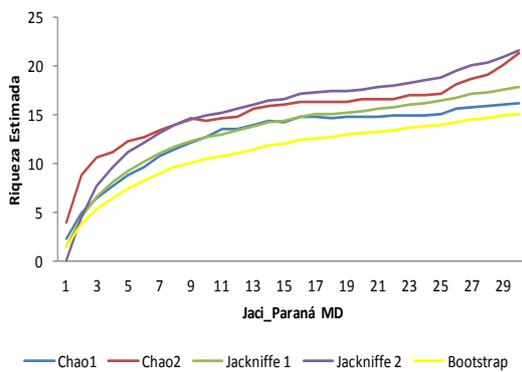
**Figura 10.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a quinta campanha de campo (setembro de 2011) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos, C) Jaci Paraná - MD e D) Ilha da Pedra.

Na sexta campanha, três módulos avaliados - Ilha do Búfalo, Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra - apresentaram valores de riqueza estimada aproximada (Figura 11A, C, D), reforçando o padrão já apontado pela rarefação. Comparativamente, o módulo Teotônio apresentou menor riqueza estimada do que os demais módulos (Figura 11B).



A

B

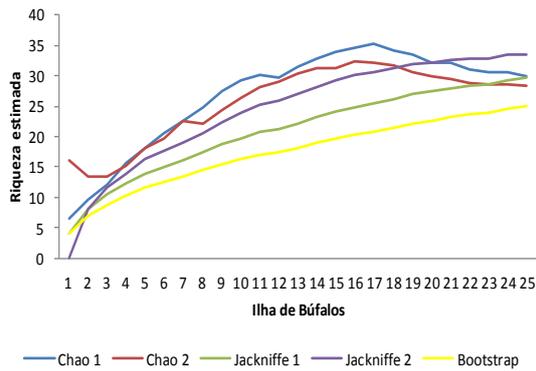


C

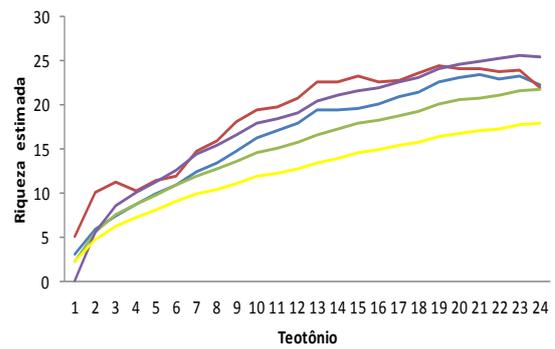
D

**Figura 11.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a sexta campanha de campo (novembro/dezembro de 2011) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Teotônio, C) Jaci Paraná - MD e D) Ilha da Pedra.

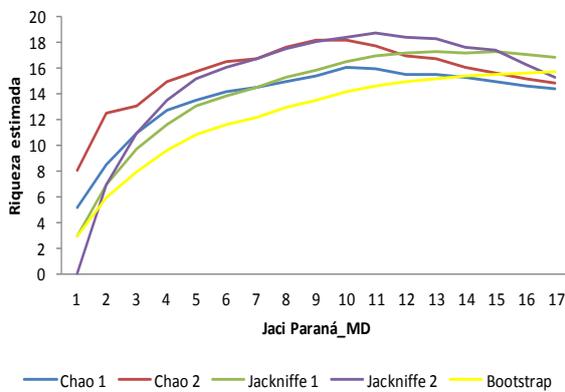
Na sétima campanha, os maiores valores de riqueza foram estimados para o módulo Ilha do Búfalo (Figura 12A) e Ilha da Pedra (Figura 12B). Em sequência, ordenados de maneira decrescente em relação à riqueza estimada, estão os módulos, Teotônio e, Jaci Paraná - MD (Figura 12C e D respectivamente).



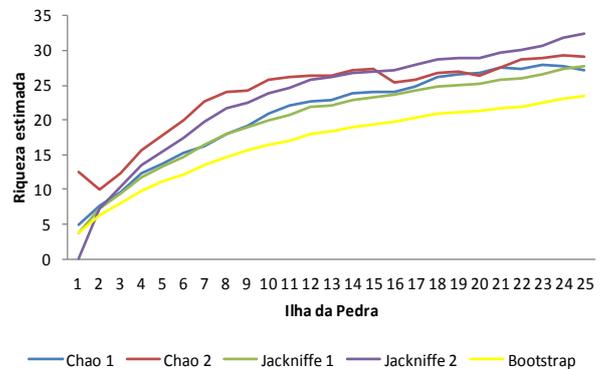
**A**



**B**



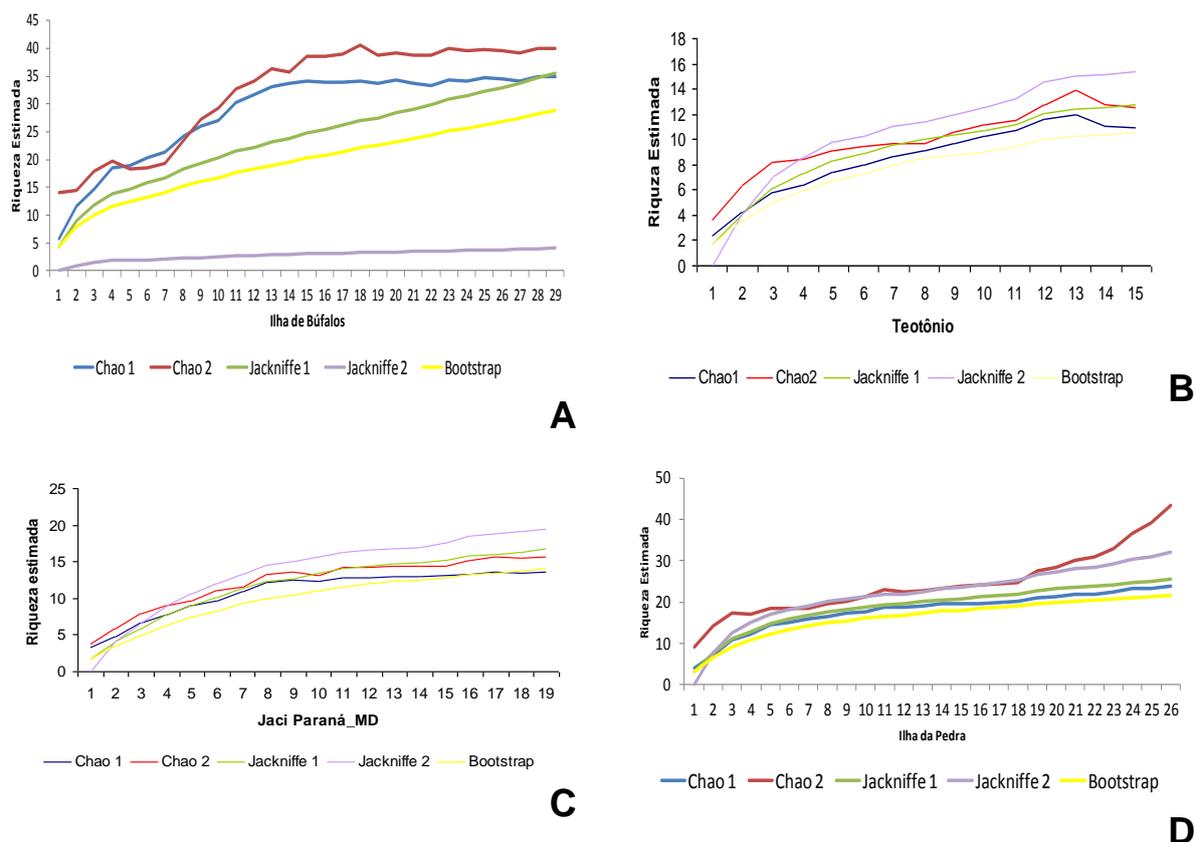
**C**



**D**

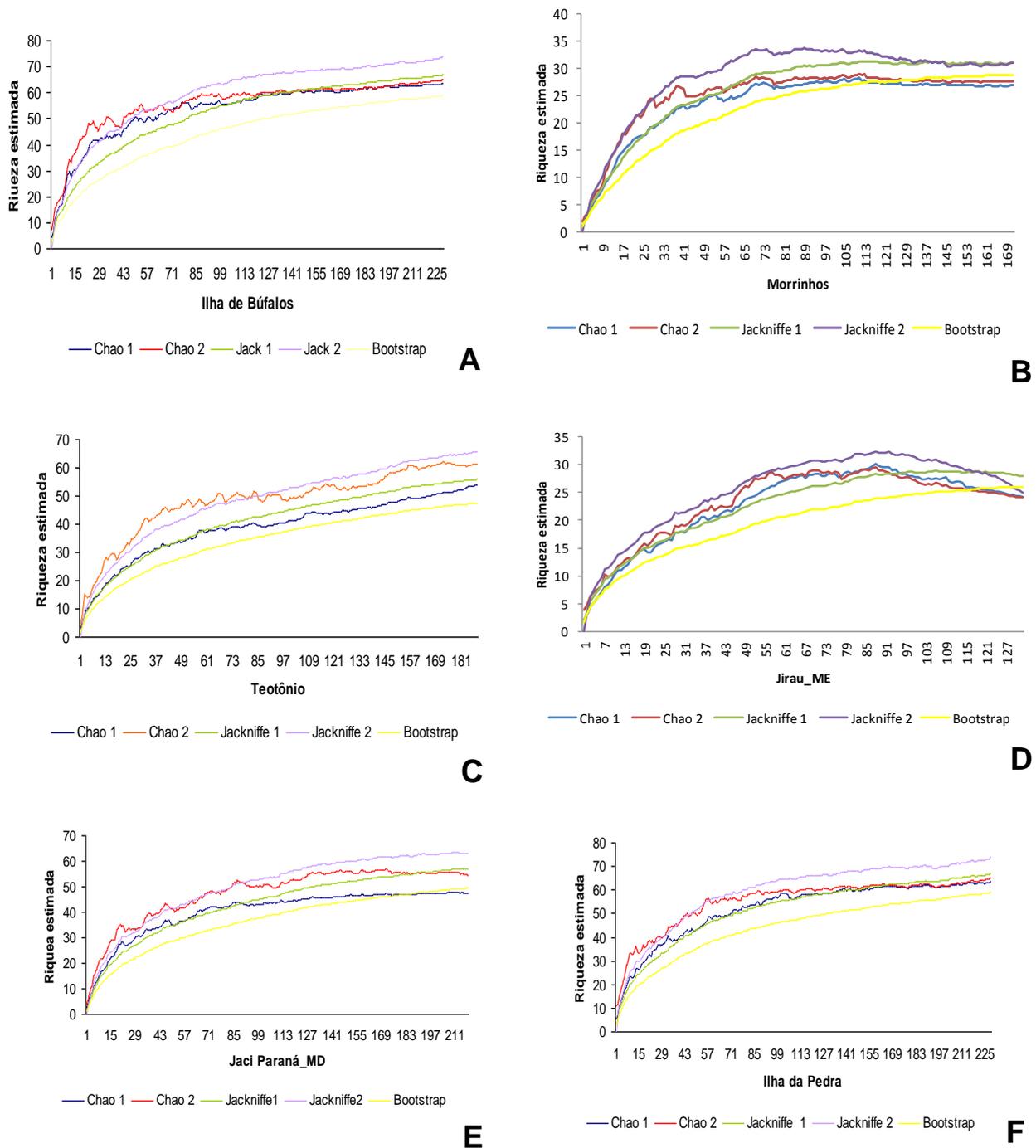
**Figura 12.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a sétima campanha de campo (fevereiro/março de 2012) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Teotônio, C) Jaci Paraná - MD e D) Ilha da Pedra.

Na oitava campanha as maiores riquezas foram estimadas para o módulo Ilha de Búfalos e Ilha da Pedra (Figura 13A e 13D), seguida do módulo Jaci Paraná - MD (Figura 13C), com a menor riqueza estimada para o Módulo Teotônio (Figura 13B).



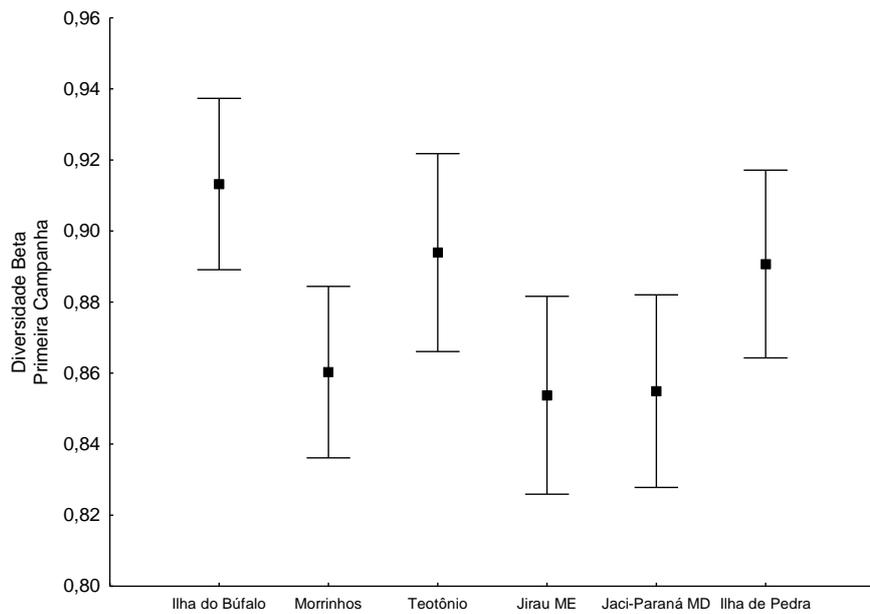
**Figura 13.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a oitava campanha de campo (maio/junho de 2012) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Teotônio, C) Jaci Paraná - MD e D) Ilha da Pedra.

Os padrões de riqueza estimada para todos os módulos amostrados e para o somatório das campanhas são sumarizados na Figura 14, destacando-se os módulos Ilha de Búfalos e Ilha da Pedra (Figuras 14A e 14F) com maior riqueza, enquanto os menores valores foram encontrados para os módulos Morrinhos e Jirau - ME (Figuras 14B e 14D). Estes resultados corroboram aqueles já apresentados anteriormente, embora seja necessário lembrar que na sexta, sétima e oitava campanha os módulos Morrinhos e Jirau - ME não foram amostrados. Os resultados obtidos até o presente momento devem-se, principalmente, às diferenças na disponibilidade de recursos (como fezes e carcaças) e condições ambientais oferecidas por estes módulos, que seriam maiores e melhores nos módulos Ilha de Búfalos e Ilha da Pedra, permitindo a coexistência de mais espécies nestes ambientes. Nota-se ainda, que a riqueza estimada para os módulos Teotônio e Jaci Paraná - MD é também alta (Figura 14C e 14E).

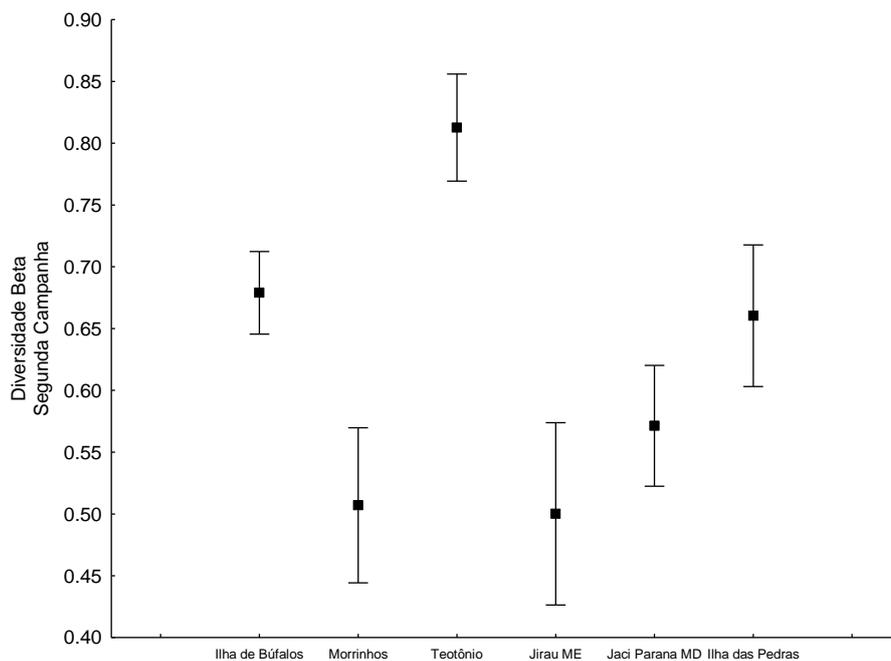


**Figura 14.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos para o somatório da primeira (setembro/2010), segunda (janeiro/fevereiro/2011), terceira (março/abril/2011), quarta (junho/2011), quinta (setembro/2011), sexta (novembro/dezembro de 2011), sétima (fevereiro/março de 2012) e oitava (maio/junho de 2012) campanhas de campo, amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos, C) Teotônio, D) Jirau - ME, E) Jaci Paraná - MD, F) Ilha da Pedra.

Em geral, a diversidade beta média dos módulos é alta, indicando que os módulos merecem especial atenção em virtude de seu alto potencial em manter a diversidade da coleoptero fauna (He & Zhang, 2009; McKnight *et al.*, 2007). Quando a diversidade beta é avaliada por campanha, no entanto, alguns pontos merecem destaque (Figuras 15A, 15B, 15C, 15D, 15E, 15F, 15G e 15H), a saber: 1) O módulo Ilha do Búfalo e Ilha de Pedra apresentou nas 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup>, 7 e 8<sup>a</sup> campanhas um decréscimo nos valores de diversidade beta em comparação as outras campanhas, o que indica um aumento na similaridade na sua composição em relação aos demais módulos avaliados; 2) O módulo Teotônio apresentou valores altos de diversidade beta (inclusive independente da estação - seca ou chuvosa), compartilhando poucas espécies com as demais áreas amostradas em todas as campanhas realizadas; 3) Na quarta, quinta e sexta campanha a diversidade beta da maioria dos módulos avaliados não foi considerada diferente (Figura 15D, 15F e 15G); 4) O módulo de Jaci Parana - MD, inicialmente com a diversidade beta comparativamente inferior aos demais módulos apresentou um aumento deste valor durante o período de monitoramento, o que pode ser resultado do aumento do número de registros de espécies neste módulo, ao longo das amostragens e, que não eram compartilhadas com as demais áreas. Em resumo cada um destes resultados refletem o quanto estas comunidades são diferentes em relação à composição das espécies, tanto em uma escala espacial quanto temporal, e o quanto esta composição de espécies responde à heterogeneidade ambiental destas áreas e às mudanças nesta heterogeneidade, inclusive em função de variações sazonais.

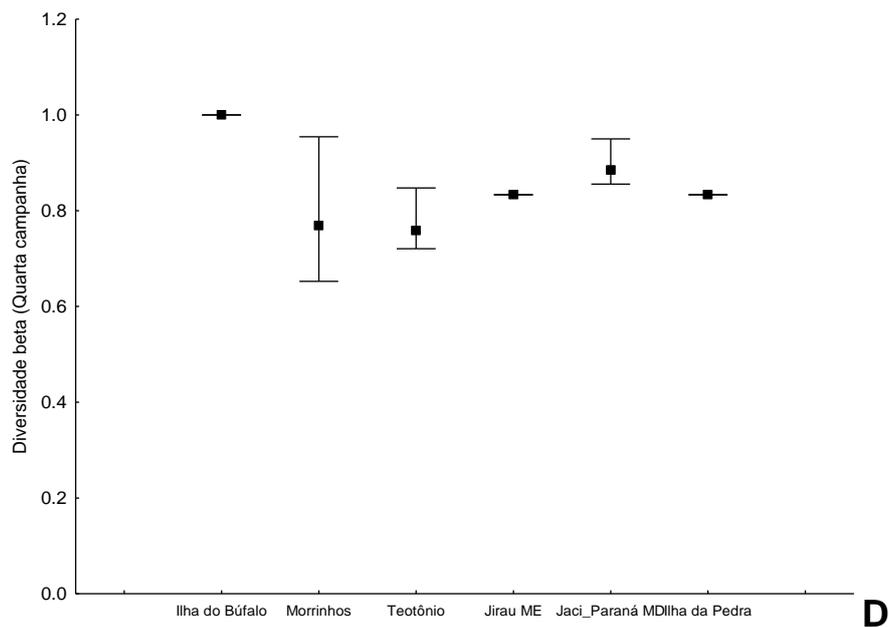
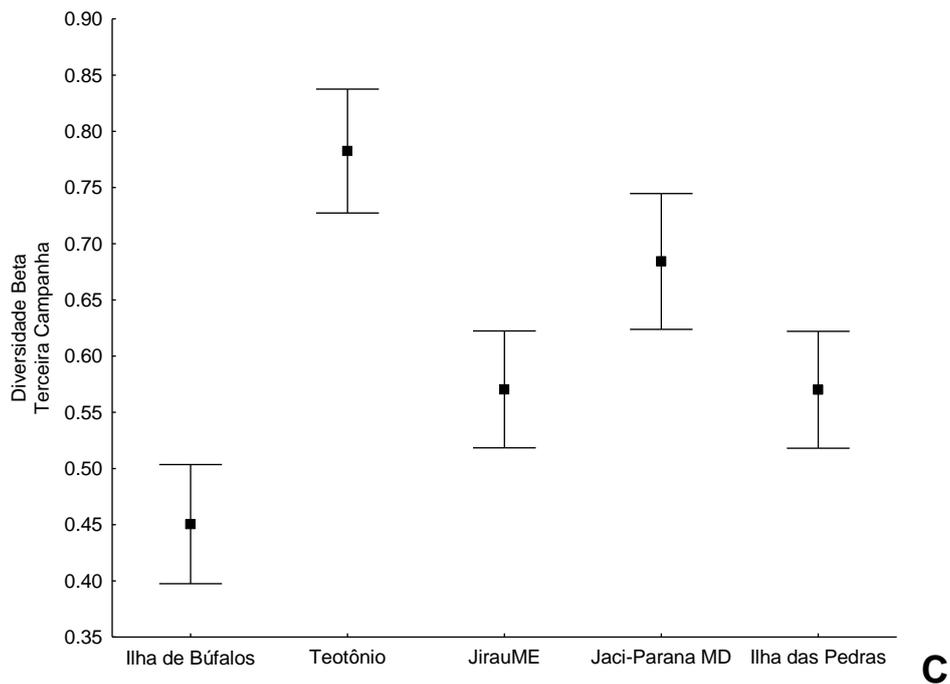


**A**

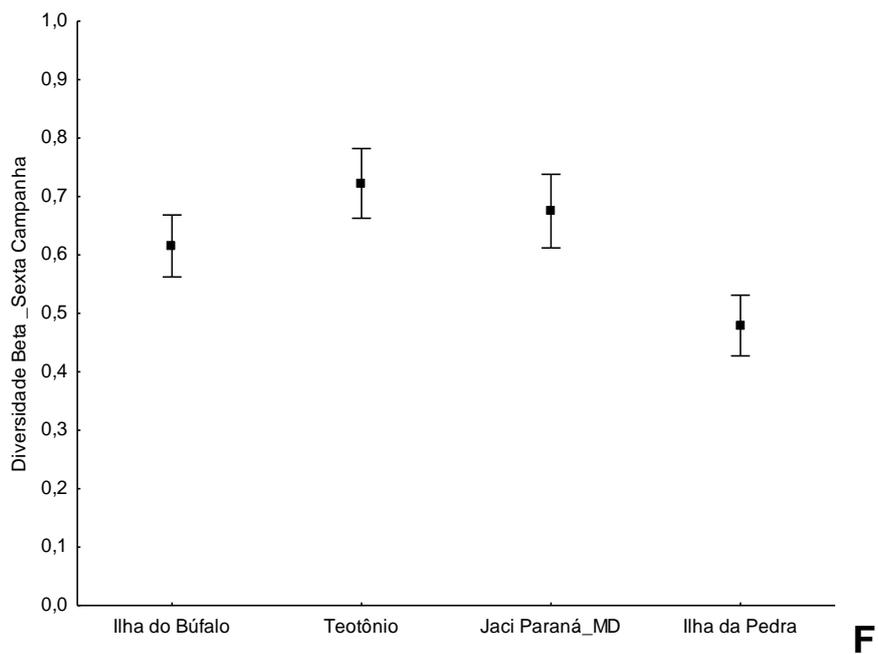
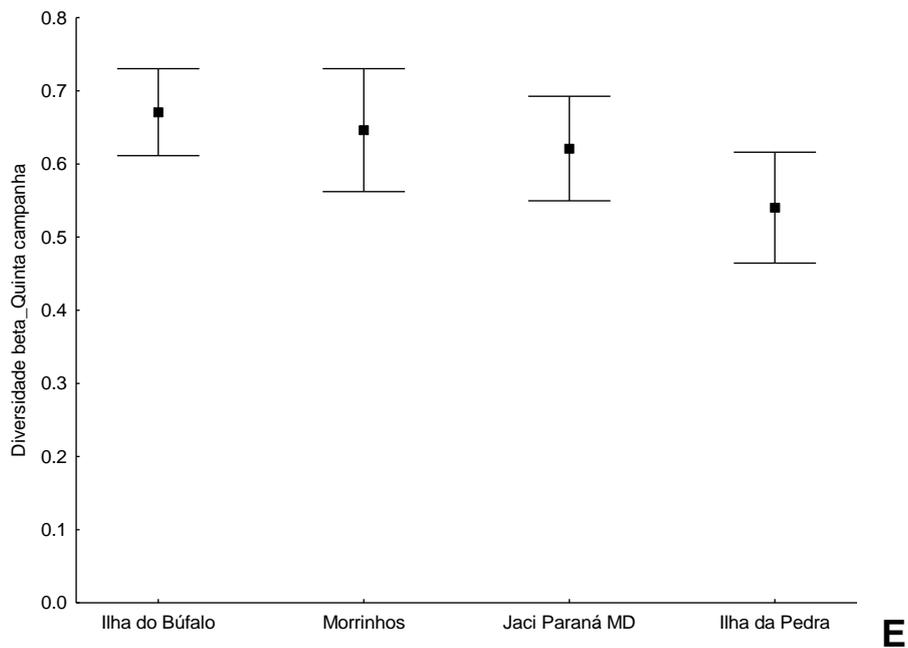


**B**

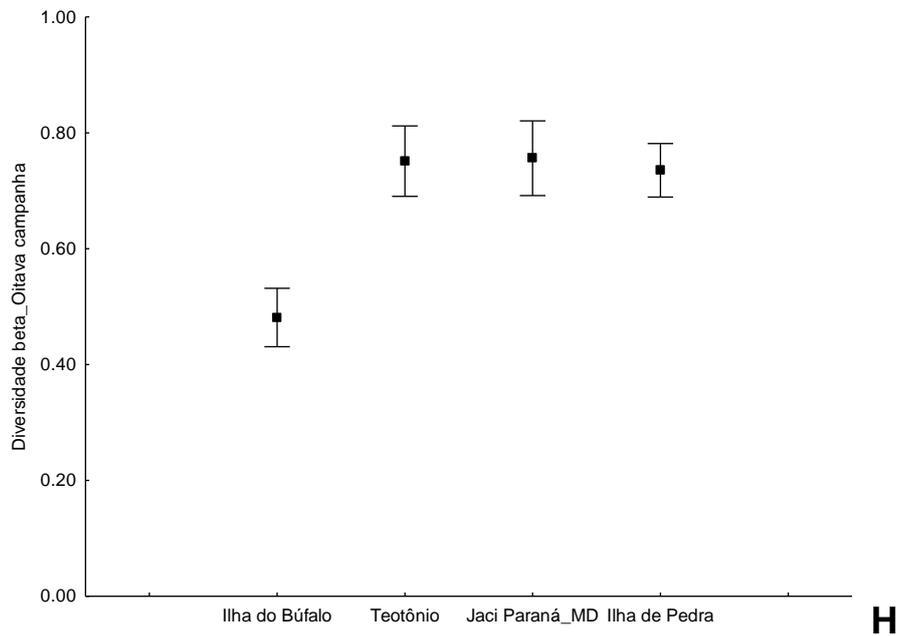
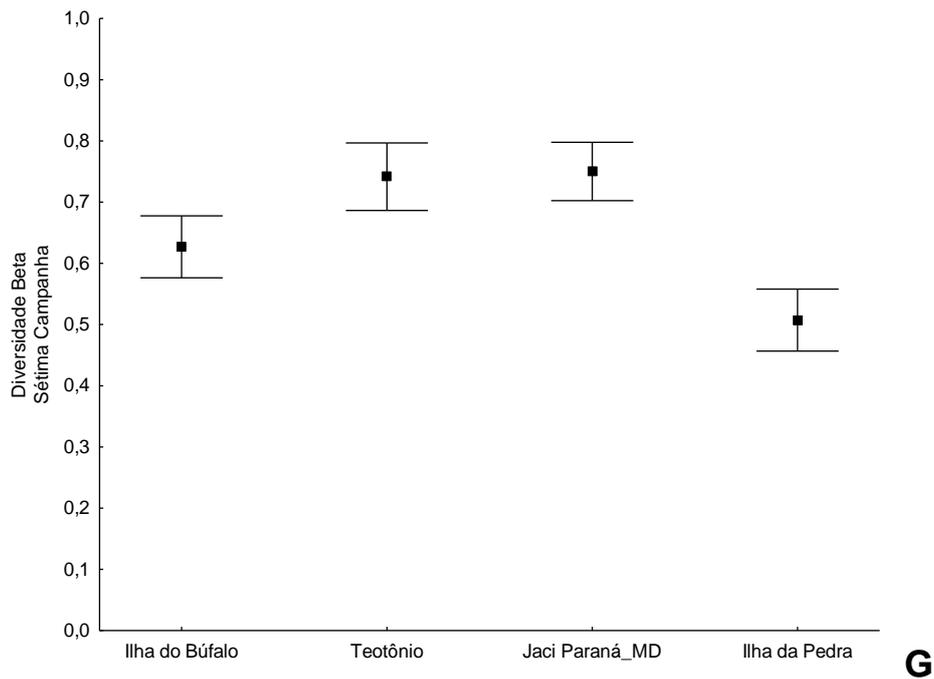
**Figura 15.** Diversidade beta da comunidade de besouros escarabeídeos para: A) Primeira campanha (setembro de 2010), B) Segunda campanha (janeiro/fevereiro de 2011): amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. (Barras representam intervalo de confiança de 95%).



**Figura 15. Continuação** Diversidade beta da comunidade de besouros escarabeídeos para: C) terceira campanha (março/abril de 2011), D) quarta campanha (junho de 2011); amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. (Barras representam intervalo de confiança de 95%).



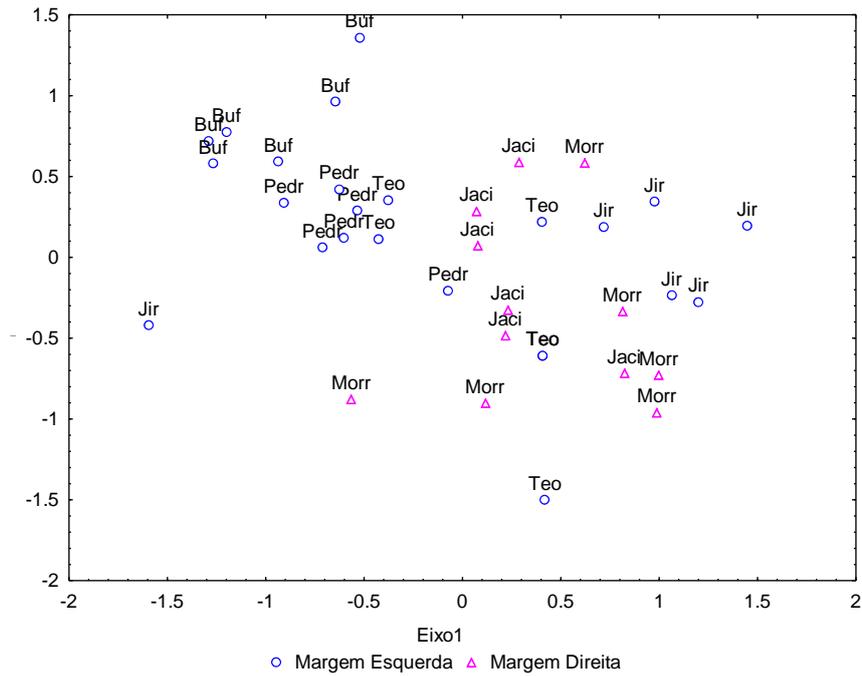
**Figura 15. Continuação.** Diversidade beta da comunidade de besouros escarabeídeos para: E) quinta campanha (setembro de 2011) e F) sexta campanha (novembro/dezembro de 2011, amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. (Barras representam intervalo de confiança de 95%).



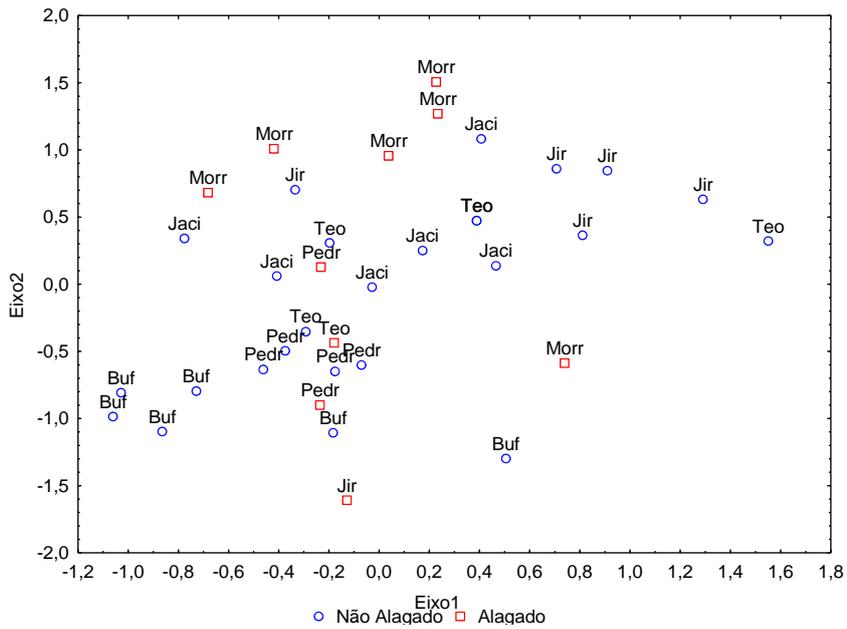
**Figura 15. Continuação.** Diversidade beta da comunidade de besouros escarabeídeos para: G) sétima campanha (fevereiro/março 2012) e H) oitava campanha (maio/junho de 2012) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. (Barras representam intervalo de confiança de 95%).

A análise de ordenação da composição da fauna de besouros copronecrófagos 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 16A). O módulo de Búfalos na margem esquerda é, no entanto, aquele que apresenta-se menos similar em relação ao conjunto, ocupando as regiões mais periféricas do gráfico (Figura 16A). O padrão de compartilhamento das espécies pelas diferentes comunidades se repetiu entre as áreas que inundadas e não-inundadas (Figura 16B), com ressalva apenas ao Modulo Morrinhos que mostrou-se distribuído de forma mais agrupada, provavelmente em função de que toda a extensão do módulo (e conseqüentemente toda a distribuição das espécies que compõe a fauna de escarabeídeos do grupo) está classificada como inundada.

Diferenças mais claras na composição são mais visíveis apenas nos agrupamentos relacionados à margem do rio, em que é possível notar que para a margem direita há pouca similaridade entre os módulos de Jaci Paraná - MD e Morrinhos (Figura 16C). Já na margem esquerda, áreas que sofrerão ou já estão sob influência direta do alagamento mostraram-se próximas em relação à sua composição às áreas que não serão alagadas, especialmente entre os módulos Ilha de Pedra e Teotônio (Figura 16D).



**A**



**B**

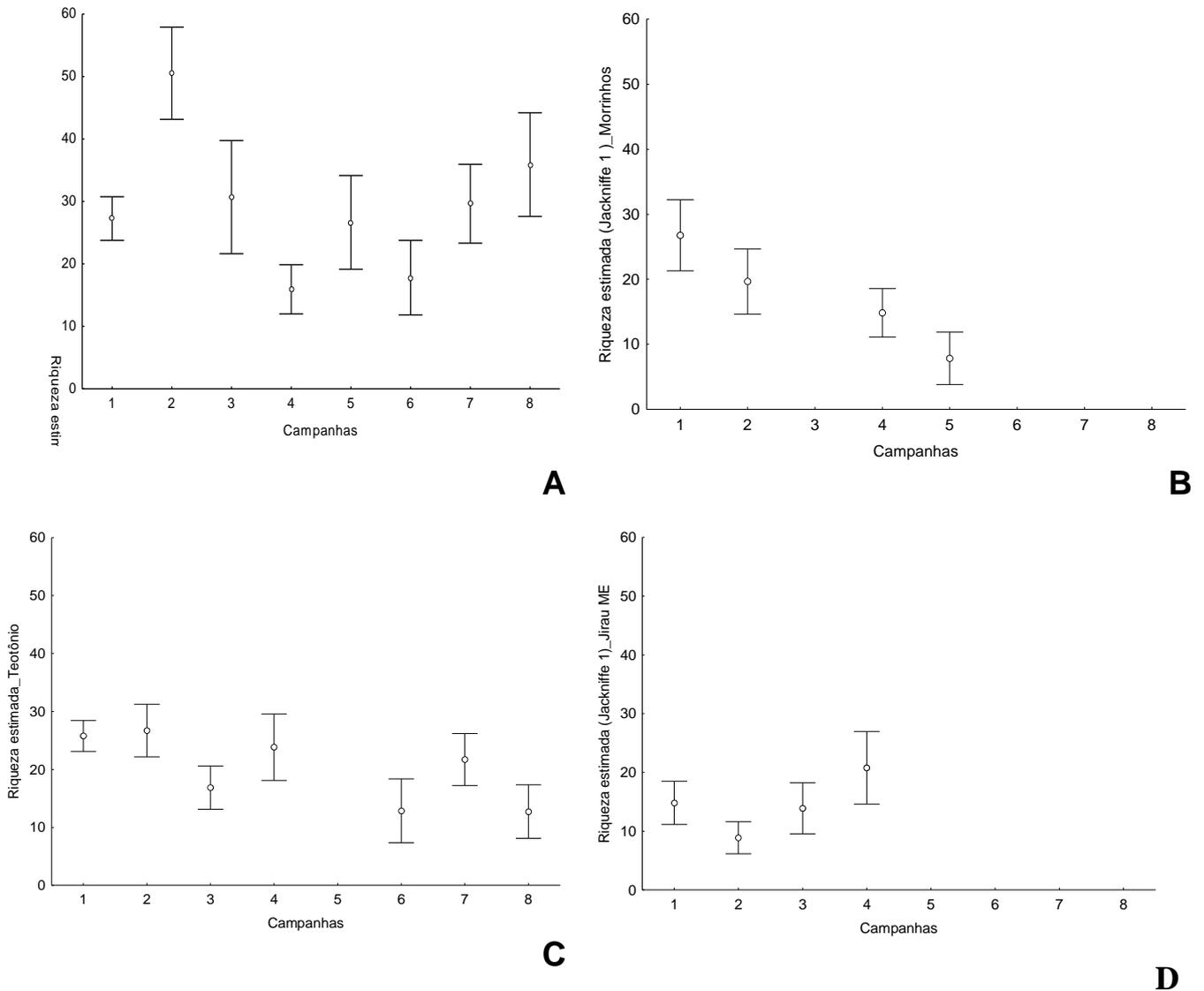
**Figura 16.** Ordenação das comunidades de besouros copronecrófagos para os módulos amostrados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO: A) em função da posição à margem do rio; B) em função influência direta do alagamento.



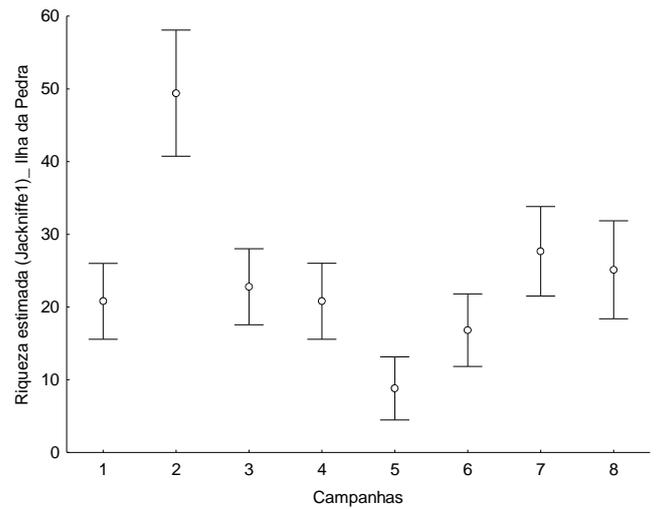
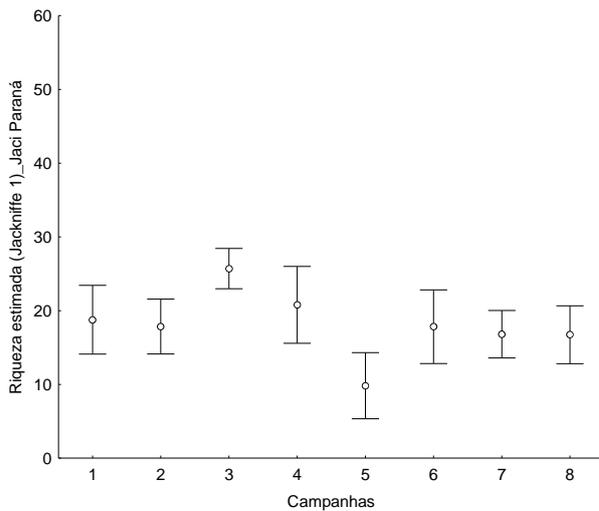
#### 4.3 Variações sazonais na riqueza, abundância e diversidade de besouros copronecrófagos

Considerando as variações sazonais do ambiente foram observadas algumas modificações em relação ao número estimado de espécies para os módulos amostrados em uma escala temporal, descritas a seguir. A riqueza estimada (*Jackknife 1*) para o Módulo Ilha do Búfalo é apresentada na Figura 17A. Nota-se que neste módulo a maior riqueza estimada foi registrada durante a segunda campanha, enquanto os menores valores foram encontrados durante a quarta e sexta campanhas. O módulo de Morrinhos apresentou gradativo declínio na riqueza estimada da primeira à quinta campanha (Figura 17B), possivelmente como reflexo do início do alagamento da área, resultante do processo de enchimento do reservatório. Em Teotônio (Figura 17C), a riqueza estimada foi menor apenas na terceira e sexta campanhas, não sendo significativamente diferente nas demais. Neste módulo, a quinta campanha não foi realizada por coincidir com o período de desmatamento da área e este pode ser também um dos fatores que pode explicar a redução no número de espécies encontradas na sexta campanha. A riqueza estimada para o módulo Jirau - ME foi diferente apenas quando comparadas a segunda e quarta campanhas de campo, sendo maior na quarta campanha (Figura 17D), durante a estação seca. Já em Jaci Paraná - MD a maior riqueza estimada foi observada durante a terceira campanha, ao passo que os menores valores foram registrados durante a quinta campanha (Figura 17E). Por último, no módulo de Ilha da Pedra a riqueza estimada foi maior na segunda campanha e, menor, na quinta e sexta campanhas (Figura 17F), períodos que correspondem justamente ao final do período seco início do período chuvoso.

O padrão encontrado na maioria das campanhas realizadas de maior riqueza em comparação aos outros módulos avaliados do módulo Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra merece atenção, pois mesmo diante de variações sazonais, a diversidade aí encontrada é bem significativa, refletindo características ambientais favoráveis à manutenção de várias espécies e indivíduos nestas áreas. Como a diversidade biológica, neste caso, é reflexo da heterogeneidade ambiental, alterações na estrutura do hábitat que levem à homogeneização podem causar importantes impactos sobre a fauna. Desvio a esse padrão foi observado apenas na quarta campanha em que se destacaram também os módulos de Teotônio e Jirau - ME.



**Figura 17.** Valores de riqueza estimada (*Jackknife 1*) da comunidade de Scarabaeidae em cada uma das oito campanhas de campo realizadas nos módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos C) Teotônio, D) Jirau – ME localizados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.



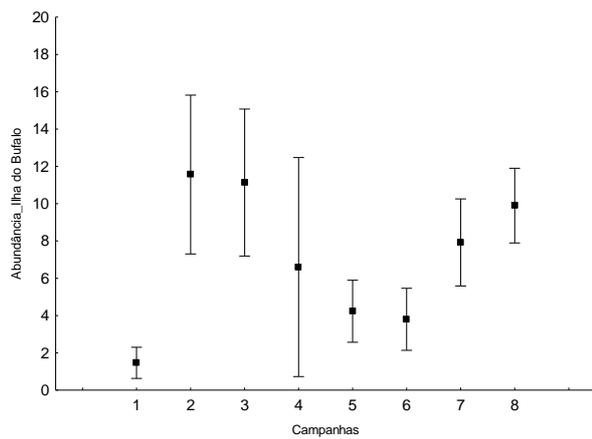
E

F

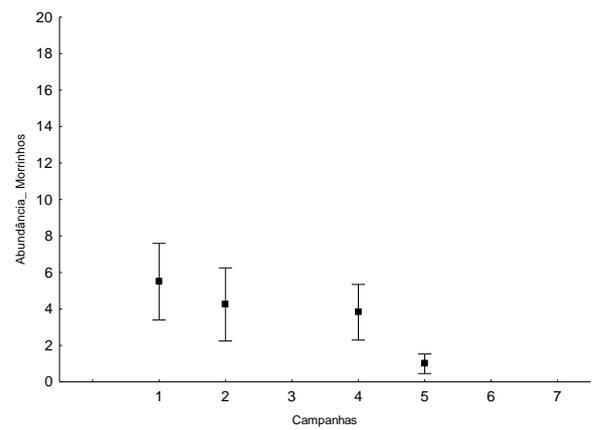
**Figura 17 Continuação.** Valores de riqueza estimada (*Jackknife 1*) da comunidade de Scarabaeidae em cada uma das oito campanhas de campo realizadas nos seis módulos amostrados, E) Jaci Paraná - MD e F) Ilha da Pedra, localizados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

A abundância de besouros copronecrofágos no módulo Ilha do Búfalo apresentou variações em seus valores médios ao longo das campanhas realizadas (Figura 18A). Observa-se que os maiores valores de abundância foram encontrados no período chuvoso (segunda, terceira, e sétima campanhas), assim como, nos períodos de transição entre estações. Em relação ao módulo de Morrinhos a menor abundância, assim como ocorrido para a riqueza, foi registrada na quinta campanha (Figura 18B). Não houve diferença entre os valores médios de abundância para o módulo de Teotônio ao longo das campanhas realizadas (Figura 18C). Em Jirau - ME a variação em torno do valor de abundância decresce ao longo das campanhas, embora em média os valores não tenham sido diferentes entre si (Figura 18D). No módulo de Jaci Paraná – MD a maior abundância foi registrada na sétima campanha (Figura 18E) e no módulo Ilha da Pedra foram encontradas variações marcantes na abundância de besouros, com os menores valores registrados nos períodos de seca e transição e as maiores abundâncias no período chuvoso. É esperado que nas campanhas realizadas no período de chuva haja inversão deste declínio, com uma abundância de besouros superior, um padrão que coincide com o ciclo sazonal característico de muitas espécies de ambientes tropicais, pois este período apresenta, provavelmente, condições ambientais ideais (como temperatura e umidade) e maior oferta de recursos (Terron *et al.*, 1991; Galante & Stebnicka, 1994; Flechtmann *et al.*, 1995).

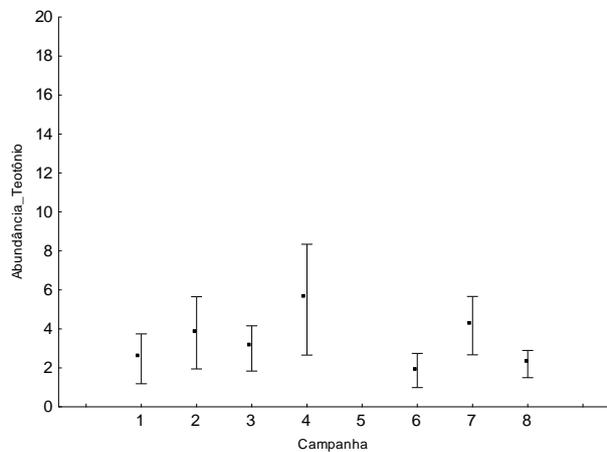
As espécies mais abundantemente coletadas estão associadas a habitats florestais, provavelmente em função dos recursos que utilizam estarem presentes nestes ambientes (como fezes de animais silvestres) e, de que nestes locais as condições de temperatura e umidade são mais amenas e constantes do que em áreas abertas, como campos e pastagens. Nas regiões Neotropicais é esperado que uma maior riqueza de escarabeídeos seja encontrada em habitats florestais, pois apresentam maior complexidade e heterogeneidade ambiental (Halffter, 1991) e são capazes de suportar diferentes populações de espécies. Diferente do padrão encontrado, por exemplo, na África, onde a maioria dos recursos provindos dos mamíferos é encontrada nas savanas. A manutenção da diversidade natural da fauna de escarabeídeos na Amazônia está desta forma, fortemente associada à preservação dos ambientes florestais e, o aumento de áreas abertas pode representar uma importante mudança na composição da fauna local, por exemplo, com o aumento da proporção da fauna de besouros associados aos excrementos de bovinos.



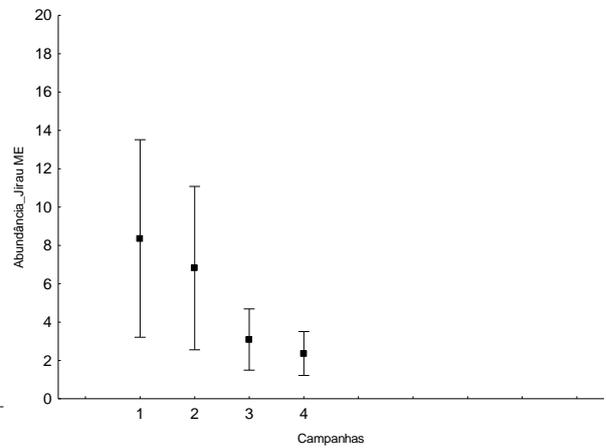
**A**



**B**

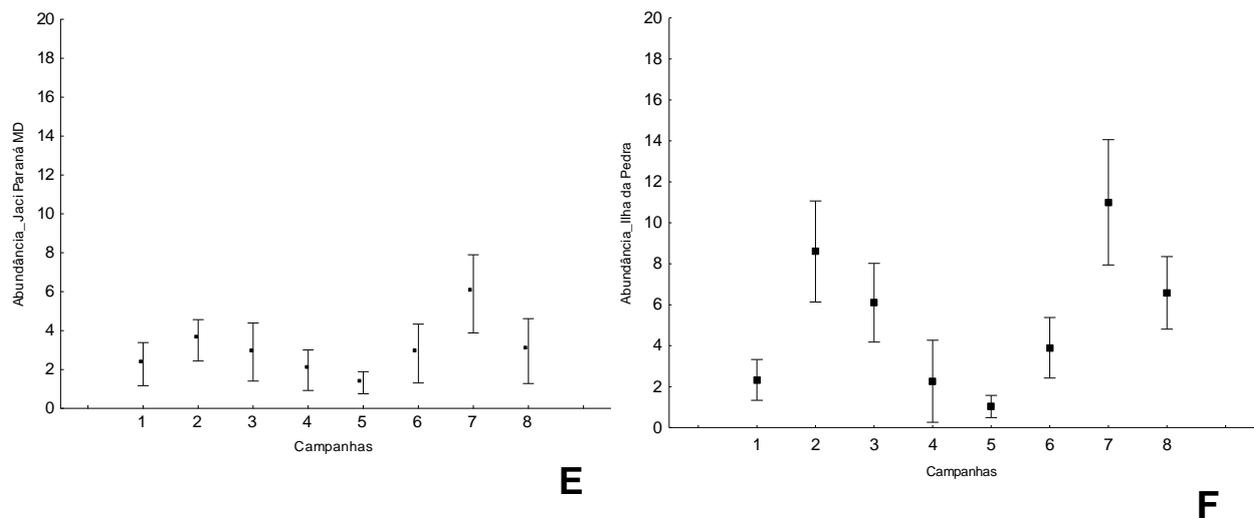


**C**



**D**

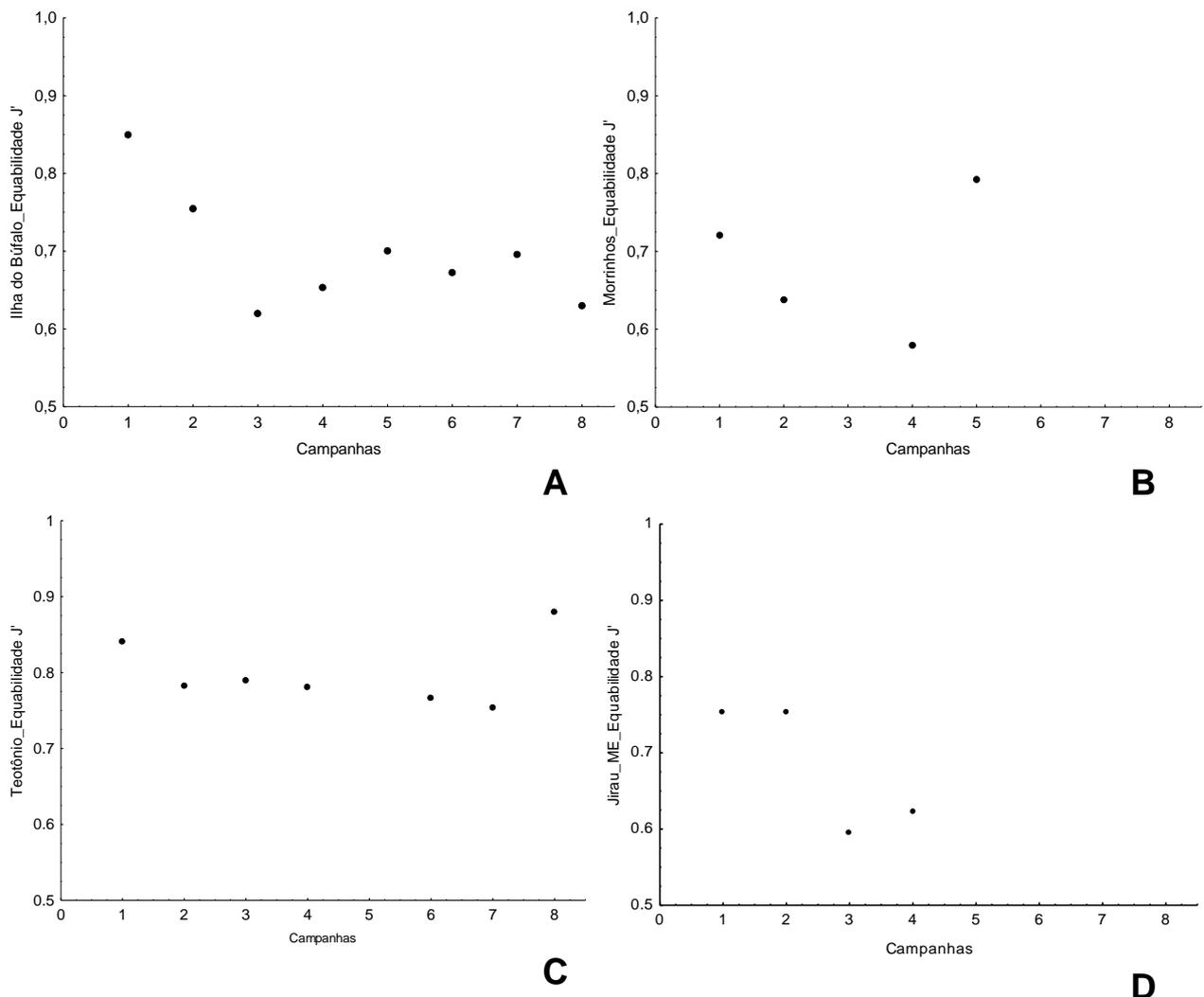
**Figura 18.** Abundância média da comunidade de Scarabaeidae em cada uma das oito campanhas de campo realizadas nos seis módulos amostrados: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos C) Teotônio, D) Jirau – ME, localizados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.



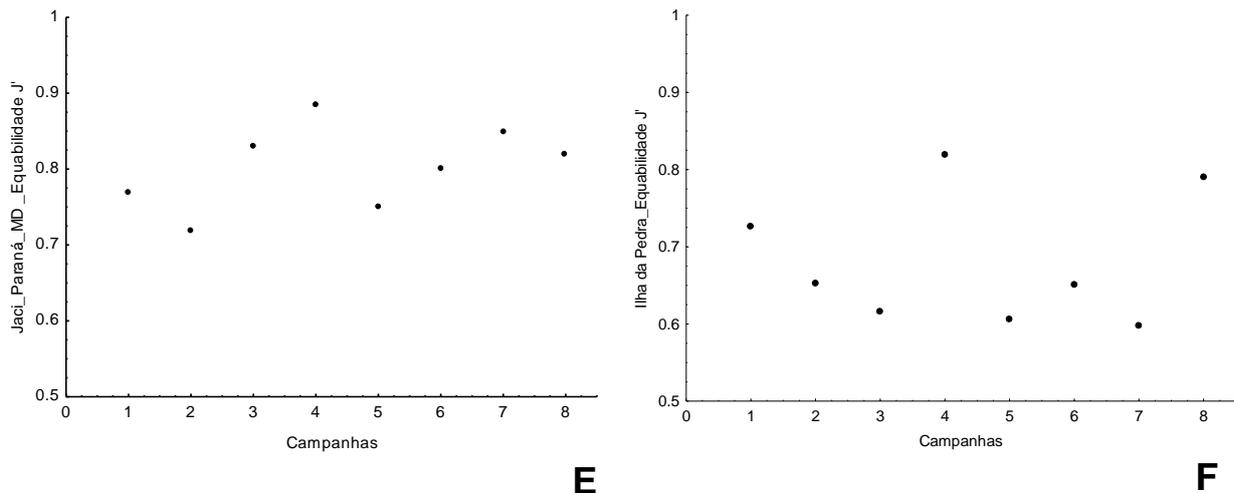
**Figura 18 Continuação.** Valores médios de abundância da comunidade de Scarabaeidae em cada uma das oito campanhas de campo realizadas nos seis módulos amostrados: E) Jaci Paraná - MD e F) Ilha da Pedra, localizados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

Embora ao longo das campanhas os valores médios de abundância dos indivíduos tenham em alguns módulos permanecidos iguais ou com pequena variação, esta informação pode não refletir modificações que tenham ocorrido na comunidade em relação à distribuição das abundâncias entre as espécies. Os valores de equabilidade/dominância tornam possível detectar mudanças nesta estrutura de forma a traduzir mais fielmente a resposta (ou não) das espécies às variações ambientais que tenham ocorrido, sejam aquelas naturais, relativas às variações sazonais na disponibilidade de recursos, sejam àquelas que tenham ocorrido em função do processo de formação/enchimento do reservatório. Os resultados obtidos demonstram que no módulo de Ilha de Búfalo os valores de equabilidade eram maiores nas duas primeiras campanhas e os menores valores na 3<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> campanhas (Figura 19A). Em Morrinhos o maior valor de equabilidade foi registrado na 5<sup>a</sup> campanha, tendo o oposto sido registrado na campanha anterior a esta (Figura 19B). Em Teotônio os maiores valores de equabilidade foram registrados nas 1<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> campanhas, com valores aproximados no intervalo destas (Figura 19C). A equabilidade da distribuição de abundância das espécies para o módulo Jirau - ME foi maior também nas duas primeiras campanhas, decrescendo a partir daí (Figura 19D). Já em Jaci - MD a maior equabilidade foi vista na quarta campanha sendo os menores valores encontrados na segunda e quinta campanhas (Figura 19F). Em Ilha de Pedra os maiores valores de equabilidade foram encontrados justamente nas campanhas realizadas no período de seca (quarta e oitava campanhas).

Espera-se que, quanto maior o estado de conservação da área, mais igualmente as espécies estarão distribuídas quanto ao número de indivíduos. Variações nos valores de equabilidade para uma mesma área, neste caso para o módulo, podem ser um reflexo de diferentes fatores, tanto naturais (como, por exemplo, a dominância registrada por uma espécie coincidindo com seu pico populacional, obedecendo a variações sazonais), quanto não-naturais (como, por exemplo, nos casos em que a dominância de uma espécie e, portanto, a menor equabilidade de uma área, decorrerem de alterações antrópicas no ambiente que favoreceriam o crescimento do número de indivíduos de uma espécie em detrimento das outras). Os resultados encontrados apontam para a redução nos valores de equabilidade para a maioria dos módulos avaliados no decorrer do monitoramento.



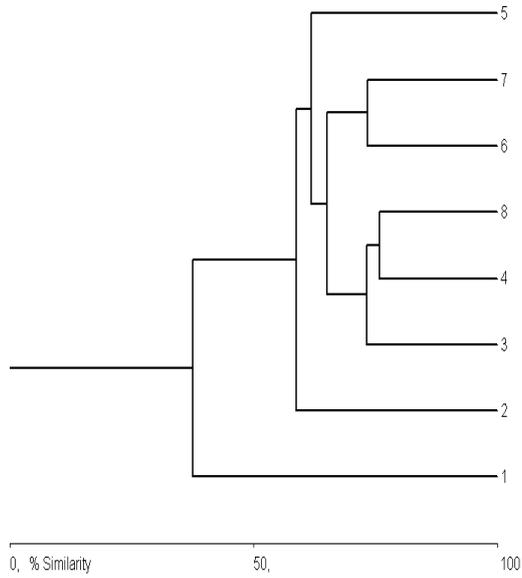
**Figura 19.** Análises de *Equitabilidade J'* em cada uma das oito campanhas de campo realizadas nos seis módulos amostrados: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos C) Teotônio, D) Jirau - ME, localizados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.



**Figura 19.** Análises de *Equitabilidade J'* em cada uma das oito campanhas de campo realizadas nos seis módulos amostrados: E) Jaci Paraná - MD e F) Ilha da Pedra, localizados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

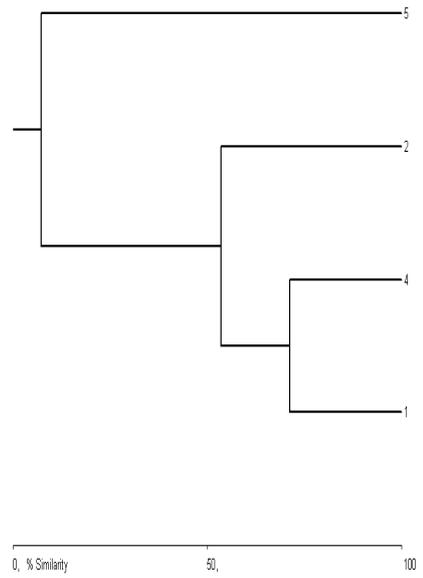
A similaridade da composição de espécies em cada módulo ao longo das campanhas realizadas é apresentada nas Figuras 20A a 20F. Em três módulos (Ilha do Búfalo, Teotônio, Jaci Paraná - MD) esta similaridade foi maior que 50%, indicando que poucas mudanças têm sido observadas em curto prazo na estrutura de suas comunidades. Alguns casos, no entanto, merecem atenção, como por exemplo, o módulo Ilha do Búfalo que apresentou na primeira campanha uma composição mais dissimilar em relação às demais campanhas de amostragens (Figura 19A) sendo que seis espécies ocorreram neste módulo apenas na primeira campanha (*Eurysternus cyanescens*, *Deltochilum howdeni*, *Ateuchus* sp.10, *Canthidium* sp.12, *Canthon* sp.06, *Scybalocanthon* sp.01). Uma significativa dissimilaridade foi observada também no módulo de Morrinhos quando comparada a quinta campanha com as anteriores (Figura 20B), com destaque nesta campanha para a ocorrência de duas espécies não registradas nas demais campanhas: *Coprophanaeus lancifer* e *Delthochilum valgum*. No módulo de Jirau - ME uma maior similaridade na composição foi observada nas terceira e quarta campanha, estando a composição da comunidade mais dissimilar na primeira campanha em relação às demais (Figura 20D). Seis espécies ocorreram no módulo Jirau - ME apenas na primeira campanha: *Deltochilum howdeni*, *Ateuchus* sp.06, *Phanaeus chalconelas*, *Canthon aequinoctiale*, *Cryptocanthon* sp.01 e *Deltochilum orbiculare*.

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



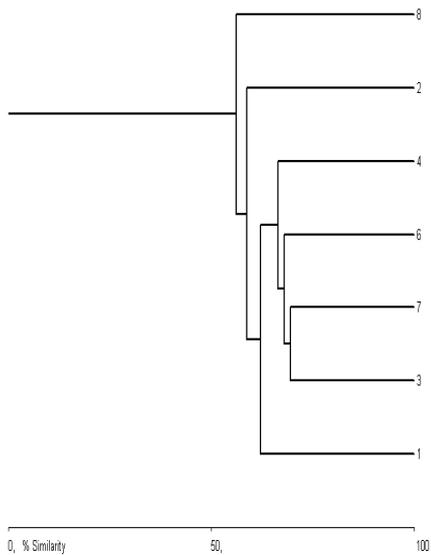
**A**

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



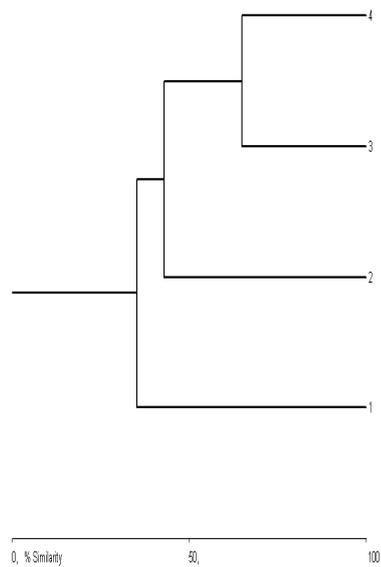
**B**

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



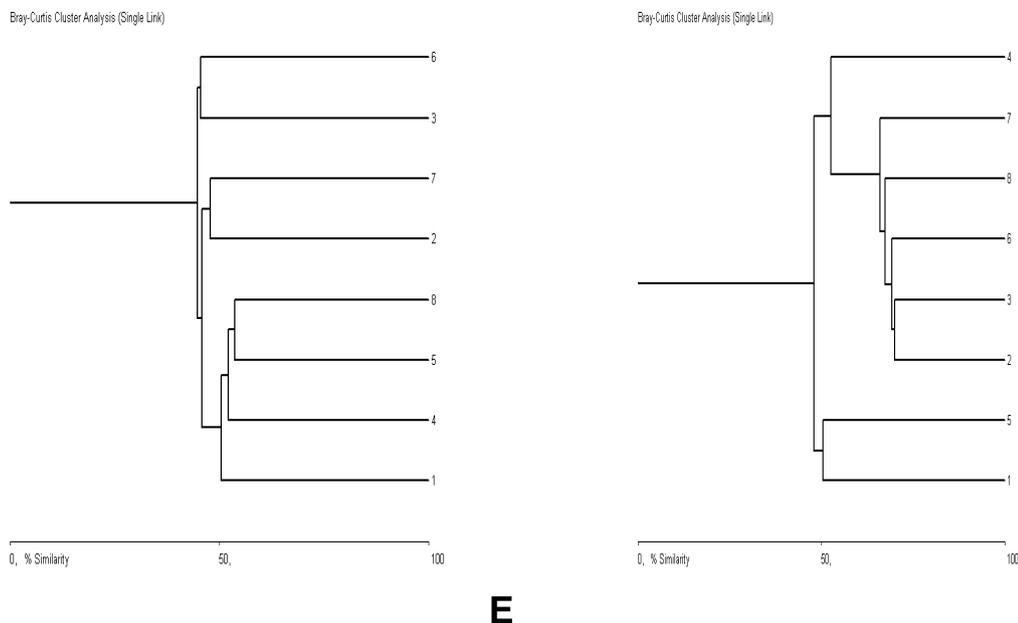
**C**

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)



**D**

**Figura 20:** Dendrograma de Similaridade (*Bray Curtis*) entre cada uma das oito campanhas de campo realizadas nos seis módulos amostrados: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos, C) Teotônio, D) Jirau – ME, localizados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.



**Figura 20 Continuação.** Dendograma de Similaridade (*Bray Curtis*) entre cada uma das oito campanhas de campo realizadas nos seis módulos amostrados: E) Jaci Paraná - MD e F) Ilha da Pedra, localizados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

#### 4.4 Relação da fauna de besouros copronecrófagos com as características ambientais e impactos do empreendimento sobre as espécies avaliadas

Os resultados da análise de redundância demonstram que as variações nas características ambientais de cada módulo são responsáveis por mudanças tanto em relação à composição da fauna de besouros copronecrófagos quanto em relação à riqueza taxonômica (Tabela 3). Estes resultados confirmam a estreita relação entre estes organismos e seu ambiente, ressaltando a importância dos recursos na estruturação de sua comunidade. Assim, como estes organismos dependem diretamente dos recursos encontrados no solo, a colonização de áreas adjacentes e de fácil dispersão dependerá da similaridade das características ambientais. Especificamente para a riqueza, a análise de regressão múltipla demonstra uma nítida relação significativa entre algumas variáveis, principalmente aquelas relacionadas à composição do solo e da inclinação do terreno (Tabela 4)

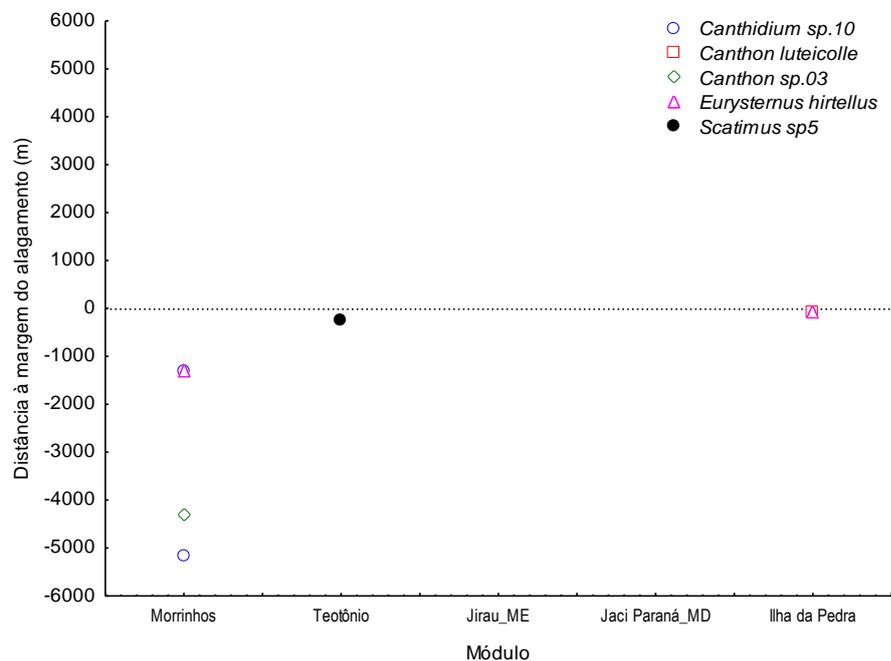
Tabela 3: Análise de Redundância entre as características ambientais e variância da composição e riqueza da fauna de besouros copronecrófagos, na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

Modelo	Teste	Grau de liberdade	R <sup>2</sup>	P
Composição	Ambiente	13	0,235	<0.001
	Interação	0	0,068	
	Espaço	2	0,283	<0.001
	Resíduo		0,672	
Riqueza taxonômica	Ambiente	12	0,769	<0.001
	Interação	0	-0,084	
	Espaço	2	0,039	0.019
	Resíduo		0,276	

Tabela 4: Análise de Regressão múltipla entre características ambientais e variância da composição e riqueza da fauna de besouros copronecrófagos, na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

Regressão Múltipla_ Ambiente X Riqueza							
R= 0,897 R <sup>2</sup> = 0,805 Adjusted R <sup>2</sup> =0 ,684 F(13,21)=6,6820 p<0,00007							
	Beta	B	p-level		Beta	B	p-level
<b>Intercept</b>		-97,3959	0,626470	<b>Mg</b>	-0,5135	-16,7231	<b>0,011963</b>
<b>Inclinação</b>	-0,307269	-1,0194	<b>0,010683</b>	<b>N</b>	0,0676	3,1366	0,579492
<b>Altitude</b>	-0,160019	-16,7830	0,278164	<b>MO</b>	-0,2546	-13,1086	0,064176
<b>P</b>	-0,101144	-2,5895	0,449608	<b>Areia</b>	-0,0470	-2,5842	0,919184
<b>K</b>	-0,226071	-10,4620	0,084263	<b>Silte</b>	0,1231	5,3932	0,566162
<b>CaMg</b>	0,307749	11,2498	0,233590	<b>Argila</b>	0,4790	43,6217	0,383170
<b>Ca</b>	-0,445032	-13,8025	<b>0,037016</b>	<b>Dap</b>	0,2213	23,5769	0,056082

Do total de morfoespécies de besouros copronecrófagos avaliados cinco foram consideradas ameaçadas pelo processo de alagamento das parcelas nos módulos avaliados (Figura 21), sendo que, duas delas (*Canthidium* sp10 e *Canthon* sp03) ocorrem apenas no módulo de Morrinhos, para o qual está previsto alagamento de toda a extensão do módulo. Embora existam poucas informações referentes à restrição e/ou preferência de hábitat da espécie *Canthon luteicolle*, registrada apenas no módulo de Ilha da Pedra, sabe-se que a mesma ocorre em outras áreas do bioma Amazônico, como o Estado do Acre (Vaz-de-Mello,1999). Tal fato pode representar um menor risco para espécie em relação à inundação causada pela construção da UHE Santo Antônio. A espécie *Eurysternus hirtellus* foi amostrada em dois módulos (Morrinhos e Ilha da Pedra) e, em ambos, sua ocorrência esteve restrita às áreas que sofrerão impactos direto da inundação. Esta espécie, de hábito generalista, possui ampla distribuição (Camero & Lobo, 2012), ocorrendo inclusive em outros biomas brasileiros. No módulo Teotônio, uma única morfoespécies está diretamente sujeita aos impactos advindos do processo de inundação: *Scatimus* sp5. As distribuições das morfoespécies por áreas inundadas e não inundadas e que não foram consideradas ameaçadas estão disponível nos Anexos 1A.



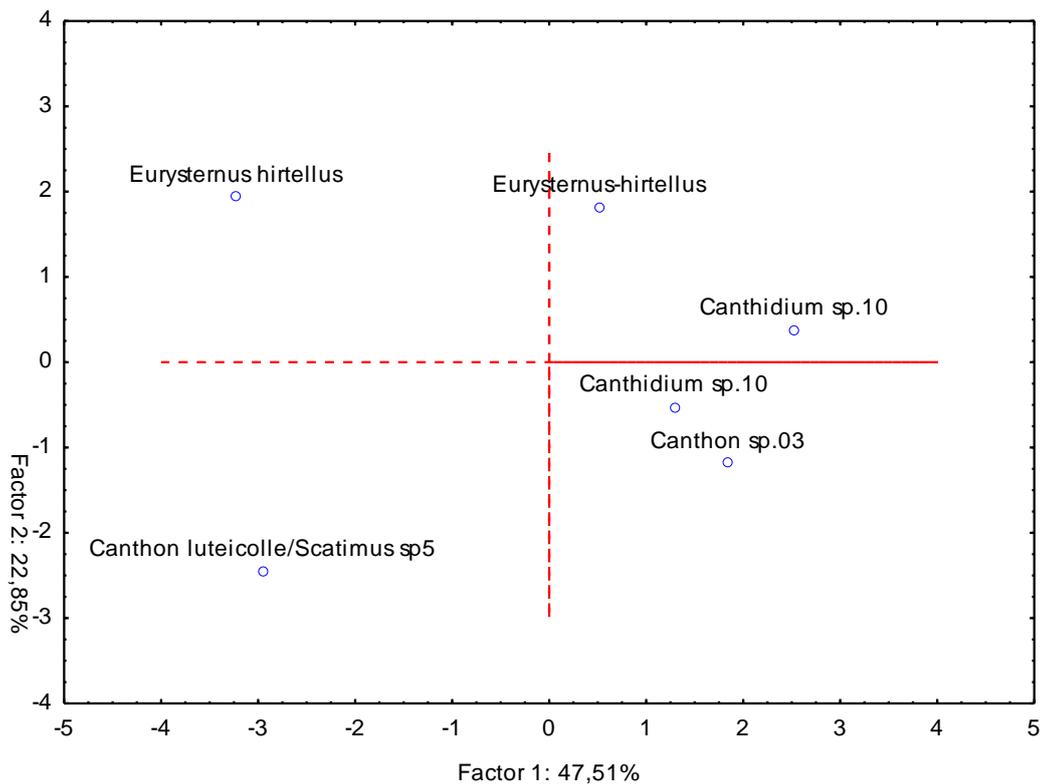
**Figura 21.** Espécies sob influência direta do processo de alagamento amostradas na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO, nos módulos Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná – MD e Ilha da Pedra.

A detectabilidade para as cinco espécies consideradas susceptíveis aos efeitos da inundação foi em geral baixa, tanto no que se refere à detectabilidade nas parcelas quanto nos módulos (Tabela 5). Esses resultados devem refletir as baixas abundâncias registradas pelas espécies consideradas ameaçadas pelo processo de inundação.

**Tabela 5.** Análise de detectabilidade das espécies de besouros copronecrófagos 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>Canthidium</i> sp.10	0.0014	0.0003 - 0.0056	0.0208	0.0029 - 0.1336
<i>Canthon luteicolle</i>	0.0014	0.0003 - 0.0056	0.0208	0.0029 - 0.1336
<i>Canthon</i> sp.03	0.2500	0.0630 - 0.6229	0.2133	0.0363 - 0.6611
<i>Eurysternus hirtellus</i>	0.0014	0.0003 - 0.0056	0.0417	0.0104 - 0.1519
<i>Scatimus</i> sp5	0.1250	0.0173 - 0.5373	0.0208	0.0029 - 0.1336

As características ambientais das áreas de ocorrência das espécies afetadas diretamente pela inundação explicam juntas cerca de 70% da distribuição dos besouros copronecrófagos (Figura 22), influenciando o tipo e a disponibilidade de recursos utilizados por estas espécies, sendo que o eixo 1 explica cerca de 47,5% da distribuição. Os resultados demonstram também que *Canthon luteicolle* e *Scatimus* sp5 ocupam áreas com as mesmas características ambientais, havendo sobreposição de sua ocorrência, mas ambas não formam agrupamento com as demais espécies avaliadas.



**Figura 22.** Espécies sob influência direta do processo de alagamento amostradas na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento da comunidade de besouros copronecrofágos abrange um importante componente da fauna edáfica e que está intimamente associada aos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes dos ambientes. Para a família Scarabaeidae, a cobertura vegetal e as características do solo têm grande influência na distribuição, composição e estrutura das comunidades, o que torna este grupo bastante específico ao tipo de hábitat (Doube, 1983). Os resultados aqui encontrados ressaltam a forte ligação entre estes organismos e o ambiente em que ocupam. Assim é possível afirmar que diferença na composição destas comunidades refletem também diferenças nas características ambientais bióticas e abióticas dos hábitat. Tais resultados reforçam ainda mais o reconhecimento dos besouros copronecrofágos como uma importante ferramenta indicadora de mudanças ambientais no ecossistema. Por outro lado, justamente esta especificidade por hábitat torna as espécies dessa família vulneráveis aos efeitos negativos das alterações ambientais (Halffter *et al.*, 1992). Como a diversidade e a distribuição desta fauna, bem como, sua relação com os recursos ambientais refletem as adaptações ao longo

do processo evolutivo do grupo, o conhecimento desta diversidade e de sua resposta às alterações ambientais é um importante passo na construção de estratégias mitigadoras de impactos e de conservação ambiental não apenas do grupo, mas também de outros grupos e do próprio hábitat.

As atividades de monitoramento têm importância valorosa por contribuem de forma considerável para a construção do conhecimento acerca da diversidade dos ecossistemas e para a biologia da conservação. As amostragens em uma escala temporal permitem inferências não só em relação às respostas das espécies registradas às variações ambientais naturais ou de origem antrópica como também permitem que sejam coletadas espécies mais raras ou difíceis de serem capturadas. Aqui observa-se que, embora não tenha havido alternância das espécies dominantes nos ambientes amostrados nesta etapa do monitoramento, é possível detectar variações relacionadas à riqueza, abundância e composição entre os módulos.

As modificações nos parâmetros ecológicos da fauna de besouros escarabeídeos observadas são, em parte, uma possível resposta às variações sazonais. Estas diferenças são de certa forma esperadas, principalmente com grupos animais que ajustam seu ciclo de vida, com maiores taxas de emergência dos besouros adultos no final da primavera ou início do verão, o que permite que as atividades de reprodução ocorram em condições ideais de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar. No período de maior pluviosidade, a maior riqueza e abundância estão diretamente associadas à maior oferta de alimentos efêmeros ou temporariamente disponíveis, como fezes e carcaças, além de abrigo e sítios de nidificação, possibilitando assim, a coexistência de um maior número de espécies no ambiente. No entanto, cabe ressaltar aqui a importância de que sejam feitas coletas também no período de menor pluviosidade, aumentando as chances de captura de espécies adaptadas às condições vigentes no período de seca.

Os resultados de avaliação da diversidade beta entre os módulos confirmam o padrão já encontrado em campanhas anteriores, nas quais os módulos Teotônio e Jaci Paraná - MD apresentaram valores de diversidade beta mais elevados em relação aos demais módulos. Isto significa que tais módulos requerem atenção diferenciada, pois guardam representantes de espécie de besouros copronecrófagos que não foram ainda encontrados nas outras áreas amostradas. Estas informações traduzem a importância de que não só as informações sobre a riqueza de cada um dos módulos, mas também das diferenças na composição de espécies sejam consideradas, guiando as estratégias para a mitigação dos impactos ambientais sobre as espécies que o habitam, permitindo assim que, em uma escala de paisagem, seja preservado o maior número espécies de besouros. Outra

situação que sustenta este raciocínio ocorre quando avaliado o módulo Ilha de Búfalo que, embora apresente elevada riqueza e abundância de besouros copronecrófagos, apresentou visível declínio nos valores de diversidade beta, excetuando apenas a quarta campanha. Esta alteração na estrutura da comunidade, bem como a redução da similaridade da composição do módulo em relação às campanhas iniciais reflete o aumento do número de espécies de áreas adjacentes que passaram a ser detectadas também neste módulo. Todas estas informações contribuem para caracterizar em termos ecológicos cada um dos módulos e, assim, avaliar e gerenciar mais precisamente sua diversidade biológica.

A captura de espécies ainda não registradas anteriormente confirma o fato de que os módulos, quando considerados isoladamente, ainda não atingiram o patamar de estabilização na curva do coletor, o que expressamente indica que novas espécies ainda podem ser encontradas, com a continuação das amostragens nestes locais. A tendência de estabilização na curva do coletor geral, bem como da diminuição da proporção de espécies raras são decorrentes do aumento do esforço amostral, diminuindo a possibilidade de que espécies sejam erroneamente consideradas raras por insuficiência amostral. Ao mesmo tempo, esses resultados sugerem que, com a ampliação do número de coletas, provavelmente será possível a captura de espécies mais difíceis de serem amostradas.

Mudanças na diversidade e na composição da fauna de besouros copronecrófagos podem ocorrer devido não só às variações das características ambientais naturais de um período à outro em função da sazonalidade, como também, podem ser uma resposta inicial às alterações sofridas no hábitat devido às interferências antrópicas. Parte destas modificações no hábitat podem estar relacionadas ao alagamento, cujos efeitos indesejados sobre a diversidade de espécies decorrem de alterações nas condições ambientais, que incluem, principalmente, a redução do hábitat, a mudança da borda florestal ao longo das áreas do lago e a expansão das áreas de borda em direção ao interior das áreas florestais (promovendo, conseqüentemente, variações na temperatura, umidade e luminosidade, entre outros). Estes efeitos mostram-se já visíveis para as espécies apontadas como vulneráveis, particularmente aquelas de ocorrência restrita ao módulo Morrinhos. Em longo prazo, tais alterações no ambiente podem ainda provocar um deslocamento das populações para as áreas circunvizinhas em busca de maior adequação ambiental.

A continuidade do monitoramento da fauna de besouros copronecrófagos tornará mais claro os padrões de estruturação das comunidades avaliadas, auxiliando assim, na mitigação dos possíveis impactos ambientais.

## 6. EQUIPE TÉCNICA

- **Coordenação Técnica Geral**

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

- **Subcoordenação**

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

- **Responsável Técnico**

Dra. Mayra Pimenta, Bióloga  
CRBio 70049/04-D, CTF IBAMA 1975333

- **Técnico Assistente:**

Leonardo Lima Bergamini  
CTF IBAMA 3380192

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRESEN, E. 2003. Effect of forest fragmentation on dung beetle communities and functional consequences for plant regeneration. *Ecography* 23:87-97.
- 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*
- CAMERO-R, E.; LOBO, J. M. 2012. The distribution of the species of *Eurysternus* Dalman, 1824 (Coleoptera: Scarabaeidae) in America: potential distributions and the locations of areas to be surveyed. *Tropical Conservation Science* Vol. 5(2):225-244.
- CARDOSO, P.; SILVA, I.; OLIVEIRA, N.G.; SERRANO, A.R.M. 2004. Higher taxa surrogates of spider (Araneae) diversity and their efficiency in conservation. *Biological Conservation* 117, 453-459.
- CHAO, A.; CHAZDON, R.L.; COLWELL, R.K.; SHEN, T.J. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecol Letters* 8:148-159.
- COLWELL, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7.5. (6.0b1)
- DAVIS, A.J.; HOLM-NIELSEN, L.B.; HUIJBREGTS, H.; KIRKS-SPRIGGS, A.H.; SUTTON, S.L. 2001. Dung beetles as indicators of change in the forests of northern Borneo. *J Appl Ecol* 38:593-616.
- DRISCOLL, D.A. & WEIR, T. 2005. Beetle response to hábitat fragmentation depends on ecological traits, hábitat conditions and remnant size. *Conservation Biology* 19:182-194.
- DOUBE, B. M. 1983. The habitat preference of some bovine dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) in Hluhluwe Game Reserve, South Africa. *BULLETIN OF ENTOMOLOGICAL RESEARCH*, 73: 357-371.
- DUFRENE, M. & LEGENDRE, P. 1997. Species Assemblages and Indicator Species: The need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecol. Monogr.* 67: 345-366.
- FAITH, D.P.; MINCHIN, P.R.; BWLBIN, L. 2004. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Plant Ecology* 69, 57-89.
- FAVILA, M.E. & HALFFTER, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoologica Mexicana* 72:1-25.

- FLECHTMANN, C.A.H.; RODRIGUES, S.R.; COUTO, H.T.Z. 1995. Controle biológico da mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans irritans*) em Selvíria, Mato Grosso do Sul. 4. Comparação entre métodos de coleta de besouros coprófagos (Scarabaeidae). Revista Brasileira de Entomologia 39:259-276
- GALANTE, E. & STEBNICKA, Z. 1994. Biogeography of Aphodiinae from the phytogeographic Orocantabrica Province, Cantabrian Range, Spain (Col. Scarabaeoidea). Acta Zoologica Cracoviensia 37:39-58,
- GÁMEZ, J. 2004. Phanaeini (Coleoptera: Scarabaeinae) de la cordillera de Los Andes, Depresión de Maracaibo y Llanos de Venezuela. Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales. 158: 43–60.
- GÁMEZ, J; E. MORA; R. ACCONCIA. 2006. Informaciones ecológicas sobre *Coprophanæus* (*Coprophanæus*) *telamon nevinsoni* Arnaud & Gámez (Coleoptera: Scarabaeinae: Phanaeini) en un sector de selva húmeda submontana en Mérida, Venezuela. Acta Zoológica Mexicana. (n.s). 22 (3): 95–105.
- GONZALEZ, A.; ARTURO, F.; MOLANO, F.; MEDINA, C.A. 2009. The subgenera *Calhyboma*, *Hybomidium*, and *Telhyboma* (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae: *Deltochilum*) in Colombia. Rev. Colomb. Entomol. vol.35(.2):253-274.
- HALFFTER, G.; M. E. FAVILA, & V. HALFFTER. 1992. A comparative study of the structure of the scarab guild in Mexican tropical rain forests and derived ecosystems. Folia Entomológica Mexicana 84: 131–156.
- HALFFTER, G. & EDMONDS, W.D. 1982. The nesting behavior of dung beetles (Scarabaeinae): An ecological and evolutive approach. Man and the Biosphere Program UNESCO, México, p.177.
- HALFFTER, G. & MATTHEWS, E.G. 1966. The natural history of dung beetle of the sub-family Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). Folia Entomologica Mexicana 12/14:1-312.
- HALFFTER, G. & MATTHEWS, E.G. 1971. The natural history of dung beetles: a supplement on associated biota. Revista Latinoamericana de Microbiologia 13:147-168.
- HANSKI, I. 1991. The Dung Insect Community. In: Hanski, I. & Cambefort, Y.C. (eds), Dung Beetle Ecology pp. 5-21. Princeton University Press.
- HANSKI, I. & CAMBEFORT, Y. 1991. Dung Beetle Ecology. Princeton University Press, New Jersey, p.481.
- HE, K. & ZHANG, J. 2009. Testing the correlation between beta diversity and differences in productivity among global ecoregions, biomes, and biogeographical realms. Ecological Informatics 4:93-98.

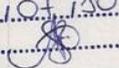
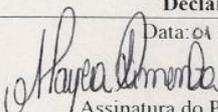
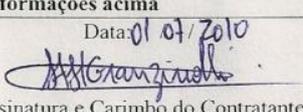
- HELTSHE, J.F. & FORRESTER, N.E. 1983. Estimating species richness using the jackknife procedure. *Biometrics* 39:1-11.
- HINES, J.E. 2006. PRESENCE 2 – Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC. <http://www.mbrpwrc.usgs.gov/software/presence.html>
- HUGHES, R.G. 1986. Theories and models of species abundance. *The American Naturalist* 128:879-899.
- KHAN, S.A. 2006. Is species level identification essential for environmental impact studies? *Current Science* 91, 29-34.
- KLEIN, B.C. 1989. Effects of forest fragmentation on dung and carrion beetle communities in Central Amazonia. *Ecology* 70:1715-1725.
- KREBS, C.J. 1989. *Ecological methodology*. New York, Harper & Hall, 654p
- LARSEN, T.H. & FORSYTH, A. 2005. Trap spacing and transect design for dung beetle biodiversity studies. *Biotropica* 37:322-325.
- LEE, J.S.H.; LEE, I.Q.W.; LIM, S.L.H.; HUIJBREGTS, J.; SHODI, N.S. 2009. Changes in dung beetle communities along a gradient of tropical forest disturbance in South-East Asia. *Journal of Tropical Ecology* 25:677-680.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998. *Numerical Ecology*. 2. ed. Elsevier, Amsterdam
- MAGURRAN, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell Science, 256p.
- MARTÍN-PIERA, F. & LOBO, J.M. 1993. Altitudinal distribution patterns of copro-necrophage scarabaeoidea (Coleoptera) in Veracruz, Mexico. *Coleopterists Bulletin* 47:321-334.
- MCGEOCH, M.A. & CHOWN, S.L. 1998. Scaling up the value of bioindicators. *Trends in Ecology and Evolution* 13, 47.
- MCGEOCH, M.A.; RENSBURG, B.J.V.; BOTES, A. 2002. The verification and application of bioindicators: a case study of dung beetles in a savanna ecosystem. *J Appl Ecol* 39:661-672.
- MCKNIGHT, M.W.; WHITE, P.S.; MCDONALD, R.I.; LAMOREUX, J.F.; SECHREST, W. 2007. Putting beta-diversity on the map: Broad-scale congruence and coincidence in the extremes. *Plos Biology* 5:242-243.
- MINCHIN, P.R. 1987. An evaluation of the relative robustness of techniques for ecological ordination. *Plant Ecology* 69, 107.
- NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137:1-19.

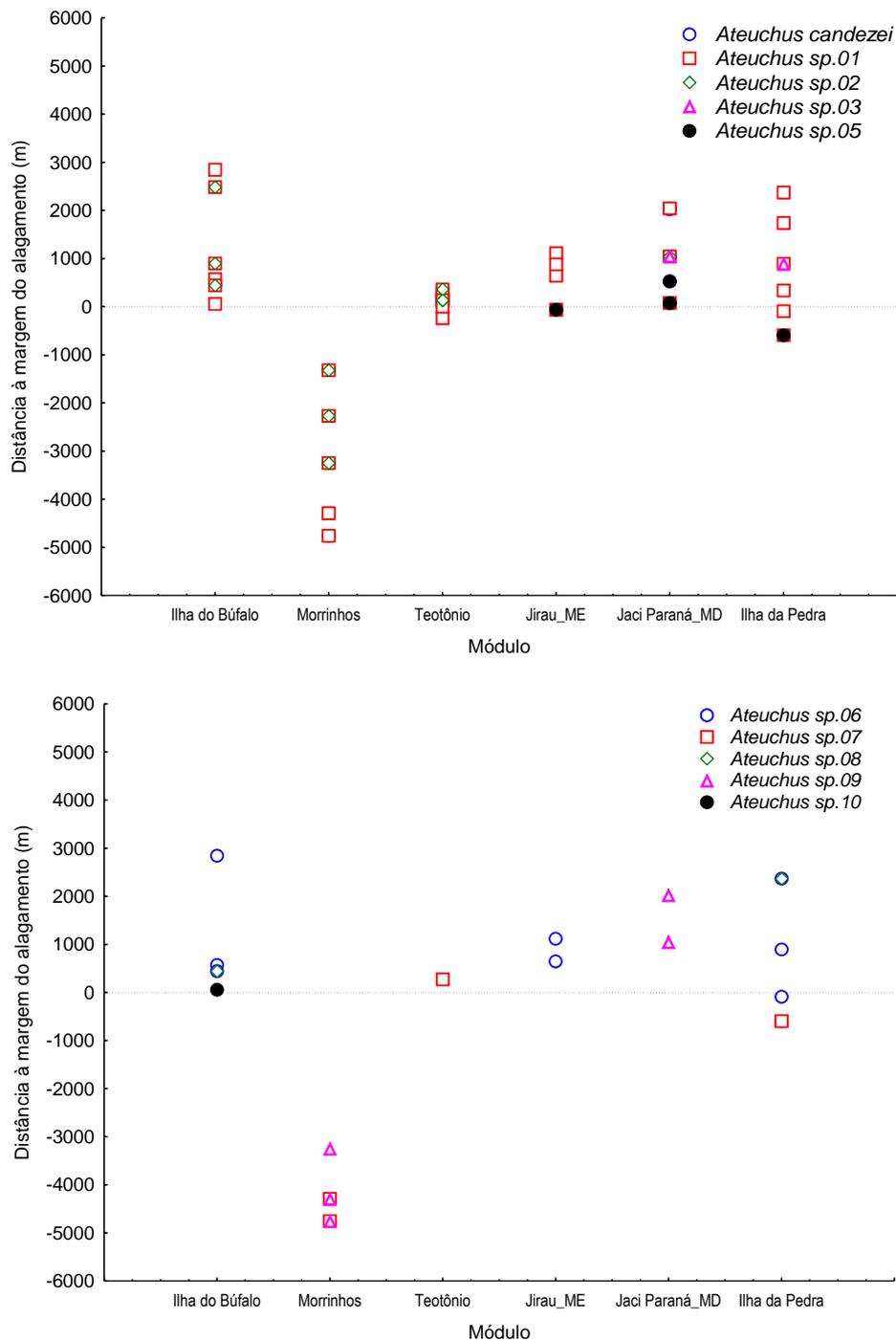
- PERES-NETO, PR., LEGENDRE, P., DRAY, S. and BOCARD, D. Variation partitioning of species data matrices: estimation and comparison of fractions. *Ecology*, 2006, vol. 87, no. 10, p. 2614-2625.
- PIELOU, E.C. 1966. Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. *The American Naturalist* 100:463-465.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
- SARMIENTO-GARCÉS R. & G. AMAT-GARCÍA, 2009. Escarabajos del género *Dichotomius* Hope 1838 (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en la Amazonía colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 33(127): 285-296
- SCHIFFLER, G.; VAZ-DE-MELLO, F.Z.; AZEVEDO, C.O. 2003. Scarabaeidae s.str. (Coleoptera) do Delta do Rio Doce e Vale do Suruaca no Município de Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil. *Revista Brasileira de Zootecias* 5:205-211.
- SHEPHERD, V.E. & CHAPMAN, C.A. 1998. Dung beetles as secondary seed dispersers: impact on seed predation and germination. *Tropical Ecology* 14:199-215.
- SILVA, D.P.; DE MARCO, P.Jr.; RESENDE, D.C. 2010. Adult odonate abundance and community assemblage measures as indicators of stream ecological integrity: A case study. *Ecol Indic* 10:744-752.
- STAINES, C.L. & STAINES, S.L. 1998. The leaf beetles (Insecta: Coleoptera: Chrysomelidae): potential indicator species assemblages for natural area monitoring. In: Theres, G.D. (ed), *Conservation of Biological Diversity: A Key to the Restoration of the Chesapeake Bay and beyond* pp. 233-244. Maryland Department of Natural Resources, Annapolis, Maryland.
- TERRON, R.A.; ANDUAGA, S.; MORON, M.G. 1991. Analisis de la coleopterofauna necrofila de la Reserva de La Biosfera "La Michilia", Durango, México. *Folia Entomologica Mexicana* 81:315-324,
- VAZ-DE-MELLO, F.Z. 2000. Estado atual de conhecimento dos Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) do Brasil. In: Martín-Piera, F., Morrone, J.J. & Melic, A. (eds), *PRIBES* pp. 183-195.
- VAZ-DE-MELLO, F.Z. & EDMONDS, W.D. 2006. Gêneros e subgêneros da subfamília Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) das Américas. 1. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, Scarabaeinae Research Network.

VERNES, K.; POPE, L.; HILL, C.J. 2005. Seasonality, dung specificity and competition in dung beetle assemblages in the Australian wet tropics, north-eastern Australia. *Journal Tropical Ecol* 21:1-8.

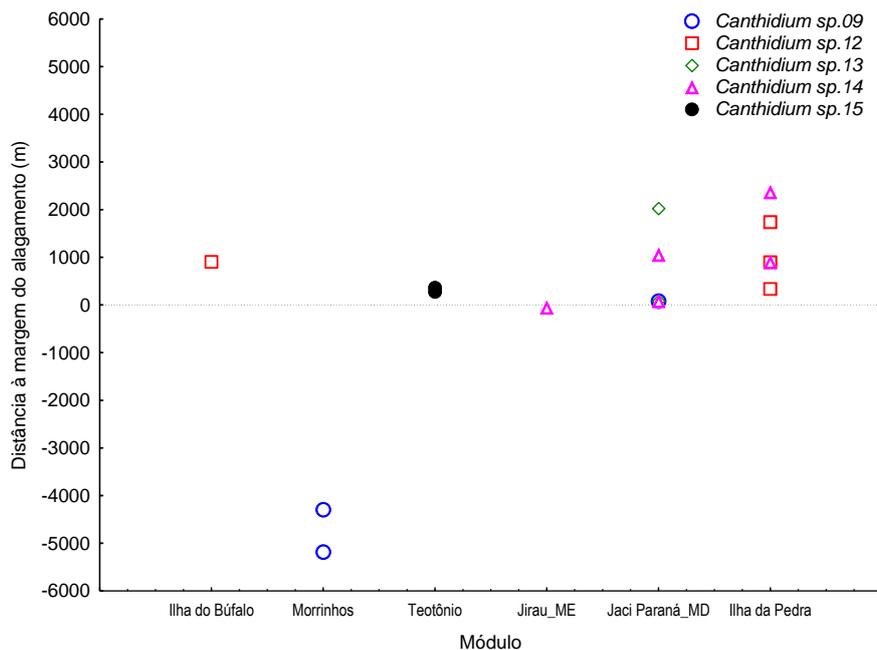
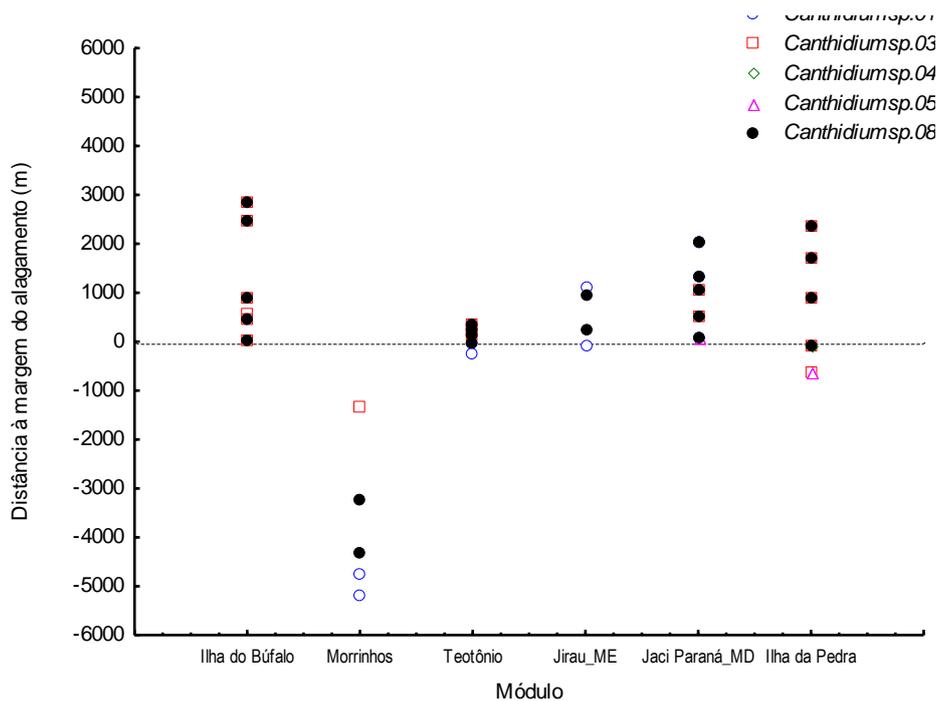
VULINEC, K. 2000. Dung Beetles, Monkeys, and Conservation in Amazonia. *Florida Entomologist* 83:229-241.

**ANEXO I. Anotação de responsabilidade técnica.**

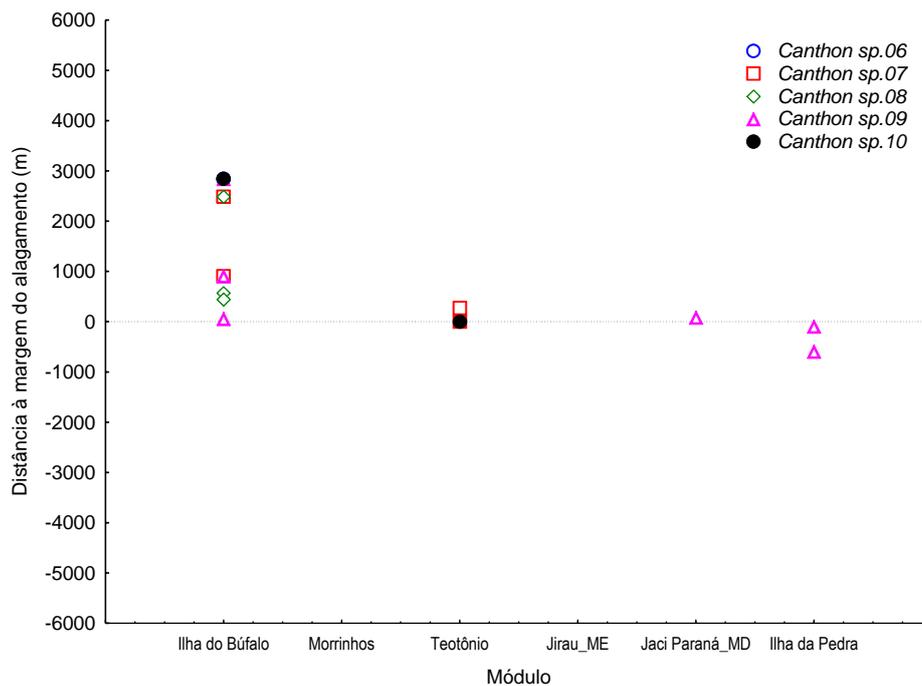
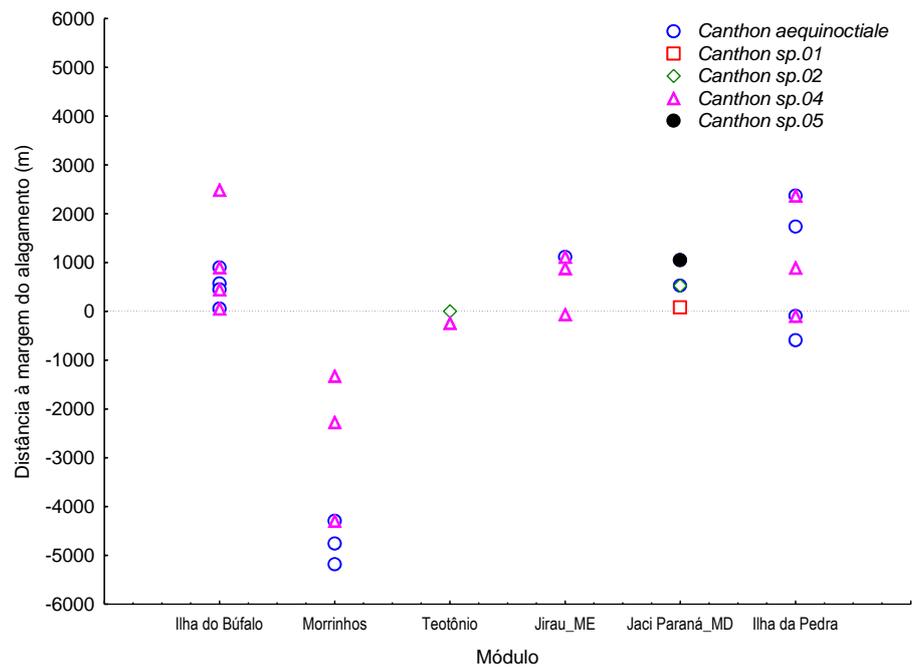
 <b>SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL CONSELHO FEDERAL CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA – 6ª REGIÃO</b>		<b>CRB<sup>IO</sup>-6</b>
<b>ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART</b>		1- CRBio-06 ART. Nº 4921/10 Data: 12/07/10 Rúbrica: 
<b>CONTRATADO</b>		
2. Nome: <b>Mayra Pimenta</b>		3. Registro no CRBio: 70049/04-D
4. CPF: <b>05491464660</b>	5. E-mail: <b>mayrapimenta@gmail.com.br</b>	6. Tel: <b>062 81171591</b>
7. End.: <b>Avenida São Jorge, Quadra 24, Lote 25 Casa 04</b>		8. Compl.:
9. Bairro: <b>São Judas Tadeu</b>	10. Cidade: <b>Goiânia</b>	11. UF: <b>GO</b>
12. CEP: <b>74685490</b>		
<b>CONTRATANTE</b>		
13. Nome: <b>Probiota Paisagismo e Consultoria Ambiental</b>		
14. Registro Profissional:		15. CPF / CGC / CNPJ:
16. End. <b>Rua Minas Gerais, 95</b> Fone:		e-mail: <b>contato@probiota.com.br</b>
17. Compl.:	18. Bairro: <b>Centro</b>	19. Cidade: <b>Santana do Deserto</b>
20. UF: <b>MG</b>	21. CEP: <b>36620-000</b>	22. Site: <b>www.probiota.com.br</b>
<b>DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL</b>		
23. Natureza ( ) 23.1. Prestação de serviço 1.1( ) 1.2( ) 1.3( ) 1.4( ) 1.5( ) 1.6( ) 1.7(X) 1.8( ) 1.9( ) 1.10( ) 1.11( )		( ) 23.2 Ocupação de cargo/função a (X) b ( ) c ( )
24. Identificação: <b>Monitoramento da Entomofauna na área de influência da UHE Santo Antônio, Rio Madeira, Rondônia.</b>		
25. Localização Geográfica (Município): <b>25.1- do Trabalho: Porto Velho 25.2 - da Sede: Santana do Deserto</b>		26. UF: <b>RO/MG</b>
27. Forma de participação: ( ) individual (x) equipe	28. Perfil da equipe: <b>Biólogos</b>	
29. Área do Conhecimento: (5) (19)	30. Campo de Atuação: 1( ) 2( ) 3(x) 4( ) 5( )	
31. Descrição sumária (usar fonte Times New Roman, 10)  O projeto tem por objetivo o monitoramento de sete grupos da entomofauna - Formigas de Serrapilheira, Borboletas, Cupins, Escaravelhos Coprófagos-necrófagos, Abelhas Solitárias Euglossíneas, Gafanhotos, Insetos de Larvas Aquáticas (Odonata, Ephemeroptera, Megaloptera e Trichoptera) - na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho, RO. Este terá duração de dois anos e serão realizadas oito campanhas de campo.		
32. Valor: <b>RS</b>	33. Total de horas:	34. Início: <b>07/2010</b>
		35. Término: <b>07/2012</b>
<b>36. ASSINATURAS</b>		<b>37. CARIMBO DO CRBio</b>
<b>Declaro serem verdadeiras as informações acima</b>		
Data: 01/07/10  Assinatura do Profissional	Data: 01/07/2010  Assinatura e Carimbo do Contratante	
<b>38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO</b>		<b>39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO</b>
Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.		
Data: / / Assinatura do Profissional		Data: / / Assinatura do Profissional
Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante		Data: / / Assinatura e Carimbo do Contratante



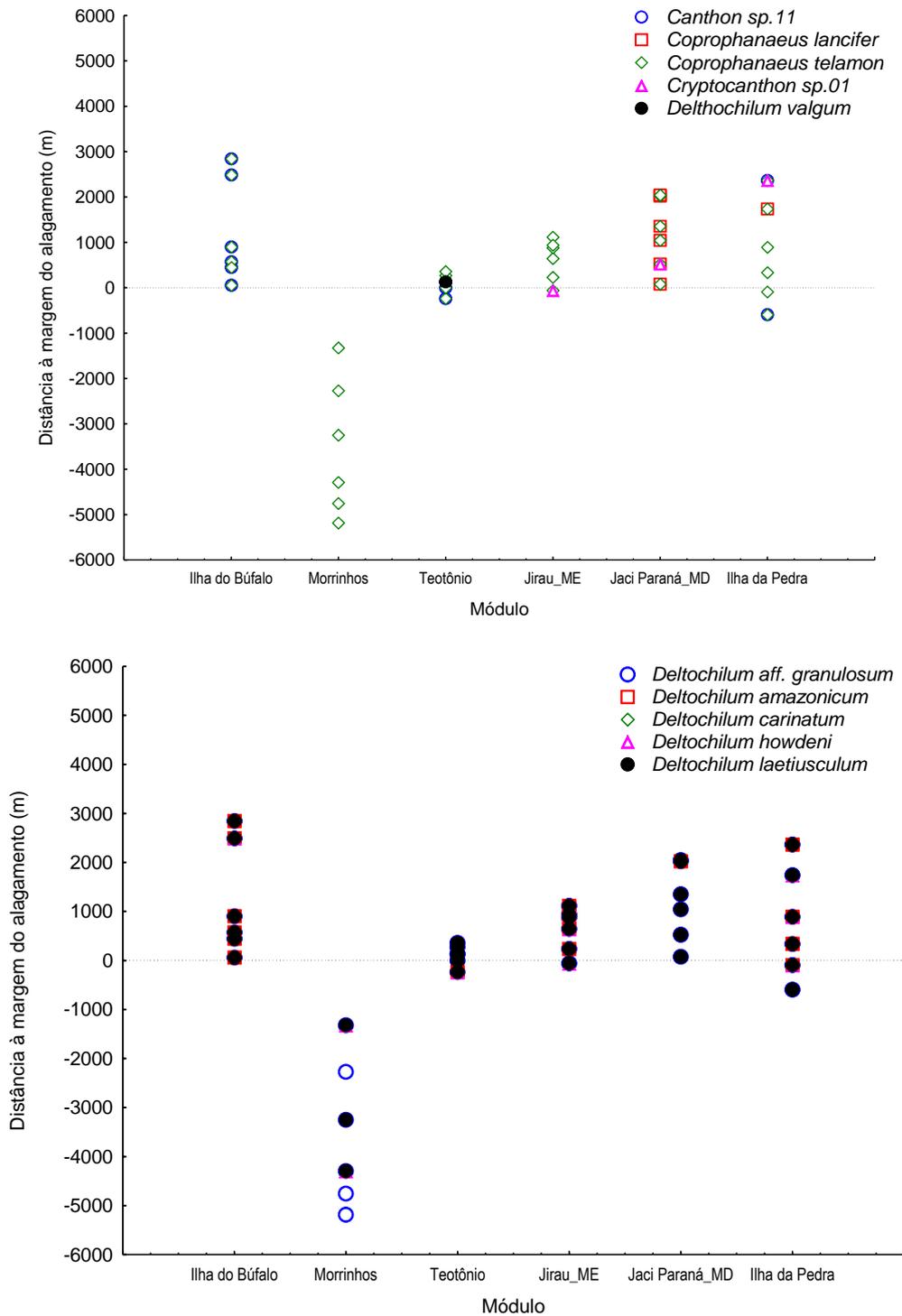
**Figura 1A.** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



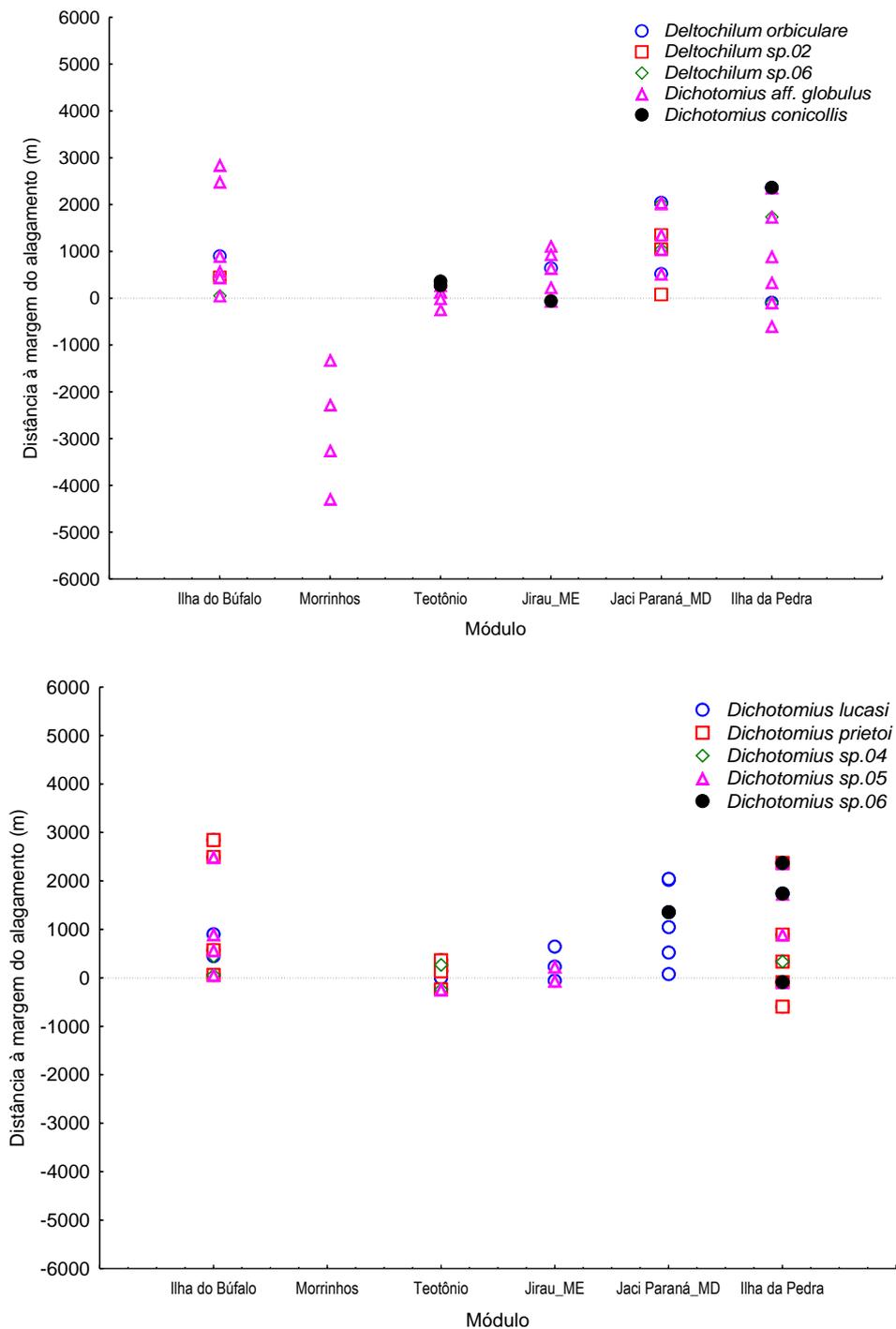
**Figura1A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná - MD, Ilha da Pedra.



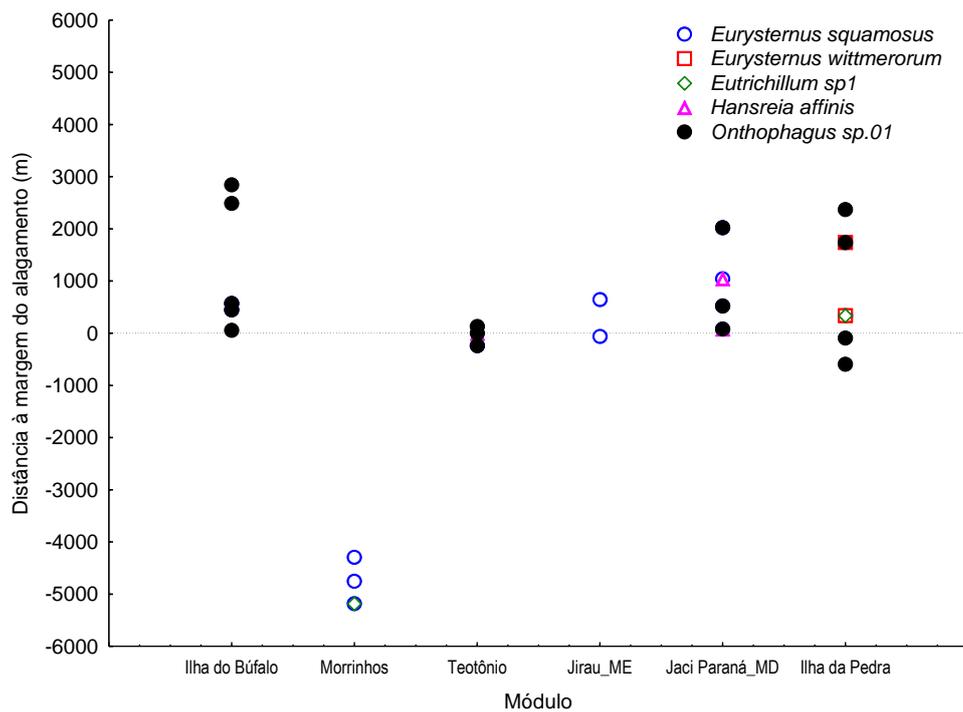
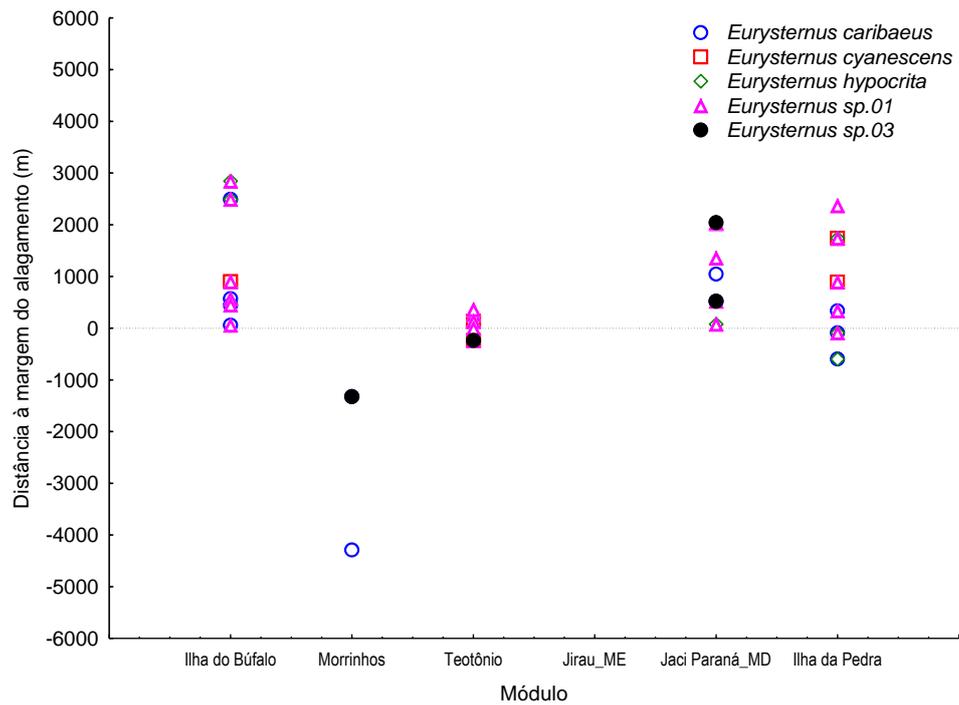
**Figura1A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



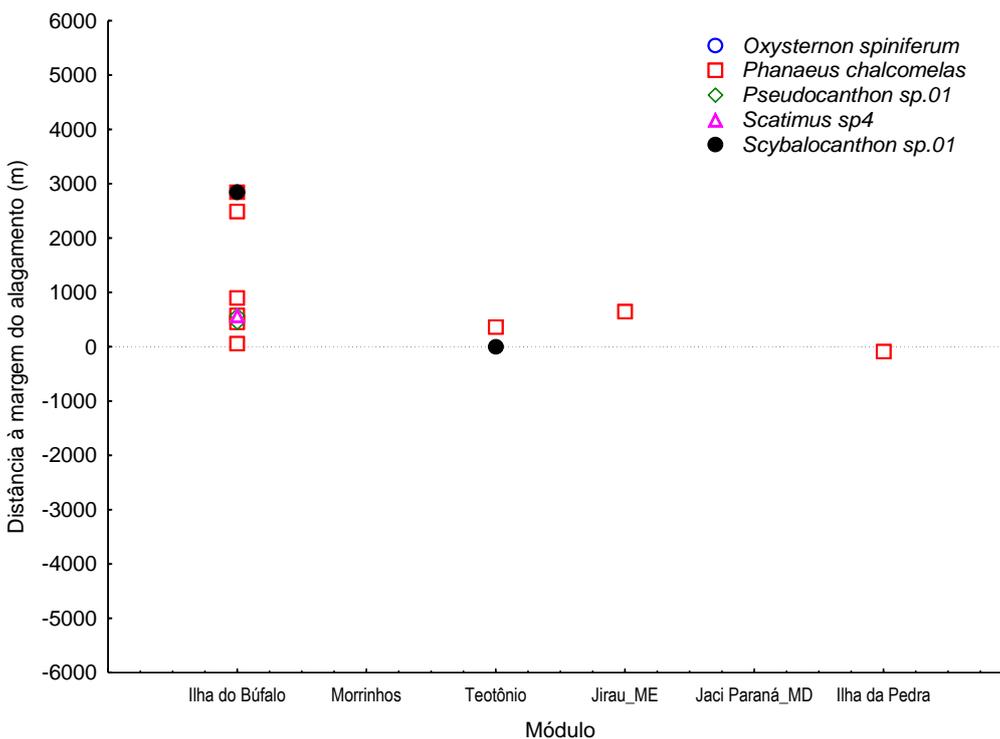
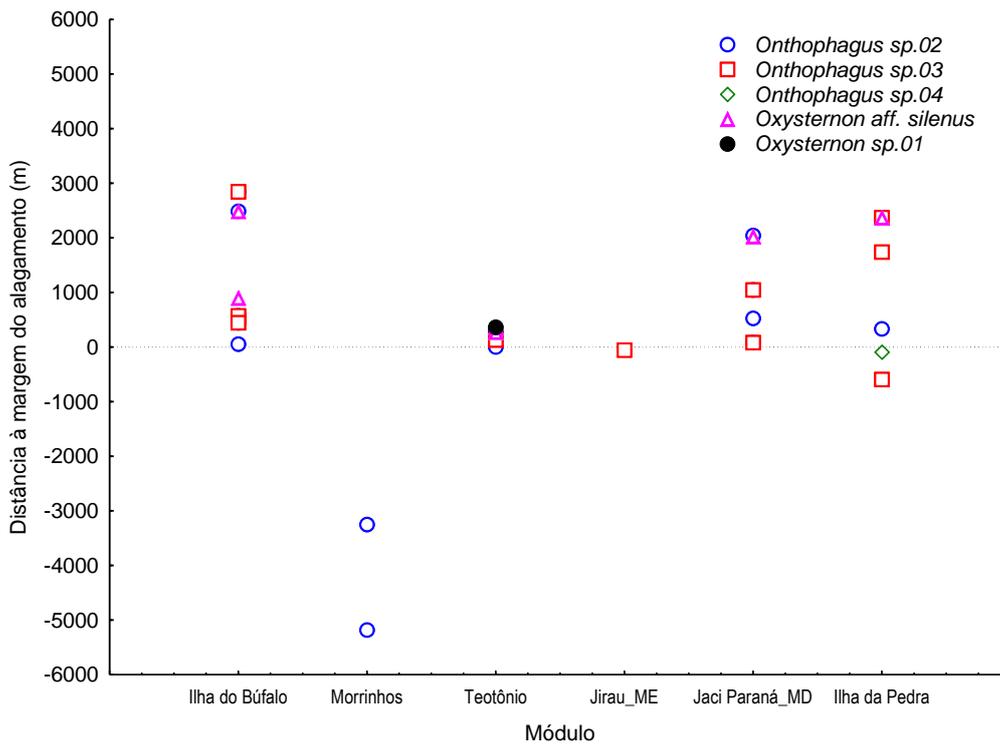
**Figura1A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



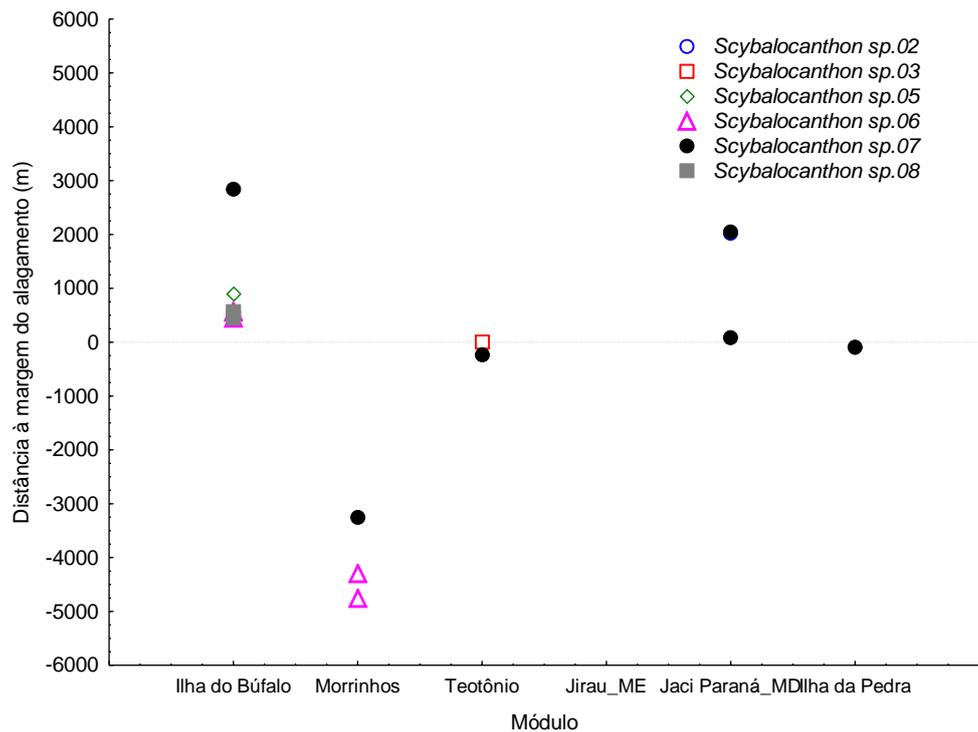
**Figura1A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



**Figura1A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



**Figura1A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



**Figura1A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.