

## UHE SANTO ANTÔNIO

### PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE FAUNA

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

#### BESOUROS COPRONECRÓFAGOS

São Paulo  
Outubro de 2013

## 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>8</b>  |
| <b>3.3. Análise de Dados.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>4.1. Descrição geral da estrutura da comunidade de besouros copronecrófagos</b>  | <b>12</b> |
| <b>4.2. Variações espaciais na riqueza, abundância e diversidade de besouros copronecrófagos.....</b>   | <b>18</b> |
| <b>4.3. Variações sazonais na riqueza, abundância e diversidade de besouros copronecrófagos.....</b>  | <b>38</b> |
| <b>4.4. Relação da fauna de besouros copronecrófagos com características ambientais e impactos do empreendimento sobre as espécies avaliadas.....</b> | <b>47</b> |
| <b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>   | <b>51</b> |
| <b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>   | <b>55</b> |
| <b>7. EQUIPE TÉCNICA.....</b>   | <b>59</b> |
| <b>8. ANEXO.....</b>  | <b>60</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. Atualmente está em andamento a segunda etapa do Monitoramento da Entomofauna, com a fase pós-enchimento, que terá duração prevista de dois anos, com amostragens trimestrais. Aqui são apresentados os dados consolidados, da primeira à décima campanha, com os resultados incluindo tanto a fase pré-enchimento (primeira à sexta campanha) quanto a pós-enchimento (sétima a décima campanha).

## 2. INTRODUÇÃO

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 consequente 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 primeiras oito campanhas de monitoramento foram amostrados os transectos pertencentes a cada um dos seis módulos nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia, no município de Porto Velho, Rondônia, a saber: i) Ilha do Búfalo, ii) Morrinhos, iii) Teotônio, iv) Jirau - ME, v) Jaci-Paraná - MD e vi) Ilha da Pedra (Tabela 1). A primeira campanha de campo para amostragens 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) não foram efetuadas amostragens no módulo de Morrinhos na terceira campanha em função das cheias. Já a partir da sexta campanha, conforme previsto, não foram feitas amostragens em função do alagamento provocado pelo enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio; ii) na quinta campanha, durante etapa de desmatamento não foi possível amostragem do módulo Teotônio; iii) da quinta campanha em diante o módulo Jirau - ME não foi amostrado, uma vez que o mesmo passou a ser de responsabilidade da empresa ESBR – Energia Sustentável do Brasil (empreendimento UHE Jirau).

A nona campanha foi realizada entre os dias 16 de janeiro a 03 de fevereiro de 2013, e a décima campanha, entre os dias 18 de abril e 02 de maio de 2013. Nestas campanhas foram amostrados os seguintes módulos: i) Ilha do Búfalo, ii) Ilha da Pedra, iii) Teotônio, iv) Jaci-Paraná - MD e; vi) Novo Módulo Jaci Paraná (Tabela 1). Cabe destacar, para efeitos de indicadores de impactos, que as seis primeiras campanhas (outubro de 2010 a novembro de 2011) foram realizadas no período pré-enchimento, enquanto as campanhas sete, oito, nove e dez (março de 2012 a maio de 2013) foram realizadas após o enchimento o do reservatório da UHE Santo Antônio.

**Tabela 1.** Localização dos pontos amostrais dos besouros copronecrófagos nas dez campanhas de campo (realizadas entre setembro de 2010 e maio de 2013), nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO (T= transecto).

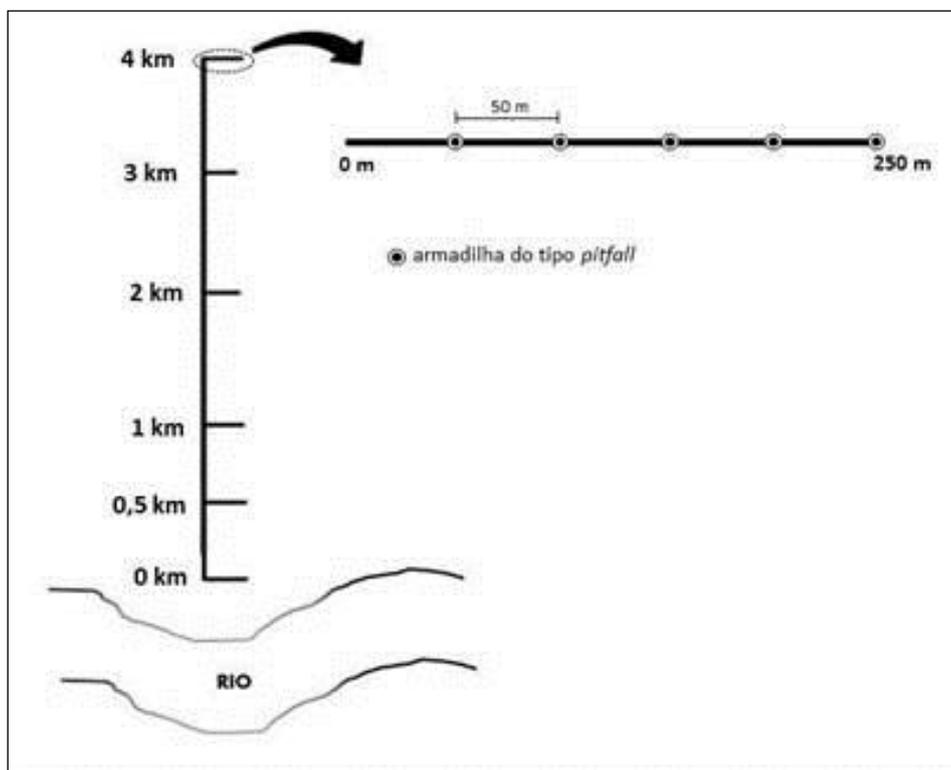
| Módulo         | Campanhas | T | Pontos (km) | Coordenadas Geográficas |         |
|----------------|-----------|---|-------------|-------------------------|---------|
|                |           |   |             | X                       | Y       |
| Ilha do Búfalo | 1         | 1 | 0           | 334131                  | 8988588 |
|                |           |   | 0,5         | 334438                  | 8988935 |
|                |           |   | 1           | 334775                  | 8989318 |
|                |           |   | 2           | 335473                  | 8990072 |
|                |           |   | 3           | 336211                  | 8990791 |
|                |           |   | 4           | 336927                  | 8991519 |

| Módulo         | Campanhas     | T | Pontos (km) | Coordenadas Geográficas |         |
|----------------|---------------|---|-------------|-------------------------|---------|
|                |               |   |             | X                       | Y       |
| Ilha do Búfalo | 2 à 10        | 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 |
|                |               |   | 3           | 362810                  | 8999736 |
|                |               |   | 4           | 363064                  | 8998750 |
| Teotônio       | 1 à 4, 6 à 10 | 2 | 0           | 383193                  | 9022531 |
|                |               |   | 0,5         | 382824                  | 9022865 |
|                |               |   | 2           | 381719                  | 9023885 |
|                |               |   | 3           | 380983                  | 9024570 |
|                |               |   | 4           | 380212                  | 9025190 |
| Jirau – ME     | 1             | 1 | 0           | 310471                  | 8969173 |
|                |               |   | 0,5         | 310081                  | 8969701 |
|                |               |   | 1           | 310062                  | 8969718 |
|                |               |   | 2           | 309201                  | 8970462 |
|                |               |   | 3           | 308489                  | 8971182 |
|                |               |   | 4           | 307747                  | 8972126 |
| Jirau – ME     | 2, 3 e 4      | 2 | 0           | 310439                  | 8968462 |
|                |               |   | 0,5         | 310913                  | 8968288 |
|                |               |   | 1           | 313328                  | 8968143 |
|                |               |   | 2           | 312344                  | 8967755 |
|                |               |   | 3           | 312244                  | 8967412 |
|                |               |   | 4           | 314135                  | 8967083 |

| Módulo   | Campanhas | T | Pontos (km) | Coordenadas Geográficas |           |
|--|-----------|---|-------------|-------------------------|-----------|
|  |           |   |             | X                       | Y         |
| Jaci-Paraná - MD                               | 1         | 1 | 0           | 347130                  | 8953723   |
|  |           |   | 0,5         | 347415                  | 8953687   |
|  |           |   | 1           | 348122                  | 8953914   |
|  |           |   | 2           | 349118                  | 8953996   |
|  |           |   | 3           | 349946                  | 8954159   |
|  |           |   | 4           | 350887                  | 8954287   |
| Jaci-Paraná - MD                               | 2 à 10    | 2 | 0           | 346904                  | 8954694   |
|  |           |   | 0,5         | 347396                  | 8954804   |
|  |           |   | 1           | 347940                  | 8954868   |
|  |           |   | 2           | 348933                  | 8954964   |
|  |           |   | 3           | 349875                  | 8955078   |
|  |           |   | 4           | 350943                  | 8955206   |
| Novo Módulo Jaci                               | 9 e 10    | 3 | 0           | 348667,6                | 8960718,3 |
|  |           |   | 1           | 347695,1                | 8960526   |
|  |           |   | 2           | 346707                  | 8960326,3 |
|  |           |   | 3           | 345726,2                | 8960128,7 |
|  |           |   | 4           | 344748                  | 8959933,9 |
| Ilha da Pedra                                  | 1 à 10    | 2 | 0           | 334967                  | 8988015   |
|  |           |   | 0,5         | 335307                  | 8988404   |
|  |           |   | 1           | 335582                  | 8988753   |
|  |           |   | 2           | 336332                  | 8989521   |
|  |           |   | 3           | 336964                  | 8990336   |
|  |           |   | 4           | 337699                  | 8991071   |
| (*Coordenadas referentes ao início da parcela) |           |   |             |                         |           |

As informações sobre o transecto amostrado e a localização das parcelas (unidades amostrais) para a presente campanha são apresentadas 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 entre as armadilhas (Larsen & Forsyth 2005).



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

O número de espécies de 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. Nestas análises não foram inclusos os dados obtidos para o Novo Módulo Jaci, pois os dados de caracterização ambiental não foram tomadas em campo pela SAE.

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. Também para esta análise não foram utilizados os dados do Novo

Módulo Jaci, pois as parcelas do Novo Módulo Jaci não são afetadas pelo enchimento do reservatório.

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.

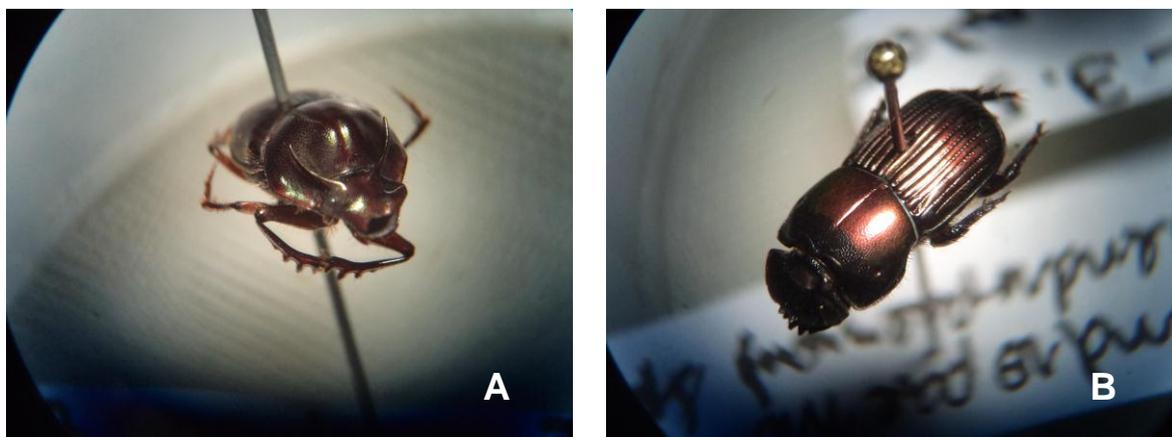
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

Foram coletados, em todas as dez campanhas de monitoramento, 6.747 indivíduos, distribuídos em 88 espécies de besouros copronecrófagos, 86 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 29 espécies. No nona campanha do monitoramento foram coletados 420 indivíduos de 30 diferentes espécies de besouros copronecrófagos enquanto na décima campanha 813 indivíduos de 36 espécies (Tabela 2).

Destaca-se que na décima campanha foram encontradas duas espécies ainda não registradas anteriormente, sendo estas respectivamente: *Onthophagus* sp.05 (Figura 3A), capturada no módulo Jaci-Paraná - MD e a morfoespécie *Dendropaemon* sp1. (Figura 3B), no módulo de Ilha da Pedra. Esta última morfoespécie pertencente a um gênero também não coletado nas demais campanhas, e conhecido por ser restrito à América do Sul, com poucas dezenas de espécies, quase todas de hábitos desconhecidos, havendo umas

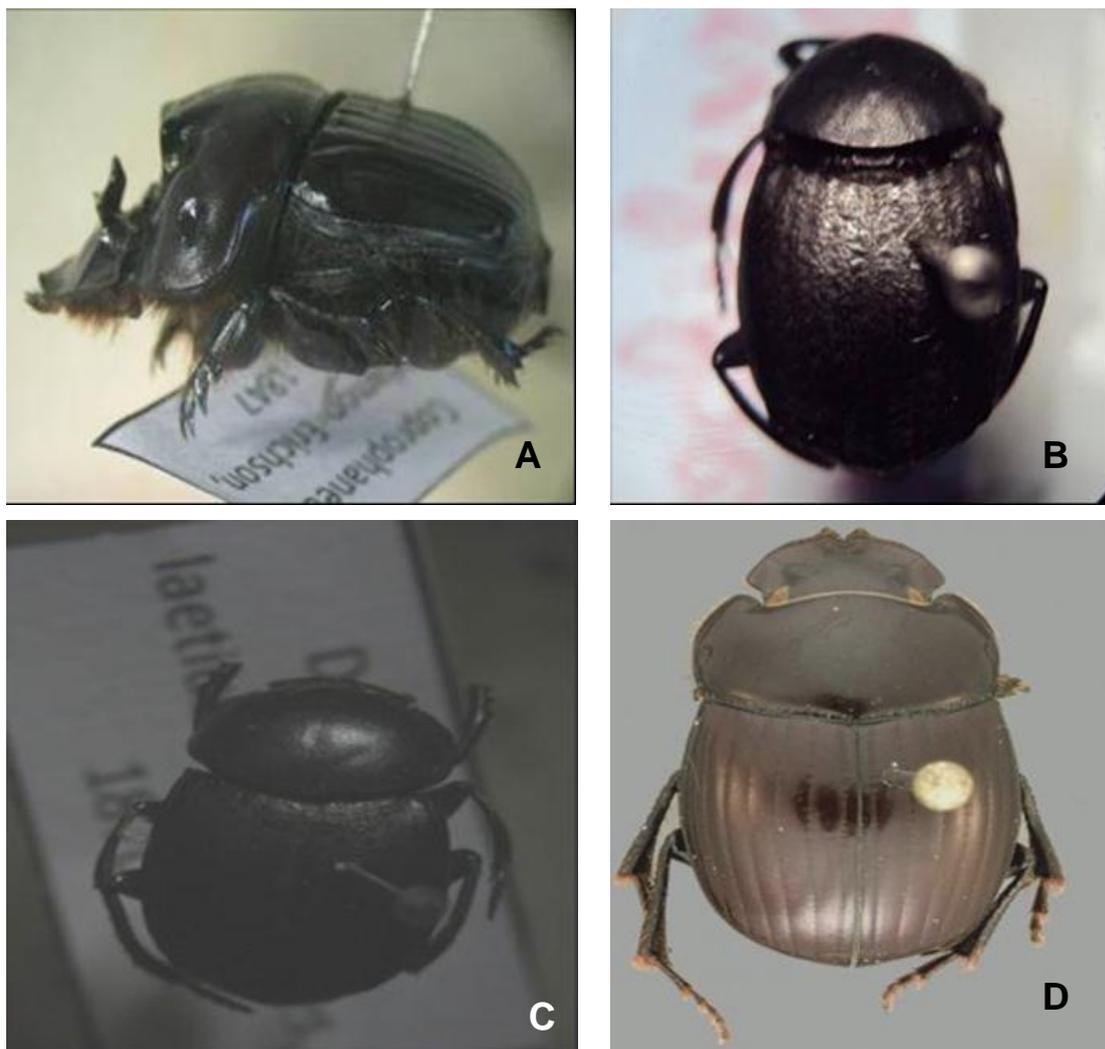
poucas espécies mirmeecófilas e, com observações sugerindo que *Dendropaemon* seja mais abundante em habitat abertos do que em floresta (Vaz-de-Mello *et al.*, 1998; Vaz-de-Mello *et al.*, 2009). As espécies capturadas, sua abundância e distribuição temporal estão apresentadas na Tabela 2.



**Figura 3.** Espécies registradas apenas na décima campanha nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia, Porto Velho-RO: A) *Onthophagus* sp5 e B) *Dendropaemon* sp1.

Considerando-se todas as campanhas realizadas, cerca de 28% 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 *Coprophanæus telamon* (Erichson, 1847) (1.895 indivíduos) (Figura 4A), *Deltochilum aff granulatum* (Paulian, 1933) (1.148 indivíduos) (Figura 4B), *Deltochilum laetiustum* (Bates, 1870) (768 indivíduos) (Figura 4C) e *Dichotomius lucasi* (Harold, 1869) (557 indivíduos) (Figura 4D). Juntas estas quatro espécies representaram aproximadamente 65% 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 em períodos de estação seca, na quarta e quinta campanhas (75 e 86 indivíduos respectivamente), na sétima e oitava campanhas (84 indivíduos e 97 indivíduos, respectivamente), apresentando redução significativa nos períodos chuvosos que os seguiam, como na sexta campanha (30 indivíduos), na nona campanha (32 indivíduos) e décima campanha (37 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).

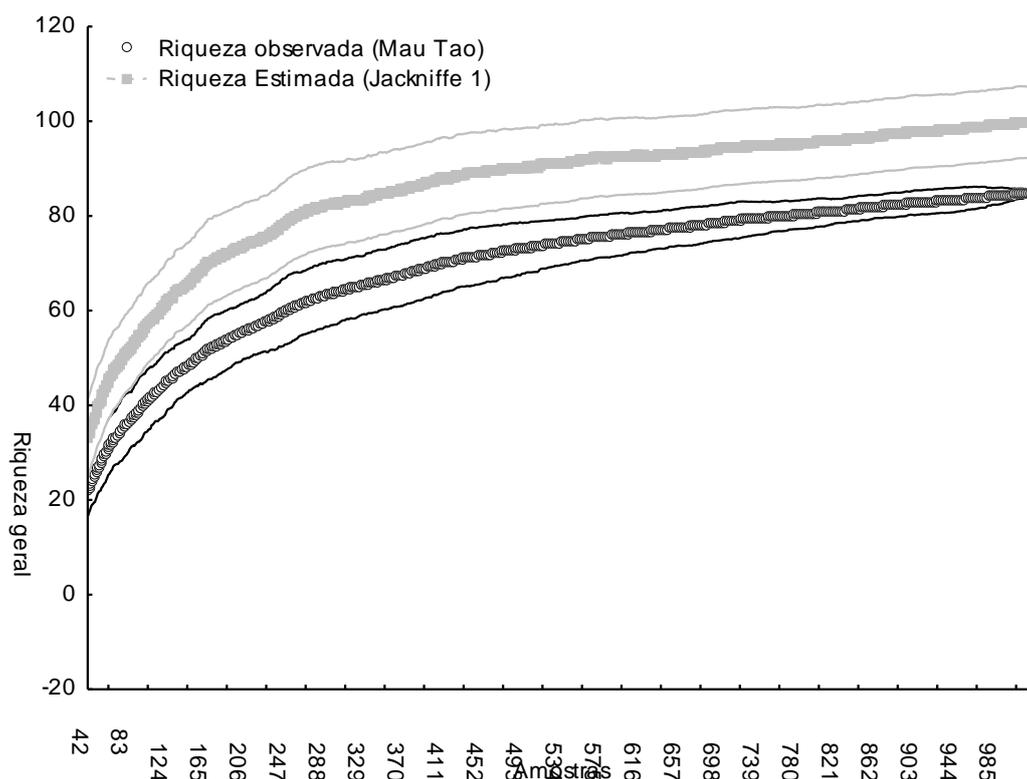


**Figura 4.** Espécies mais abundantes encontradas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio Energia, Porto Velho-RO no somatório das dez campanhas: **A)** *Coprophanaeus telamon*, **B)** *Deltochilum granulatum*, **C)** *Deltochilum laetiusculum* e **D)** *Dichotomius lucasi*.

*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 habitat (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 habitat (Gonzales et al., 2009).

As curvas de riqueza observada (rarefação *Mao Tau*) e estimada (*Jackknife I*) 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 5). 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 ou ainda espécies que tenham ampliado sua área de ocorrência para as áreas amostradas em função das mudanças ambientais que estas vêm sofrendo.



**Figura 5.** Análises de Rarefação (*Mao Tau*) e Estimativa da riqueza de Scarabaeidae (*Jackknife 1*), considerando-se o somatório das dez campanhas de campo (setembro de 2010 à abril/maio de 2013), para o conjunto dos módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME; Jaci Paraná – MD, Ilha da Pedra e Novo Módulo Jaci, 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); 9) nona campanha (janeiro/fevereiro de 2013) e décima campanha (abril/maio de 2013).

| <b>Campanha</b>                | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 | 6 | 7  | 8  | 9  | 10 |
|--------------------------------|----|----|----|----|---|---|----|----|----|----|
| <b>FAMILIA SCARABAEIDAE</b>    |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |
| <b>Subfamília Aphodiinae</b>   |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |
| <i>Aphodiinae</i> sp.          | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <b>Subfamília Cetoniinae</b>   |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |
| <i>Cetoniinae</i> sp.          | 0  | 0  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <b>Subfamília Scarabaeinae</b> |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |
| <b>Tribo Ateuchini</b>         |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |
| <b>Subtribo Ateuchina</b>      |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |
| <i>Ateuchus candezei</i>       | 5  | 0  | 13 | 11 | 3 | 2 | 19 | 1  | 13 | 19 |
| <i>Ateuchus</i> sp.01          | 24 | 54 | 33 | 55 | 6 | 5 | 17 | 23 | 2  | 9  |
| <i>Ateuchus</i> sp.02          | 17 | 0  | 0  | 4  | 2 | 2 | 0  | 3  | 0  | 1  |
| <i>Ateuchus</i> sp.03          | 1  | 0  | 2  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ateuchus</i> sp.05          | 2  | 0  | 0  | 2  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ateuchus</i> sp.06          | 2  | 16 | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ateuchus</i> sp.07          | 0  | 6  | 2  | 3  | 0 | 0 | 1  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ateuchus</i> sp.08          | 0  | 6  | 0  | 0  | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ateuchus</i> sp.09          | 0  | 9  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ateuchus</i> sp.10          | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Ateuchus</i> sp.11          | 0  | 2  | 4  | 9  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 3  |
| <b>Subtribo Scatimina</b>      |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |
| <i>Besourengha horacioi</i>    | 2  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 1  |
| <i>Scatimus</i> sp.04          | 0  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Scatimus</i> sp.05          | 0  | 1  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <b>Tribo Canthonini</b>        |    |    |    |    |   |   |    |    |    |    |
| <i>Canthon aequinoctiale</i>   | 6  | 37 | 1  | 0  | 0 | 1 | 2  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Canthon luteicolle</i>      | 2  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Canthon</i> sp.01           | 0  | 0  | 1  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Canthon</i> sp.02           | 1  | 2  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Canthon</i> sp.03           | 1  | 0  | 0  | 1  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Canthon</i> sp.04           | 8  | 48 | 24 | 13 | 8 | 2 | 4  | 54 | 0  | 3  |
| <i>Canthon</i> sp.05           | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Canthon</i> sp.06           | 1  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 0  |
| <i>Canthon</i> sp.07           | 0  | 7  | 0  | 0  | 0 | 0 | 19 | 0  | 0  | 0  |
| <i>Canthon</i> sp.08           | 0  | 9  | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0  | 15 | 0  |

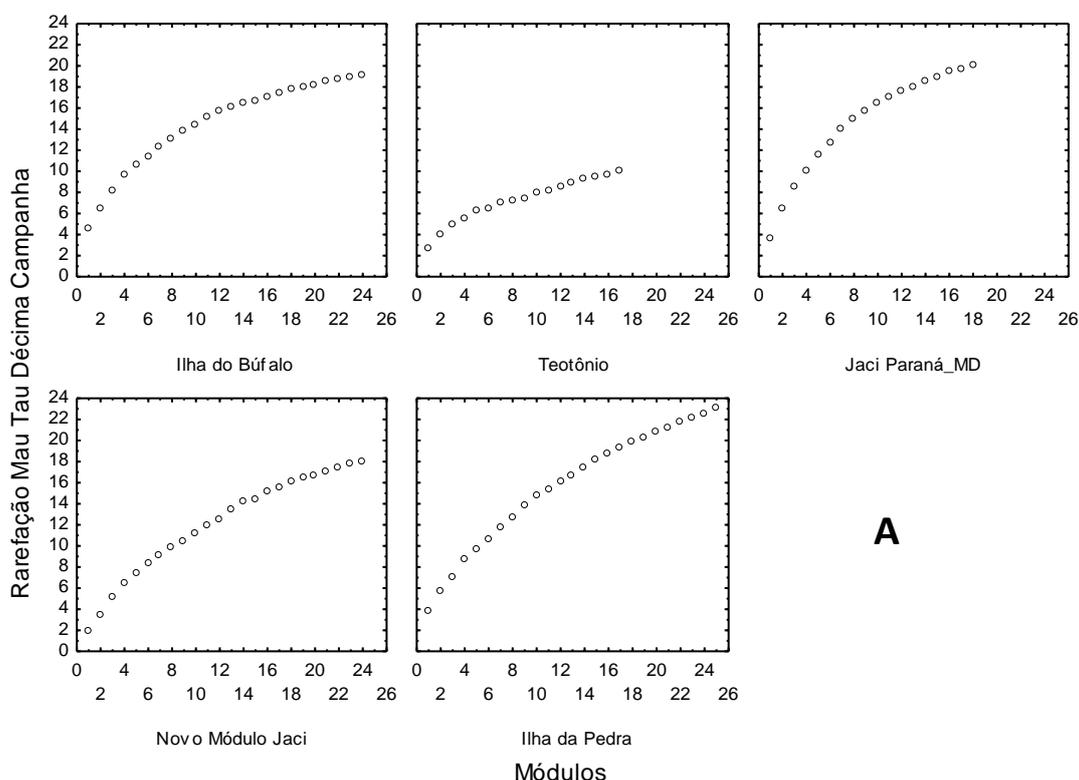
| <b>Campanha</b>                           | 1   | 2   | 3   | 4   | 5  | 6  | 7   | 8  | 9  | 10  |
|---|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|----|----|-----|
| <i>Canthon</i> sp.09                      | 0   | 1   | 4   | 7   | 1  | 1  | 1   | 1  | 0  | 3   |
| <i>Canthon</i> sp.10                      | 0   | 1   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Canthon</i> sp.11                      | 0   | 75  | 1   | 2   | 0  | 1  | 1   | 3  | 1  | 2   |
| <i>Cryptocanthon</i> sp.01                | 4   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Deltochilum valgum</i>                 | 0   | 0   | 1   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Deltochilum</i> aff. <i>granulosum</i> | 115 | 180 | 190 | 149 | 44 | 57 | 89  | 60 | 72 | 192 |
| <i>Deltochilum amazonicum</i>             | 0   | 41  | 7   | 1   | 1  | 0  | 3   | 10 | 2  | 2   |
| <i>Deltochilum carinatum</i>              | 0   | 2   | 1   | 1   | 2  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Deltochilum howdeni</i>                | 32  | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 1   |
| <i>Deltochilum laetiusculum</i>           | 77  | 0   | 192 | 114 | 25 | 58 | 129 | 33 | 23 | 117 |
| <i>Deltochilum orbiculare</i>             | 2   | 7   | 0   | 0   | 3  | 0  | 1   | 0  | 2  | 1   |
| <i>Deltochilum</i> sp.02                  | 0   | 0   | 14  | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Deltochilum</i> sp.06                  | 0   | 7   | 2   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Hansreia affinis</i>                   | 2   | 0   | 0   | 1   | 0  | 1  | 0   | 0  | 1  | 0   |
| <i>Pseudocanthon</i> sp.01                | 0   | 5   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Scybalocanthon</i> sp.01               | 2   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Scybalocanthon</i> sp.02               | 1   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Scybalocanthon</i> sp.03               | 0   | 3   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 1  | 0   |
| <i>Scybalocanthon</i> sp.05               | 0   | 4   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 2  | 2   |
| <i>Scybalocanthon</i> sp.06               | 0   | 1   | 2   | 2   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 5   |
| <i>Scybalocanthon</i> sp.07               | 0   | 1   | 1   | 1   | 0  | 2  | 0   | 1  | 0  | 8   |
| <i>Scybalocanthon</i> sp.08               | 0   | 1   | 0   | 0   | 0  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0   |
| <b>Tribo Coprini</b>                      |     |     |     |     |    |    |     |    |    |     |
| <i>Canthidium</i> sp.01                   | 11  | 20  | 5   | 17  | 0  | 2  | 12  | 17 | 14 | 20  |
| <i>Canthidium</i> sp.03                   | 6   | 10  | 3   | 4   | 1  | 3  | 3   | 1  | 7  | 7   |
| <i>Canthidium</i> sp.04                   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Canthidium</i> sp.05                   | 0   | 0   | 0   | 6   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Canthidium</i> sp.08                   | 1   | 4   | 7   | 1   | 2  | 27 | 22  | 14 | 6  | 37  |
| <i>Canthidium</i> sp.09                   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 2  | 0  | 0   |
| <i>Canthidium</i> sp.10                   | 2   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Canthidium</i> sp.12                   | 0   | 5   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Canthidium</i> sp.13                   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Canthidium</i> sp.14                   | 0   | 0   | 6   | 2   | 0  | 0  | 5   | 3  | 4  | 6   |
| <i>Canthidium</i> sp.15                   | 0   | 0   | 3   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0  | 1  | 0   |
| <i>Dichotomius</i> aff. <i>globulus</i>   | 61  | 60  | 45  | 11  | 0  | 17 | 18  | 6  | 22 | 14  |
| <i>Dichotomius conicollis</i>             | 0   | 1   | 1   | 3   | 0  | 0  | 1   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Dichotomius lucasi</i>                 | 44  | 38  | 34  | 75  | 86 | 30 | 84  | 97 | 32 | 37  |
| <i>Dichotomius prietoi</i>                | 3   | 6   | 1   | 3   | 0  | 0  | 3   | 3  | 2  | 2   |
| <i>Dichotomius</i> sp.04                  | 0   | 6   | 0   | 0   | 0  | 0  | 2   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Dichotomius</i> sp.05                  | 0   | 5   | 6   | 1   | 0  | 0  | 0   | 0  | 0  | 0   |
| <i>Dichotomius</i> sp.06                  | 0   | 1   | 0   | 0   | 0  | 0  | 3   | 0  | 0  | 1   |

| <b>Campanha</b>                          | 1          | 2           | 3           | 4          | 5          | 6          | 7          | 8          | 9          | 10         |
|--|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Tribo Phanaeini</b>                   |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |
| <i>Coprophanæus lancifer</i>             | 0          | 5           | 3           | 3          | 0          | 6          | 6          | 0          | 24         | 9          |
| <i>Coprophanæus telamon</i>              | 66         | 303         | 349         | 271        | 37         | 141        | 253        | 189        | 103        | 183        |
| <i>Dendropaemon (Dendropaemon) sp.01</i> | 0          | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          |
| <i>Phanaeus chalcomelas</i>              | 3          | 4           | 0           | 2          | 1          | 2          | 0          | 3          | 2          | 2          |
| <i>Oxysternon aff. silenus</i>           | 0          | 5           | 0           | 1          | 0          | 0          | 1          | 1          | 0          | 0          |
| <i>Oxysternon conspicillatum</i>         | 0          | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 2          | 0          | 0          |
| <i>Oxysternon spiniferum</i>             | 0          | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 1          | 0          | 0          |
| <b>Tribo Oniticeleini</b>                |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |
| <i>Eurysternus caribæus</i>              | 0          | 5           | 4           | 2          | 0          | 0          | 1          | 1          | 6          | 3          |
| <i>Eurysternus cyanescens</i>            | 14         | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Eurysternus hirtellus</i>             | 2          | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Eurysternus hypocrita</i>             | 0          | 8           | 2           | 3          | 0          | 0          | 3          | 2          | 1          | 3          |
| <i>Eurysternus sp.01</i>                 | 1          | 93          | 70          | 15         | 9          | 8          | 29         | 56         | 44         | 79         |
| <i>Eurysternus sp.03</i>                 | 4          | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Eurysternus squamosus</i>             | 0          | 11          | 3           | 2          | 0          | 0          | 2          | 0          | 4          | 3          |
| <i>Eurysternus wittmerorum</i>           | 0          | 1           | 0           | 0          | 0          | 1          | 0          | 0          | 1          | 0          |
| <b>Tribo Onthophagini</b>                |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |
| <i>Onthophagus sp.01</i>                 | 0          | 3           | 9           | 9          | 1          | 0          | 4          | 13         | 5          | 19         |
| <i>Onthophagus sp.02</i>                 | 1          | 27          | 3           | 3          | 0          | 1          | 3          | 2          | 6          | 4          |
| <i>Onthophagus sp.03</i>                 | 0          | 0           | 4           | 4          | 4          | 1          | 1          | 4          | 2          | 12         |
| <i>Onthophagus sp.04</i>                 | 0          | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 1          | 0          | 0          | 0          |
| <i>Onthophagus sp.05</i>                 | 0          | 0           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 2          |
| <b>FAMILIA CERANTOCANTHIDAE</b>          |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |
| Ceranthocanthidae sp.                    | 0          | 1           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>FAMILIA HIDROPHYLIDAE</b>             |            |             |             |            |            |            |            |            |            |            |
| Hidrophyllidae sp.                       | 0          | 2           | 0           | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>TOTAL</b>                             | <b>532</b> | <b>1151</b> | <b>1057</b> | <b>814</b> | <b>237</b> | <b>371</b> | <b>746</b> | <b>606</b> | <b>420</b> | <b>813</b> |

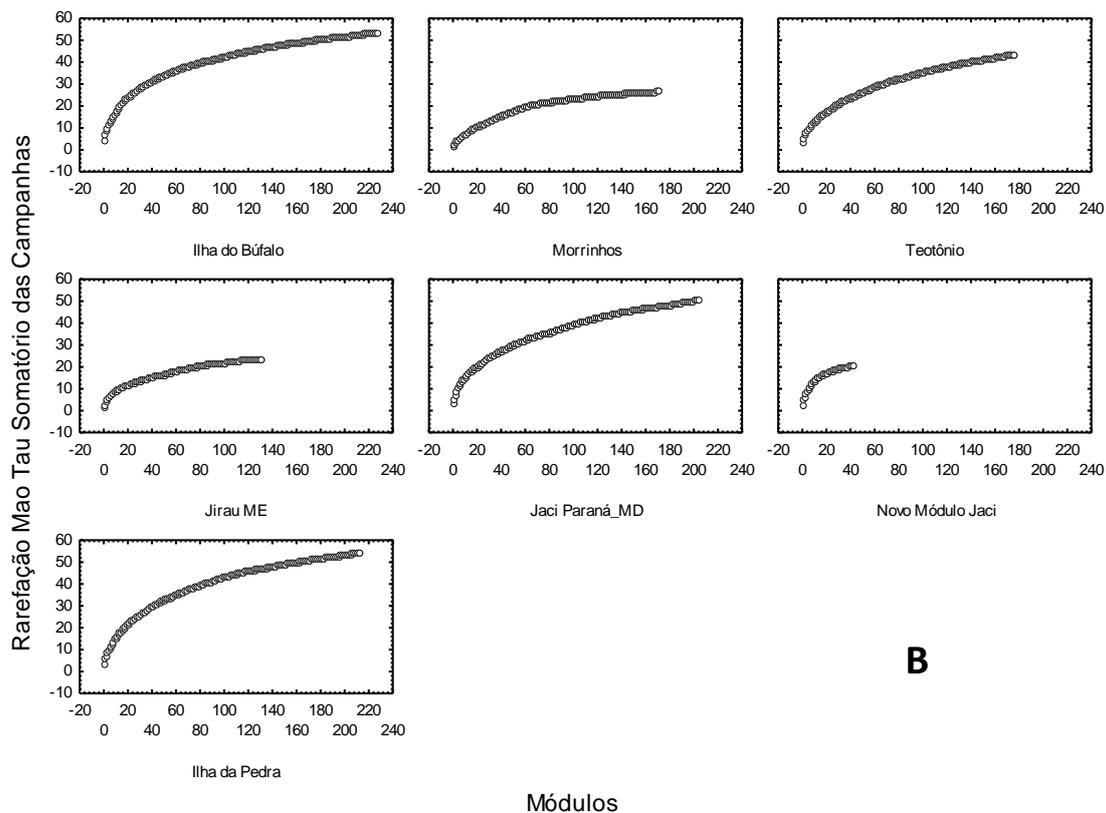
#### 4.2. Variações espaciais na riqueza, abundância e diversidade de besouros.

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. Para isto, foram construídas curvas de rarefação (*Mao Tau*) para cada um dos módulos em cada uma das dez campanhas realizadas (Anexo 1A). Tais curvas construídas por módulos e por campanhas, diferentemente da curva do coletor, são díspares quanto à tendência de estabilização. Na décima campanha, a maioria dos módulos mostrou elevada diversidade, sem clara tendência a estabilizarem-se, à exceção apenas do módulo Teotônio que,

comparativamente, mostrou menor diversidade (Figura 6A). Em relação ao somatório das campanhas (Figura 6B) é possível observar um sutil gradiente de diversidade expressos nas curvas de rarefação, em que os módulos de Ilha do Búfalo, Ilha da Pedra e Jaci Paraná -MD apresentam maior diversidade, sem demonstrarem ainda uma tendência à estabilização e refletindo, em parte, a maior diversidade destes ambientes. As menores diversidades são vistas na curva de rarefação para os módulos Jirau – ME, Morrinhos (ambos com menor diversidade para mesmo numero de amostras em relação aos demais) e o módulo Novo Módulo Jaci (em virtude ainda do pequeno número de amostragens, embora as curvas de rarefação da nona e décima campanhas indicam alta diversidade neste ambiente). O módulo Teotônio apresentaria diversidade intermediária quando comparado aos demais módulos.

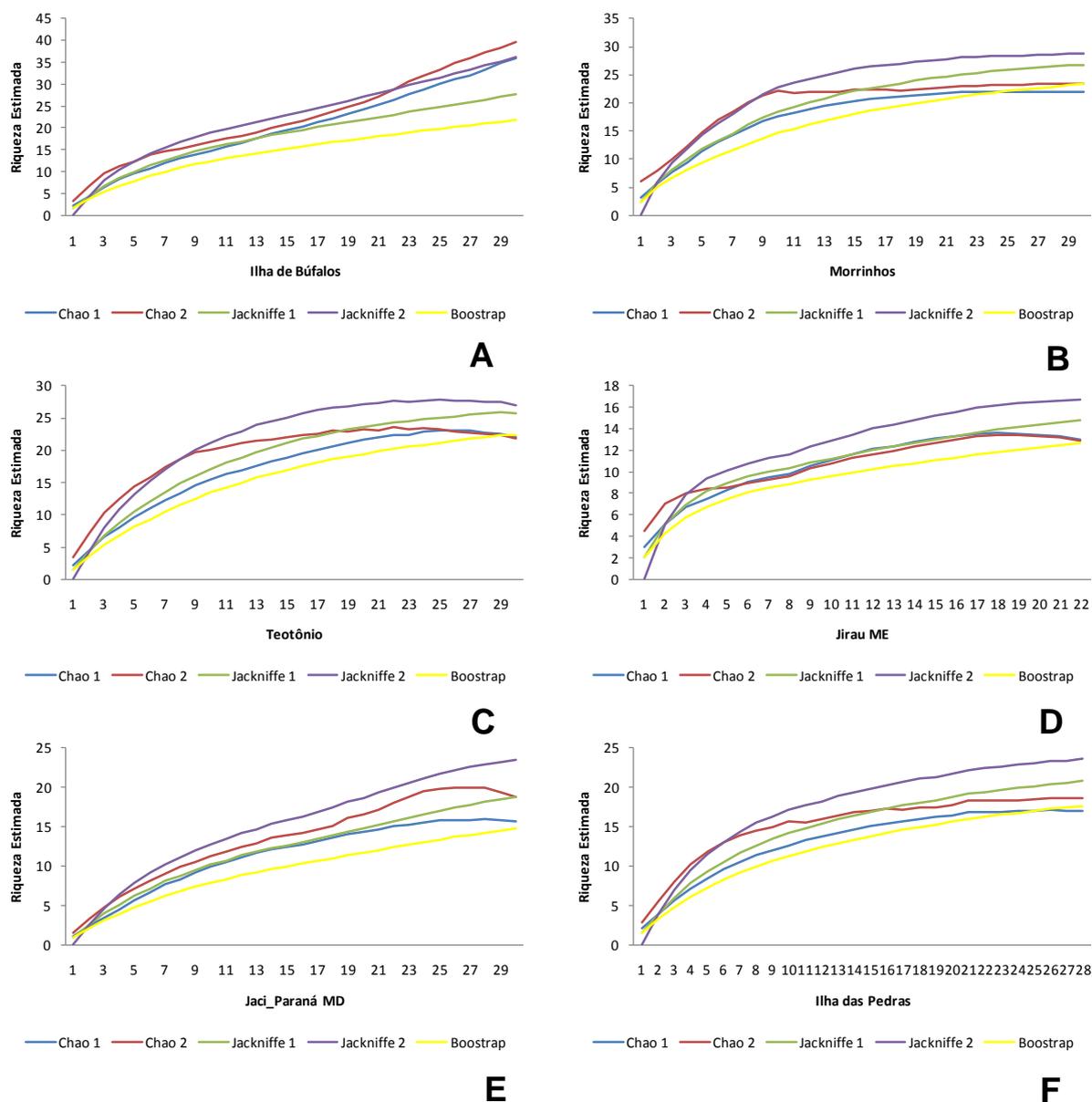


**Figura 6.** Análises de Rarefação (*Mao tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná – MD, Novo Módulo Jaci e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: A) Décima campanha



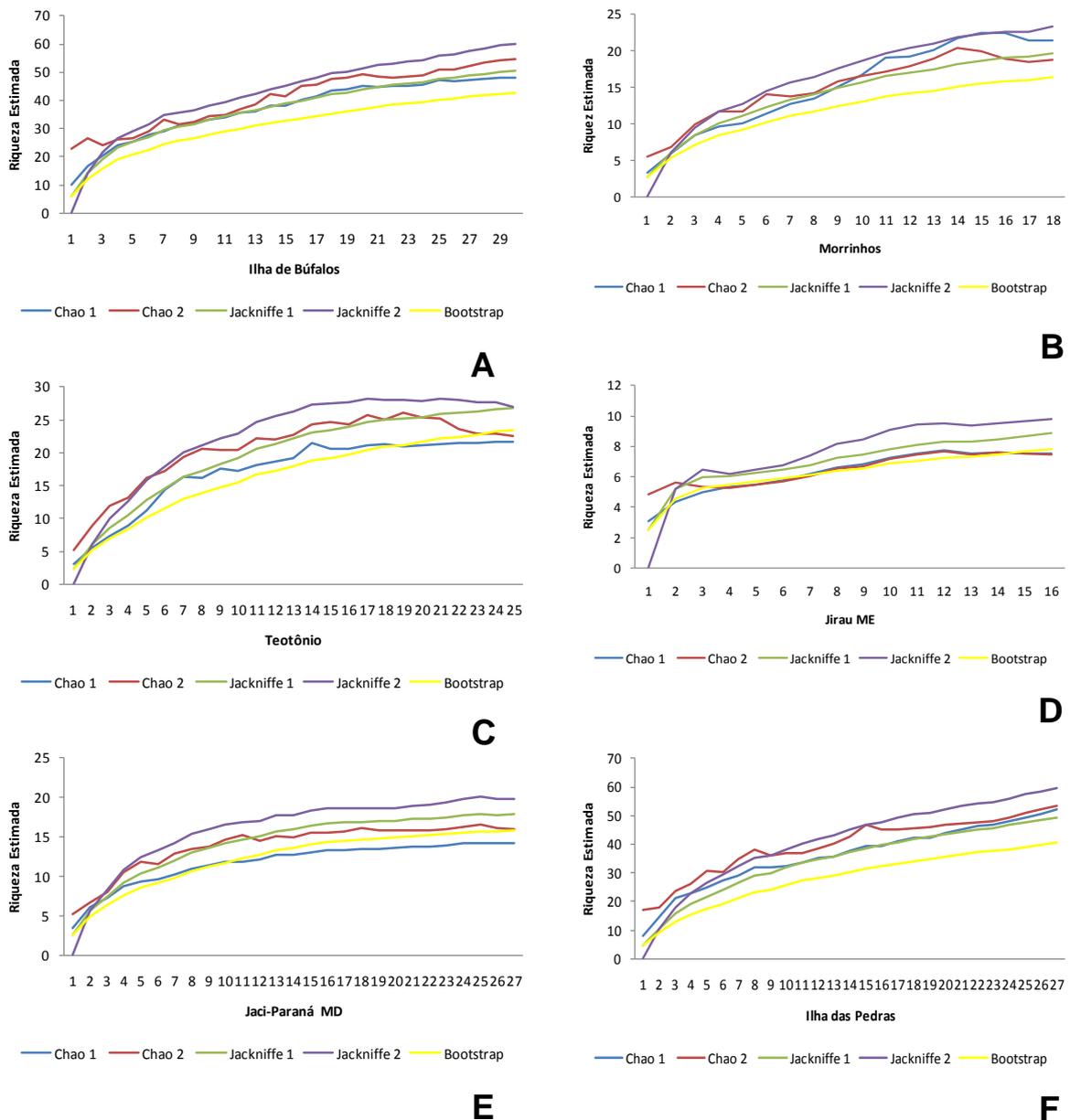
**Figura 6. Continuação.** Análises de Rarefação (*Mao tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná – MD, Novo Módulo Jaci e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: B) somatório das campanhas.

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 de 7 a 16. Na primeira campanha, os módulos Ilha do Búfalo (Figura 7A) e Morrinhos (Figura 7B) apresentaram maior número de espécies, e uma menor riqueza foi observada nos módulos Jirau - ME (Figura 7D), Jaci Paraná - MD (Figura 7E) e Ilha da Pedra (Figura 7F).



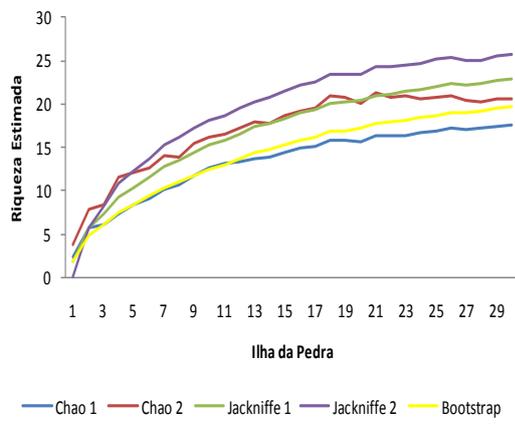
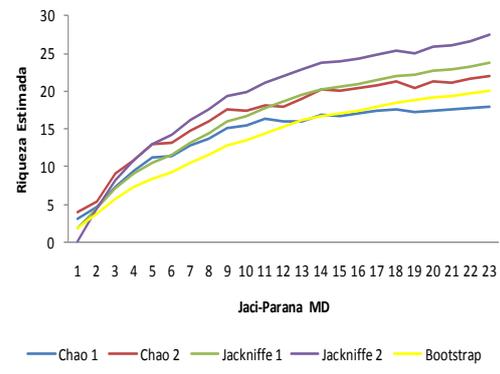
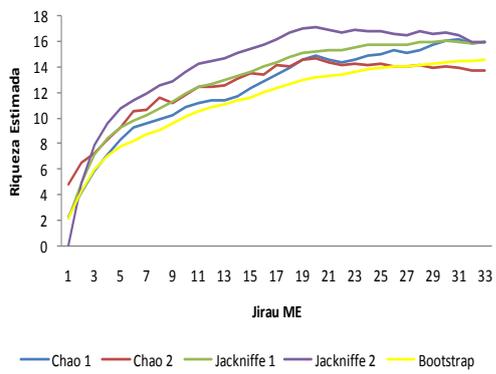
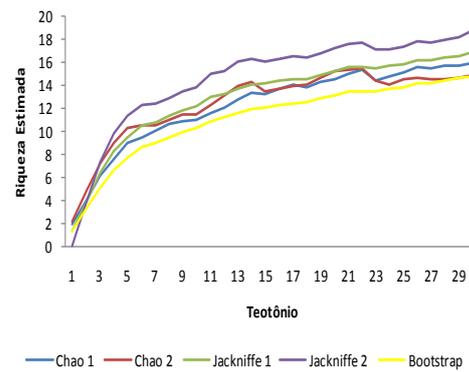
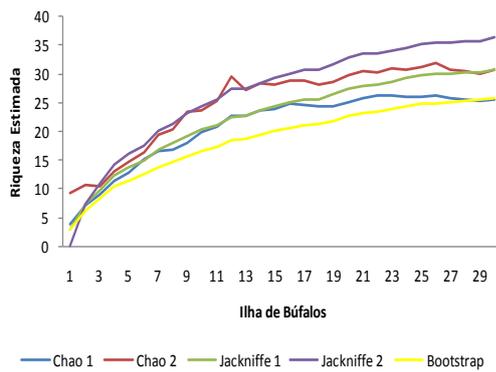
**Figura 7.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a primeira campanha de campo (setembro de 2010) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos : A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos, C) Teotônio, D) Jirau - ME, E) Jaci-Paraná - MD, F) Ilha da Pedra.

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 8A) e Ilha da Pedra (Figura 8F) e a menor riqueza estimada para o módulo Jirau - ME (Figura 8D).



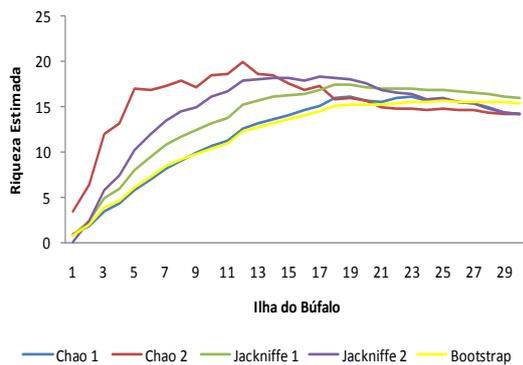
**Figura 8.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a segunda campanha de campo (janeiro/fevereiro de 2011) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: 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 9A) apresentou maior riqueza estimada e o módulo Jirau - ME apresentou a menor riqueza estimada (Figura 9C).

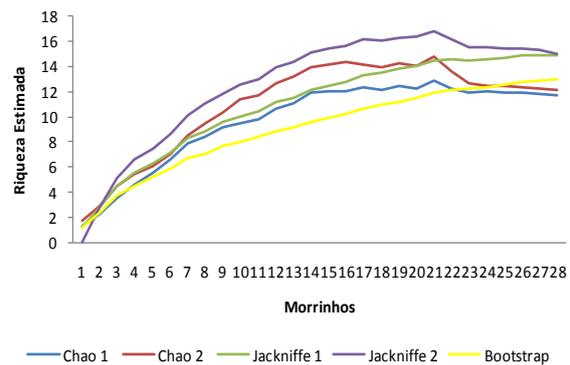


**Figura 9.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a terceira campanha de campo (março/abril de 2011) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A)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

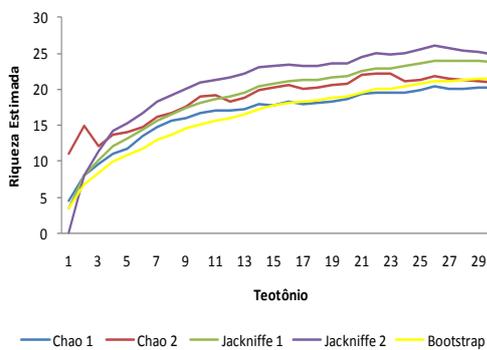
Na quarta campanha, o módulo Jirau - ME (Figura 10D) apresentou alta riqueza, pareando nos valores estimados para os módulos Teotônio e Ilha da Pedra (Figuras 10C e F), sendo a menor riqueza estimada para o módulo Morrinhos (Figura 10F).



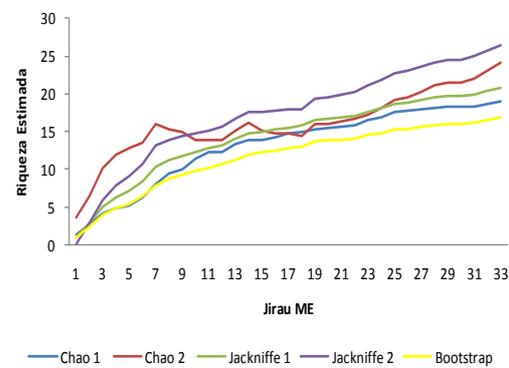
A



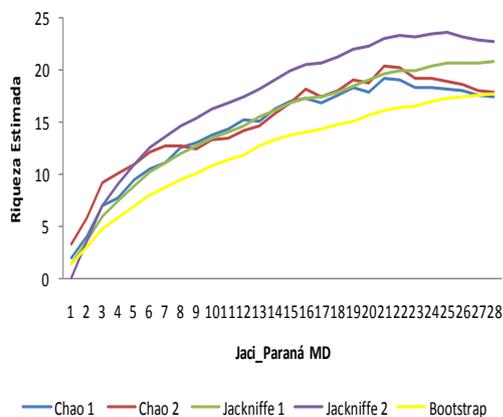
B



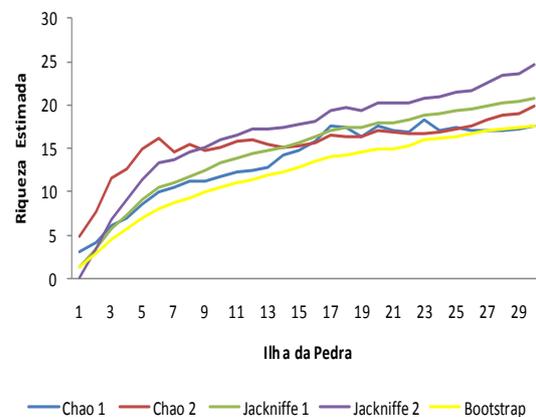
C



D



E

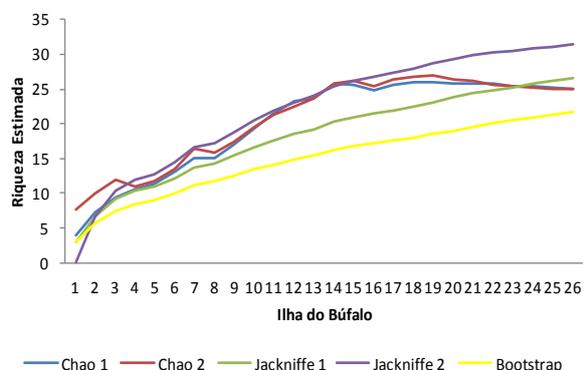


F

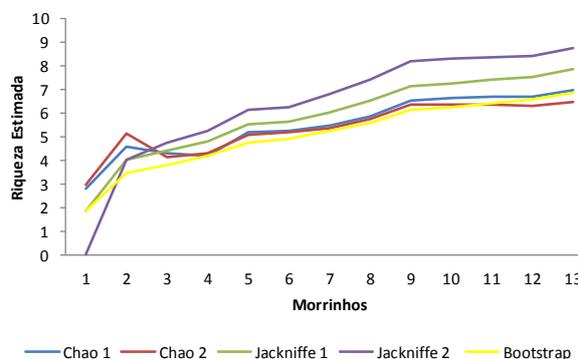
**Figura 10.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a quarta campanha de campo (junho de 2011) amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do 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

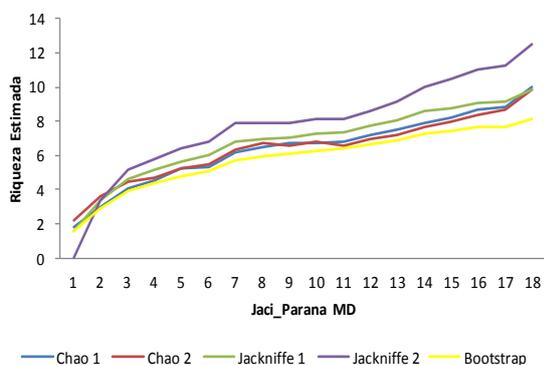
riqueza estimada, como já observado em campanhas anteriores (Figuras 11A e 11B respectivamente).



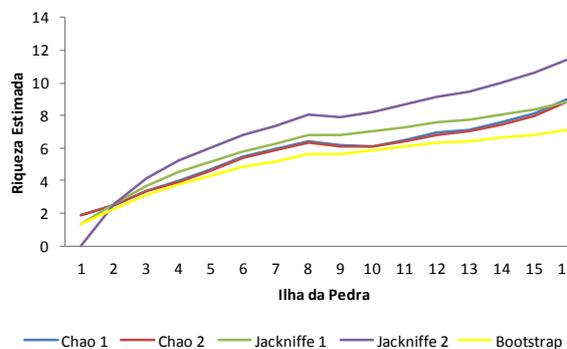
**A**



**B**



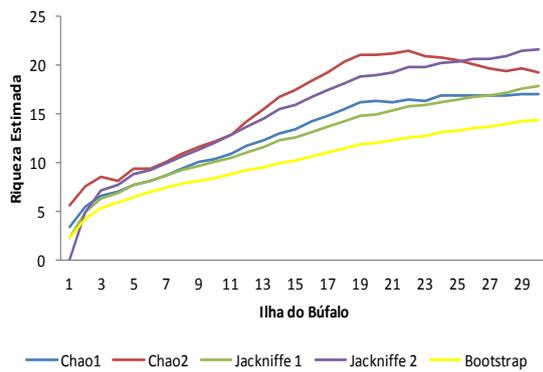
**C**



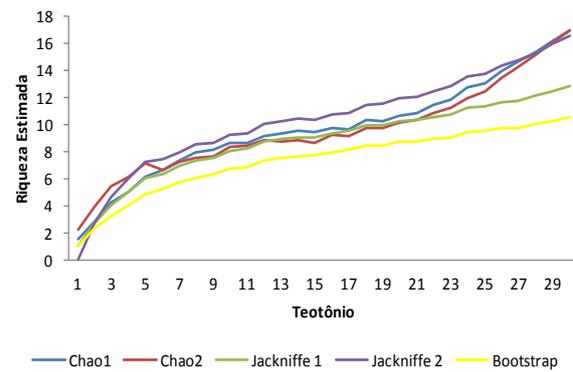
**D**

**Figura 11.** 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.

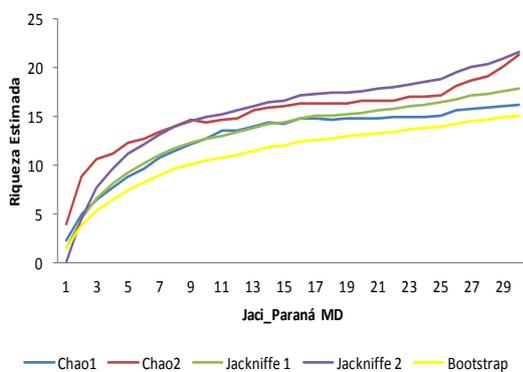
Na sexta campanha, três módulos avaliados - Ilha do Búfalo, Jaci-Paraná - MD e Ilha da Pedra - apresentaram valores de riqueza estimada aproximada (Figura 12A, C, D), reforçando o padrão já apontado pela rarefação. Comparativamente, o módulo Teotônio apresentou menor riqueza estimada do que os demais módulos (Figura 12B).



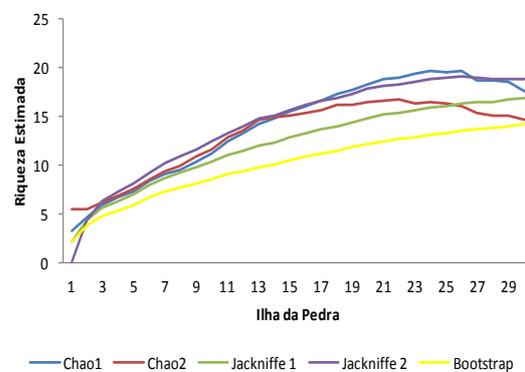
**A**



**B**



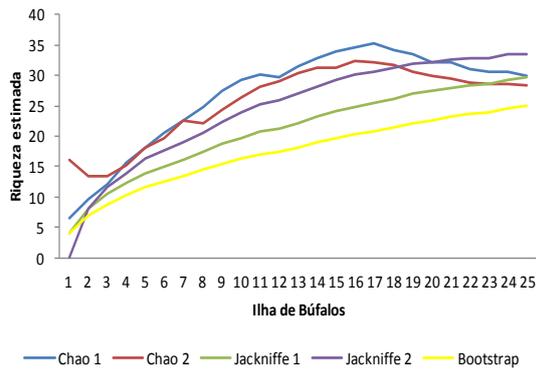
**C**



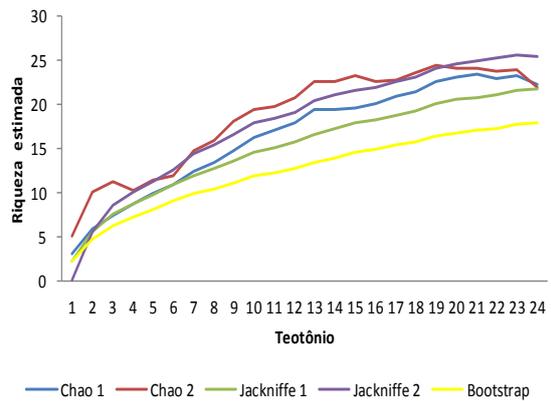
**D**

**Figura 12.** 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.

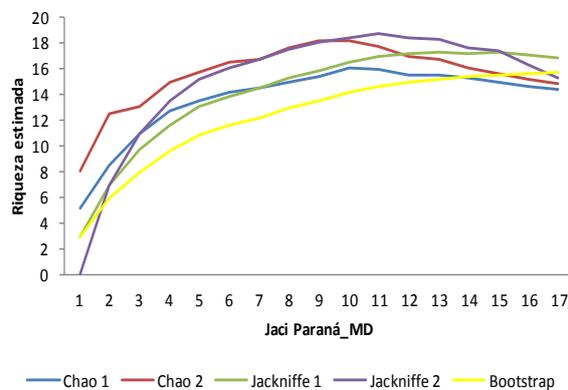
Na sétima campanha, os maiores valores de riqueza foram estimados para o módulo Ilha do Búfalo (Figura 13A) e Ilha da Pedra (Figura 13B). Em sequência, ordenados de maneira decrescente em relação à riqueza estimada, estão os módulos, Teotônio e, Jaci-Paraná - MD (Figura 13C e D respectivamente).



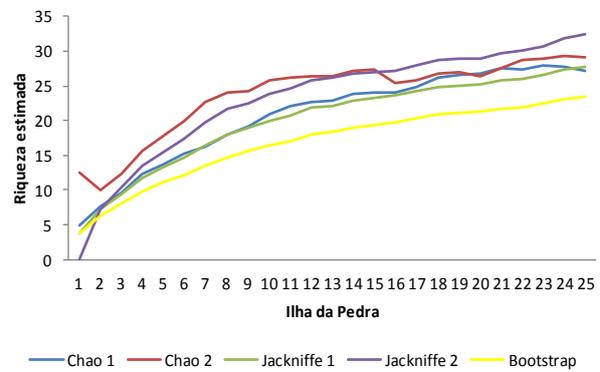
**A**



**B**



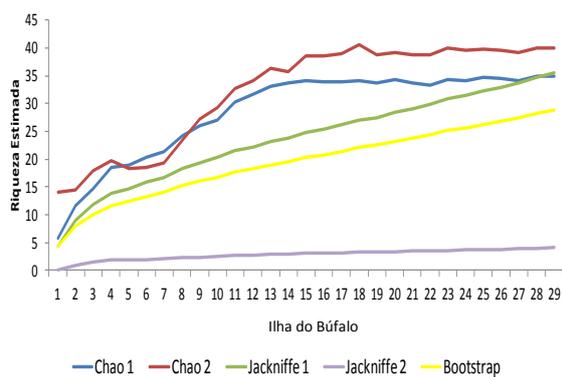
**C**



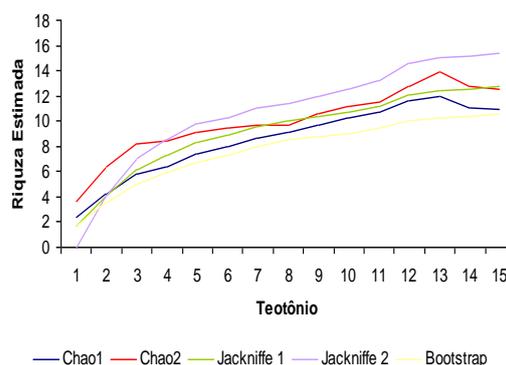
**D**

**Figura 13.** 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.

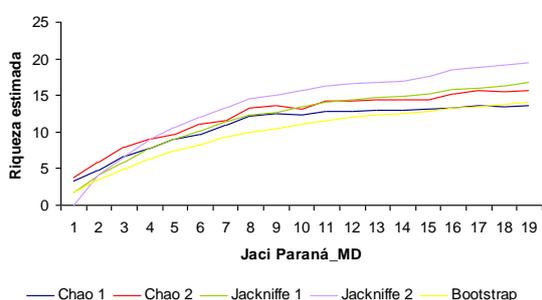
Na oitava campanha as maiores riquezas foram estimadas para o módulo Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra (Figura 14A e 14D), seguida do módulo Jaci-Paraná - MD (Figura 14C), com a menor riqueza estimada para o Módulo Teotônio (Figura 14B).



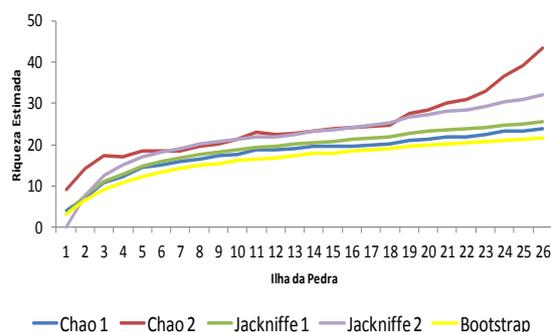
**A**



**B**



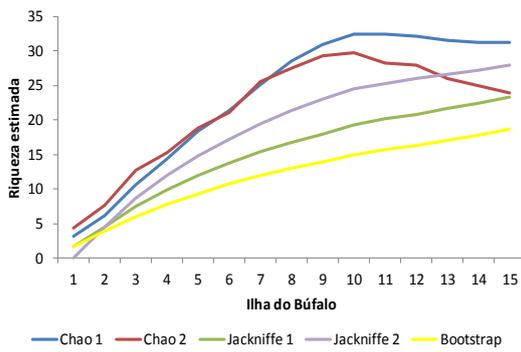
**C**



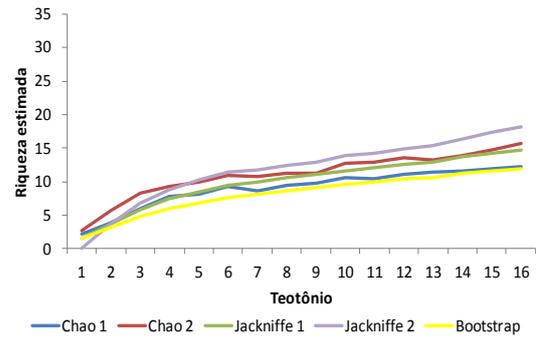
**D**

**Figura 14.** 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.

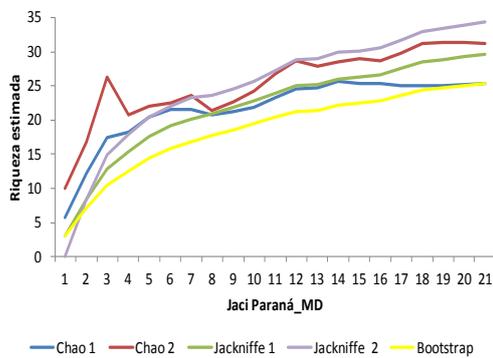
Na nona campanha, os módulos com maior riqueza estimada foram Ilha do Búfalo e Jaci-Paraná - MD sendo a menor riqueza estimada para o módulo Teotônio (Figura 15). O módulo Jaci-Paraná - MD, em comparação as campanhas anteriores apresenta uma variação gradual no número de espécies de besouros copronecrófagos ao longo das amostragens, o que provavelmente deve estar relacionado às diferenças sazonais na disponibilidade de recursos e condições ambientais. Já o Novo Módulo Jaci apresentou menor riqueza estimada.



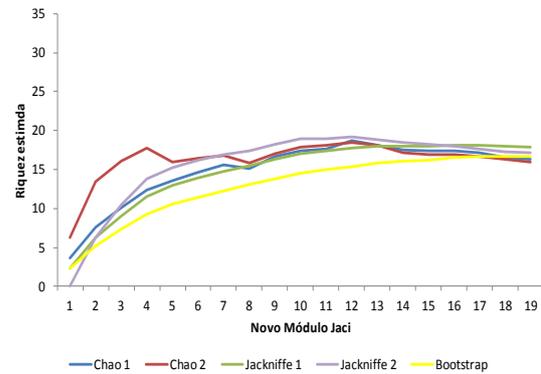
A



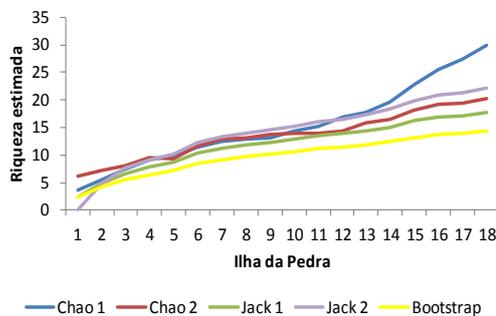
B



C



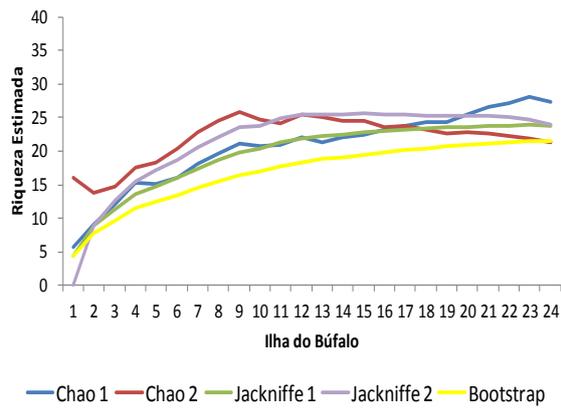
D



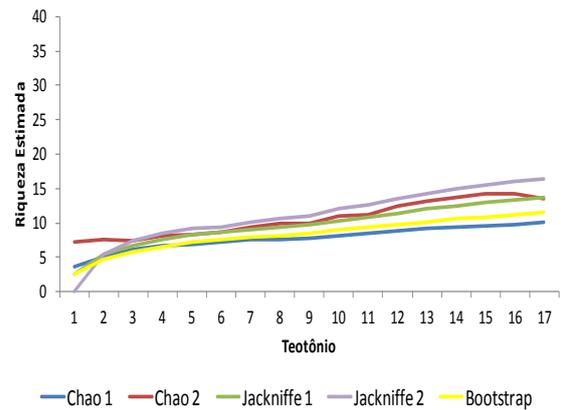
E

**Figura 15.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a nona campanha de campo (janeiro; fevereiro de 2013) 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, D) Novo Módulo Jaci e E) Ilha da Pedra.

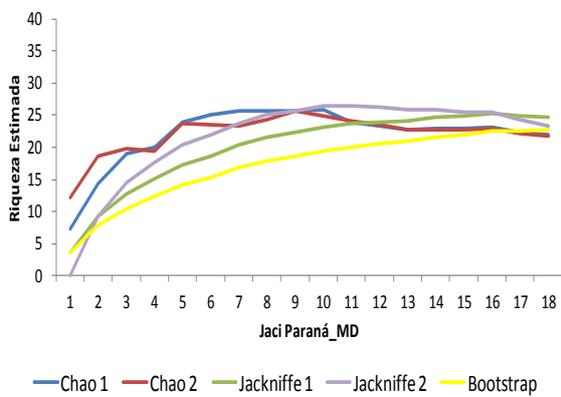
Na décima campanha a maior riqueza foi estimada para o módulo Ilha da Pedra (Figura 16E), seguida pelos módulos Ilha do Búfalo, Jaci-Paraná - MD e Novo Módulo Jaci (Figura 16A, C e D). A menor riqueza foi avaliada, por meio destes estimadores, para o módulo de Teotônio (Figura 16B).



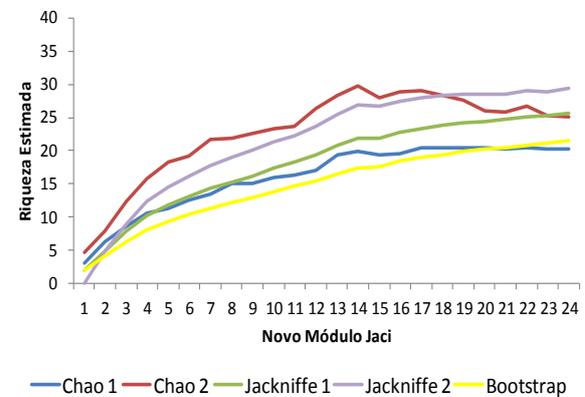
**A**



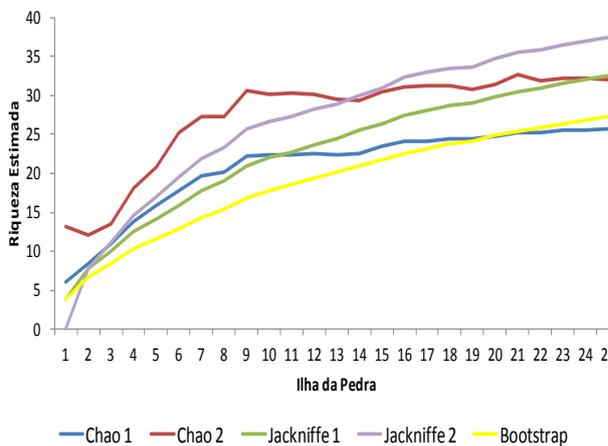
**B**



**C**



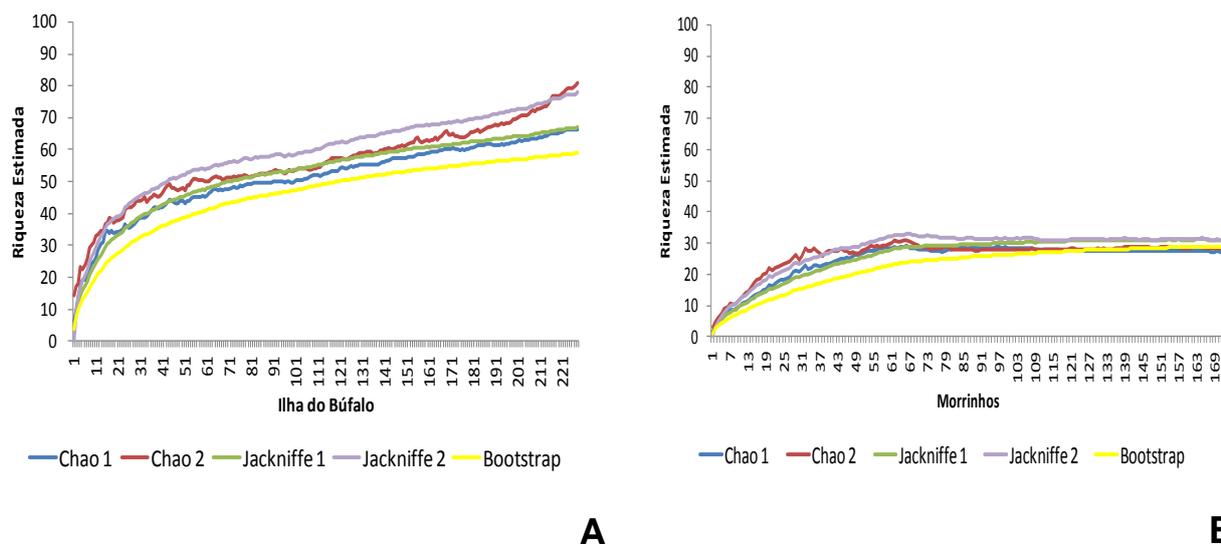
**D**



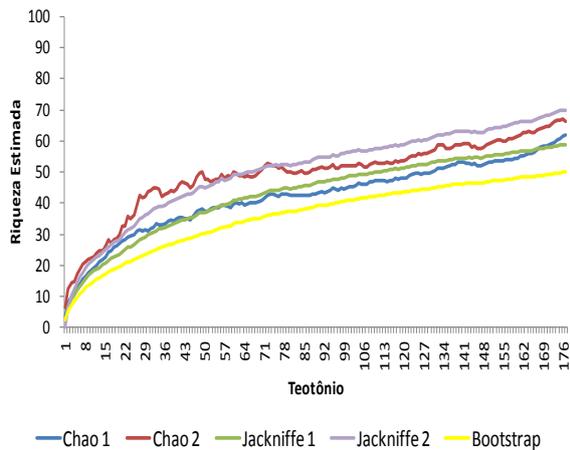
**E**

**Figura 16.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos durante a décima campanha de campo (abril/maio de 2013) 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, D) Novo Módulo Jaci e E) Ilha da Pedra.

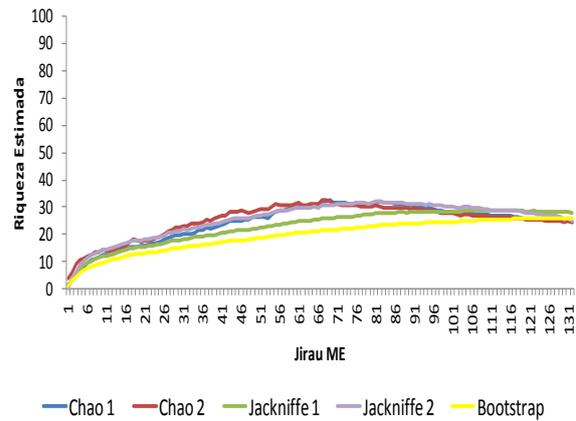
Os padrões de riqueza estimada para todos os módulos amostrados e para o somatório das campanhas são sumarizados na Figura 17, destacando-se o módulo Ilha do Búfalo (Figuras 17A) com maior riqueza, seguido dos módulos Jaci-Paraná - MD (Figura 17E) e Ilha da Pedra (Figura 17G) enquanto os menores valores foram encontrados para os módulos Morrinhos e Jirau - ME (Figuras 17B e 17D). Também o Novo Módulo Jaci apresentou baixa riqueza em comparação aos demais, o que deve também, neste caso, ser atribuído ao número de amostragens (Figura 17F). 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 do Búfalo, Jaci-Paraná - MD, Ilha da Pedra e Teotônio permitindo a coexistência de mais espécies nestes ambientes.



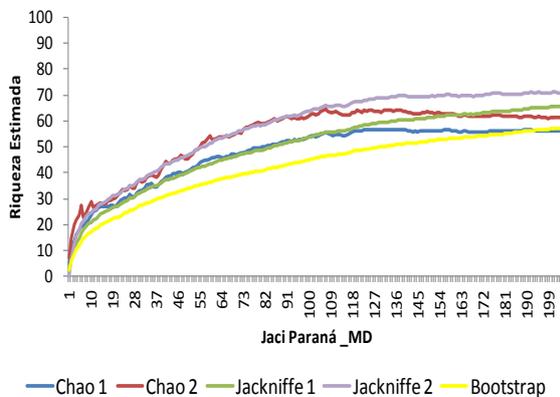
**Figura 17.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos para o somatório da primeira (setembro de 2010) à décima campanha de campo (abril/maio de 2013), amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, utilizando os estimadores *Chao I*, *Chao II*, *Jackknife I*, *Jackknife II* e *Bootstrap* para os módulos: A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos.



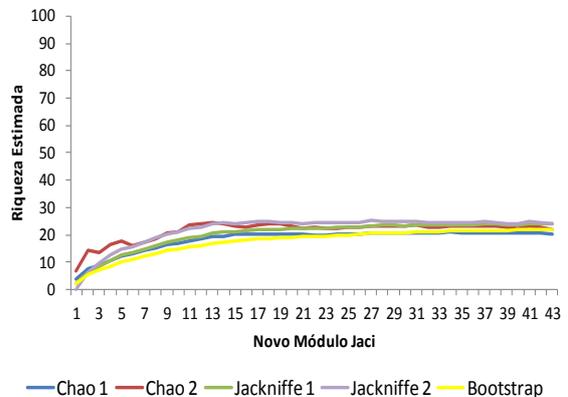
C



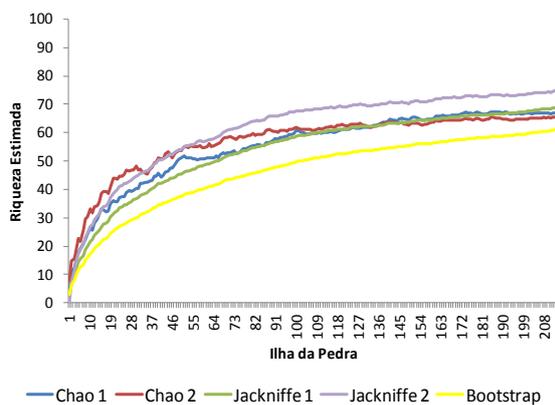
D



E



F



G

**Figura 17 Continuação.** Riqueza estimada de besouros escarabeídeos para o somatório da primeira (setembro de 2010) à décima campanha de campo (abril/maio de 2013), 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: C) Teotônio, D) Jirau - ME, E) Jaci-Paraná - MD, F) Novo Módulo Jaci G) Ilha da Pedra.

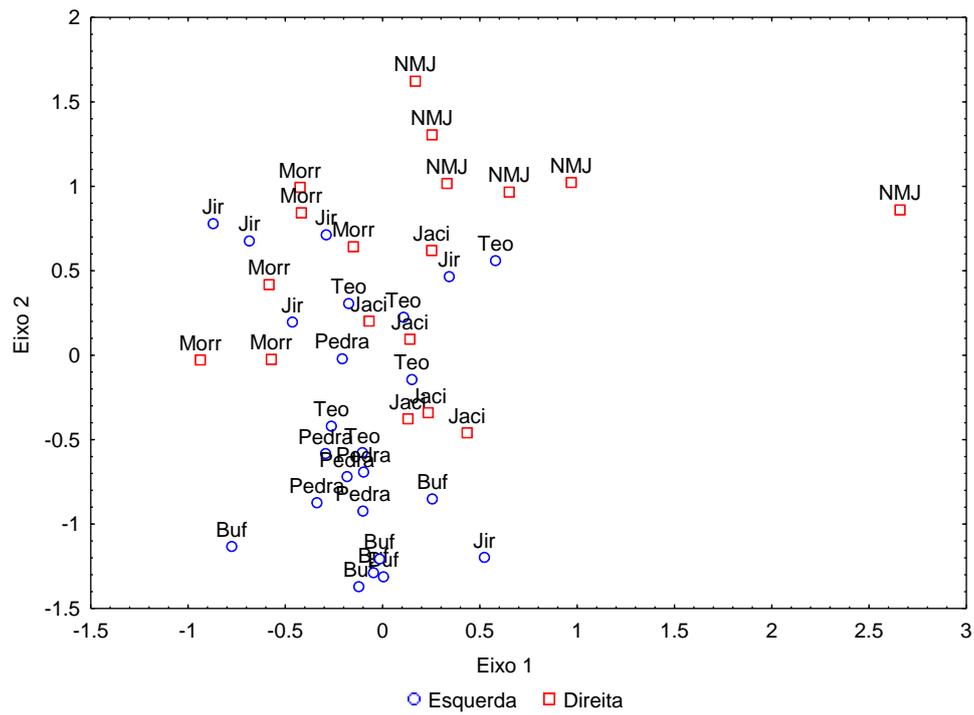
Em geral, a diversidade beta média dos módulos é alta, indicando que os módulos merecem especial atenção em virtude de seu alto potencial em manter a diversidade da coleopterofauna (He & Zhang, 2009; McKnight *et al.*, 2007). Quando a diversidade beta é avaliada por campanha, no entanto, alguns pontos merecem destaque (Tabela 3), a saber: 1) O módulo Ilha do Búfalo apresenta sua diversidade beta máxima na primeira campanha, com decréscimo desse valor nas campanhas seguintes 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 campanha (inclusive independente da estação - seca ou chuvosa) com valores superiores a 0.7 na maioria das campanhas, excetuando-se apenas a décima campanha. Mais uma vez esse resultado demonstra que o módulo compartilha poucas espécies com as demais áreas amostradas em todas as campanhas realizadas. 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.

Quando a média da diversidade beta foi calculada considerando-se as campanhas de pré-enchimento e pós-enchimento somadas (Tabela 1) , foi visto que em geral houve uma redução dos valores de diversidade média para a maioria dos módulos no período pós enchimento, o que evidencia uma mudança na composição da fauna destes ambientes que passaram a compartilhar mais espécies ou de apresentarem espécies antes a eles restritas. A exceção a este padrão foi o Módulo Jaci Paraná\_MD que na etapa pré enchimento apresentava-se mais similar aos demais quanto a sua composição.

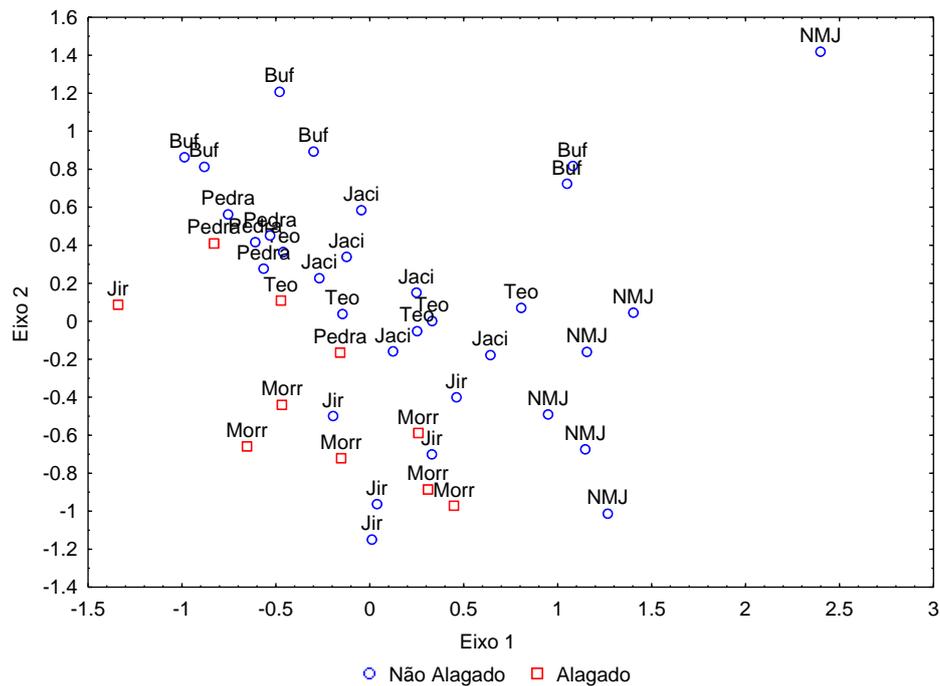
**Tabela 3** Diversidade beta da comunidade de besouros escarabeídeos da primeira à décima campanha (setembro de 2010 à maio de 2013) nos módulos A) Ilha do Búfalo, B) Morrinhos C) Teotônio, D) Jirau - ME, E) Novo Módulo Jaci, F) Jaci-Paraná - MD, G) Ilha da Pedra, amostrados nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

|                             | Campanha       | Período         | Módulo         |             |             |             |                  |                |               |
|-----------------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------|-------------|-------------|------------------|----------------|---------------|
|                             |                |                 | Ilha do Búfalo | Morrinhos   | Teotônio    | Jirau_ME    | Novo módulo Jaci | Jaci Paraná_MD | Ilha da Pedra |
| Diversidade beta_Média (IC) | 1              | Set/10          | 0.91 (0.02)    | 0.86 (0.02) | 0.89 (0.02) | 0.85 (0.02) | *                | 0.85 (0.02)    | 0.89 (0.02)   |
|                             | 2              | Jan/11          | 0.68 (0.03)    | 0.50 (0.05) | 0.81 (0.04) | 0.50 (0.06) | *                | 0.57 (0.04)    | 0.66 (0.05)   |
|                             | 3              | Abr/11          | 0.45 (0.04)    | *           | 0.78 (0.03) | 0.57 (0.05) | *                | 0.68 (0.04)    | 0.57 (0.06)   |
|                             | 4              | Jun/11          | 0.86 (0.01)    | 0.76 (0.05) | 0.78 (0.03) | 0.85 (0.01) | *                | 0.89 (0.01)    | 0.90 (0.01)   |
|                             | 5              | Set/11          | 0.67 (0.06)    | 0.65 (0.08) | *           | *           | *                | 0.62 (0.07)    | 0.54 (0.08)   |
|                             | 6              | Nov/11          | 0.61 (0.05)    | *           | 0.72 (0.05) | *           | *                | 0.67 (0.06)    | 0.47 (0.05)   |
|                             | 7              | Mar/12          | 0.62 (0.05)    | *           | 0.74 (0.05) | *           | *                | 0.75 (0.04)    | 0.50 (0.05)   |
|                             | 8              | Jun/12          | 0.48 (0.04)    | *           | 0.75 (0.05) | *           | *                | 0.75 (0.06)    | 0.73 (0.04)   |
|                             | 9              | Jan/13          | 0.82 (0.05)    | *           | 0.79 (0.04) | *           | 0.76 (0.04)      | 0.79 (0.04)    | 0.63 (0.04)   |
|                             | 10             | Abr/13          | 0.61 (0.13)    | *           | 0.66 (0.06) | *           | 0.78 (0.05)      | 0.77 (0.04)    | 0.54 (0.05)   |
| Média                       | Pré-Enchimento | Set/10 a nov/11 | 0.69           | 0.69        | 0.8         | 0.69        |                  | 0.71           | 0.67          |
|                             | Pós-Enchimento | Mar/12 a abr/13 | 0.63           |             | 0.73        |             | 0.77             | 0.76           | 0.6           |

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 18A). O módulo do Búfalo na margem esquerda e o Novo Módulo Jaci na margem esquerda são, no entanto, os que apresentam-se menos similares em relação ao conjunto, ocupando as regiões mais periféricas do gráfico (Figura 18A). O padrão de compartilhamento das espécies pelas diferentes comunidades se repetiu entre as áreas inundadas e não-inundadas (Figura 18B). 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 do módulo Morrinhos com os Módulos Jaci-Paraná - MD e Novo Módulo Jaci, que por sua vez apresentam composição mais semelhante (Figura 18C). Já na margem esquerda, áreas que sofreram influência direta do alagamento mostraram-se próximas em relação à sua composição às áreas que não foram alagadas, especialmente entre os módulos Ilha de Pedra e Teotônio (Figura 18D).

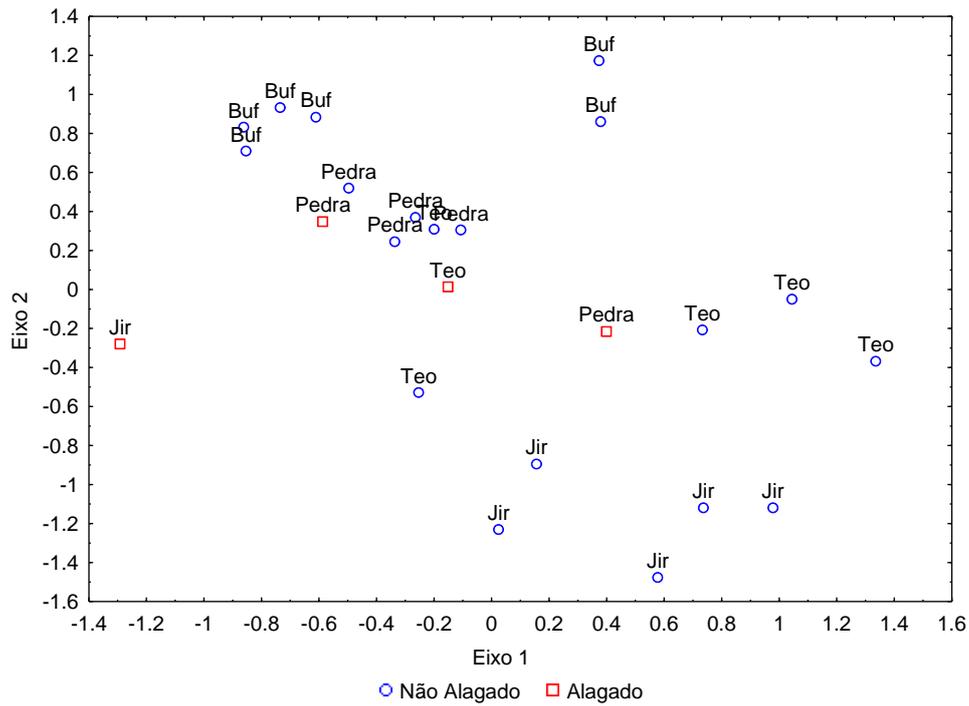


**A**

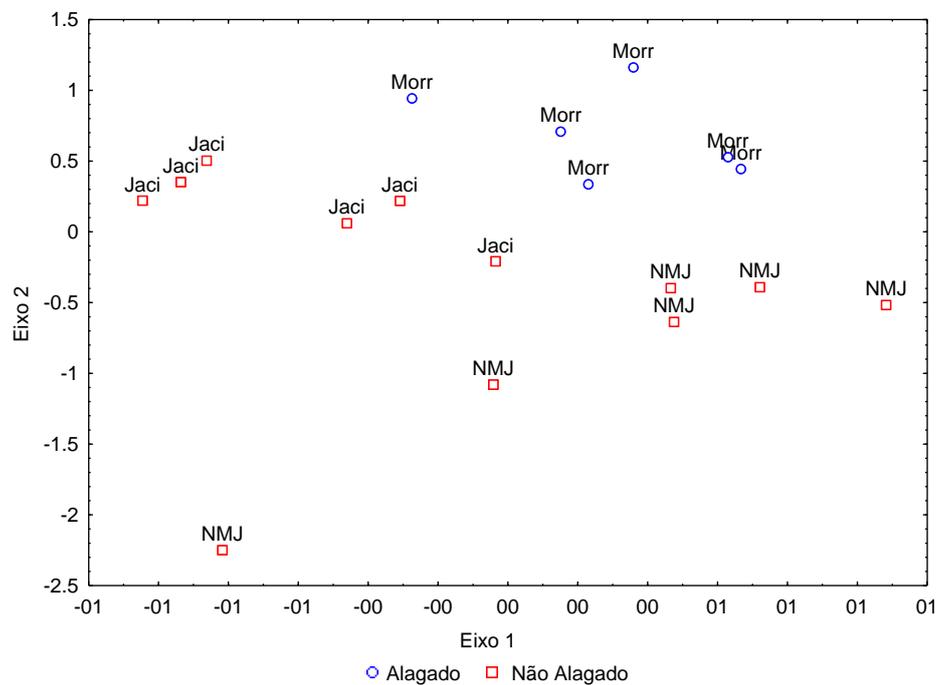


**B**

**Figura 18.** 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.



**C**



**D**

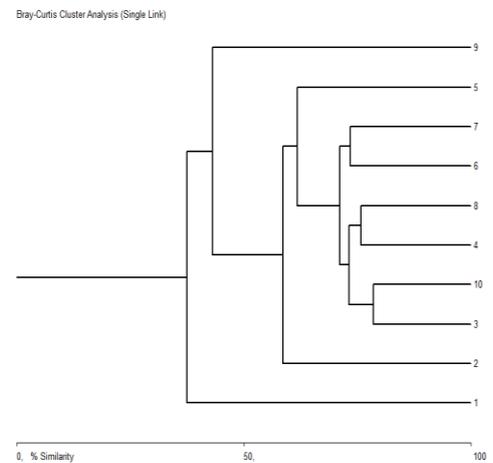
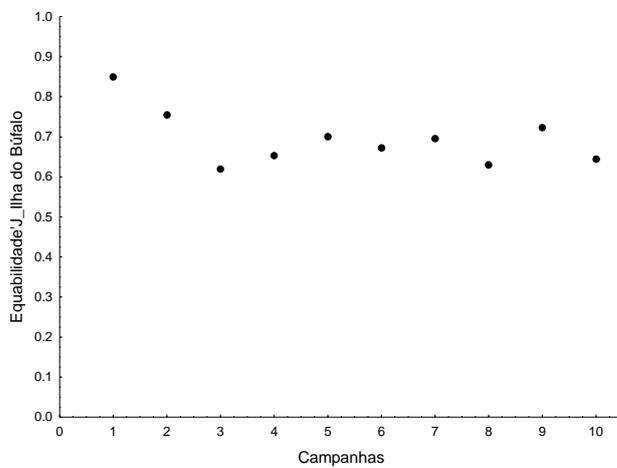
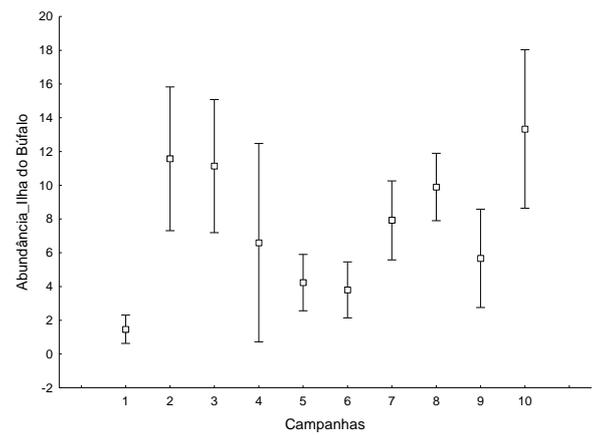
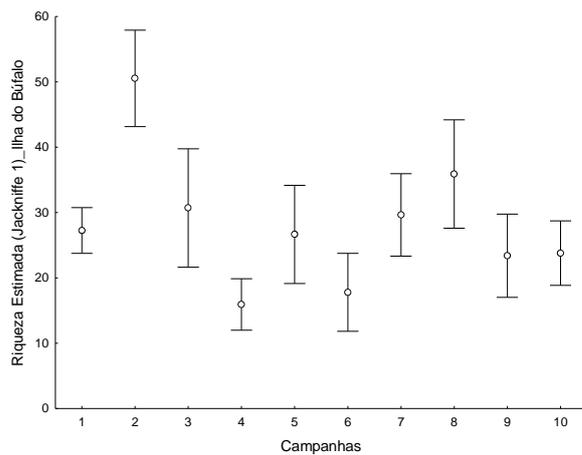
**Figura 18 Continuação.** Ordenação das comunidades de besouros copronecrófagos em função influência direta do alagamento: C) margem esquerda; D) margem direita, para os módulos amostrados na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

### 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, a abundância, os valores de equabilidade e de similaridade entre os módulos amostrados em uma escala temporal e descritas a seguir.

#### 4.3.1 Ilha do Búfalo

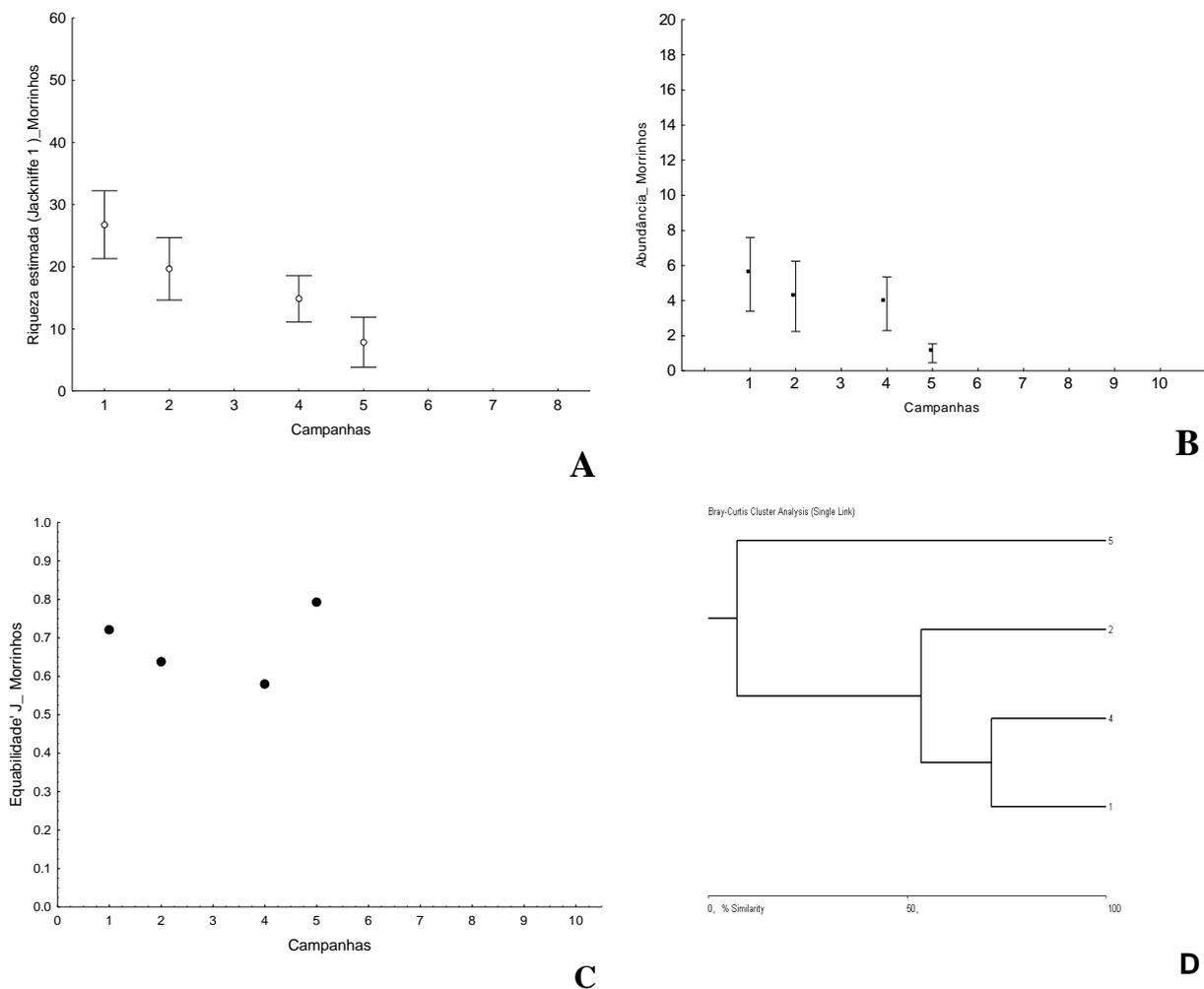
A maior riqueza estimada (*Jackknife 1*) para o Módulo Ilha do Búfalo foi registrada durante a segunda campanha, na etapa pré-enchimento enquanto os menores valores foram encontrados durante a quarta e sexta campanhas (Figura 19A). A abundância de besouros copronecrófagos variações em seus valores médios ao longo das campanhas realizadas (Figura 19B). Observa-se que os maiores valores de abundância foram encontrados no período chuvoso, assim como nos períodos de transição entre estações (segunda, terceira, sétima, oitava e décima campanhas) No módulo de Ilha de Búfalo os valores de equitabilidade eram maiores nas duas primeiras campanhas e os menores valores na terceira, oitava e décima campanhas (Figura 19C). Em Ilha do Búfalo, foi possível observar que a primeira campanha é a mais dissimilar entre as demais, com os maiores valores (>70%) sendo registrados para campanhas realizadas em épocas que apresentavam situação climática mais semelhante: terceira e décima campanhas (período de transição entre as estações seca e chuvosa); quarta e oitava campanhas (período de seca) e sexta e sétima campanhas (período chuvoso) (Figura 19D). Cinco espécies ocorreram neste módulo apenas na primeira campanha (*Eurysternus cyanescens*, *Deltochilum howdeni*, *Ateuchus* sp.10, *Canthon* sp.06, *Scybalocanthon* sp.01).



**Figura 19.** Análise de modificações na comunidade de besouros escarabeídeos no módulo Ilha do Búfalo ao longo das dez campanhas realizadas: A) riqueza estimada (*Jackknife 1*); B) Abundância; C) Equabilidade e D) Similaridade da composição (Bray-curtis).

### 4.3.2 Morrinhos

O módulo Morrinhos apresentou um gradiente decrescente de riqueza estimada nas campanhas amostradas (Figura 20A), todas elas na fase pré-enchimento do reservatório, enquanto a abundância de besouros copronecrofágos apenas mostrou-se significativamente diferente na quinta campanha (Figura 20B). O maior valor de equitabilidade foi registrado na quinta campanha, tendo o oposto sido registrado na campanha anterior a esta (Figura 20C). Uma significativa dissimilaridade foi observada quando comparada a quinta campanha com as anteriores (Figura 20D), com destaque nesta campanha para a ocorrência de duas espécies não registradas nas demais campanhas: *Coprophanaeus lancifer* e *Delthochilum valgum*.

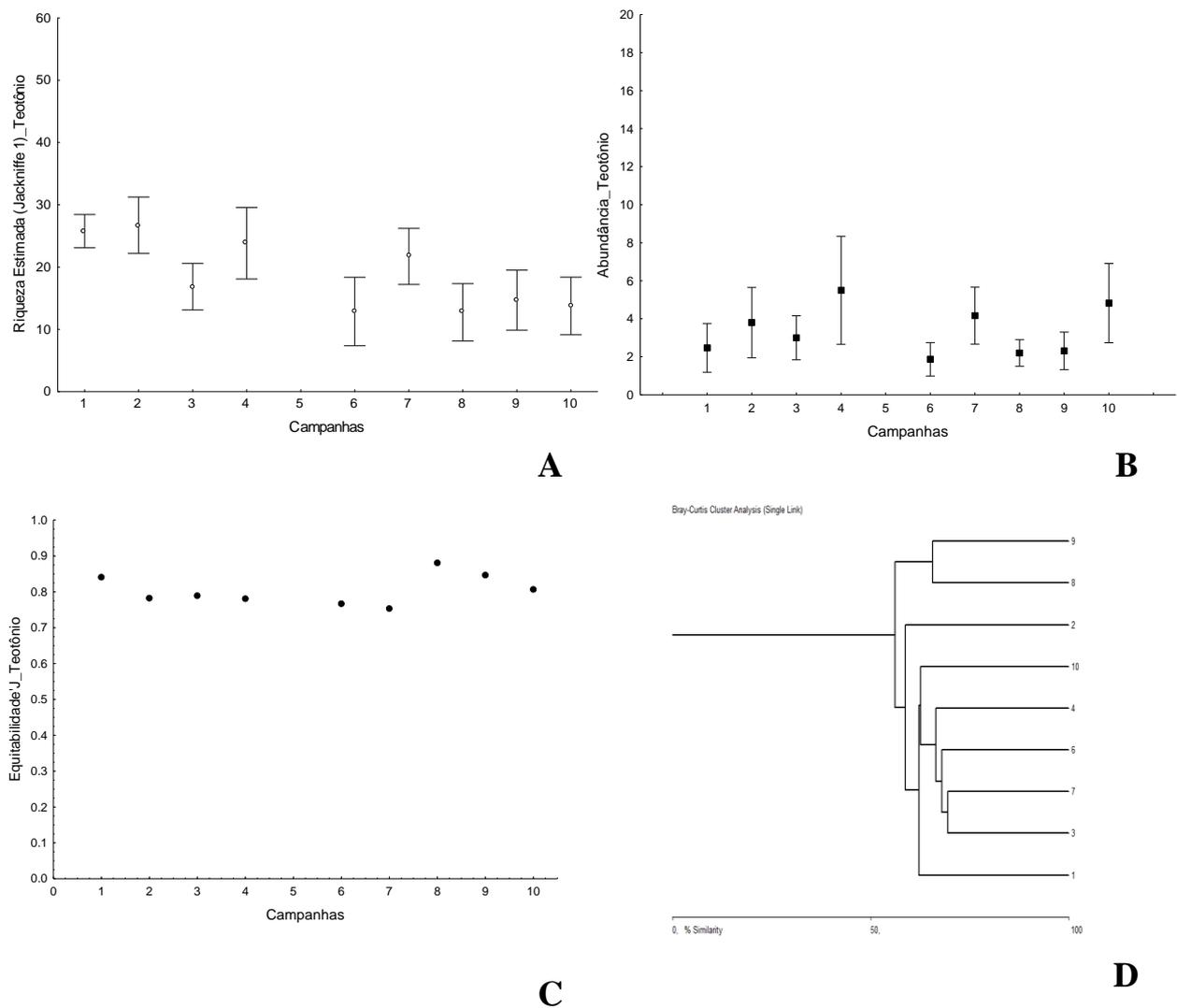


**Figura 20.** Análise de modificações na comunidade de besouros escarabeídeos no módulo Morrinhos ao longo das dez campanhas realizadas: A) riqueza estimada (*Jackknife 1*); B) Abundância; C) Equabilidade e D) Similaridade da composição (Bray-curtis).

### 4.3.3 Teotônio

Em Teotônio (Figura 21A), 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. Não houve diferença entre os valores médios de abundância na maioria das campanhas realizadas, tendo os menores valores sido registrados na sexta, oitava e nona campanhas (Figura 21B) Em Teotônio os maiores valores de equabilidade foram registrados na primeira e oitava campanhas, decrescendo nas nona e décima campanhas e com valores aproximados no intervalo destas (Figura 21C). A similaridade encontrada neste módulo foi maior que 50%, indicando que poucas

mudanças têm sido observadas em curto prazo na estrutura de suas comunidades (Figura 21D)

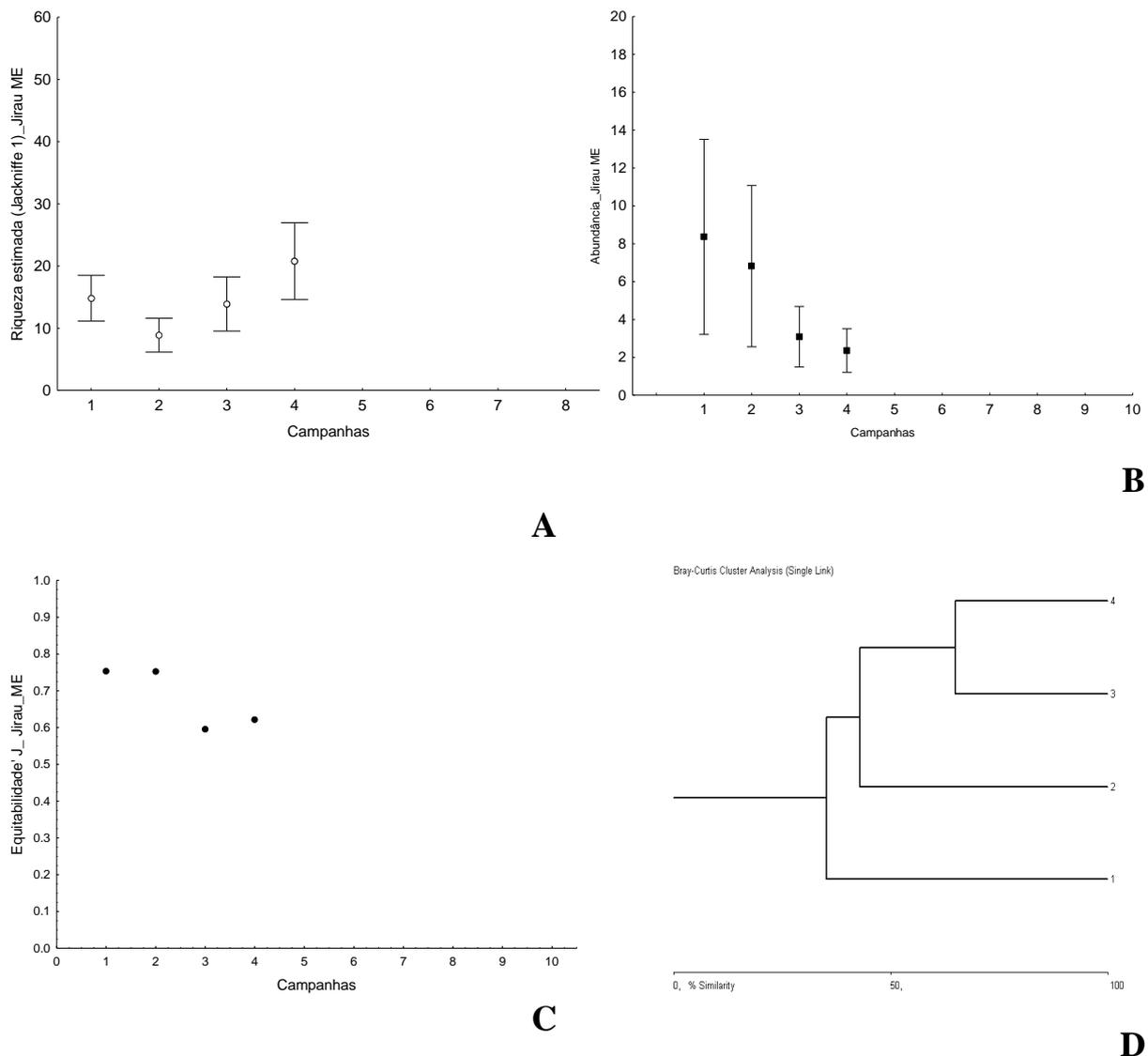


**Figura 21.** Análise de modificações na comunidade de besouros escarabeídeos no módulo Teotônio ao longo das dez campanhas realizadas: A) riqueza estimada (*Jackknife 1*); B) Abundância; C) Equabilidade e D) Similaridade da composição (Bray-curtis).

#### 4.3.4 Jirau\_ME

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 22A), durante a estação seca. 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 22B). A equabilidade da distribuição de abundância das espécies para o módulo Jirau - ME foi maior também nas duas primeiras campanhas, decrescendo a

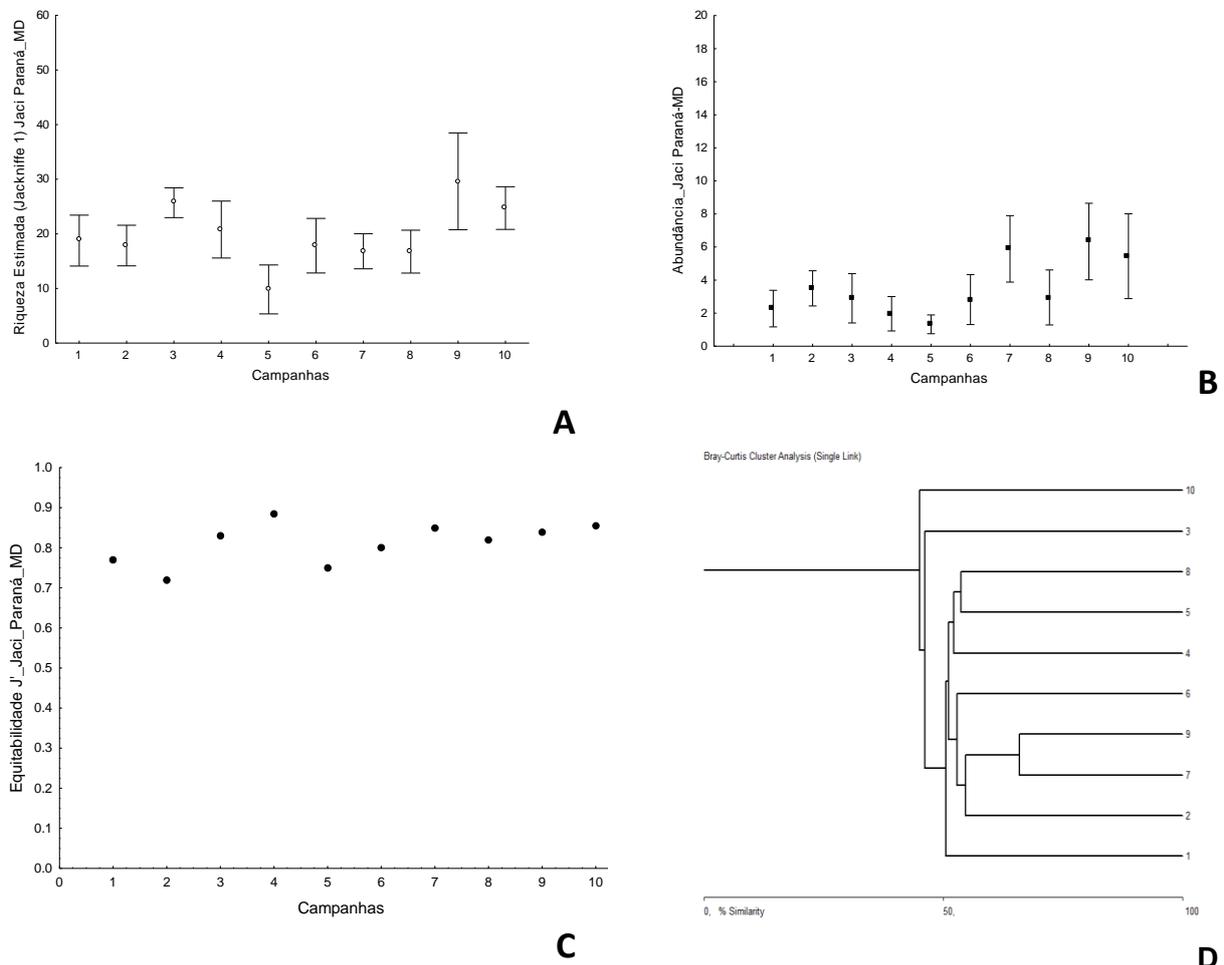
partir daí (Figura 22C). No módulo de Jirau - ME uma maior similaridade na composição foi observada nas terceira e quarta campanha, com a composição da comunidade mais dissimilar na primeira campanha em relação às demais (Figura 22D). Seis espécies ocorreram no módulo Jirau - ME apenas na primeira campanha: *Deltochilum howdeni*, *Ateuchus* sp.06, *Phanaeus chalconelas*, *Canthon aequinoctiale*, *Cryptocanthon* sp.01 e *Deltochilum orbiculare*.



**Figura 22** Análise de modificações na comunidade de besouros escarabeídeos no módulo Jirau-ME ao longo das dez campanhas realizadas: A) riqueza estimada (*Jackknife* 1); B) Abundância; C) Equitabilidade e D) Similaridade da composição (Bray-curtis).

### 4.3.5 Jaci Paraná MD

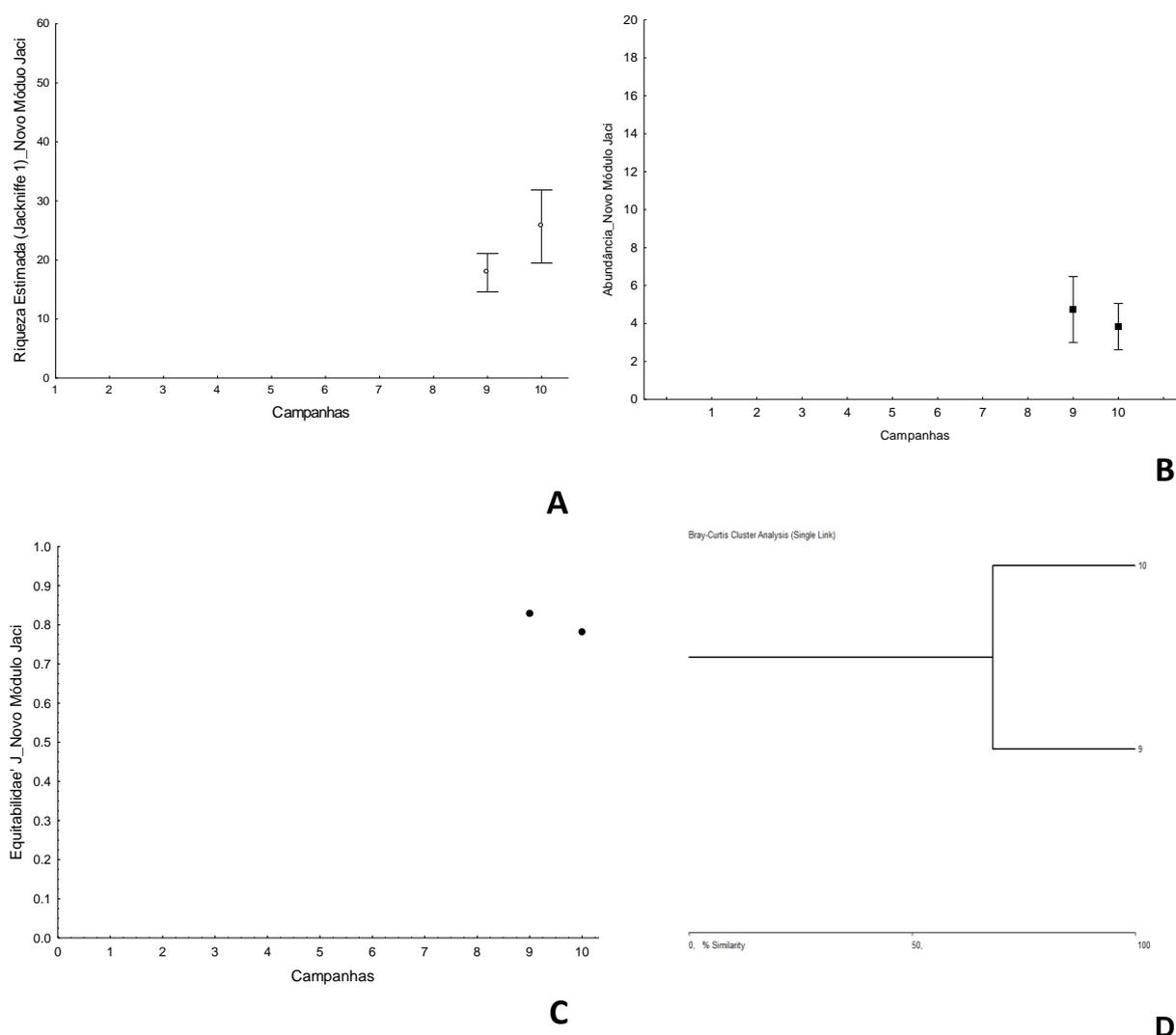
Em Jaci Paraná - MD a maior riqueza estimada foi observada durante a terceira campanha, a nona e a décima campanhas, ao passo que os menores valores foram registrados durante a quinta campanha (Figura 23A). As maiores abundância foram registrada nas sétima, nona e décima campanhas no período pós enchimento (Figura 23B), enquanto a maior equabilidade foi vista na quarta campanha sendo os menores valores encontrados na segunda e quinta campanhas (Figura 23C). A similaridade neste modulo entre as campanhas foi alta, com valores superiores a 50%, com os maiores valore registrados entre a sétima e nona campanha (Figura 23D).



**Figura 23** Análise de modificações na comunidade de besouros escarabeídeos no módulo Jaci Paraná ao longo das dez campanhas realizadas: A) riqueza estimada (*Jackknife 1*); B) Abundância; C) Equabilidade e D) Similaridade da composição (Bray-curtis).

### 4.3.6 Novo Módulo Jaci

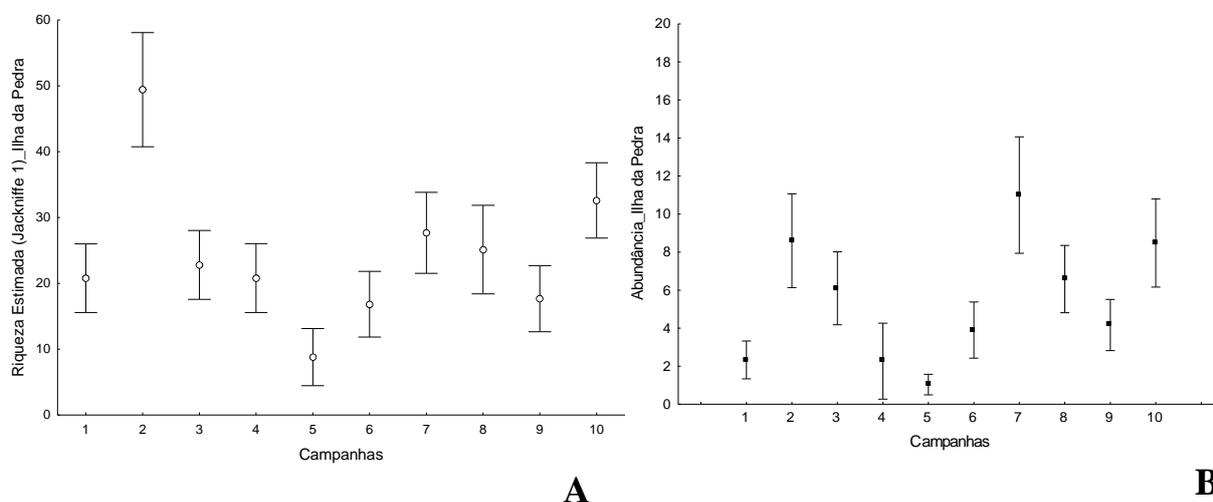
O Novo Módulo Jaci, amostrado nas nona e décima campanhas, apresentou riqueza maior nesta última (Figura 24A). No Novo Módulo Jaci não foi percebido diferenças nas abundâncias observadas na nona e décima campanhas (Figura 24B). Foi detectada apenas uma pequena diferença nos valores de equitabilidade, com valores sutilmente superiores na nona em relação à décima campanha (Figura 24C). O Novo Módulo Jaci apresentou entre as suas campanhas 68% de similaridade na composição, com destaque para *Scybalocanthon* sp.07 que ocorreu apenas na décima campanha (Figura 24D).



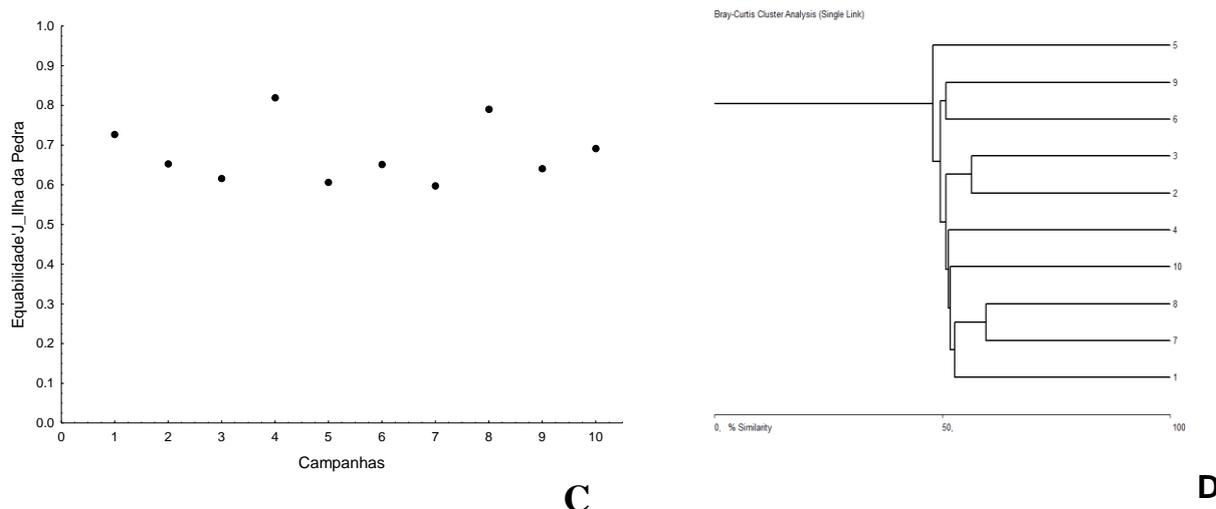
**Figura 23** Análise de modificações na comunidade de besouros escarabeídeos no Novo Modulo Jaci ao longo nas campanhas realizadas: A) riqueza estimada (*Jackknife* 1); B) Abundância; C) Equabilidade e D) Similaridade da composição (Bray-curtis).

#### 4.3.7 Ilha de Pedra

No módulo de Ilha da Pedra a riqueza estimada foi consideravelmente maior na segunda campanha, seguida da décima campanha e menor, na primeira, quinta, sexta e nona campanhas, com valores intermediários na terceira, quarta, sétima e oitava campanhas (Figura 24A) Este módulo apresentou variações marcantes na abundância de besouros, com os menores valores registrados nos períodos de seca e transição e as maiores abundâncias no período chuvoso (Figura 24B). 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). Em Ilha da Pedra os maiores valores de equabilidade foram encontrados justamente nas campanhas realizadas no período de seca (quarta e oitava campanhas) (Figura 24C). A similaridade da composição neste modulo foi alta (Figura 24D) entre as campanhas realizadas.



**Figura 24** Análise de modificações na comunidade de besouros escarabeídeos no Ilha da Pedra ao longo das campanhas realizadas: A) riqueza estimada (*Jackknife 1*); B) Abundância;



**Figura 24** Análise de modificações na comunidade de besouros escarabeídeos no Ilha da Pedra ao longo nas campanhas realizadas: C) Equilíbrio e D) Similaridade da composição (Bray-curtis).

O padrão de maior riqueza em comparação dos módulos Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra encontrado na maioria das campanhas realizadas, em comparação aos outros módulos avaliados merece atenção, pois mesmo diante de variações sazonais, a diversidade encontrada nestes 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.

As espécies mais abundantemente coletadas estão associadas à habitat 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 habitat 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.

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 equitabilidade/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.

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).

#### **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, e principalmente, em relação à riqueza taxonômica (Tabela 4). 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 5).

**Tabela 4.** 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.

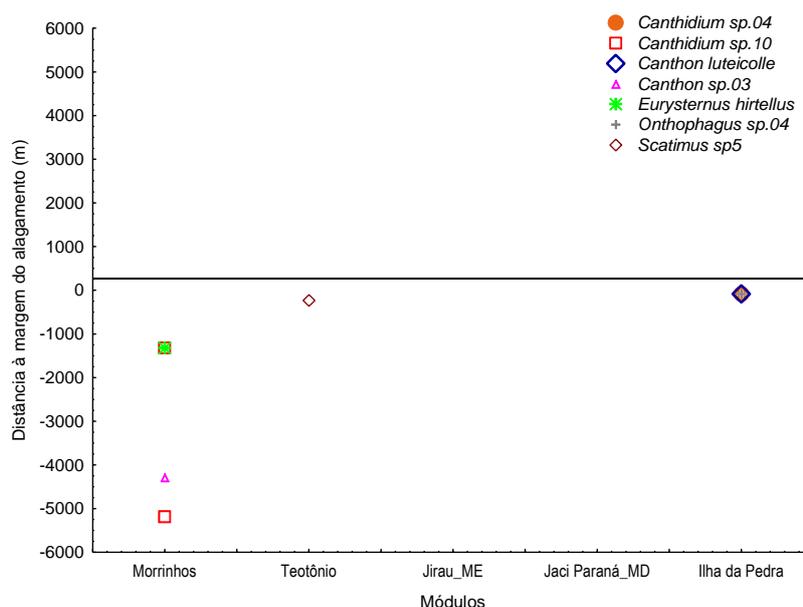
| Modelo             | Teste     | Grau de liberdade | R <sup>2</sup> | P      |
|--------------------|-----------|-------------------|----------------|--------|
| Composição         | Ambiente  | 5                 | 0,15014        | <0.001 |
|                    | Interação | 0                 | 0,08509        |        |
|                    | Espaço    | 3                 | 0,09434        | <0.001 |
|                    | Resíduo   |                   | 0,67043        |        |
| Riqueza taxonômica | Ambiente  | 3                 | 0,57366        | <0.001 |
|                    | Interação | 0                 | -0,10571       |        |
|                    | Espaço    | 1                 | 0,22417        | <0.001 |
|                    | Resíduo   |                   | 0,30788        |        |

**Tabela 5.** 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<br>R=0,858 R <sup>2</sup> = 0,736, Adjusted R <sup>2</sup> = 0,573 |          |          |          |        |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|
|   | Beta     | B        | p-level  |        | Beta     | B        | p-level  |
| Intercept   |          | -96,1488 | 0,308775 | Mg     | -1,02011 | -85,4557 | 0,005068 |
| Inclinação  | -0,30116 | -1,1345  | 0,024666 | N      | 0,00052  | 0,0000   | 0,997171 |
| Altitude  | 0,02609  | 0,0142   | 0,876072 | MO     | -0,05646 | -0,0483  | 0,699607 |
| P   | -0,05674 | -0,7877  | 0,714128 | Areia  | 1,10373  | 0,1011   | 0,304545 |
| K   | -0,10746 | -0,0821  | 0,489977 | Silte  | 0,68794  | 0,1342   | 0,158213 |
| CaMg  | 1,01930  | 47,0574  | 0,067714 | Argila | 1,62788  | 0,1305   | 0,159354 |
| Ca  | -1,10344 | -68,4632 | 0,016403 | Dap    | 0,17346  | 0,5078   | 0,217365 |

Do total de morfoespécies de besouros copronecrófagos avaliados sete foram consideradas ameaçadas pelo processo de alagamento das parcelas nos módulos avaliados (Figura 25). Entre todas as espécies, a situação mais preocupante é a das morfoespécies *Canthidium* sp10 e *Canthon* sp03 por ocorrerem apenas no módulo de Morrinhos, que sofreu influência direta do alagamento em toda sua extensão. Em relação às demais, embora existam poucas informações referentes à restrição e/ou preferência de habitat a espécie *Canthon luteicolle*, registrada apenas no módulo de Ilha da Pedra, é uma das duas espécies dentre as sete da qual se sabe que há registro de ocorre em outras áreas do

bioma Amazônico, como o Estado do Acre (Vaz-de-Mello,1999). A outra espécie é *Eurysternus hirtellus* que foi amostrada em dois módulos (Morrinhos e Ilha da Pedra) e, em ambos, sua ocorrência esteve restrita às áreas que sofreram impacto direto da inundação. Esta espécie, de hábito generalista, possui ampla distribuição (Camero & Lobo, 2012), ocorrendo inclusive em outros biomas brasileiros. *Onthophagus* sp4, que possui apenas um indivíduo coletado no módulo Ilha da Pedra e foi coletado apenas na fase Pós-enchimento, pertence a um gênero megadiverso, porém, para o qual há poucas informações para as espécies ocorrentes na Amazônia, bem como sobre aspectos ecológicos desta (Korasaki, 2012). *Canthidium* sp.04 foi registrada também apenas no módulo Ilha da Pedra e, no módulo Teotônio, uma única morfoespécies está diretamente sujeita aos impactos advindos do processo de inundação: *Scatimus* sp5. Destaca-se que embora os dados do Novo Módulo Jaci não tenham sido inclusos nesta análise, nenhuma destas sete espécies ocorreu neste módulo nas duas campanhas nele realizadas. As distribuições das morfoespécies por áreas inundadas e não inundadas e que não foram consideradas ameaçadas estão disponíveis no Anexo 2A.



**Figura 25.** 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 sete 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, já que a maioria registrou apenas um único indivíduo. Destaca-se ainda que,

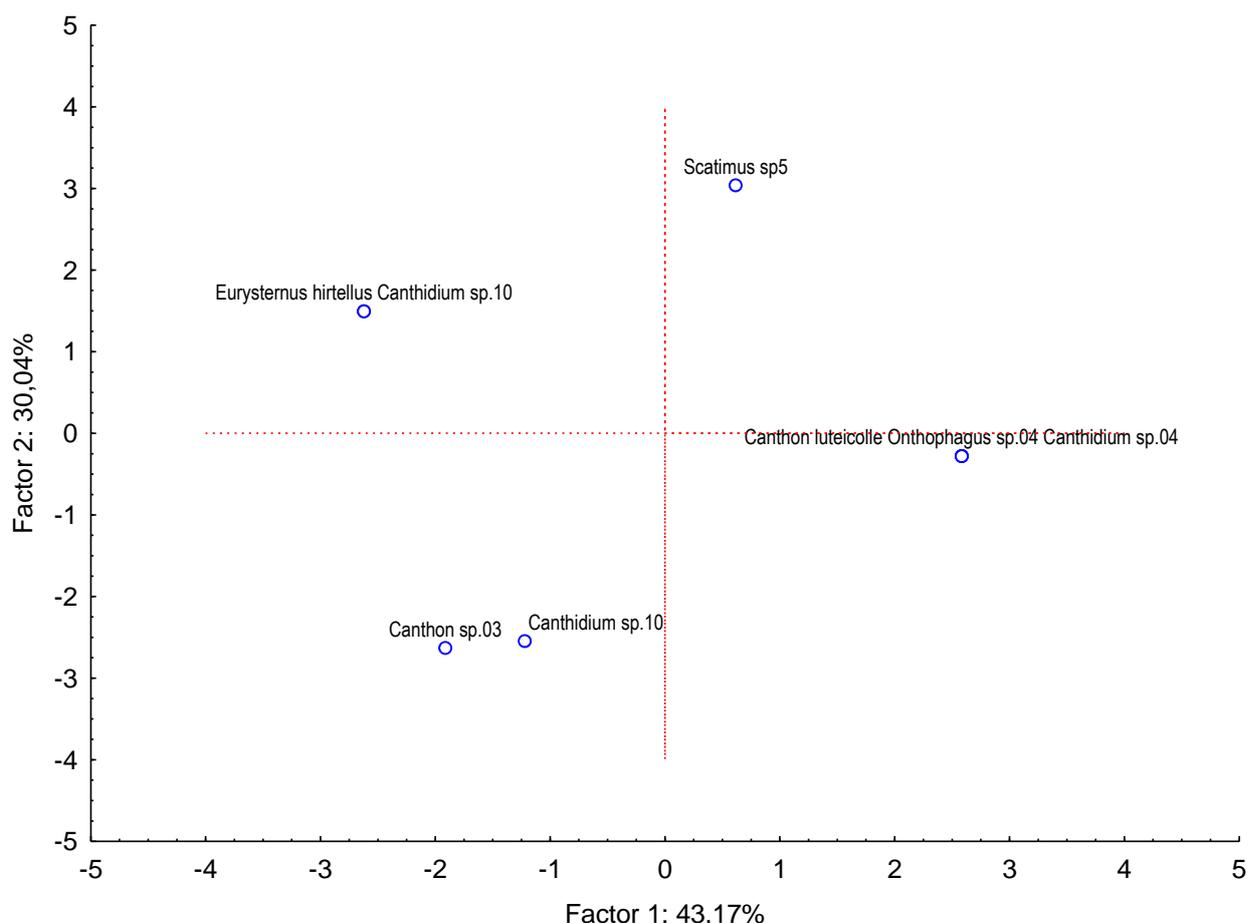
entre estas espécies, dez dos onze indivíduos foram coletados apenas na fase de pré-enchimento do reservatório. Destaca-se também que oito dos onze indivíduos foram coletados na primeira campanha.

**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.04      | 0.1000  | 0.0139 - 0.4672 | 0.0169 | 0.0024 - 0.1107 |
| <i>Canthidium</i> sp.10      | 0.0012  | 0.0002 - 0.0061 | 0.1368 | 0.0008 - 0.9689 |
| <i>Canthon luteicolle</i>    | 0.0012  | 0.0003 - 0.0048 | 0.0169 | 0.0024 - 0.1107 |
| <i>Canthon</i> sp.03         | 0.4000  | 0.1002 - 0.7996 | 0.4817 | 0.1083 - 0.8767 |
| <i>Eurysternus hirtellus</i> | 0.2000  | 0.0272 - 0.6911 | 0.0154 | 0.0022 - 0.1012 |
| <i>Scatimus</i> sp5          | 0.1000  | 0.0139 - 0.4672 | 0.0169 | 0.0024 - 0.1107 |
| <i>Onthophagus</i> sp4       | 0.1000  | 0.0139 - 0.4672 | 0.0169 | 0.0024 - 0.1107 |

As características ambientais das áreas de ocorrência das espécies afetadas diretamente pela inundação explicam juntas 73,2% da distribuição dos besouros copronecrófagos (Figura 26), influenciando o tipo e a disponibilidade de recursos utilizados por estas espécies, sendo que o eixo 1 explica 43,2% da distribuição. Os resultados demonstram também que *Canthon luteicolle*, *Onthophagus* sp4 e *Canthidium* sp.04 ocupam áreas com as mesmas características ambientais, havendo sobreposição de sua ocorrência, mas não formam agrupamento com as demais espécies avaliadas. Estas três espécies estão mais próximas ao eixo 1, e devem ser aquelas cujas distribuição é mais fortemente influenciada pelas características ambientais.



**Figura 26.** Espécies sob influência direta do processo de alagamento amostradas na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO, da primeira à décima campanha, nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci-Paraná MD, 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 habitat (Doube, 1983). Os resultados aqui encontrados ressaltam a forte ligação entre estes organismos e o ambiente em que ocupam. Assim, é possível afirmar que diferenças na composição destas comunidades refletem também diferenças nas características ambientais bióticas e abióticas dos habitat. Por outro lado, justamente esta especificidade por habitat 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 habitat.

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. Além disso, uma análise criteriosa das características das novas espécies (ou gêneros), encontradas em continuação as atividades de monitoramento, especialmente no que se refere aos aspectos ecológicos e de distribuição, podem deixar claras também se estas ocorrem naturalmente na região ou se sua presença na fase pós-enchimento é uma das consequências das modificações do habitat na região. Isso porque a introdução de espécies invasoras nestas áreas pode representar um risco considerável à manutenção da biodiversidade local.

Outra consequência do aumento do esforço amostral é a confirmação de que algumas espécies (*Canthidium sp.04*, *Canthidium sp.10*, *Canthon luteicolle*, *Canthon sp.03*, *Eurysternus hirtellus*, *Onthophagus sp.04*, *Scatimus sp5*) estão sendo fortemente afetadas pelo processo de inundação. A baixa detectabilidade apresentadas por estas espécies torna ainda mais clara a sua susceptibilidade, ratificando a necessidade de acompanhamento criterioso do ambiente aos quais estão associados para avaliação de sua distribuição e avaliação do nível de risco de extinção local. Esta distribuição das espécies responderá provavelmente às modificações no habitat relacionadas ao alagamento e que incluem, principalmente, a redução do habitat, 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). A restrição de ocorrência das espécies acima citadas aos ambientes influenciados pelo alagamento é um fator que pode agravar ainda mais a situação de baixa abundância e

raridade até o momento já observada, além de que deve ser levado em conta que, para a maioria delas, a disponibilidade de informações sobre a distribuição destas espécies em maiores escalas, bem como aquelas informações de caráter ecológicos e comportamentais é extremamente reduzida. Negligenciar sua situação crítica implica em assumir a possibilidade não só de perda da biodiversidade como também a perda de espécies que podem ter importante papel no funcionamento dos ecossistemas locais, especialmente em funções chaves como as que se referem à ciclagem de nutrientes e dispersão de sementes. A continuação das atividades de monitoramento nas áreas adjacentes podem indicar se novos nichos estão sendo ocupados por estas espécies ou se as transformações no ambiente impediram sua persistência local.

Embora não tenha havido alternância das espécies dominantes nos ambientes amostrados, os resultados tornam possível detectar que existem variações relacionadas à riqueza, abundância e composição entre os módulos. O conhecimento da frequência de ocorrência destas espécies mais abundantes bem como sobre suas exigências ecológicas é crucial para o monitoramento dos ambientes analisados. Como bioindicadores de qualidade do habitat elas devem ser consideradas como representantes importantes das modificações no habitat, inclusive no processo de diferenciação das mudanças decorrentes das variações sazonais no ambiente e daquelas fruto do impacto causado pelo enchimento do reservatório.

Parte das modificações nos parâmetros ecológicos da fauna de besouros escarabeídeos observadas são 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. A continuidade das amostragens em uma escala temporal permitirão 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.

Os resultados de avaliação da diversidade beta mostram uma equiparação nos valores de diversidade beta entre os módulos. Ainda assim, em geral os valores encontrados são altos, o que significa que estas áreas 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 de espécies de besouros. Outra situação que sustenta este raciocínio ocorre quando avaliado os valores médios de diversidade beta no período pré e pós-enchimento com um declínio nos valores de diversidade beta entre estas fases. Esta alteração na estrutura da comunidade em relação às campanhas iniciais reflete o aumento do número de espécies de áreas adjacentes que passaram a compartilhadas entre os módulos. Todas estas informações contribuem para caracterizar em termos ecológicos cada um dos módulos e, assim, avaliar e gerenciar mais precisamente sua diversidade biológica.

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

## 6. 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.
- HANSKY, 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.
- KORASAKI, Vanesca et al. Taxocenose de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em Benjamin Constant, AM. *Acta Amaz.* [online]. 2012, vol.42, n.3 , pp. 423-432 .
- 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.

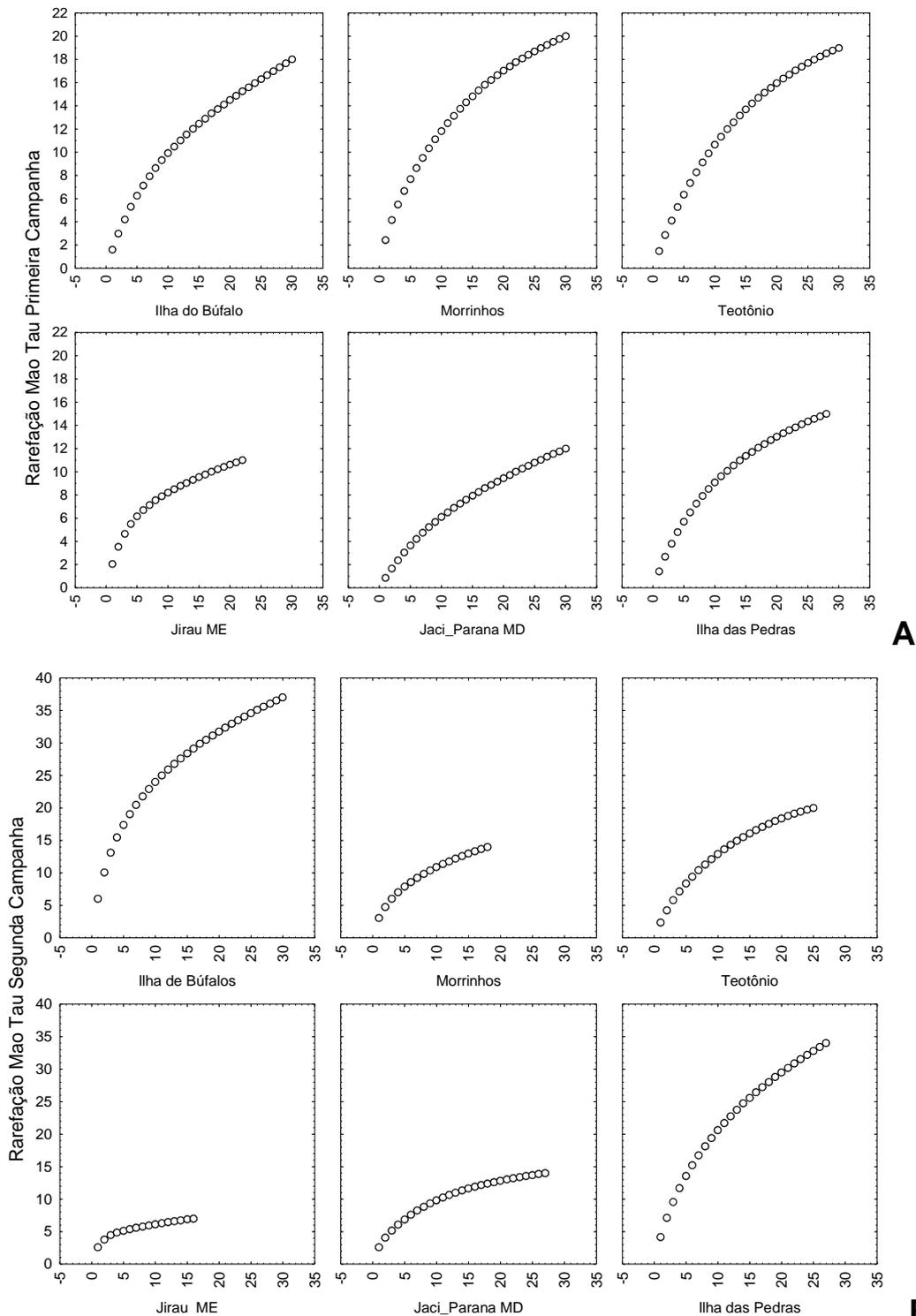
- NICHOLS, E.; LARSEN, T.; SPECTOR, S. 2007. Global dung beetle response to tropical forest modification and fragmentation: A quantitative literature review and meta-analysis. *Biological Conservation* 137:1-19.
- PERES-NETO, PR., LEGENDRE, P., DRAY, S. and BOCARD, D. Variation partitioning of species 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., J.N.C. LOUZADA & J.H. SCHOEREDER. 1998. New data and comments on Scarabaeidae (Coleoptera: Scarabaeoidea) associated with Attini (Hymenoptera: Formicidae). *The Coleopterists Bulletin*. 52: 209-216

- 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.
- VAZ-DE-MELLO, F.Z. & GÉNIER, F. 2009 Notes on the behavior of Dendropaemon Perty and Tetramereia Klages (Scarabaeidae: Scarabaeinae:Phanaeini). The Coleopterists Bulletin, 63(3):364-366.
- 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 Ecology 21:1-8.
- VULINEC, K. 2000. Dung Beetles, Monkeys, and Conservation in Amazonia. Florida Entomologist 83:229-241.

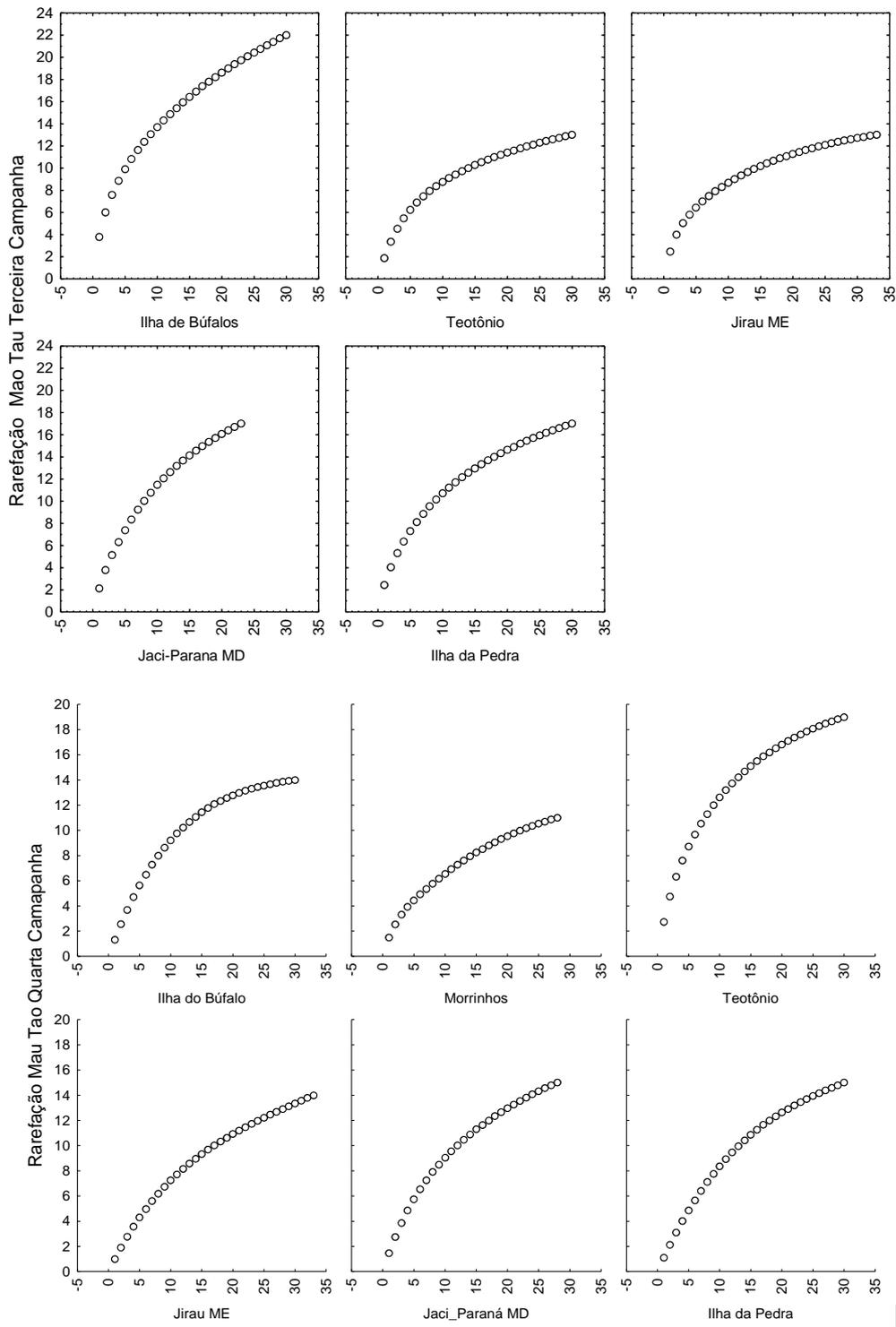
## 7. EQUIPE TÉCNICA

- **Coordenação Técnica Geral**  
Dr. Marco Antonio Monteiro Granzinolli, 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

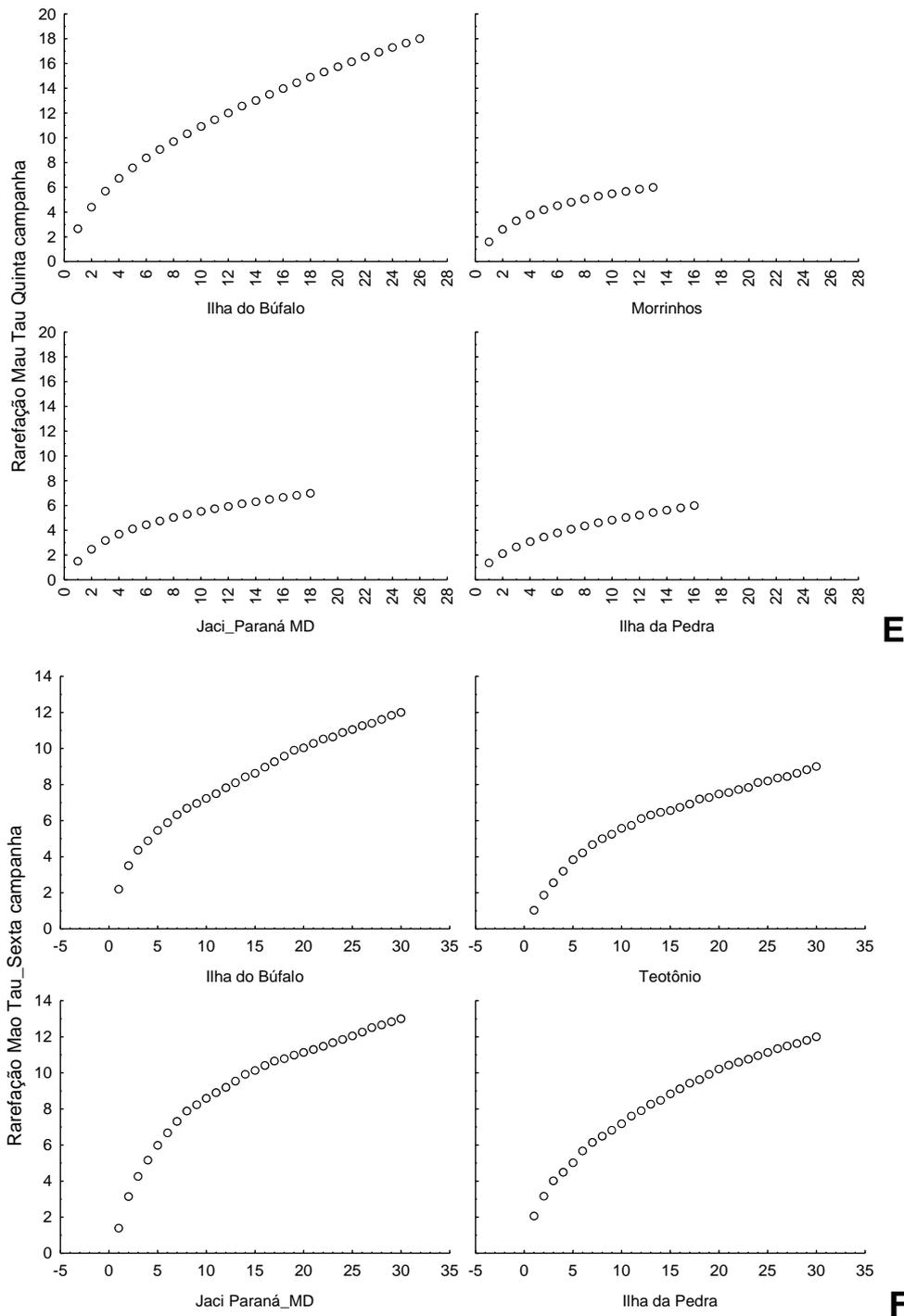
## 8. ANEXO I.



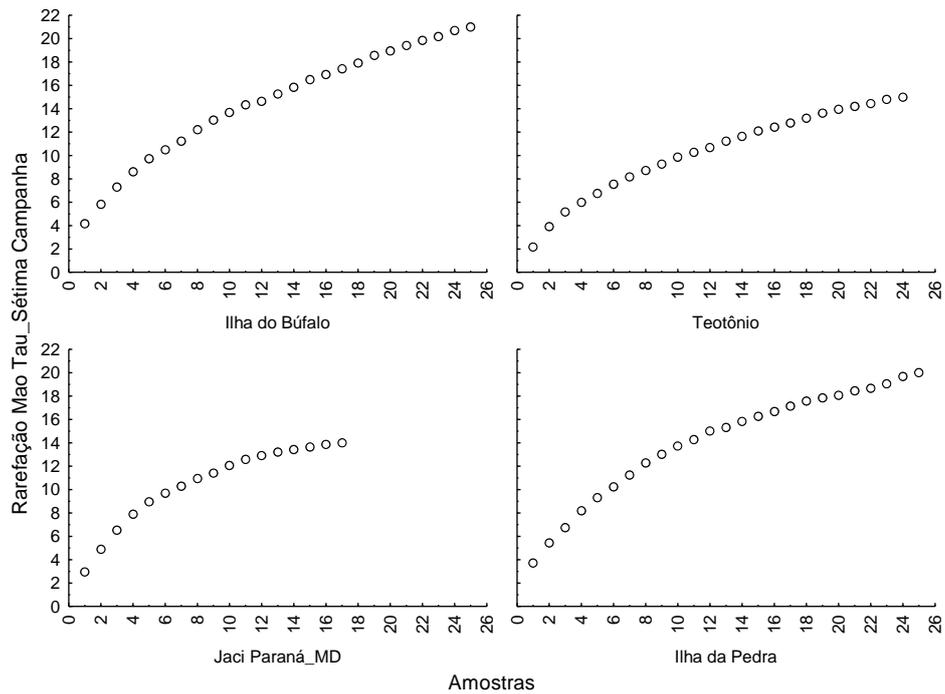
**Figura 1A.** Análises de Rarefação (*Mao Tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: A) primeira campanha (setembro de 2010), B) segunda campanha (janeiro/fevereiro de 2011).



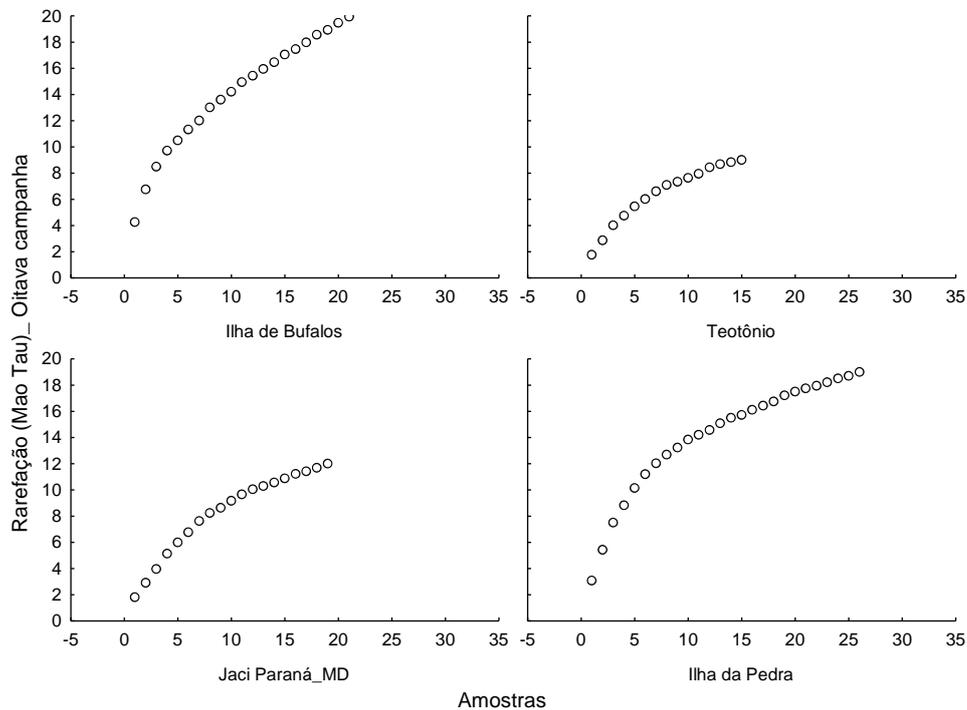
**Figura 1A. Continuação.** Análises de Rarefação (*Mao Tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná - MD e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO:; C) terceira campanha (março/abril de 2011).: D) quarta campanha (junho de 2011)



**Figura 1A. 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),

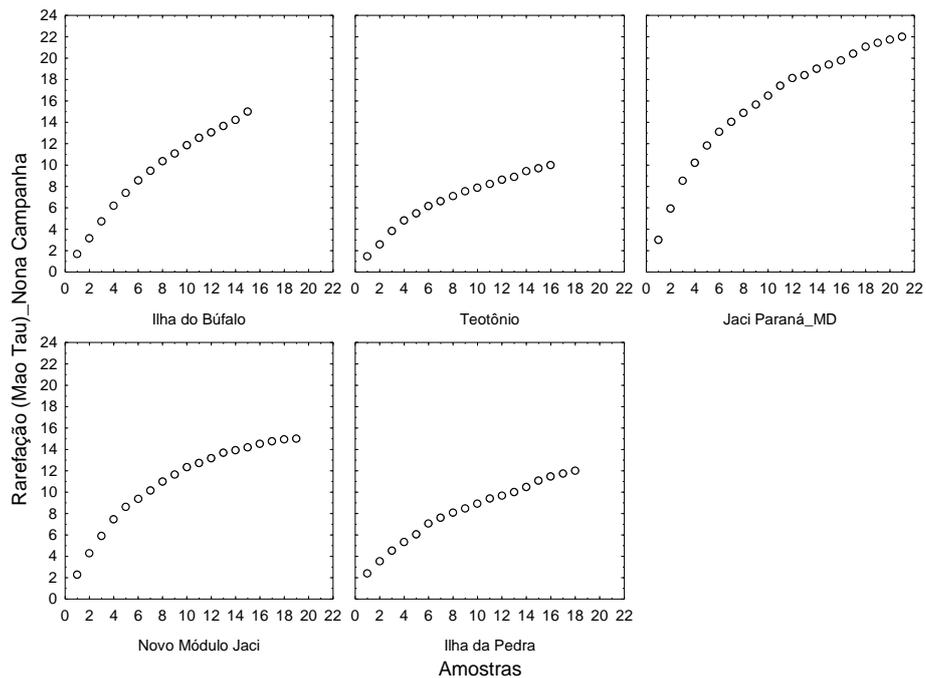


G



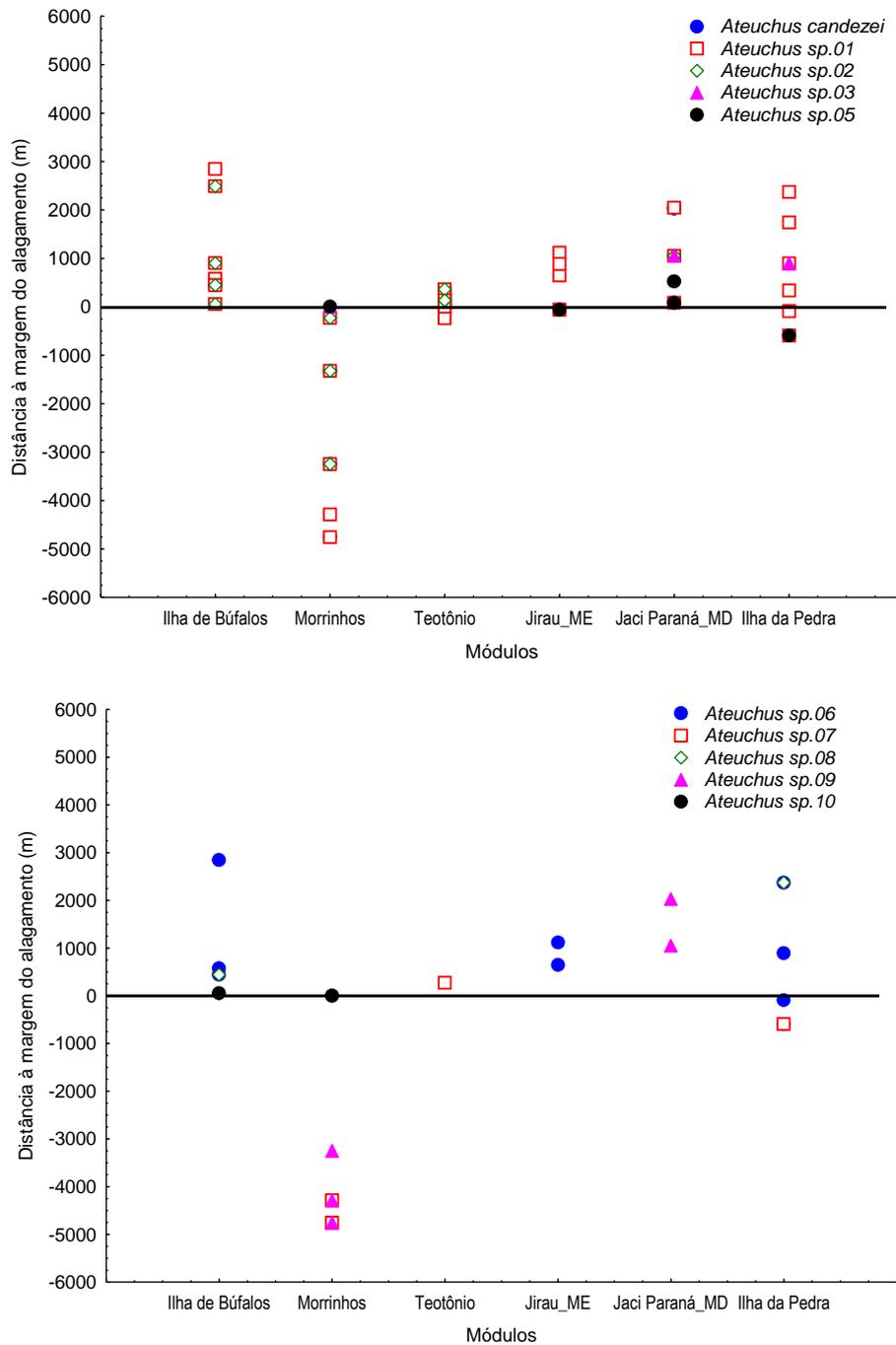
H

**Figura 1A. 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: G) sétima campanha (fevereiro/março de 2012), H) oitava campanha (maio/junho de 2012).

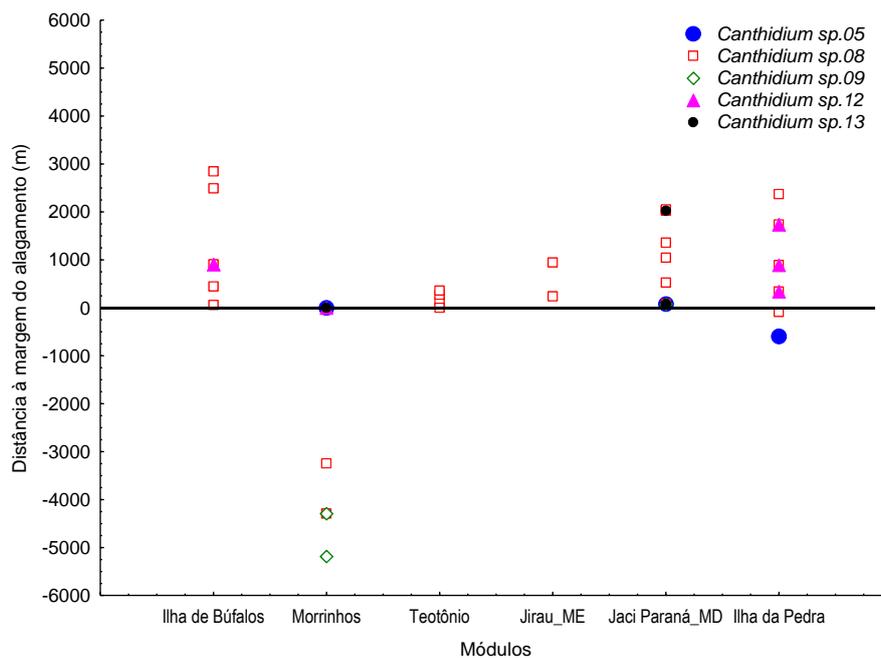
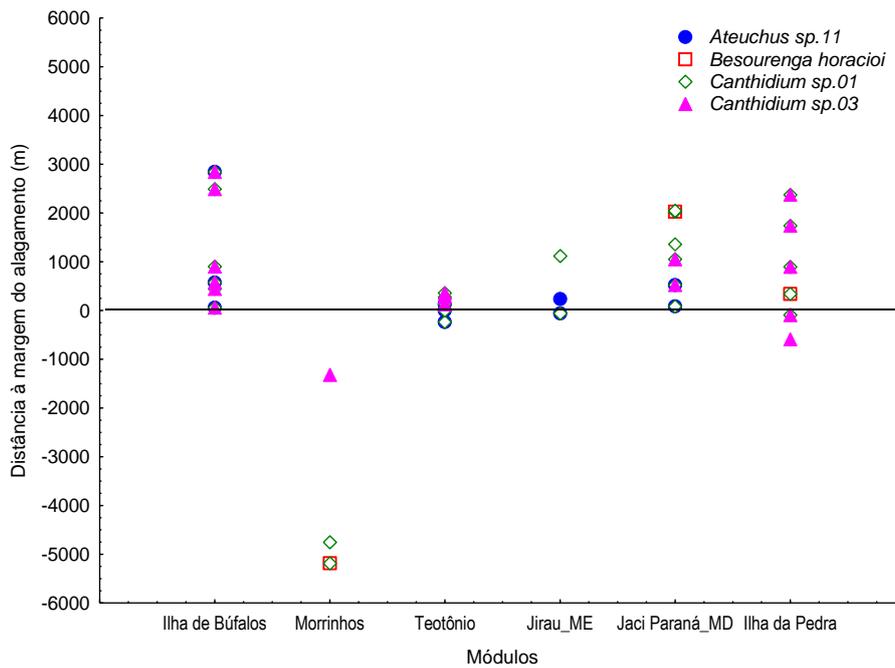


**Figura 1A. Continuação.** Análises de Rarefação (*Mao tau*) para os módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná – MD, Novo Módulo Jaci e Ilha da Pedra, nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO: I)

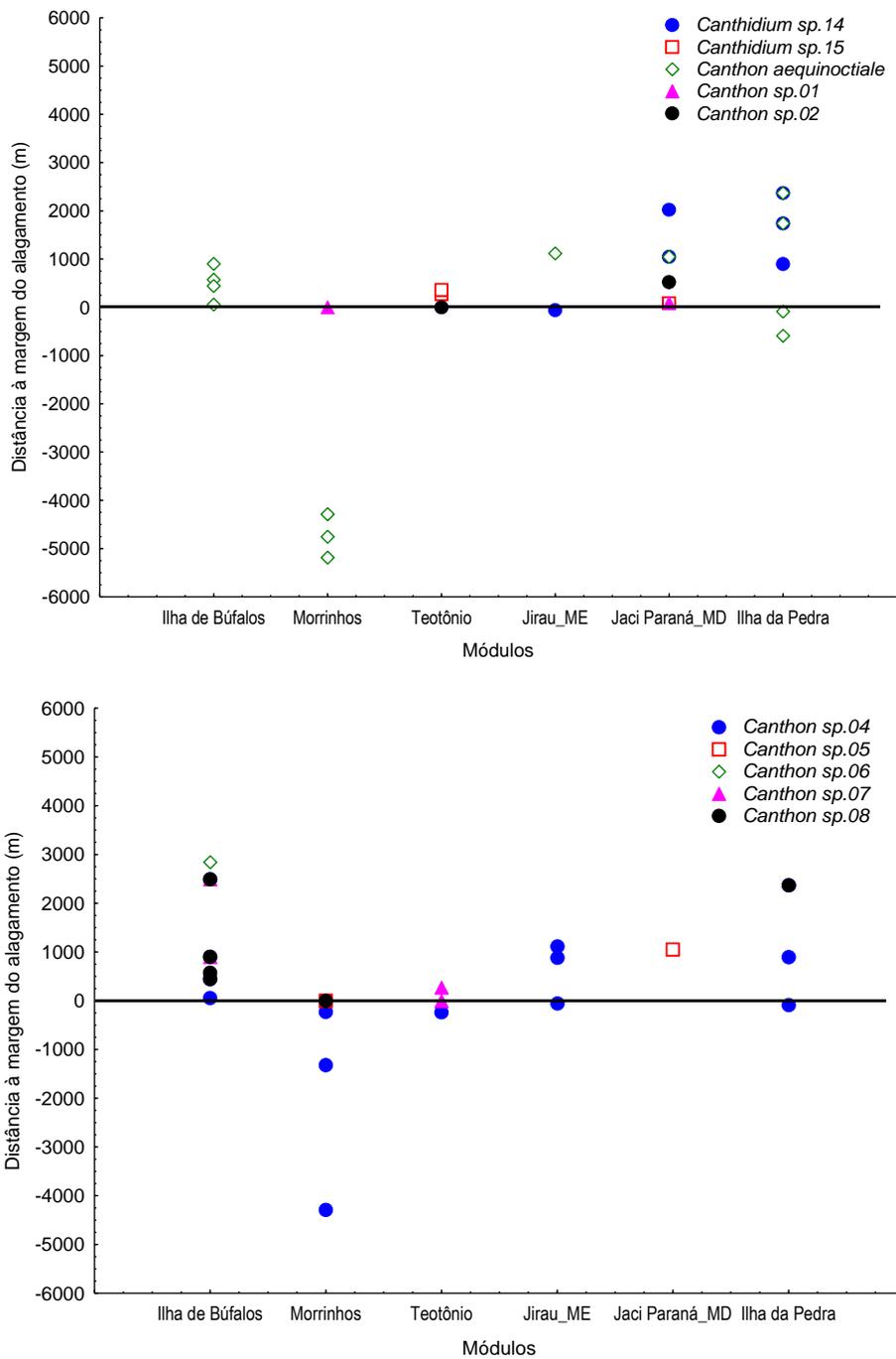
## Anexo 2



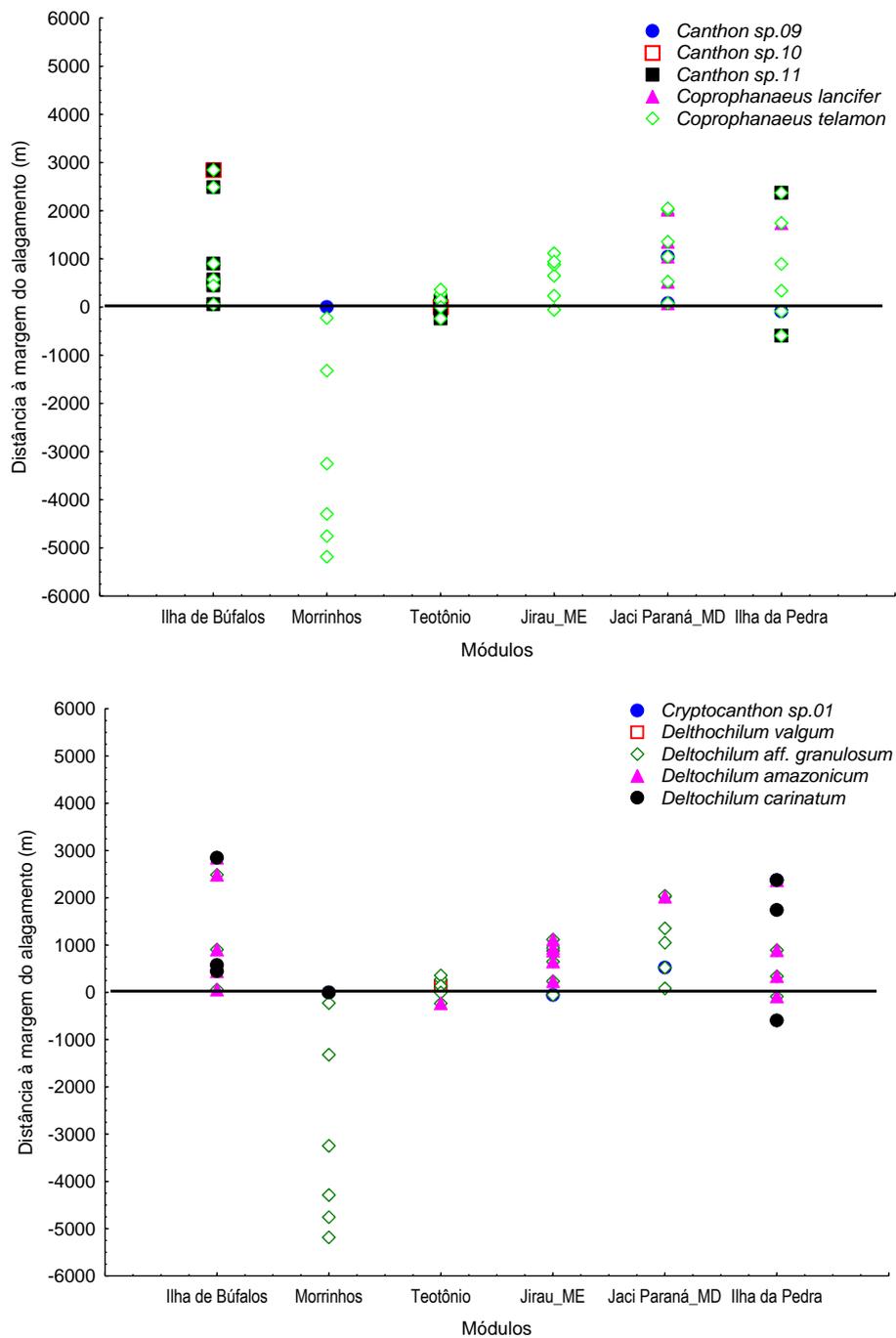
**Figura 2A.** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas, da primeira à décima campanha, e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



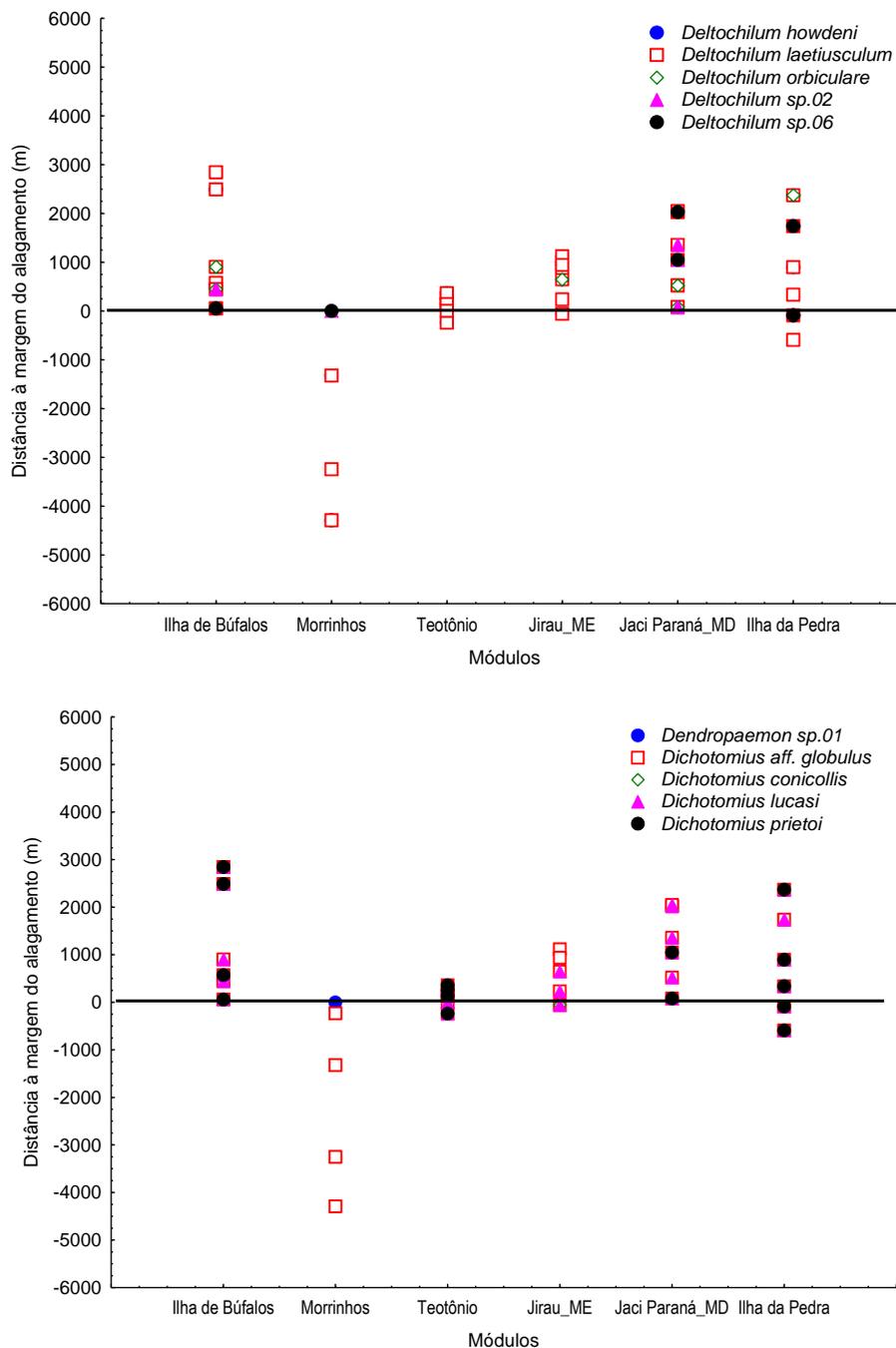
**Figura2A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas, da primeira à décima campanha, e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau - ME, Jaci Paraná - MD, Ilha da Pedra.



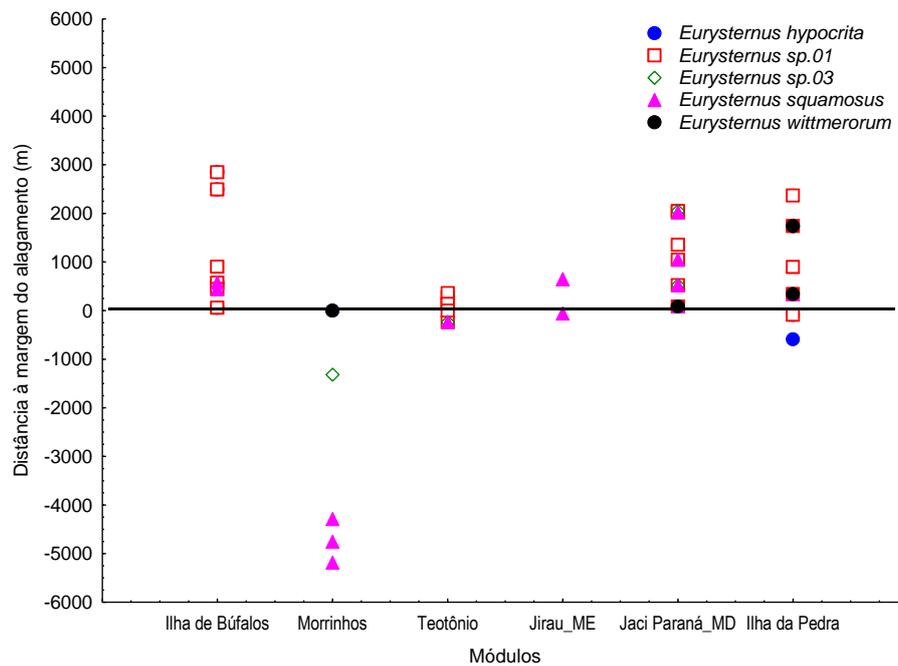
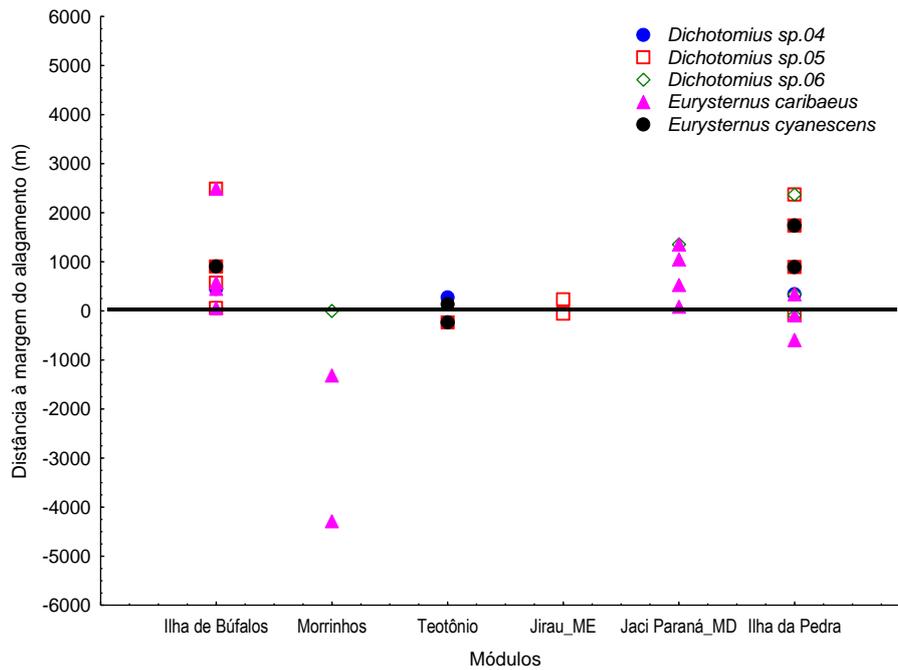
**Figura2A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas, da primeira à décima campanha, e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



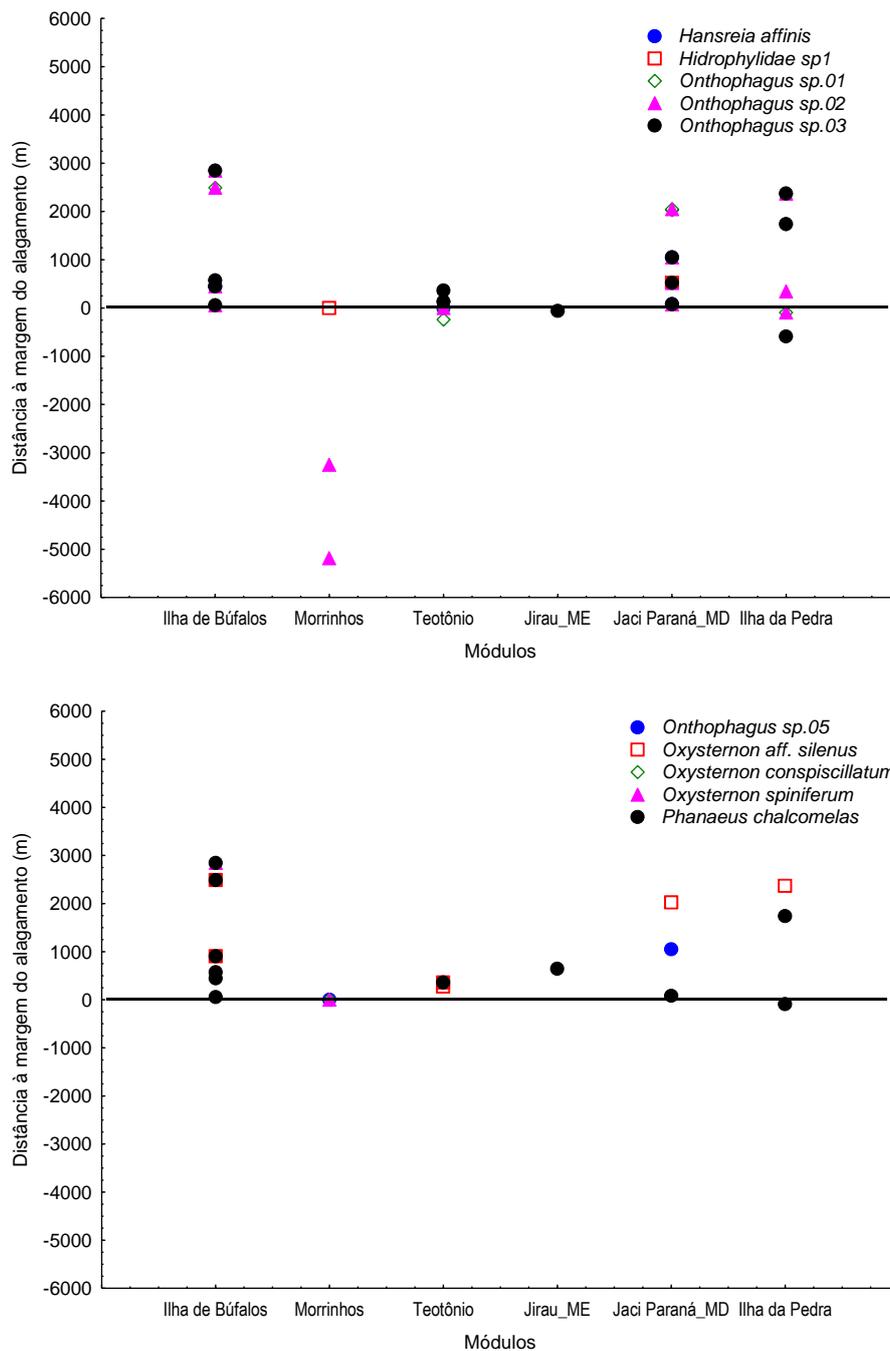
**Figura 2A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas, da primeira à décima campanha, e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



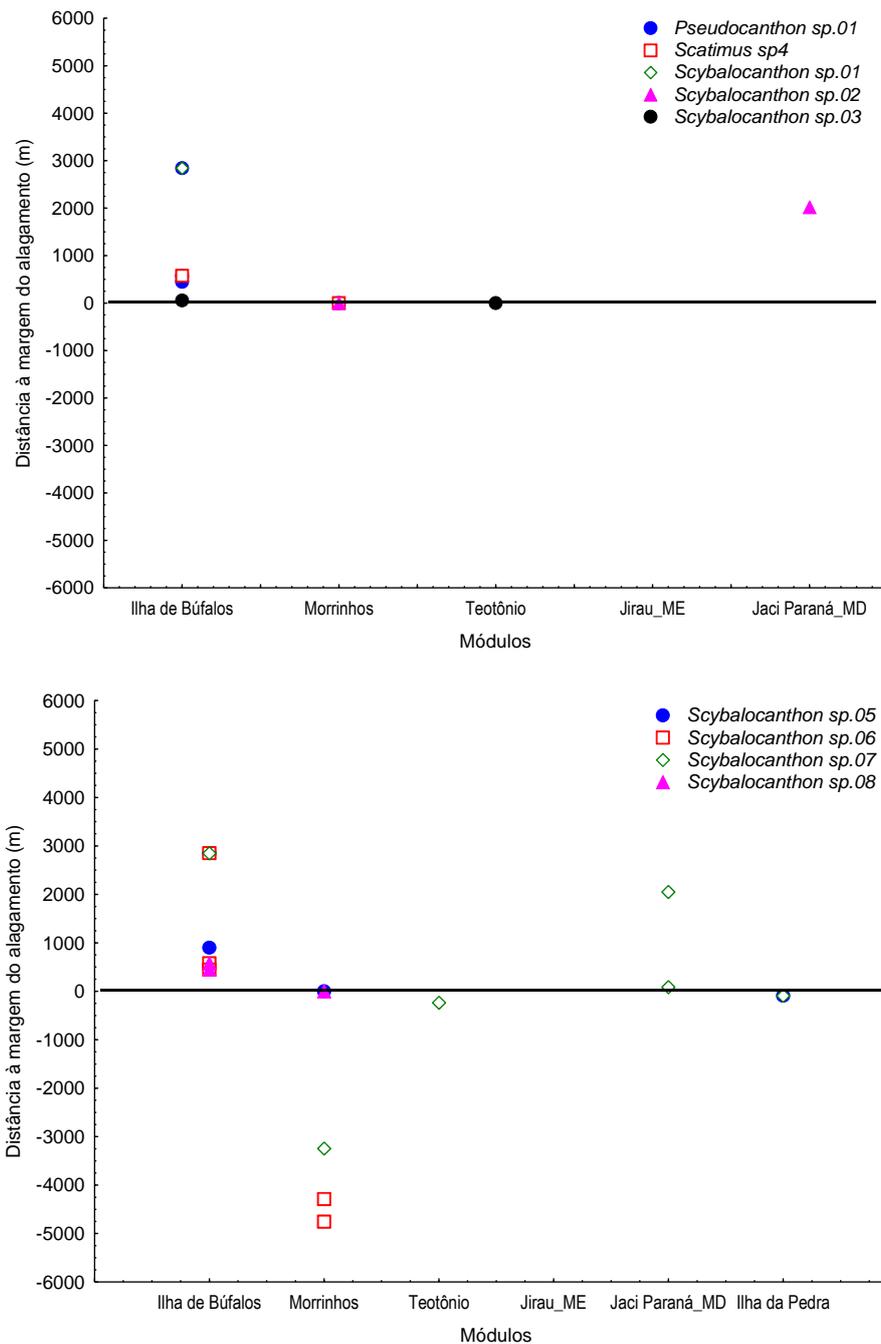
**Figura 2A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas, da primeira à décima campanha, e não afetadas diretamente pelo processo de alagamento na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho nos Módulos Ilha do Búfalo, Morrinhos, Teotônio, Jirau ME, Jaci Paraná MD, Ilha da Pedra.



**Figura 2A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas, da primeira à décima campanha, 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.



**Figura 2A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas, da primeira à décima campanha, 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.



**Figura 2A. Continuação** Espécies de besouros copronecrofagos amostradas, da primeira à décima campanha, 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.