

## UHE SANTO ANTÔNIO

### PROGRAMA DE CONSERVAÇÃO DE FAUNA

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

#### FORMIGAS

São Paulo  
Outubro 2013

## ÍNDICE GERAL

1. APRESENTAÇÃO.....	3
2. INTRODUÇÃO.....	3
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	6
3.1. Pontos Amostrais.....	6
3.2. Análise dos Dados.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	48
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
7. EQUIPE TÉCNICA.....	55
8. ANEXOS.....	57

## 1. APRESENTAÇÃO

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

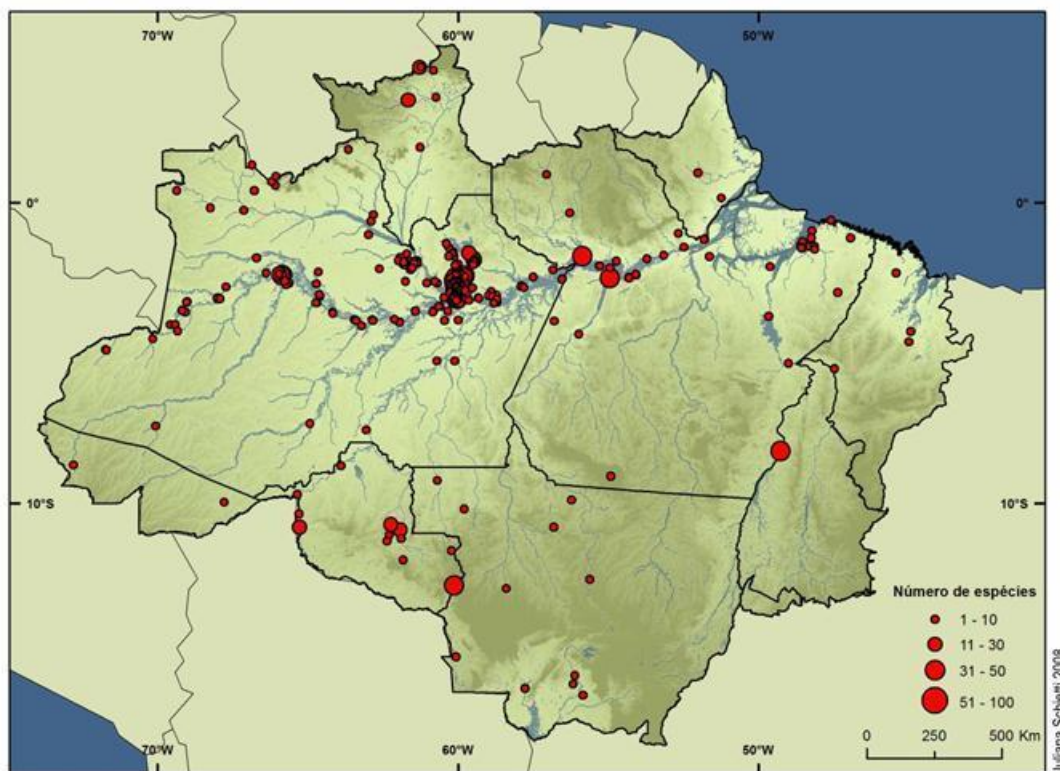
## 2. INTRODUÇÃO

Nos trópicos, os invertebrados constituem aproximadamente 93% da biomassa animal (Fittkau & Klinge, 1973; Wilson, 1987) e vivem, em sua maioria, nas florestas (Hubbell & Foster, 1992). As formigas (Hymenoptera: Formicidae), juntamente com os cupins, correspondem a 1/3 desta biomassa (Wilson, 1987) e, portanto, são de presença evidente em grande parte dos ecossistemas terrestres (Longino *et al.*, 2002). As formigas são altamente abundantes, possuem dominante contribuição em diversidade de espécies (Rosenberg *et al.*, 1986; Andersen & Majer, 2004), ampla distribuição e são relativamente fáceis de coletar e de identificar (Holdobler & Wilson, 1990; Alonso & Agosti, 2000). A influência exercida nos solos por esses animais é muito grande (Lobry de Bruyn, 1999) e, muitas vezes, são usados como modelos para responder a diferentes questões ecológicas (Kaspari & Weiser, 2000). As muitas espécies de formigas que nidificam em folhas e/ou troncos caídos no chão das florestas constroem ninhos efêmeros, que são considerados sensíveis a modificações no hábitat (Byrne, 1994), sendo assim, um bom indicador dos impactos antrópicos.

Entre as formigas, as espécies associadas à serapilheira estão entre as mais diversas, apresentando não apenas maior riqueza, mas também diversidade morfológica e funcional elevadas (Wilson, 1987; Silva & Brandão, 2010). Em função da dominância ecológica e numérica, as formigas assumiram uma posição de importância em estudos de padrões de diversidade, os quais as apontam como fatores determinantes na composição da fauna de invertebrados em geral e na estrutura da vegetação (Majer, 1983; Hölldobler & Wilson, 1990; Vasconcelos, 1999; Alonso, 2000; Feldmann *et al.*, 2000).

A região tropical abriga a maior diversidade de formigas do planeta (Verhaagh, 1991; Ryder *et al.*, 2010), e alguns estudos têm apontado uma grande concentração de espécies na amazônia brasileira (Kempf, 1970; Benson & Harada, 1988; Oliveira *et al.*, 2009). Os fatores ambientais que controlam a distribuição de espécies de formigas estão correlacionados com fatores climáticos, tipo de solo e composição da vegetação (Hölldobler & Wilson, 1990). Alguns destes fatores determinantes da distribuição das espécies de formigas são bem conhecidos na região amazônica para diversos grupos de formigas. Carvalho (1998), estudando as comunidades de formigas que nidificam em galhos caídos no chão da floresta, em remanescentes de mata primária ao norte de Manaus – AM verificou o aumento da densidade de formigas na borda da floresta. Fagundes (2003) obteve resultados significativos quanto ao padrão de distribuição de formigas da subfamília Ponerinae por meio de alguns fatores físicos da paisagem, como por exemplo, porcentagem de argila e quantidade de serapilheira presentes no solo.

Apesar das formigas responderem rapidamente às mudanças do ambiente, esse grupo não é amostrado de maneira uniforme na região amazônica e a maior parte do conhecimento está concentrado ao redor dos maiores centros urbanos. De acordo com os dados da Coleção de Invertebrados do INPA – AM, a maioria do conhecimento sobre a distribuição das espécies de formigas na Amazônia se concentra em áreas de fácil acesso. Tanto os locais mais bem estudados, quanto os menos estudados estão ao redor de cidades, das margens dos rios navegáveis, estradas ou em unidades de conservação (Figura 1).



**Figura 1.** Número de espécies de formigas, por local de coleta, depositado na Coleção de Invertebrados do INPA. O mapa não mostra espécimes morfotipados.

A coleção de formigas do INPA não abriga exemplares de todas as expedições de campo ocorridas na Amazônia, mas pode ser usada como um bom indicador do conhecimento sobre este grupo. Os pontos no mapa da Figura 1 representam aproximadamente 63.000 formigas depositadas na coleção de invertebrados do INPA. As áreas com maior diversidade de formigas na Amazônia brasileira são as mais próximas das grandes cidades, provavelmente porque são mais bem estudadas e não necessariamente porque são mais diversas (Baccaro *et al.*, 2008).

Apesar dos vários estudos locais na Amazônia, como na região de Manaus, Belém e na Serra dos Carajás, há poucos estudos sobre a caracterização regional da fauna de formigas, em especial nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, em construção no rio Madeira, município de Porto Velho, Estado de Rondônia. Em função da diversidade e, por consequência, da importância ecológica do grupo das formigas, 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. Desde forma, no presente relatório são consolidados os dados da primeira à décima campanha de monitoramento de Formicidae - Subprograma de Monitoramento da Entomofauna nas áreas de influência da UHE Santo Antônio.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Pontos Amostrais

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 de formigas foi realizada entre os dias 21 de outubro e 02 de novembro de 2010, ainda no período de seca; a segunda campanha entre os dias 07 e 20 janeiro de 2011; a terceira campanha entre os dias 30 de março e 13 de abril de 2011, no período chuvoso; a quarta campanha entre os dias 07 e 27 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); iv) a partir da nona campanha está sendo realizada coleta no Novo Módulo.

A partir da nona campanha, realizada entre os dias 16 de janeiro a 03 de fevereiro de 2013, e décima campanha realizada entre os dias de 16 a 30 de abril de 2013, foram amostrados os seguintes módulos: i) Ilha do Búfalo, ii) Ilha da Pedra, iii) Teotônio, iv) Jaci-Paraná - MD e v) Novo Módulo Jaci (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 abril de 2013) foram realizadas após o enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio.

**Tabela 1.** Localização (coordenadas geográficas\*) dos pontos amostrais das coletas de formigas nas dez campanhas de campo (realizadas entre outubro de 2010 e abril de 2013), nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO (T= transecto). \*Coordenadas referentes ao início da parcela.

Módulo	Campanhas	T	Pontos (km)	Coordenadas Geográficas*	
				X	Y
Ilha do Búfalo	1 a 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 a 4, 6 a 10	2	0	383193	9022531
			0,5	382824	9022865
			1	382471	9023187
			2	381719	9023885
			3	380983	9024570
			4	380212	9025190
Jirau – ME	1 a 4	2	0	310439	8968462
			0,5	310913	8968288
			1	313328	8968143
			2	312344	8967755
			3	312244	8967412
			4	314135	8967083
Jaci-Paraná - MD	1 a 10	2	0	346904	8954694
			0,5	347396	8954804
			1	347940	8954868

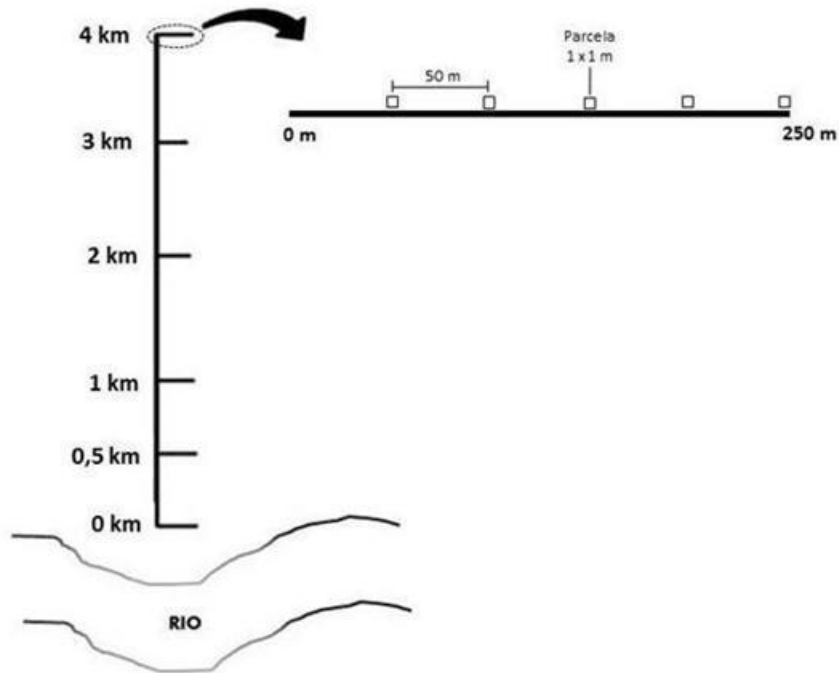


Módulo	Campanhas	T	Pontos (km)	Coordenadas Geográficas*	
				X	Y
Jaci-Paraná - MD	1 a 10	2	2	348933	8954964
			3	349875	8955078
			4	350943	8955206
Novo Módulo Jaci	9, 10	3	0	348667	8960718
			0,5	348569	8960501
			1	347695	8960526
			2	346707	8960326
			3	345726	8960128
			4	344748	8959933
Ilha da Pedra	1 a 10	2	0	334967	8988015
			0,5	335307	8988404
			1	335582	8988753
			2	336332	8989521
			3	336964	8990336
			4	337699	8991071

O protocolo adotado para coletas de formigas de serapilheira foi o chamado ALL Protocol (*Ants of the Leaf Litter*), padronizado globalmente nos inventários sobre a fauna de formigas de serapilheira (Alonso & Agosti, 2000). Em cada módulo, foi utilizado um dos dois transectos de 5 km de extensão, no qual foram utilizadas as seis primeiras parcelas: 0 km, 0,5 km, 1,0 km, 2,0 km, 3,0 km e 4,0 km. No caso do Novo Módulo Jaci foi utilizado o T3, o único transecto de 5 km de extensão. Em seguida, em cada uma das parcelas foram estabelecidas cinco subparcelas (1 x 1 m) localizadas nas seguintes posições dentro da parcela: 50 m, 100 m, 150 m, 200 m e 250 m (Figura 2).

As amostras coletadas em cada uma das subparcelas (Figura 3) foram colocadas em extratores do tipo mini *Winkler* (Figura 4), e triadas após 24 h, completando a triagem (Figura 5). O material foi colocado em álcool 90%, identificado e analisado em sequência a cada uma das campanhas de coleta, utilizando microscópio estereoscópio.





**Figura 2** - Transecto de um módulo para coletas de formigas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO, com as distâncias de coletas a partir da margem do rio. Em detalhe os pontos de amostragens a partir do transecto principal.



**Figura 3** - Subparcelas (1 x 1 m) e material de serapilheira coletada nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO, sendo depositada em sacos para posterior extração nos mini *Winklers*.



**Figura 4** - Mini *Winklers* com as amostras dos transectos nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO, aonde as formigas vão sendo depositadas no fundo.



**Figura 5** - Bióloga em processo de triagem para a separação das formigas coletadas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

### 3.2. Análise dos Dados

Para a avaliação da eficiência amostral foram feitas curvas de rarefação de espécies, tanto para a soma dos dados de todos os módulos quanto para cada módulo separadamente. Para tal, foi utilizado o método de randomização com 1000 permutações. Assim, foram geradas 1.000 curvas de acumulação de espécies, aleatorizadas em função da ordem das amostras, sem repetição. Cada ponto da curva corresponde à média deste nas 1.000 curvas e está associado a um desvio-padrão.

Considerando que formigas são insetos sociais, a abundância observada não é o número de indivíduos, e sim, o número de colônias. Para tanto, considerando que as amostras são independentes, a abundância observada é o número de amostras em que determinada espécie esteve presente. Assim, a abundância máxima por amostra é de uma colônia por amostra e a abundância máxima por módulo é o número total de amostras coletadas (no caso, 30 por transecto).

Como estimadores de riqueza foram utilizados três índices comumente empregados em estudos sobre diversidade de formigas (*Chao I*, *Bootstrap* e *Jackknife I e II*) (Agosti *et al.*, 2000). Como indicadores de diversidade foram calculados os índices de *Simpson* e *Shannon*. O índice de *Simpson* varia de 0 a 1, onde valores mais próximos de 1 indicam uma maior diversidade. Para o índice de *Shannon*, quanto maior for o valor registrado, maior será a diversidade da assembleia em estudo. Os índices de diversidade e estimadores de riqueza foram calculados para as dez campanhas. Adicionalmente foram construídas curvas de rarefação para as 10 campanhas compiladas, com a riqueza observada, usando o índice de *Mao tau* e riqueza estimada usando o índice *Jackknife I*.

Para testar se havia diferença entre as assembleias coletadas nos módulos e nas campanhas realizadas, composição qualitativa da comunidade de formigas foi reduzida a duas dimensões com a técnica de Análise de Coordenadas Principais (PCoA), aplicada sobre uma matriz de associação calculada com o índice de Sørensen para dados qualitativos, que é bom para em detectar gradientes ecológicos subjacentes (Faith *et al.*, 1987) e testada à significância das diferenças nas composições das assembleias de formigas utilizando a Análise de Variância Multivariada (MANOVA) não paramétrica (Anderson, 2001).

Para avaliar as relações de similaridade dos sítios amostrais foi utilizado o coeficiente de *Jaccard*, resultando em uma matriz de dissimilaridade. A partir da matriz, foi gerado um dendrograma para detectar os agrupamentos de similaridade de espécies. A distância entre os agrupamentos foi calculada utilizando a média das distâncias euclidianas.



Além do cálculo dos índices e as análises de similaridade, foram feitos diagramas da distribuição das espécies de formigas coletadas nas campanhas em função das distâncias das cotas de alagamento para formação do lago. Tais diagramas indicam quais espécies têm as distribuições mais restritas às áreas que foram alagadas e por isso são vulneráveis. Adicionalmente, foram estimadas as probabilidades de detecção dessas mesmas espécies. Para as estimativas de probabilidade de detecção foi utilizado o programa *Presence* v. 4.0 (Hines, 2006).

Para verificar se as variáveis ambientais influenciam a distribuição das formigas na área do empreendimento, foi utilizado a análise de redundância (RDA). Esta análise é uma extensão da regressão múltipla multivariada, porém, é uma análise direta, onde os dados brutos de formigas são confrontados com as variáveis ambientais selecionadas. Neste relatório, as variáveis ambientais utilizadas na RDA foram: coordenadas geográficas dos módulos, inclinação do terreno, altitude do terreno, química do solo (P, K, Ca+Mg, Ca, Mg, N, Matéria orgânica), granulometria do solo (percentual de areia, silte e argila) e diâmetro na altura do peito médio das árvores (DAP).

Nas comparações entre os períodos antes e depois do enchimento do reservatório foram utilizadas as informações dos módulos em que existem campanhas realizadas nos dois períodos, são eles: Ilha do Búfalo, Ilha da Pedra, Jaci-Paraná – MD e Teotônio.

Em função da alta diversidade e a grande abundância de indivíduos coletados por amostra, muitos dos quais necessitam de limpeza de detritos aderidos ao tegumento, o processo de identificação, que muitas vezes exige a montagem a seco, para a composição de uma coleção de referência, com rotulagem, identificação e inclusão nas coleções depositárias, pode ser bastante prolongado. Assim, algumas das espécies coletadas ainda estão em processo de identificação ou confirmação taxonômica.

As análises foram realizadas no programa *R* (R Development Core Team, 2013) e no *EstimateS* (Colwell, 2013).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final de dez campanhas realizadas foram coletados 31.988 espécimes identificados em 49 gêneros e 280 espécies (Anexo Tabela AI). Os módulos com maior número de espécies coletadas nas dez campanhas foram e Jaci-Paraná - MD com (168), seguido de Ilha da Pedra (166); Ilha do Búfalo (159); Teotônio (144); Novo Módulo Jaci (102) e os de menor número foram Morrinhos (58) e Jirau - ME (34). O Novo Módulo Jaci, parece ser um módulo com uma riqueza elevada, levando em conta que em duas campanhas

realizadas já superou em número de espécies os módulos de Morrinhos e Jirau – ME, ambos com quatro campanhas de amostragem.

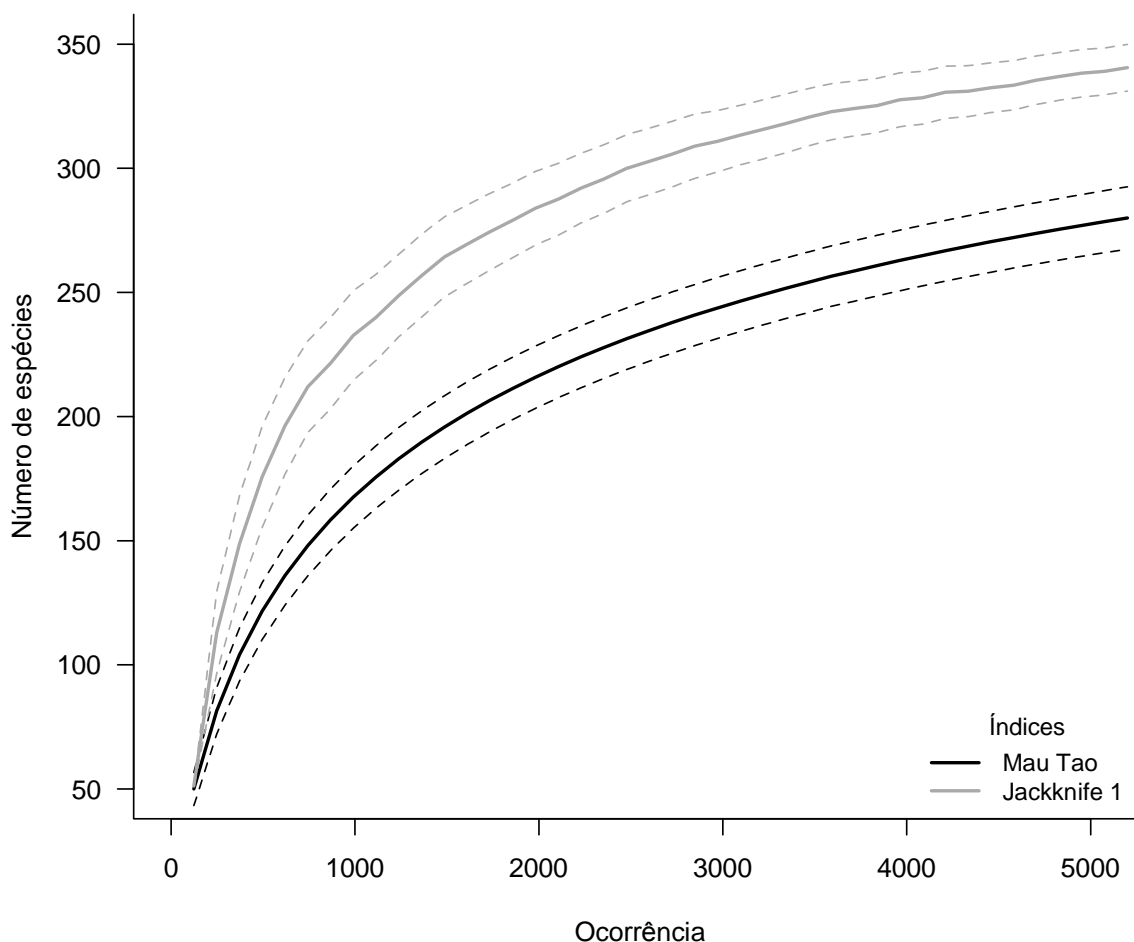
O módulo com maior número de indivíduos ao longo das dez campanhas foi Jaci-Paraná - MD (7.984), seguido de Ilha da Pedra (7.095), Ilha do Búfalo (5.899), Teotônio (4.637), Jirau – ME (2.420), Novo Módulo Jaci (2.114) e Morrinhos (1.839).

Considerando-se todas as 10 campanhas realizadas, cerca de 36% das espécies registradas foram consideradas raras, por possuírem frequências relativas de apenas 2 (*doubletons*) ou 1 (*singletons*) indivíduos nas parcelas. Em relação à dominância das espécies, no somatório das campanhas, as espécies mais abundantes (com mais de 1000 indivíduos) foram *Crematogaster tenuicula*, *Hypoponera* sp. 4, *Pheidole* sp. 2, *Pheidole* sp. 50, *Solenopsis* sp. 1, *Solenopsis* sp. 2, *Solenopsis* sp. 6, *Strumigenys denticulata* e *Wasmannia auropunctata* com 16.335 indivíduos. Juntas estas nove espécies representaram aproximadamente 51% dos indivíduos coletados.

Após 10 campanhas, as quatro espécies registradas com ampla distribuição temporal foram *Anochetus diegensis*, *Blepharidatta brasiliensis*, *Solenopsis* sp. 1 e *Wasmannia auropunctata* sendo registradas em todas as 10 campanhas independente da época ou estação do ano. Dentre estas, *Wasmannia auropunctata* merece destaque por ter a sua frequência elevada a partir da quinta campanha em diante, que coincide com o fim do enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio. Esta espécie é um exemplo de indicador ecológico usado em ambientes fragmentados sobre a comunidade de formigas (Ambrecht & Ulloa-Chacón, 2003; Breton *et al.*, 2003).

Depois de 10 campanhas, 8 espécies foram identificadas como frequentes em todos os módulos coletados, são elas: *Apterostigma* sp. 4, *Blepharidatta brasiliensis*, *Hypoponera* sp. 4, *Hypoponera* sp. 5, *Strumigenys denticulata*, *Solenopsis* sp. 1, *Solenopsis* sp. 6 e *Strumigenys eleongata*. Destas 8 espécies, apenas *Hypoponera* sp. 4, *Strumigenys denticulata*, *Solenopsis* sp. 1 e *Solenopsis* sp. 6 também foram registradas como mais abundantes, sendo estas as espécies com ampla distribuição geográfica (todos os módulos), além de dominância numérica (mais de 1000 espécimes) na área de influência da SAE.

As curvas de rarefação construídas com a riqueza observada (*Mao Tau*) e estimada (*Jackknife 1*) com os dados de todas as 10 campanhas e seis módulos indicam uma tendência a estabilização devido ao grande esforço executado. Entretanto o estimador sugere que ainda falta 64 espécies em média para alcançar a riqueza estimada para área de influência da UHE Santo Antônio.



**Figura 6.** Análises de Rarefação da assembleia de formigas com riqueza observada (*Mao Tau*) e estimativa da riqueza (*Jackknife 1*), considerando-se o somatório das dez campanhas (outubro de 2010 à abril de 2013), para o todos dos módulos nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

Ao analisar a riqueza e a abundância das formigas por campanha, verifica-se que a nona campanha foi a que obteve maior valor de riqueza, seguida da sexta campanha. A campanha com maior abundância foi a primeira, seguida da nona campanha. A campanha com menor valor de riqueza e abundância foi a segunda campanha. (Tabela 2). Vale salientar que a grande maioria dos estudos é conduzida em épocas menos chuvosas, já que a chuva reduz a eficiência do mini *Winkler* (Bestelmeyer *et al.*, 2000).

**Tabela 2.** Número de espécies (Riq.) e abundância (N) de formigas coletadas da primeira à décima campanha do monitoramento de fauna nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. \*Módulo não coletado na referida campanha.

Campanhas	Ilha Búfalos		Ilhas Pedras		Jaci-Paraná		Teotônio		Jirau-ME		Morrinhos		Novo Módulo Jaci		Total	
	Riq.	N	Riq.	N	Riq.	N	Riq.	N	Riq.	N	Riq.	N	Riq.	N	Riq.	N
1	24	1218	31	1733	17	1080	27	957	29	1410	8	680	*	*	53	7078
2	1	16	14	264	19	257	16	174	7	49	6	41	*	*	30	801
3	17	314	22	529	15	291	19	349	19	445	*	*	*	*	35	1928
4	26	467	27	689	16	207	25	402	24	516	22	232	*	*	38	2513
5	61	1031	71	945	58	1359	*	*	*	*	37	884	*	*	115	4220
6	64	1036	59	1272	74	1794	68	846	*	*	*	*	*	*	134	4948
7	26	271	41	467	38	840	40	235	*	*	*	*	*	*	85	1814
8	35	624	42	423	43	761	52	812	*	*	*	*	*	*	90	2629
9	32	353	38	466	56	675	44	238	*	*	*	*	62	1328	137	3060
10	37	569	29	299	36	720	43	623	*	*	*	*	41	786	116	2997
<b>Total</b>	<b>159</b>	<b>5899</b>	<b>166</b>	<b>7095</b>	<b>168</b>	<b>7984</b>	<b>144</b>	<b>4637</b>	<b>34</b>	<b>2420</b>	<b>58</b>	<b>1839</b>	<b>102</b>	<b>2114</b>	<b>280</b>	<b>31988</b>



Os valores dos índices de diversidade (*Shannon* e *Simpson*) foram semelhantes para todos os módulos nas dez campanhas. Houve uma tendência ao aumento nos valores dos índices de diversidade ao longo das campanhas. O módulo de Morrinhos registrou os menores índices de diversidade durante a primeira e segunda campanhas.

Ao compararmos os períodos de pré e pós enchimento do reservatório, verificamos que de maneira geral os módulos registraram maiores valores nos índices no período que antecede o enchimento do reservatório. No período de pré-enchimento, o módulo de Ilha da Pedra registrou os maiores valores do índice de *Shannon* e *Simpson* em três campanhas, seguido de Jaci-Paraná – MD com registro de maiores valores nos índices de diversidade em duas campanhas. No pós-enchimento o módulo que registrou os maiores valores nos índices de *Shannon* e *Simpson* nas cinco campanhas foi Teotônio (Tabela 3).

O número total máximo de espécies/morfoespécies encontrado por campanha foi de 137 na nona campanha, já comparado os períodos de pré e pós enchimento os valores são 201 e 183 respectivamente (Tabela 3). Este valor está abaixo do número de espécies encontradas por alguns estudos em ambientes amazônicos, que fica em torno de 250-310 espécies/morfoespécies (Oliveira *et al.*, 2009; Miranda *et al.*, 2012), região conhecida por abrigar a maior diversidade de formigas do planeta (Verhaagh, 1991; Ryder *et al.*, 2010). Entretanto, ao considerar as dez campanhas, o número de espécies registradas para a área sobe para 280 (Anexo, Tabela AI), bem mais adequado das estimativas para a região, indicando que as áreas de influência da UHE Santo Antônio são locais diversos em relação a fauna de formigas.

**Tabela 3.** Riqueza, estimadores de riqueza (*Chao I*, *Jackknife I e II* e *Bootstrap*), índices de diversidade (*Simpson*, *Shannon*) para cada módulo de amostragem nas dez campanhas realizadas individualmente e agrupadas em pré-enchimento e pós-enchimento do reservatório, realizadas nas áreas de influência da UHE de Santo Antônio, Porto Velho – RO.

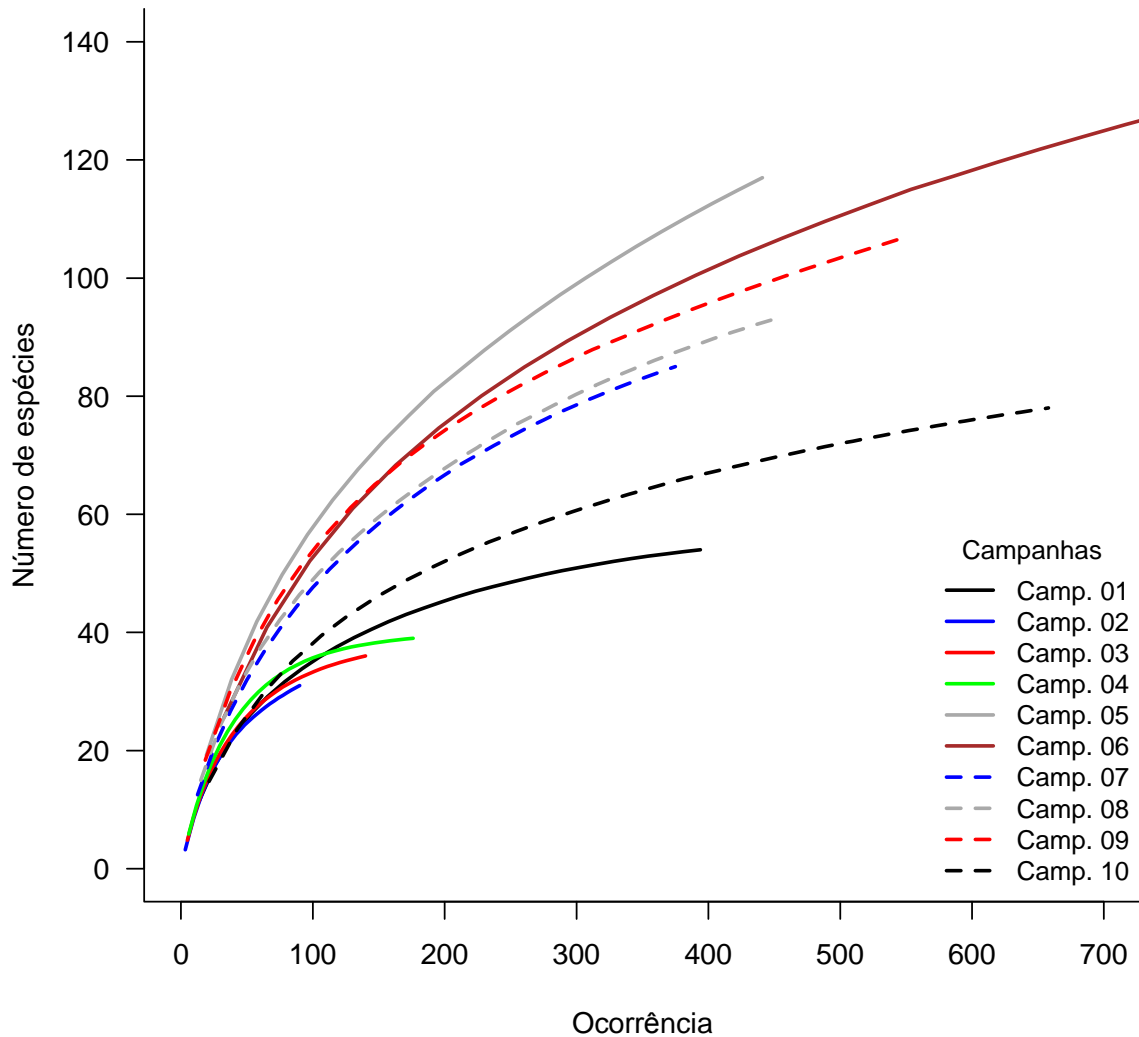
Campanhas	Módulos	Riqueza	<i>Jackknife I</i>	<i>Jackknife II</i>	<i>Bootstrap</i>	<i>Chao I</i>	<i>Shannon</i>	<i>Simpson</i>
1	Ilha do Búfalo	23	30,20	33,35	26,38	7,09	2,28	0,83
	Ilha da Pedra	30	39,60	45,00	34,30	14,38	2,54	0,86
	Jaci-Paraná - MD	17	22,60	24,1	19,76	4,04	1,87	0,76
	Jirau - ME	28	38,40	43,95	32,72	12,72	2,25	0,82
	Morrinhos	8	9,60	10,35	8,74	3,74	1,18	0,56
	Teotônio	27	35,80	37,9	31,42	4,79	2,48	0,88
	Total	53	70,5	80,23	60,87	80,56	2,64	0,87
2	Ilha do Búfalo	1	1,00	-	1,00	1,00	0,00	0,00
	Ilha da Pedra	14	22,00	27,10	17,45	39,00	2,08	0,84
	Jaci-Paraná - MD	18	26,00	29,30	21,75	26,33	2,53	0,90
	Jirau - ME	7	11,50	14,16	8,96	25,00	1,64	0,77
	Morrinhos	6	9,75	11,91	7,64	18,50	1,37	0,68
	Teotônio	15	22,20	25,35	18,34	23,10	2,00	0,83
	Total	30	40,83	45,23	35,13	40,56	2,81	0,92
3	Ilha do Búfalo	17	26,00	31,00	20,99	41,00	2,44	0,89
	Ilha da Pedra	22	29,20	30,10	25,75	26,05	2,72	0,91
	Jaci-Paraná - MD	15	21,40	23,05	18,16	19,57	2,56	0,91

Campanhas	Módulos	Riqueza	<i>Jackknife I</i>	<i>Jackknife II</i>	<i>Bootstrap</i>	<i>Chao I</i>	<i>Shannon</i>	<i>Simpson</i>
3	Jirau - ME	18	26,80	31,6	21,92	33,12	2,39	0,88
	Teotônio	19	29,40	35,85	23,52	47,16	2,63	0,91
	Total	35	45,4	50,5	39,75	49,08	3,08	0,94
4	Ilha do Búfalo	26	41,20	49,45	32,77	51,78	2,72	0,90
	Ilha da Pedra	27	39,00	43,95	32,64	39,50	2,94	0,93
	Jaci-Paraná - MD	16	23,20	25,90	19,42	22,75	2,48	0,89
	Jirau - ME	24	36,00	41,85	29,46	40,07	2,86	0,93
	Morrinhos	22	37,00	46,33	28,45	122,00	2,82	0,92
	Teotônio	25	38,60	46,10	31,05	49,08	2,70	0,89
	Total	38	41,33	42,93	39,7	42,00	3,24	0,94
5	Ilha do Búfalo	62	78,80	82,85	70,46	73,60	3,03	0,92
	Ilha da Pedra	70	99,60	115,05	83,37	115,63	2,90	0,90
	Jaci-Paraná - MD	58	78,00	86,25	67,40	78,83	3,07	0,93
	Morrinhos	34	42,80	44,45	38,50	39,50	2,20	0,80
	Total	115	160,00	184,33	135,13	220,88	3,32	0,94
6	Ilha do Búfalo	65	85,00	92,35	74,59	83,38	2,8	0,88
	Ilha da Pedra	57	73,00	76,00	65,16	67,00	3,07	0,92
	Jaci-Paraná - MD	74	102,00	117,15	86,56	121,11	3,23	0,94
	Teotônio	68	90,40	100,90	78,41	96,00	3,44	0,95

Campanhas	Módulos	Riqueza	<i>Jackknife I</i>	<i>Jackknife II</i>	<i>Bootstrap</i>	<i>Chao I</i>	<i>Shannon</i>	<i>Simpson</i>
6	Total	134	178,25	195,41	155,06	181,04	3,58	0,94
	Ilha do Búfalo	26	30,80	31,70	28,48	29,00	2,54	0,86
	Ilha da Pedra	41	57,80	67,70	48,41	77,75	2,65	0,88
7	Jaci-Paraná - MD	38	52,40	60,05	44,51	61,14	2,57	0,88
	Teotônio	41	57,80	65,9	48,73	63,05	2,94	0,91
	Total	85	122,5	141,5	101,97	154,44	3,08	0,91
8	Ilha do Búfalo	35	47,80	55,15	40,71	60,60	2,54	0,88
	Ilha da Pedra	42	60,40	68,80	50,50	64,04	2,60	0,87
	Jaci-Paraná - MD	42	52,40	55,7	47,14	50,45	2,60	0,89
9	Teotônio	52	72,00	82,95	60,93	86,72	3,08	0,93
	Total	90	128,25	149,75	106,93	198,37	3,25	0,93
	Ilha do Búfalo	43	66,20	81,80	52,86	148,12	2,78	0,89
10	Ilha da Pedra	50	70,00	79,60	59,16	76,04	2,96	0,92
	Jaci-Paraná - MD	65	91,40	105,35	76,89	106,88	3,07	0,92
	Novo Módulo Jaci	75	102,20	116,3	87,34	116,28	2,87	0,85
9	Teotônio	50	69,20	77,30	59,02	70,57	3,4	0,95
	Total	137	189,80	215,45	161,23	207,25	3,53	0,94
	Ilha do Búfalo	45	65,80	78,25	54,10	93,28	2,67	0,86
10	Ilha da Pedra	34	47,60	54,20	40,21	52,06	2,90	0,93

Campanhas	Módulos	Riqueza	<i>Jackknife I</i>	<i>Jackknife II</i>	<i>Bootstrap</i>	<i>Chao I</i>	<i>Shannon</i>	<i>Simpson</i>
10	Jaci-Paraná - MD	49	65,00	71,60	56,57	65,66	2,89	0,89
	Novo Módulo Jaci	61	85,80	99,00	72,17	101,04	2,86	0,89
	Teotônio	56	75,20	83,75	64,97	78,15	3,14	0,93
	Total	116	161,60	185,00	136,67	183,68	3,47	0,94
Pré-enchimento	Ilha do Búfalo	116	150,17	163,00	132,45	147,13	4,25	0,98
	Ilha da Pedra	123	164,67	186,80	141,84	182,52	4,26	0,98
	Jaci-Paraná - MD	122	157,83	168,90	139,48	150,02	4,24	0,98
	Teotônio	98	134,67	152,80	114,89	144,10	4,18	0,98
	Total	201	252,00	268,67	225,91	245,46	4,55	0,98
Pós-enchimento	Ilha do Búfalo	82	111,17	124,90	95,44	116,03	3,63	0,95
	Ilha da Pedra	90	121,20	136,95	104,27	134,74	3,64	0,95
	Jaci-Paraná - MD	110	148,33	167,80	127,47	160,38	3,82	0,96
	Teotônio	110	158,00	185,00	131,31	200,00	4,03	0,97
	Total	183	241,50	267,17	210,28	259,05	4,05	0,96

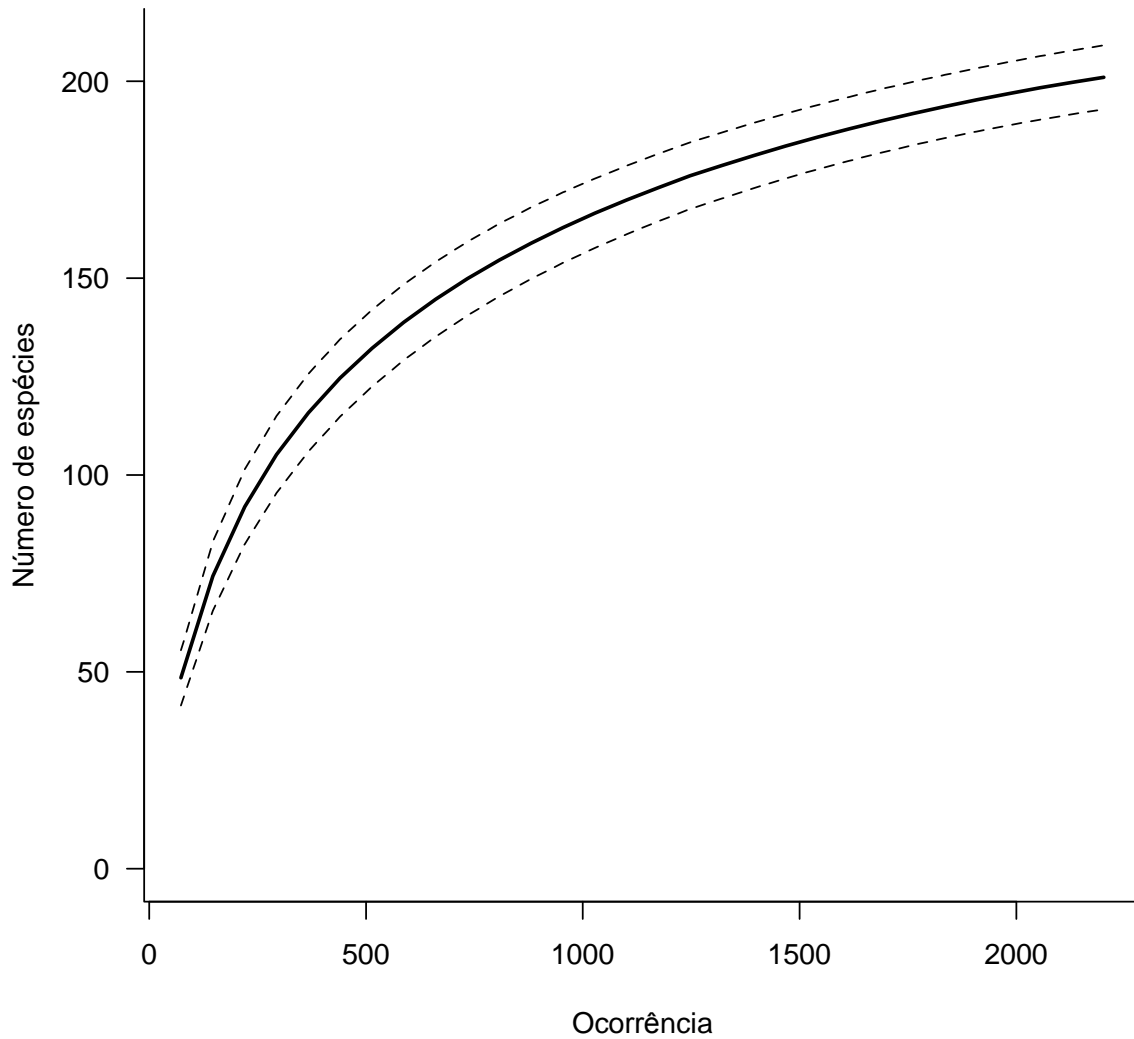
As curvas de acúmulo de espécies não mostram qualquer tendência à estabilização em nenhuma das campanhas entretanto existe uma diferença na eficiência quando as campanhas são comparadas (Figura 7). O mesmo acontece quando as campanhas são compiladas em pré e pós-enchimento do reservatório, onde não há tendência a curva atingir a assíntota (Figura 8 e 9). Esta tendência é bastante comum em invertebrados de forma geral, porém é mais evidenciada em grupos considerados megadiversos como Hymenoptera, ordem em que Formicidae está inserida. Esta ascendência nas curvas indica que a cada amostra coletada, muitas espécies ainda não registradas poderão aparecer na região onde o estudo foi conduzido, inclusive espécies novas para a ciência (Gotelli & Colwell, 2001; Gotelli *et al.*, 2011). Este fato fica evidente após dez campanhas, onde o maior número de espécies registrados em uma campanha foi 137, porém, ao somar a riqueza das dez campanhas, esta alcança a marca de 280 espécies e a cada campanha realizada novas espécies sempre foram adicionadas a lista das encontradas na área de influencia da UHE Santo Antônio.



**Figura 7** - Curva de acumulação de espécies de formigas por ocorrência (frequência de encontros) amostradas nos módulos dez campanhas de monitoramento de fauna nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. Linhas contínuas fazem referencia a campanhas realizadas antes do enchimento do reservatório e as linhas tracejadas referem-se a campanhas pós-enchimento.

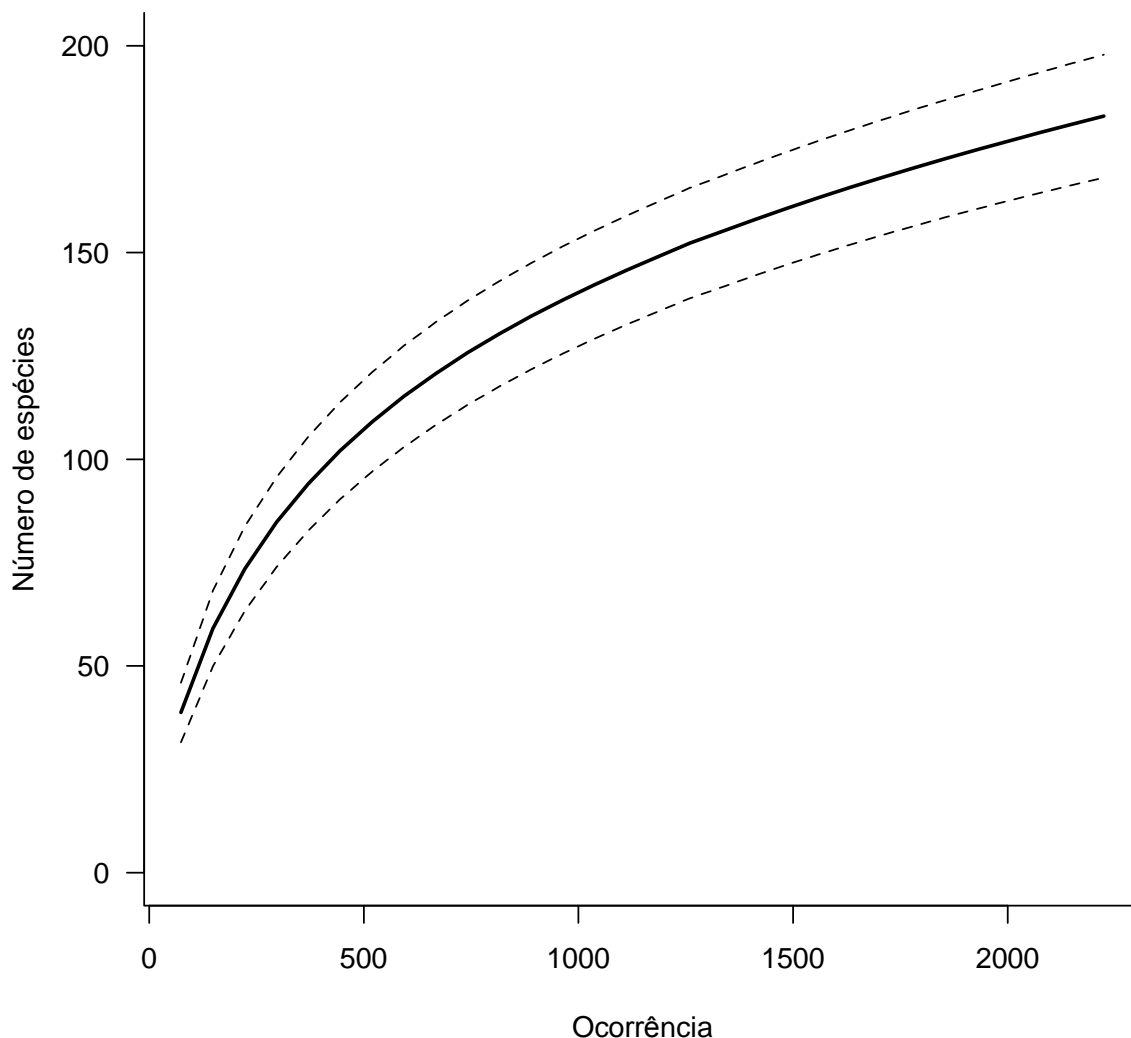


### Pré-enchimento



**Figura 8** - Curva de acumulação de espécies de formigas por ocorrência (frequência de encontros) amostradas nos módulos de Ilha do Búfalo, Ilha da Pedra, Jaci – Paraná – MD e Teotônio nas campanhas (1 à 6) de monitoramento de fauna referentes ao período de pré-enchimento nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

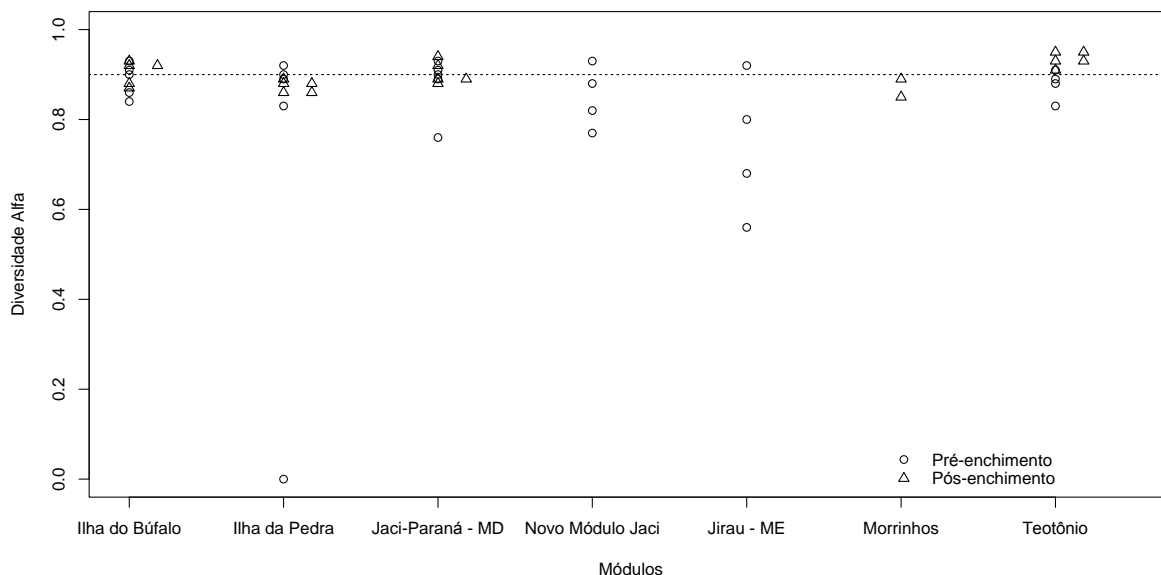
### Pós-enchimento



**Figura 9** - Curva de acumulação de espécies de formigas por ocorrência (frequência de encontros) amostradas nos módulos de Ilha do Búfalo, Ilha da Pedra, Jaci – Paraná – MD e Teotônio nas campanhas (7 à 10) de monitoramento de fauna referentes ao período de pós-enchimento nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

A diversidade alfa (dentro dos módulos) nas dez campanhas se manteve elevada, com todos os módulos com valores médios em torno de 0,9. Os módulos de Jirau – ME e Morrinhos foram amostrados em quatro campanhas apenas e são os que possuem maior variância nos valores de diversidade. O Novo Módulo Jaci, foi amostrado somente nas últimas duas campanhas, e possui uma variância pequena nos dados, mostrando uma constância na sua diversidade (Figura 10). Há muita sobreposição entre os valores da diversidade alfa quando comparamos os eventos de pré-enchimento e pós-enchimento,

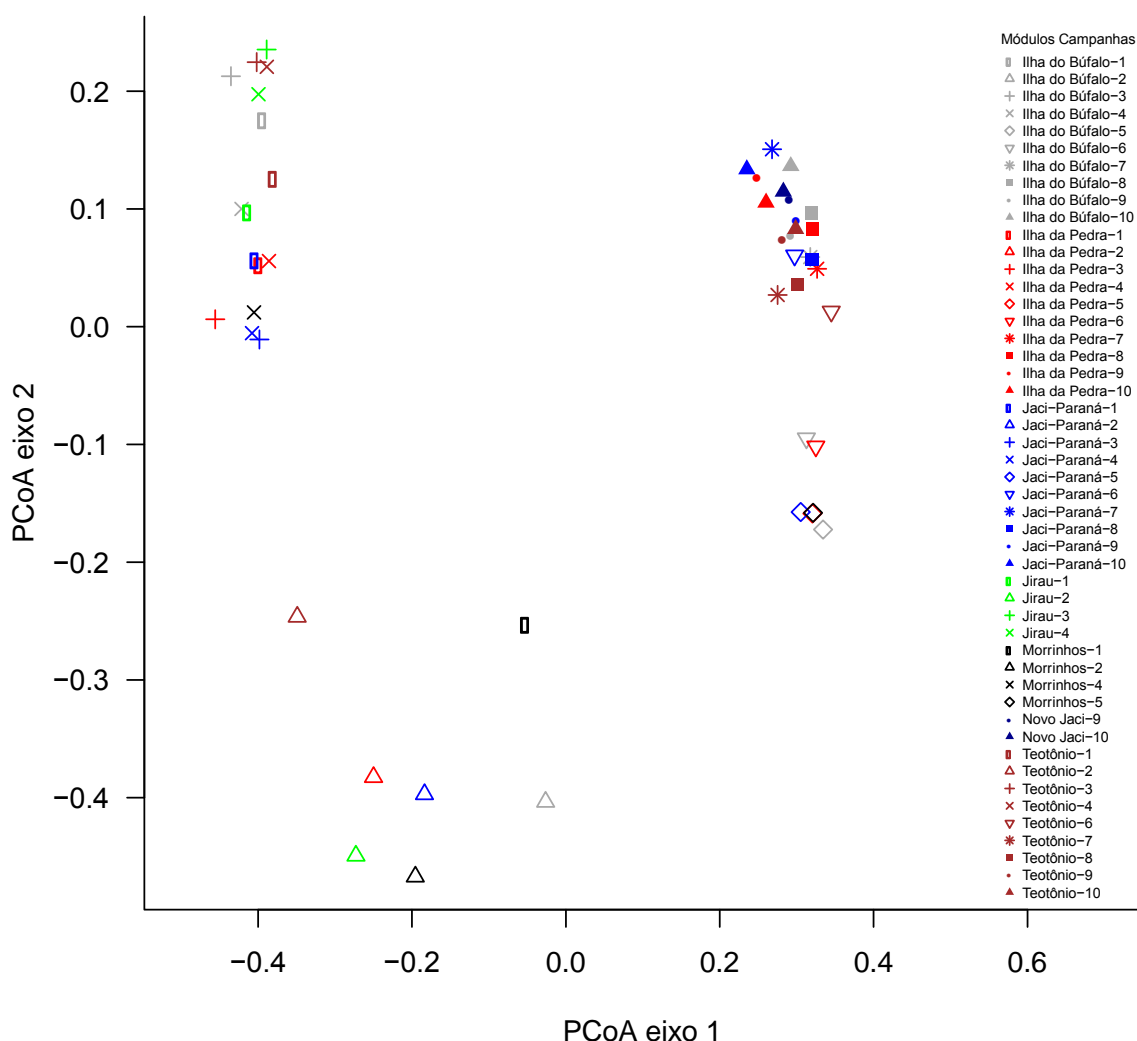
indicando que a diversidade está relativamente estável da área. Estes valores são indicativos de que a área de influência da UHE Santo Antônio é uma área com diversidade elevada, assim como, outras áreas já estudadas na região Amazônica (Baccaro *et al.*, 2012; Fagundes, 2003; Miranda *et al.*, 2011; Oliveira *et al.*, 2009; Ryder *et al.*, 2010; Souza *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2012).



**Figura 10** – Diversidade alfa (*Simpson*) das assembleias de formigas nos sete módulos, nas dez campanhas, com os módulos analisados juntos, durante o monitoramento de fauna nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. A linha pontilhada indica o valor de diversidade 0,9.

O resultado da MANOVA não paramétrica indica que a composição das assembleias de formigas coletadas ao longo das dez coletas, nos sete módulos, varia em relação às campanhas ( $F_{9, 39} = 6,72$ ;  $R^2 = 0,59$ ;  $p \leq 0,01$ ), e em relação aos módulos ( $F_{6, 42} = 1,54$ ;  $R^2 = 0,09$ ;  $p \leq 0,05$ ). Isto quer dizer que a cada nova campanha (representada por símbolos distintos), uma nova assembleia foi amostrada e esta possuía composição e distribuição dos táxons distinta da campanha anterior, fato evidenciado na figura 11, onde há três agrupamentos distintos. O primeiro no canto superior esquerdo, agrupando os módulos pertencentes as campanhas 1, 3 e 4. O segundo agrupamento, ainda do lado esquerdo, porém, abaixo do primeiro, agrupa módulos pertencentes a segunda campanha. Estes dois agrupamentos concentram módulos pertencentes as campanhas anteriores ao enchimento do reservatório. O terceiro agrupamento está localizado do lado direito do gráfico, com os módulos das campanhas 5 à 10. Este ultimo agrupamento contempla as campanhas depois do início do enchimento do reservatório (Figura 11). Já entre os módulos (representados por

cores distintas), não há um agrupamento na distribuição e composição tão evidente como foi detectada nas campanhas (Figura 14).



**Figura 11.** Gráfico de ordenação PCoA indicando a congruência nas associações entre assembleias de espécies de formigas, entre sete módulos e dez campanhas do monitoramento nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

A similaridade (diversidade beta) elevada entre a maioria das localidades aparece desde a primeira campanha, se mantendo até a décima campanha (Tabela 4). Na primeira campanha, a menor similaridade na composição de espécies de formigas foi detectada no agrupamento de Ilha da Pedra e Jirau – ME. A maior similaridade, acima de 90% foi detectada no agrupamento com os módulos Morrinhos, Ilha do Búfalo, Ilha da Pedra e Jaci-Paraná – MD. Na segunda campanha, a menor similaridade foi registrada no grupo entre os módulos Ilha da Pedra e Jaci-Paraná – MD. A maior similaridade nesta campanha ficou por conta do agrupamento Ilha do Búfalo, Morrinhos, Jirau – ME (Figura 12).

Na terceira campanha, a menor similaridade foi registrada entre os módulos Ilha do Búfalo e Jirau – ME, já a maior similaridade entre os grupos Jaci-Paraná – MD Ilha da Pedra e Teotônio. Na quarta campanha, os módulos com menor similaridade foram Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra e os módulos onde se registrou maior similaridade foram Jaci-Paraná – MD, Morrinhos e Teotônio (Figura 13).

Na quinta campanha, Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra foram os módulos com a menor similaridade na composição da assembleia de formigas, sendo os módulos de Morrinhos e Jaci-Paraná MD os módulos mais similares na composição de espécies. Na sexta campanha, foi possível verificar dois agrupamentos distintos, um com Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra e outro com Jaci-Paraná – MD e Teotônio (Figura 14). Na sétima campanha, os módulos Ilha do Búfalo e Jaci-Paraná – MD foram os com menor similaridade na composição das formigas e os módulos Teotônio e Ilha da Pedra aqueles com as composições mais similares. Na oitava campanha, de maneira similar a campanha anterior, a menor similaridade na composição das formigas foi registrada nos módulos Ilha do Búfalo e Jaci-Paraná – MD e a maior foi entre Teotônio e Ilha da Pedra (Figura 15).

Na nona campanha os módulos com menor similaridade na composição das espécies de formigas foram Jaci-Paraná – MD e Novo Módulo Jaci, e a maior similaridade foi registrada entre os módulos Teotônio, Ilha do Búfalo e Ilha da Pedra. Na décima campanha, a menor similaridade na composição foi entre Teotônio e Novo Módulo Jaci, assim como a maior ficou entre os módulos Ilha do Búfalo, Ilha da Pedra e Jaci-Paraná – MD (Figura 16).

De maneira geral não há um padrão de similaridade que se mantém entre as dez campanhas. A cada nova campanha realizada, a localização dos módulos dentro dos agrupamentos (Figuras 12 à 16) varia bastante. Isto indica que a dinâmica dentro da assembleia de formigas é elevada e sensível aos fatores ambientais que a estruturam. Os resultados obtidos com a MANOVA na análise anterior são corroborados aqui, com essa variação de similaridade entre módulos a cada campanha.

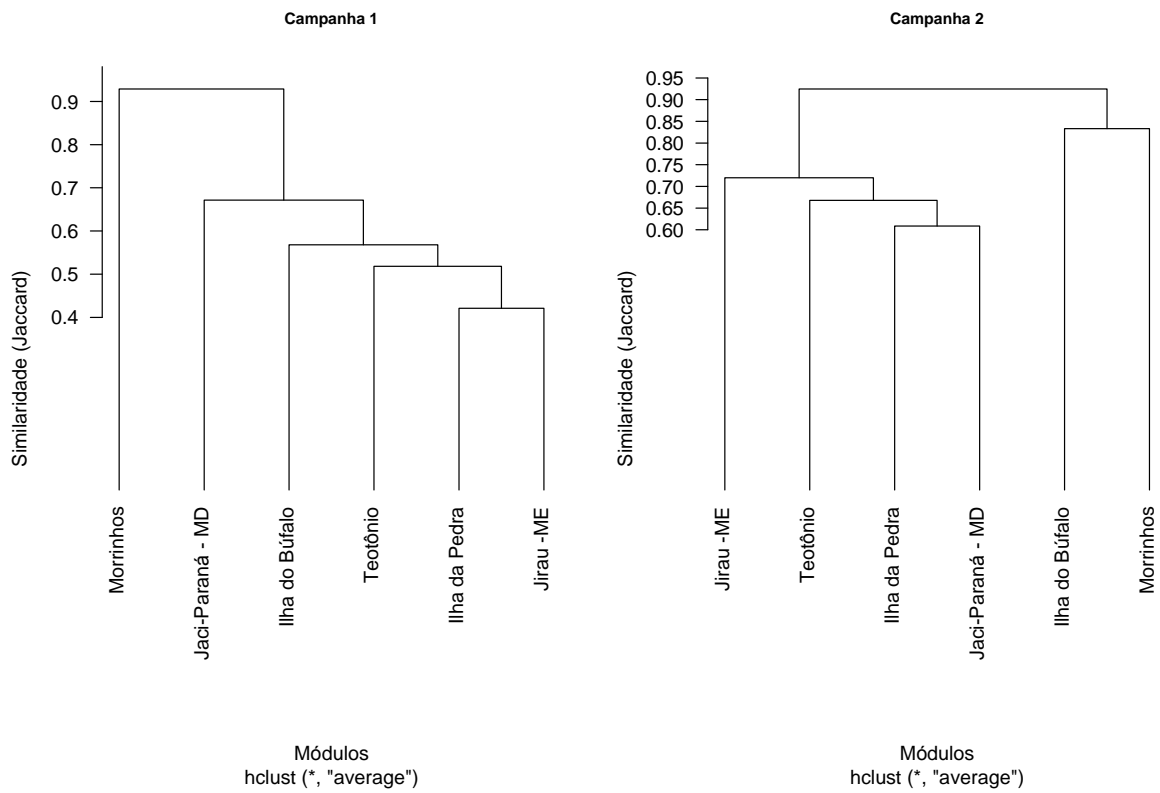
**Tabela 4.** Matriz de similaridade (Jaccard) entre os sete módulos em cada uma das dez campanhas do monitoramento nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

Campanhas	Módulos	Ilha do Búfalo	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Jirau - ME	Morrinhos	Teotônio
1	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,579	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,667	0,667	1,000			
	Jirau - ME	0,514	0,421	0,686	1,000		
	Morrinhos	0,967	0,946	0,913	0,912	1,000	
	Teotônio	0,611	0,550	0,667	0,486	0,906	1,000
		Ilha do Búfalo	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Jirau - ME	Morrinhos	Teotônio
2	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	1,000	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,944	0,609	1,000			
	Jirau - ME	1,000	0,688	0,750	1,000		
	Morrinhos	0,833	0,824	0,857	0,818	1,000	
	Teotônio	1,000	0,696	0,640	0,722	0,952	1,000
		Ilha do Búfalo	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Jirau - ME	Morrinhos	
3	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,556	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,667	0,679	1,000			
	Jirau - ME	0,364	0,481	0,786	1,000		
	Teotônio	0,435	0,536	0,692	0,417	1,000	
		Ilha do Búfalo	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Jirau - ME	Morrinhos	
4	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,394	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,600	0,656	1,000			
	Jirau - ME	0,438	0,455	0,788	1,000		
	Morrinhos	0,500	0,469	0,538	0,606	1,000	

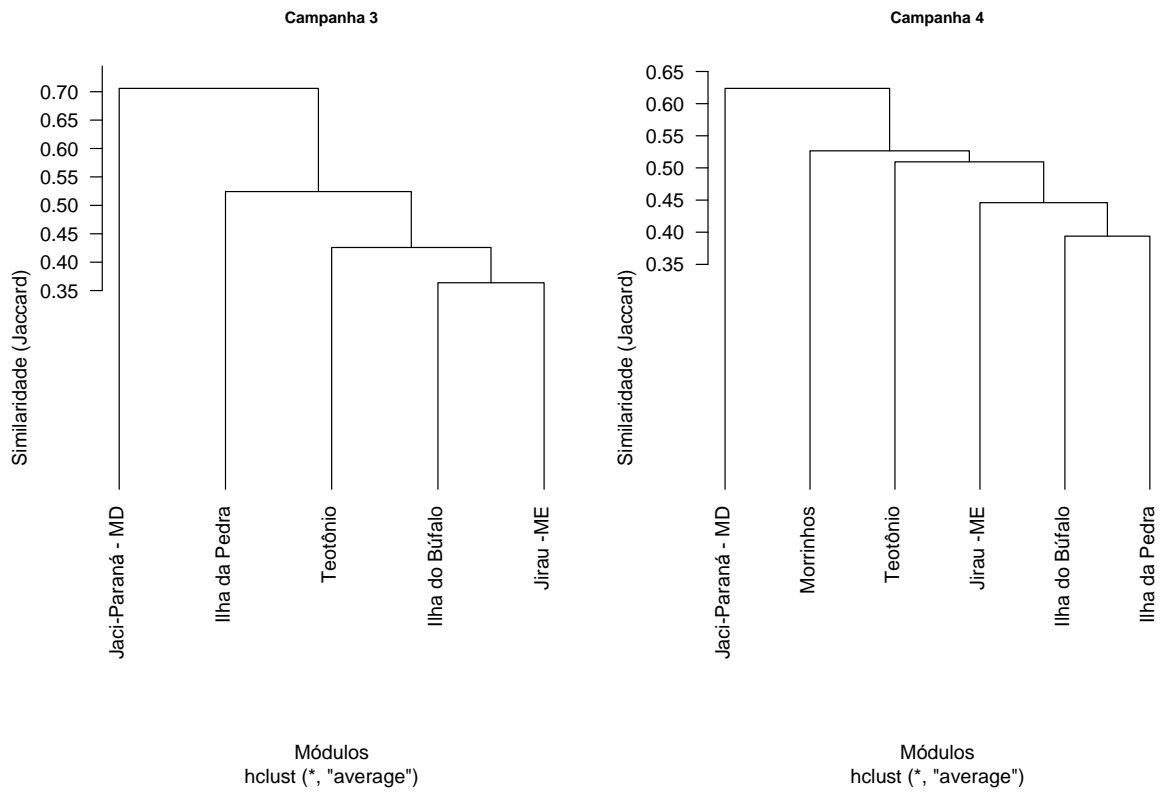
Campanhas	Módulos	Ilha do Búfalo	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Jirau - ME	Morrinhos	Teotônio
4	Teotônio	0,543	0,471	0,536	0,515	0,531	1,000
		Ilha do Búfalo	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Morrinhos		
5	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,586	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,614	0,633	1,000			
	Morrinhos	0,990	0,991	0,979	1,000		
		Ilha dos Búfalos	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Teotônio		
6	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,622	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,736	0,709	1,000			
	Teotônio	0,696	0,663	0,580	1,000		
		Ilha dos Búfalos	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Teotônio		
7	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,660	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,638	0,683	1,000			
	Teotônio	0,825	0,738	0,746	1,000		
		Ilha dos Búfalos	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Teotônio		
8	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,607	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,547	0,607	1,000			
	Teotônio	0,721	0,716	0,638	1,000		
		Ilha dos Búfalos	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Teotônio	Jaci Novo	
9	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,627	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,725	0,638	1,000			
	Teotônio	0,690	0,633	0,718	1,000		
	Novo Módulo Jaci	0,747	0,649	0,543	0,738	1,000	



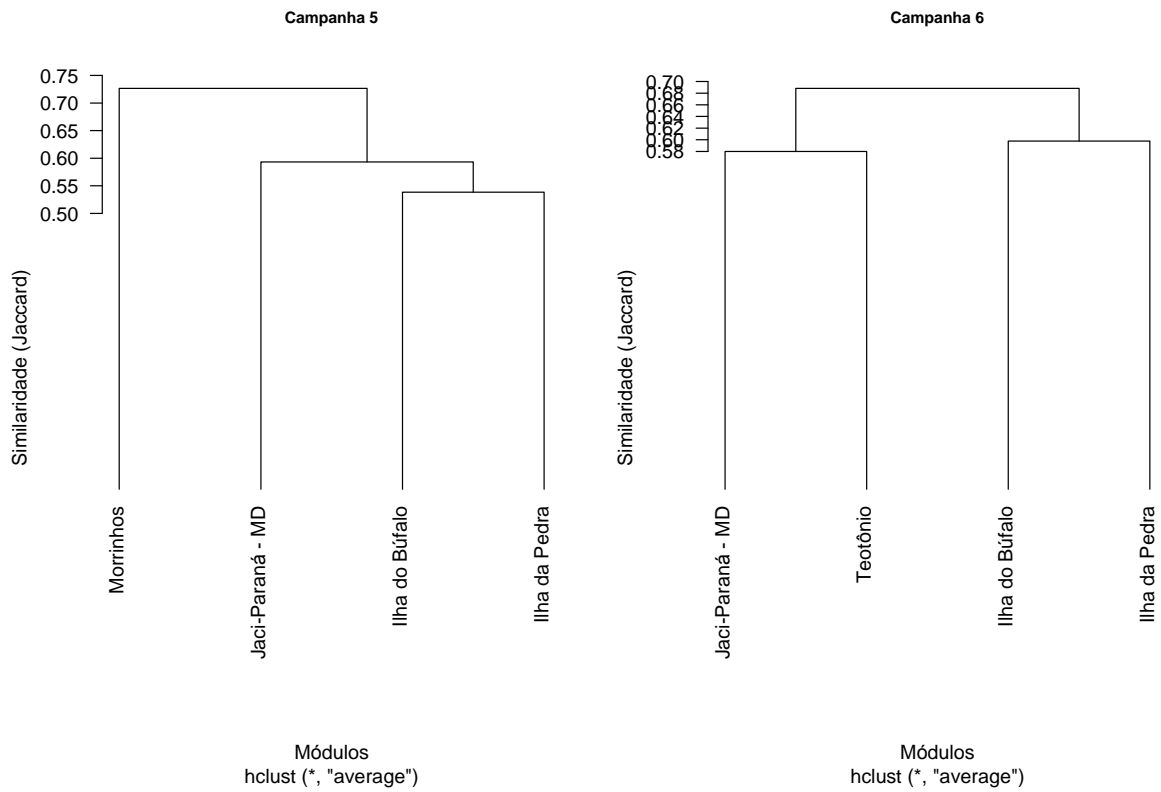
Campanhas	Módulos	Ilha do Búfalo	Ilha da Pedra	Jaci-Paraná - MD	Jirau - ME	Morrinhos	Teotônio
10	Ilha do Búfalo	1,000					
	Ilha da Pedra	0,625	1,000				
	Jaci-Paraná - MD	0,623	0,556	1,000			
	Teotônio	0,621	0,588	0,589	1,000		
	Novo Módulo Jaci	0,655	0,679	0,574	0,526	1,000	



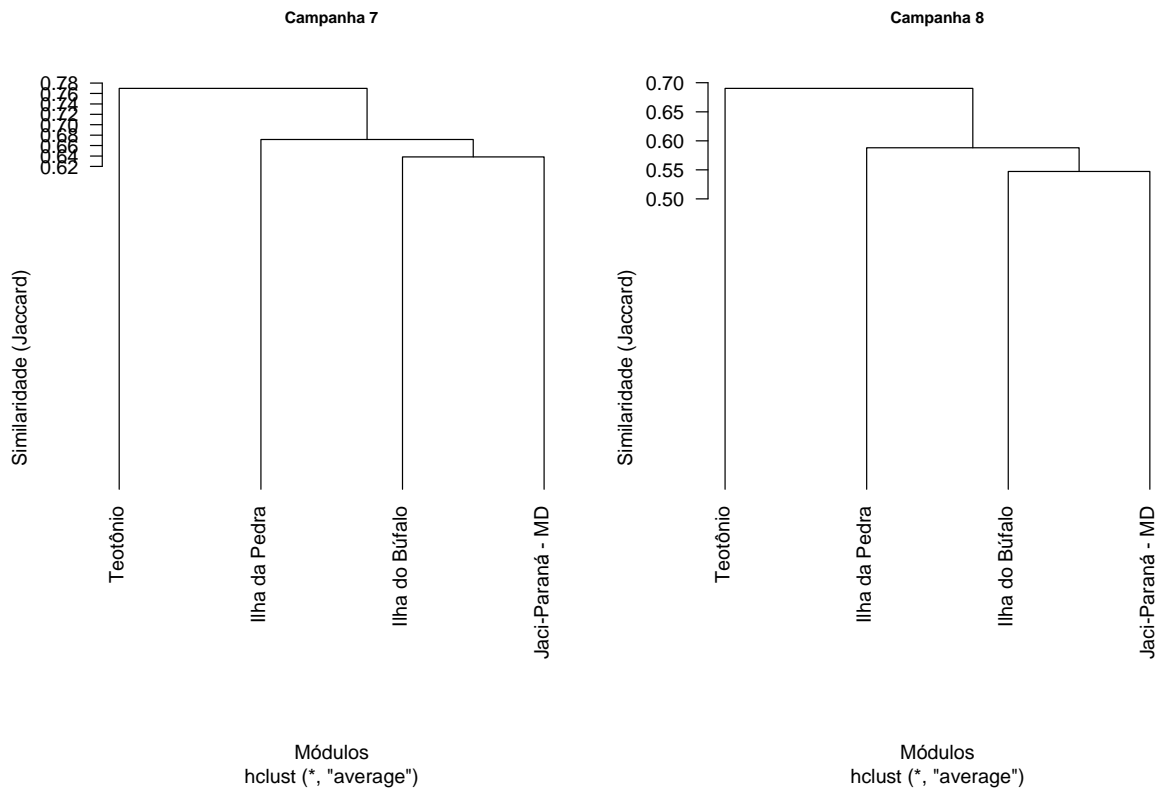
**Figura 12.** Análise de similaridade da fauna de formigas de serapilheira entre os módulos das áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. A matriz de dissimilaridade (índice de *Jaccard*) foi calculada para os dados das duas primeiras campanhas realizadas.



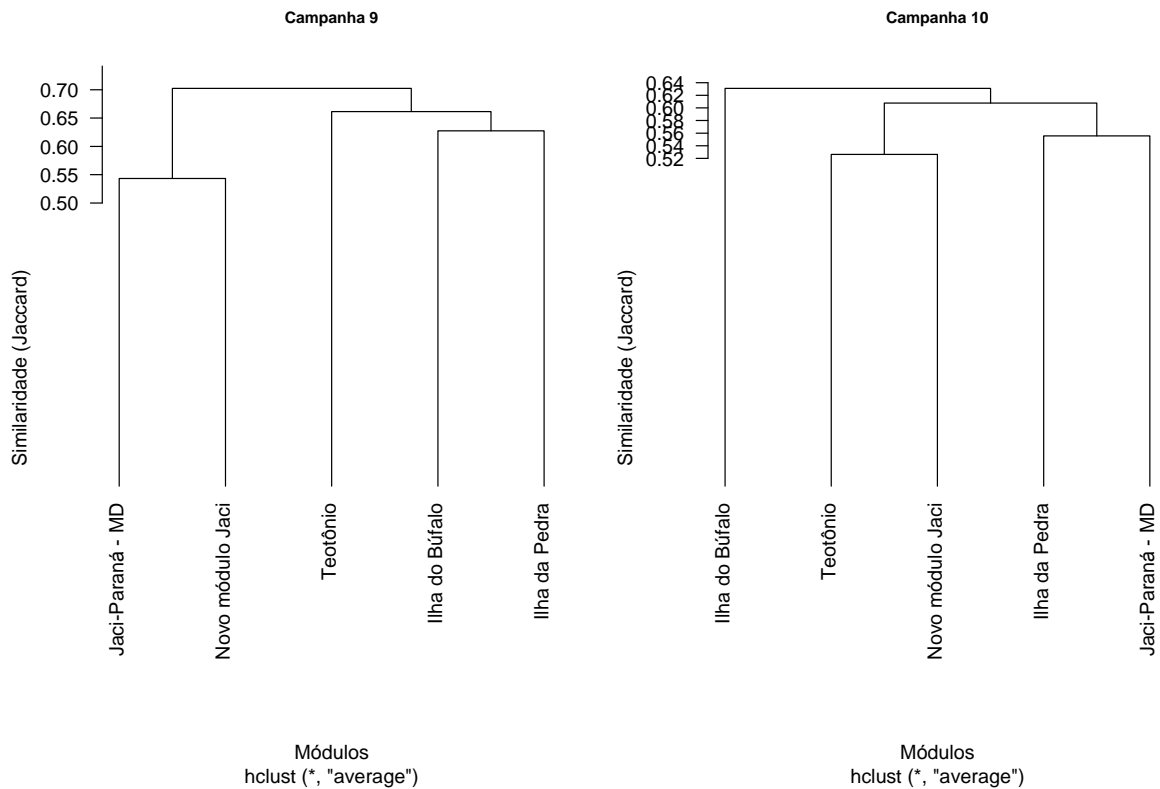
**Figura 13.** Análise de similaridade da fauna de formigas de serapilheira entre os módulos das áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. A matriz de dissimilaridade (índice de *Jaccard*) foi calculada para os dados da terceira e quarta campanhas realizadas.



**Figura 14.** Análise de similaridade da fauna de formigas de serapilheira entre os módulos das áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. A matriz de dissimilaridade (índice de *Jaccard*) foi calculada para os dados da quinta e sexta campanhas realizadas.



**Figura 15.** Análise de similaridade da fauna de formigas de serapilheira entre os módulos das áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. A matriz de dissimilaridade (índice de *Jaccard*) foi calculada para os dados da sétima e oitava campanhas realizadas.

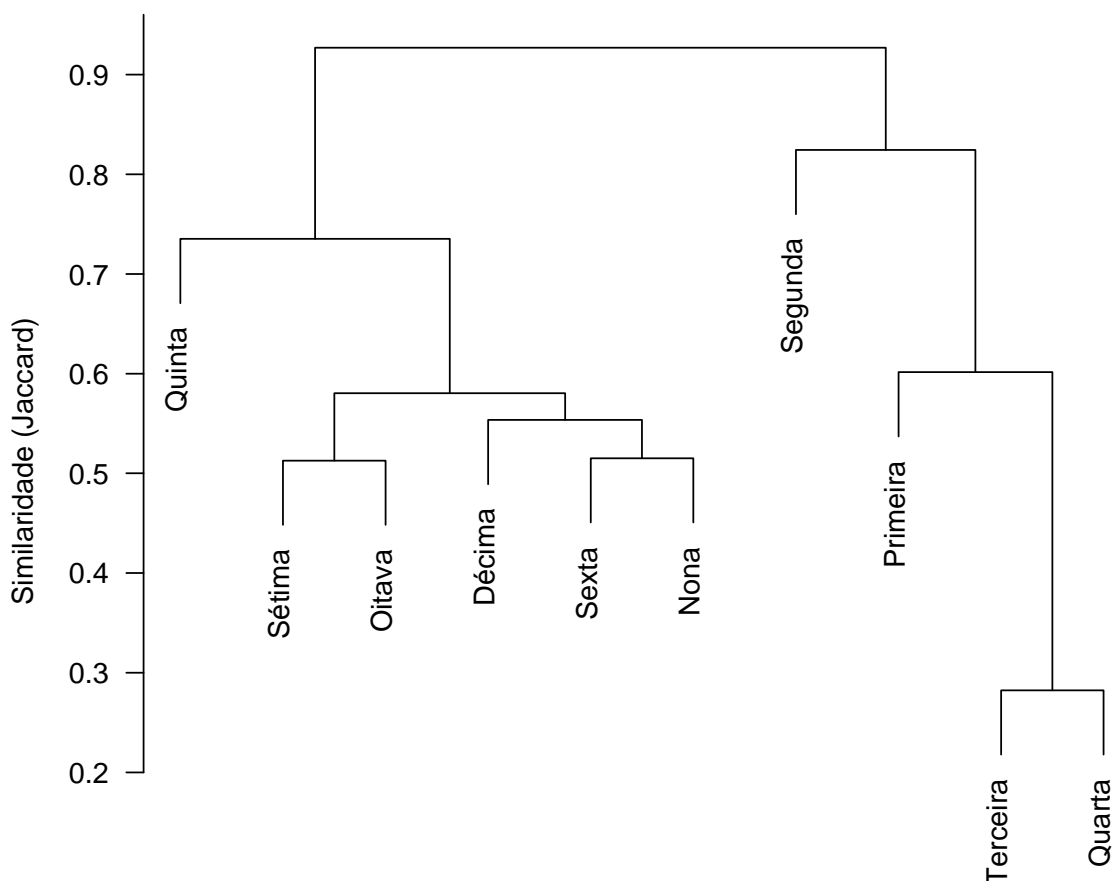


**Figura 16.** Análise de similaridade da fauna de formigas de serapilheira entre os módulos das áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. A matriz de dissimilaridade (índice de *Jaccard*) foi calculada para os dados da nona e décima campanhas realizadas.

A similaridade (diversidade beta) também foi elevada ao analisarmos as 10 campanhas juntas (Tabela 5). Existe dois agrupamentos formados pelas 10 campanhas. Um dos agrupamentos, contem da primeira a quinta campanha e outro agrupamento contem da sexta a décima (Figura 17). Estes dois grupos podem ser um reflexo dos eventos de pré-enchimento (campanhas 1 à 6) e pós-enchimento (campanhas 7 à 10). O grupo de pós-enchimento é mais conciso (mais similar) quando comparado ao grupo de pré-enchimento, que é mais disperso (menos similar).

**Tabela 5.** Matriz de similaridade (Jaccard) entre as dez campanhas do monitoramento nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

Campanhas	Primeira	Segunda	Terceira	Quarta	Quinta	Sexta	Sétima	Oitava	Nona	Décima
Primeira	1,000									
Segunda	0,861	1,000								
Terceira	0,632	0,815	1,000							
Quarta	0,571	0,798	0,282	1,000						
Quinta	0,935	0,947	0,968	0,948	1,000					
Sexta	0,889	0,962	0,951	0,937	0,677	1,000				
Sétima	0,865	0,953	0,933	0,916	0,770	0,637	1,000			
Oitava	0,880	0,955	0,926	0,915	0,716	0,583	0,513	1,000		
Nona	0,867	0,971	0,936	0,922	0,769	0,515	0,607	0,547	1,000	
Décima	0,854	0,972	0,927	0,918	0,745	0,576	0,581	0,527	0,531	1,000

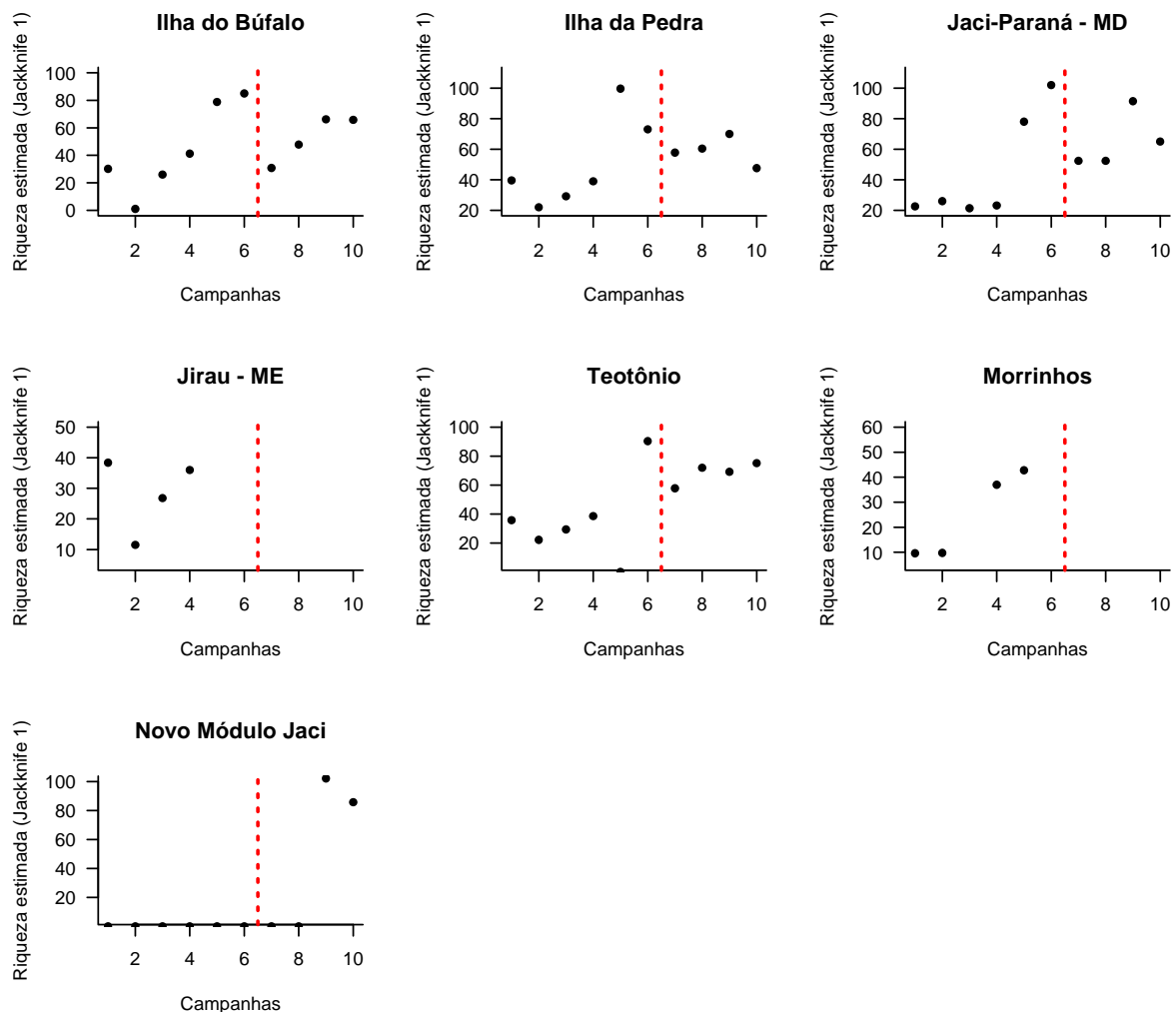


Campanhas  
hclust (\*, "average")

**Figura 17.** Análise de similaridade da fauna de formigas de serapilheira entre as dez campanhas das áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.



A riqueza estimada para a área de influência da UHE Santo Antônio foi elevada (Figura 18), dentro dos padrões já verificados em outros estudos realizados na região amazônica, indicando que a área de estudo é tão rica em espécies de formigas como aquelas que são protegidas por lei, onde outros estudos já foram conduzidos, por exemplo, Fagundes 2003, Oliveira *et al.*, 2009 e Souza *et al.*, 2007, 2012. Após do enchimento do reservatório, houve de maneira geral, uma tendência na redução da riqueza estimada, onde a sexta campanha tende a ser maior que as campanhas subsequentes. Isto é um indicativo de que o enchimento do reservatório afetou diretamente a riqueza das formigas, já que as campanhas realizadas depois do enchimento (sétima à décima) não atingiram a riqueza estimada da sexta (ultima do pré-enchimento).



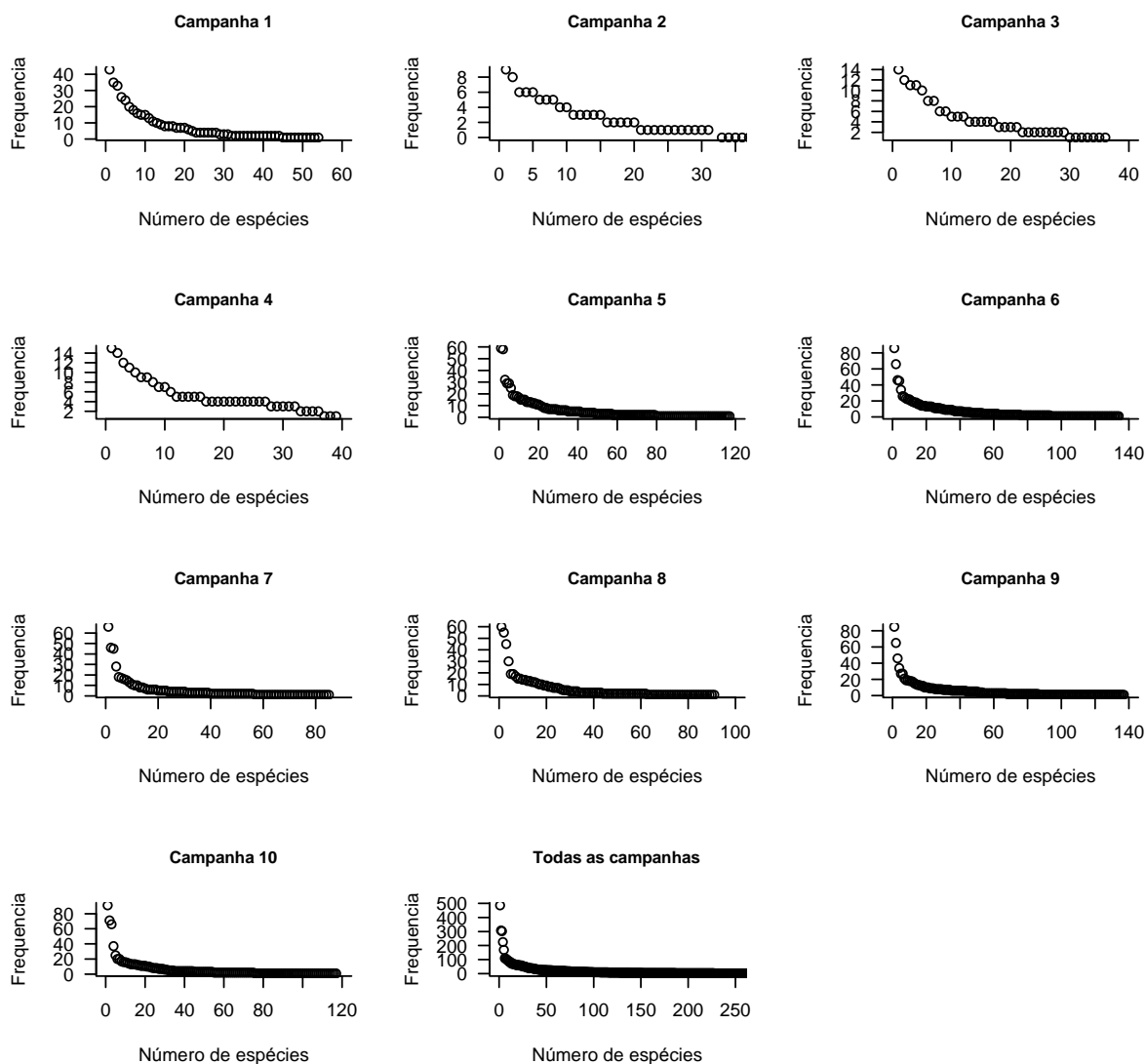
**Figura 18.** Gráfico de riqueza estimada (*Jackknife I*) das assembleias de espécies de formigas nos sete módulos em dez campanhas do monitoramento de fauna nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO. A linha vermelha separa as coletas realizadas em antes e depois do enchimento do reservatório.

A dominância de todos os módulos juntos a cada campanha foi elevada em todas as campanhas (Figura 19). Na primeira campanha, detectou-se 13 espécies com dez encontros (frequência relativa) ou mais, em um total de 54 espécies. Nesta mesma campanha dez espécies foram registradas uma única vez. Na segunda campanha não houve nenhuma espécie com mais de dez encontros, e 11 espécies foram registradas uma única vez. Na terceira campanha, cinco espécies foram detectadas em mais de dez encontros e sete registros de espécies com apenas um encontro. Na quarta campanha, novamente cinco espécies tiveram dez ou mais encontros e apenas 3 espécies foram registradas uma única vez. Na quinta campanha, registrou-se 21 espécies com mais de dez colônias/encontro do total de 117 espécies, que apresentam um número de colônias/encontro abaixo deste valor. Nesta campanha o valor de espécies registradas uma única vez foi 38. Na sexta campanha, registrou-se 30 espécies com mais de dez colônias/encontro de um total de 134, e o número de espécies encontradas uma vez foi de 41. A sétima campanha foi a campanha com a menor dominância depois do enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio, onde apenas 13 espécies foram registradas em dez ou mais encontros e 29 espécies registradas uma única vez dentro de um total de 85 espécies coletadas nesta campanha. Para a oitava campanha foram coletadas 91 espécies, destas 18 foram registradas em mais de 10 encontros e 29 em apenas um encontro. Na nona campanha o número de espécies subiu para 137, onde o número de espécies com dez ou mais registros foi de 21 espécies e o número de encontros únicos foi 51. Na décima campanha o total de espécies registradas foi de 117, com 22 espécies com dez encontros ou mais e 42 espécies com apenas um registro na campanha.

De modo geral as campanhas possuem um número relativamente pequeno (0-22% do total de espécies) de espécies dominantes (aqui categorizada como aquelas com mais de 10 registros), um número maior (7-37% do total de espécies) de espécies registradas em um único encontro e entre estes extremos a maior parte das espécies. O número de espécies com colônias/encontros únicos foi bastante elevado nas quinta e sexta campanhas, 38 e 41 respectivamente. Este valor reduz consideravelmente na sétima campanha (29), muito provavelmente por conta do enchimento do reservatório, e se mantém em 29 na oitava campanha, subindo para 51 na nona e 42 na décima campanha. Este elevado número de encontros únicos em todas as campanhas também é um indicativo de que a cada coleta realizada, mais espécies novas poderão ser registradas na área, corroborando o indicativo evidenciado acima com as curvas de acúmulo de espécie (Figura 7). Este padrão de alta dominância é um padrão comumente observado nos mais variados ambientes (Magurran, 2004). Entre as espécies registradas nas dez campanhas, quase a

<b>MONITORAMENTO DE ENTOMOFAUNA FORMICIDAE</b>	38	<b>SANTO ANTONIO ENERGIA</b> Outubro de 2013 – REV 0
--	----	---

metade aparece com menos de dez encontros. Apesar da existência de muitas espécies raras ou pouco coletadas, nenhuma delas está entre as quatro espécies de formigas atualmente incluídas na lista de ameaçadas de extinção (MMA, 2003), mesmo porque, nenhuma delas jamais foi registrada na região amazônica.



**Figura 19.** Frequência relativa (número de colônias/encontros) das espécies de formigas encontradas em todos os módulos de amostragem, nas dez campanhas de monitoramento de fauna realizadas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho – RO.

Para verificar se as espécies indicadas como vulneráveis na fase de pré-enchimento do reservatório estão sujeitas ao desaparecimento nas áreas de influência da UHE Santo Antônio em função do enchimento para a formação do lago, foram gerados diagramas por campanha e módulos onde cinco espécies foram indicadas (Figura 20). A distribuição destas

espécies está restrita às áreas que foram alagadas ou então muito próximas da cota de alagamento após o enchimento do lago.

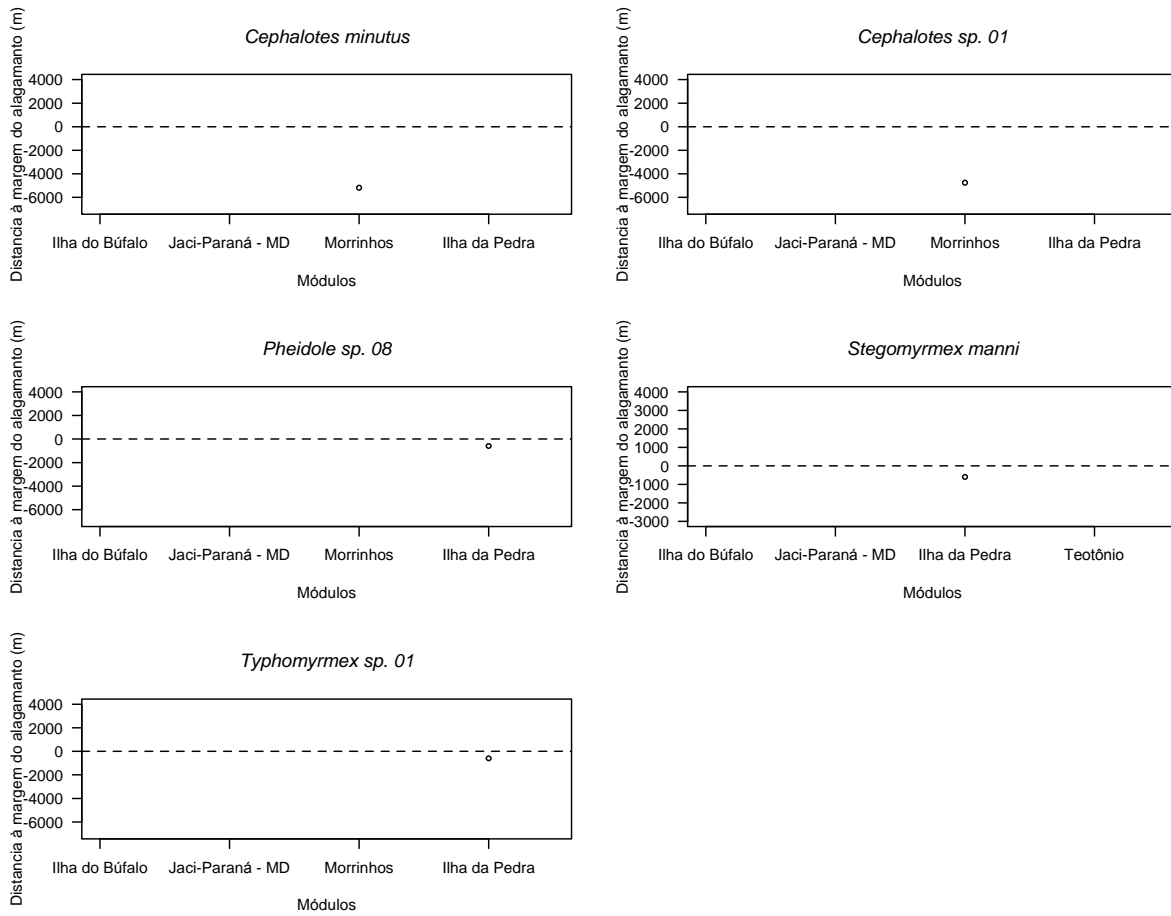
Após a realização de dez campanhas constatou-se que, *Cephalotes minutus*, *Cephalotes* sp. 01, *Pheidole* sp. 08, *Stegomyrmex manni* e *Typhlomyrmex* sp. 01 podem ser classificadas, no presente estudo, como espécies/morfoespécies com distribuição restrita às cotas a serem alagadas.

Embora duas espécies (*Cephalotes minutus* e *Cephalotes* sp. 01) tenham sido identificadas como vulneráveis em Morrinhos que foi totalmente alagado depois da 5ª campanha (Figura 20), estas espécies pertencem a um gênero de formigas arborícola, e a amostragem desta fauna é subestimada pelo método empregado, além de terem sido registradas em outros estudos na região amazônica como os de Oliveira *et al.* (2009) e Souza *et al.* (2012).

Na sexta campanha, foi coletada a formiga *Stegomyrmex manni* (Figura 21), nunca antes registrada no Brasil e até presente momento, nenhum outro exemplar foi obtido na área de influência da UHE Santo Antônio. Segundo uma revisão recente do gênero *Stegomyrmex* (Feitosa *et al.*, 2008), esta espécie possui registro apenas na Costa Rica, Panamá e Colômbia. O registro desta espécie na área de influência da UHE Santo Antônio é importante não só por ser o primeiro no Brasil, mas por ampliar consideravelmente a distribuição da espécie.

Espécies como *Stegomyrmex manni* são pouco coletadas nos estudos ecológicos com formigas, provavelmente devido ao seu hábito críptico e de locomoção lenta na serapilheira acumulada no chão das florestas. Com o rápido enchimento do reservatório, as formigas podem não ter conseguido atingir locais seguros, fora das cotas de alagamento. Estudos mais recentes (Feitosa *et al.*, 2008) indicam que outras espécies do gênero tem uma maior distribuição na região neotropical.

As outras duas espécies *Pheidole* sp.8 e *Typhlomyrmex* sp. 01 não foram mais coletadas nas campanhas subsequentes àquelas em que foram registradas (quinta campanha) provavelmente por estarem muito próximas a cota de alagamento do módulo de Ilha da Pedra. Este módulo que teve sua parcela situada na cota -90m alagada definitivamente depois da sexta campanha e as duas espécies em questão foram coletadas na cota mais próxima (-594m).



**Figura 20.** Distribuição das espécies de formigas afetadas com o enchimento do lago da UHE Santo Antônio em Porto Velho – RO em relação à cota de inundação após dez campanhas em conjunto.



**Figura 21.** *Stegomyrmex manni*. Foto: Itanna Fernandes.

Após a décima campanha, outras 60 espécies/morfoespécies foram registradas em apenas uma parcela, porém fora da área de influência do alagamento. Dentre estas espécies, a morfoespécie *Cerapachys* sp. 01 (Figura 22) é provavelmente uma espécie nova para a ciência. Este gênero inclui formigas subterrâneas, onde as operárias eventualmente são coletadas na superfície do solo. Até o momento, apenas uma espécie deste gênero foi registrada para o Brasil, *Cerapachys splendens*, que difere morfológicamente da morfoespécie encontrada na parcela de 2 km no módulo de Ilha da Pedra.



**Figura 22.** *Cerapachys* sp. 1. Foto: Itanna Fernandes.

A espécie *Strumigenys inusitata*, registrada neste estudo em uma única parcela, não tinha sido registrada antes por estudos realizados entre a região de Manaus e Boa Vista, possuindo registro apenas para o estado do Pará identificada como *Pyramica dentinasis*. O registro desta espécie na área de influência da UHE Santo Antônio é um indicativo de que esta pode possuir uma distribuição mais ampla na região amazônica e isto poderá ser verificado com coletas futuras.

A espécie, *Oxyepoecus ehippiatus* (Figura 23) merece destaque por possuir registro apenas para sua localidade tipo, sendo esta, Manaus (Albuquerque & Brandão, 2004), isto amplia a distribuição desta formiga em aproximadamente 900 km. Na análise de detecção, realizada para avaliar o erro associado à ocorrência das duas espécies que podem ser afetadas com o enchimento nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, todas foram registradas em apenas uma parcela, sendo as menos prováveis de serem detectadas (Tabela 6).





**Figura 23.** *Oxyepoecus ephippiatus*. Foto: Itanna Fernandes.

**Tabela 6.** Estimativas e erro padrão das probabilidades de detecção das cinco espécies encontradas restritamente nos locais de amostragem que foram submersos com a formação do reservatório nas dez campanhas realizadas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.

Campanha	Taxon	Detectabilidade	Erro Padrão
5	<i>Cephalotes minutus</i>	0,2085	-1,000
	<i>Cephalotes</i> sp. 1	0,2085	-1,000
	<i>Pheidole</i> sp. 08	0,2085	-1,000
	<i>Thyphomyrmex</i> sp. 1	0,2085	-1,000
6	<i>Stegomyrmex manni</i>	0,2085	-1,000

A influência de variáveis ambientais (abióticas) sobre a composição das assembleias de formigas nas dez campanhas foi testada com a Análise de Redundância (RDA). Os resultados da RDA indicam que a altitude, junto com alguns elementos constituintes da química do solo (Ca, Mg, K, P), sua granulometria (Areia e Silte) e o Diâmetro médio das árvores nas parcelas são capazes de influenciar a distribuição das formigas nas áreas de influencia da SAE explicando de 33 a 63% da variação encontrada nas assembleias nas dez campanhas (Tabela 7, Figura 24, 25 e 26). A altitude parece ser a variável preditora mais consistente, estando presente em mais de 90% dos casos como uma das variáveis significativas do modelo, tanto para as análises das campanhas separadas como para a



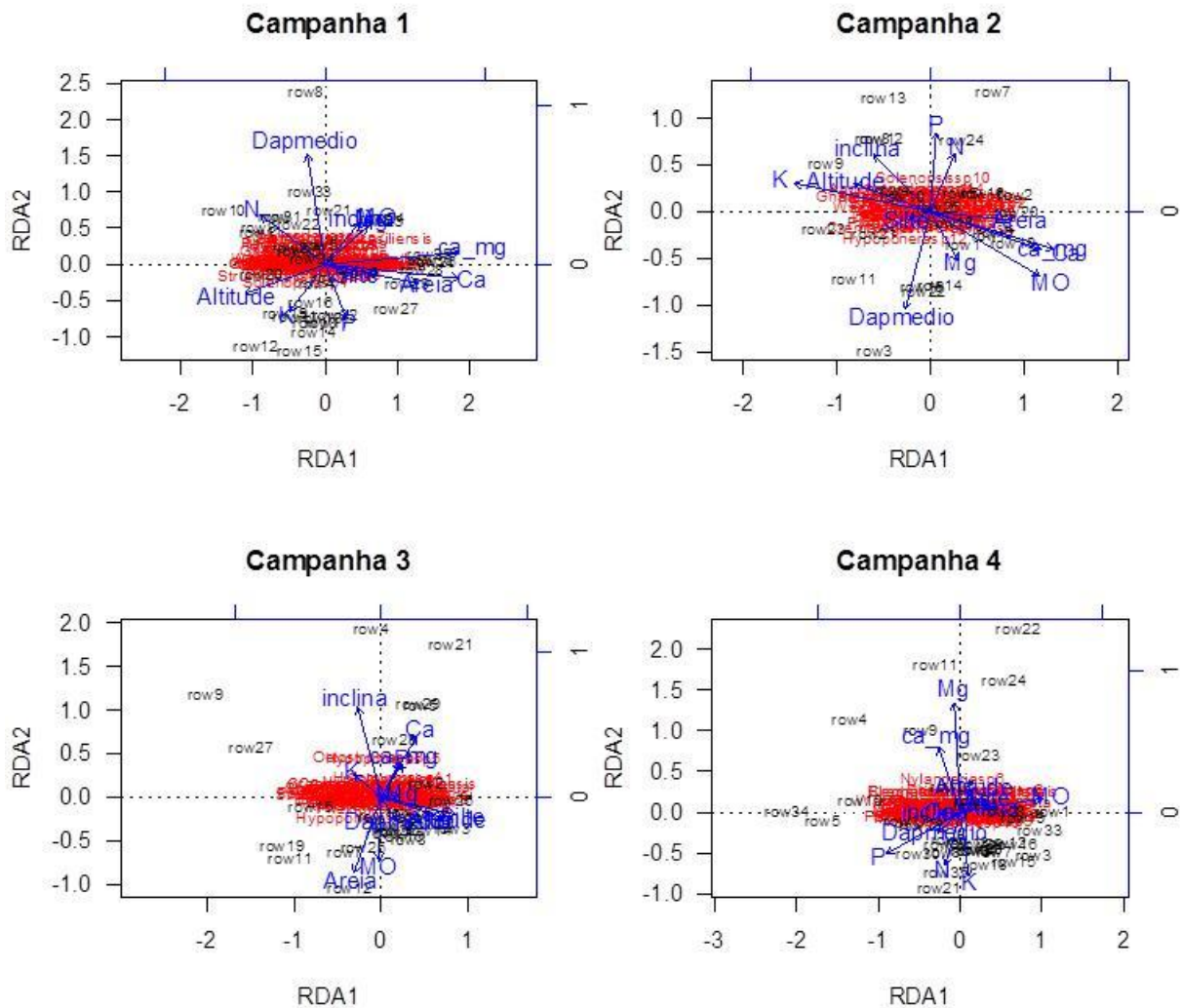
análise das dez campanhas juntas. Porém, em algumas campanhas (2, 4 e 8), as variáveis testadas não influenciaram a distribuição das formigas. Isto não significa que as formigas não sejam influenciadas por fatores ambientais nestas campanhas, mas sim que as variáveis utilizadas não foram capazes de explicar a distribuição.

O percentual de explicação (valor da RDA) do modelo utilizado foi elevado quando comparado com outros estudos realizados na região amazônica (ex. Souza *et al.*, 2012). Isto sugere que a altitude junto com as outras variáveis são importante para o monitoramento das assembleias de formigas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, dado que, ao alterar o local de amostragem em relação a altitude do terreno, verifica-se que a composição das assembleias mudam significativamente ao longo das campanhas.

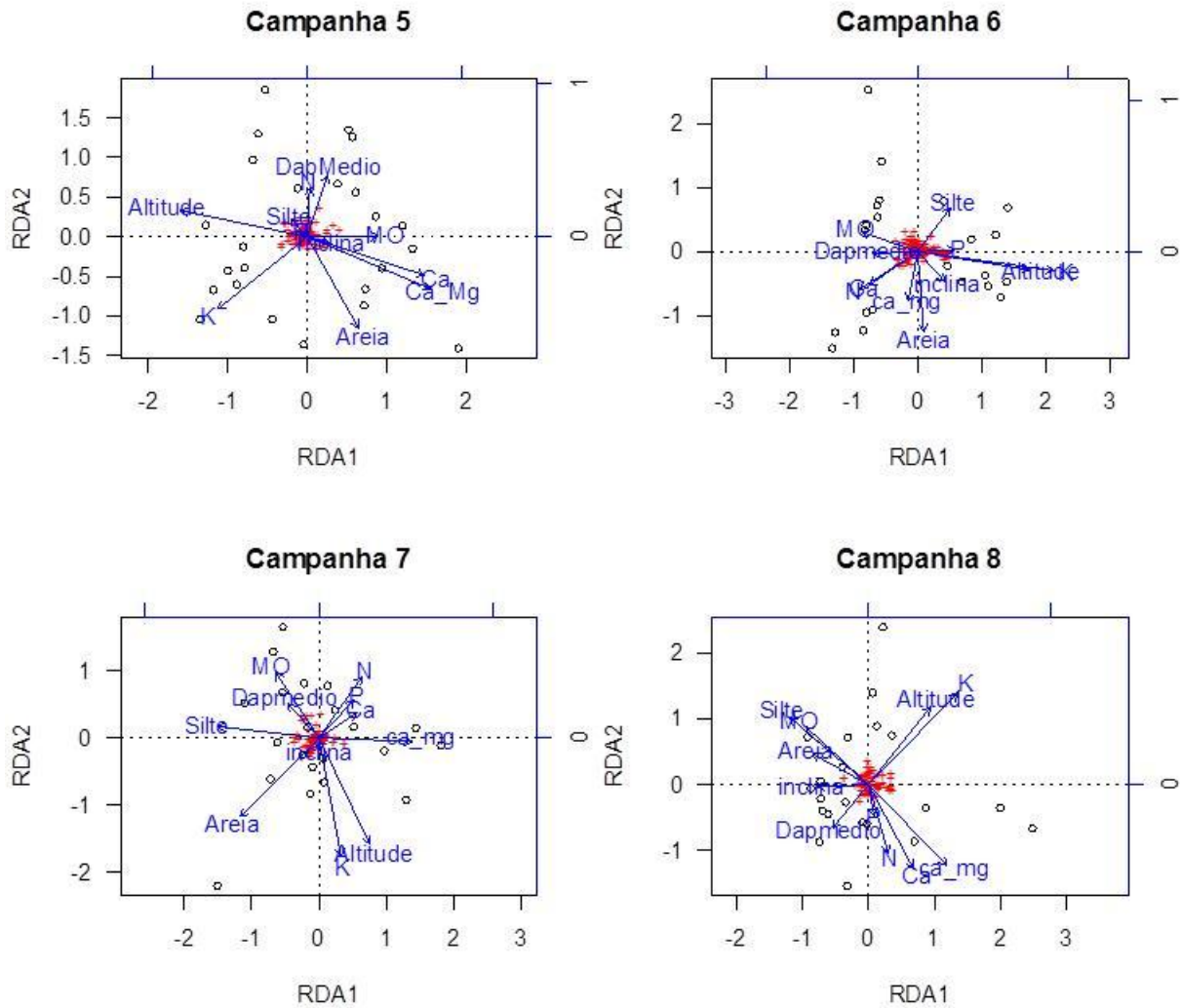
**Tabela 7.** Percentual da variância explicada pelas variáveis ambientais no modelo testado (RDA), significância dos eixos e as variáveis que contribuíram significativamente na distribuição das assembleias de formigas nos módulos nas áreas de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO. (Nível de significância: \*  $\leq 0,05$ ; \*\*  $\leq 0,01$ ).

Campanha	RDA	Eixos	Variáveis	p
1	0,4158*	1**,2**,3*,4*	Altitude	$\leq 0,01$
			Ca+Mg	$\leq 0,01$
			DAP	$\leq 0,05$
2	0,5116			
3	0,4186	1**,2*,3*	Silte	$\leq 0,05$
4	0,3316			
5	0,466	1*	Altitude	$\leq 0,01$
6	0,6100**	1**, 2*, 3*	Altitude	$\leq 0,01$
			K	$\leq 0,01$
			Areia	$\leq 0,05$
7	0,6296**	1*, 2**,3*	Altitude	$\leq 0,05$
			K	$\leq 0,05$
			Ca	$\leq 0,05$
			N	$\leq 0,05$
			Areia	$\leq 0,01$
8	0,5653			
9	0,6320*	1**, 2*	Altitude	$\leq 0,01$
			K	$\leq 0,05$
10	0,6281*	1*,2*	Altitude	$\leq 0,05$
			K	$\leq 0,01$

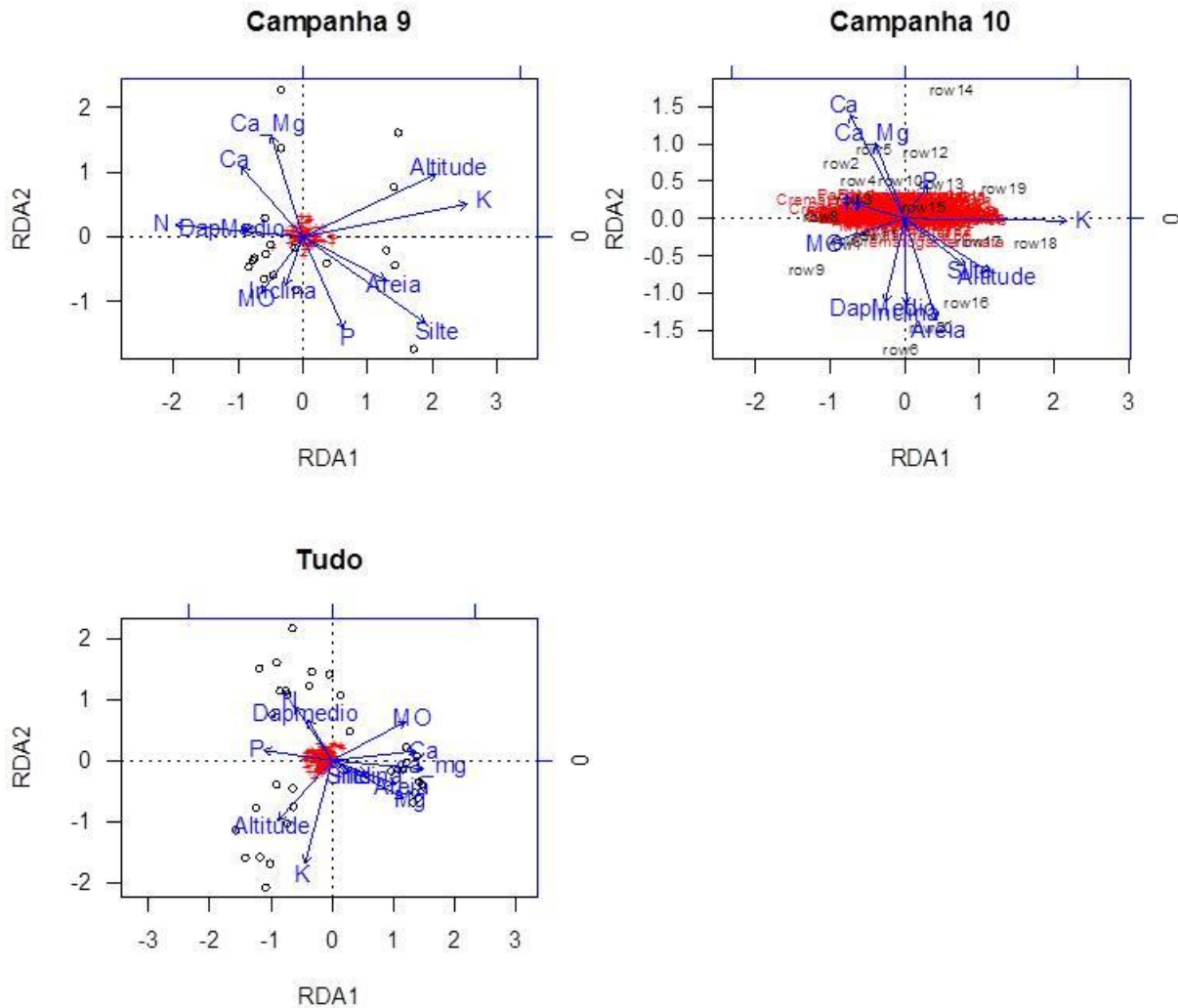
Campanha	RDA	Eixos	Variáveis	p
Tudo	0,4368**	1**,2**,3**	Altitude	≤ 0,01
			P	≤ 0,01
			K	≤ 0,05
			Ca+Mg	≤ 0,01



**Figura 24.** Gráficos com os dois primeiros eixos da RDA, indicando as variáveis utilizadas no modelo passíveis de influenciar a composição da assembleia de formigas nos módulos de amostragem nas campanhas 1 a 4 na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.



**Figura 25.** Gráficos com os dois primeiros eixos da RDA, indicando as variáveis utilizadas no modelo passíveis de influenciar a composição da assembleia de formigas nos módulos de amostragem nas campanhas 5 a 8 na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.



**Figura 26.** Gráficos com os dois primeiros eixos da RDA, indicando as variáveis utilizadas no modelo passíveis de influenciar a composição da assembleia de formigas nos módulos de amostragem nas campanhas 9, 10 e no somatório das campanhas na área de influência da UHE Santo Antônio, Porto Velho - RO.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório é referente aos dados coletados ao longo das dez campanhas realizadas nas áreas de influência da UHE Santo Antônio e, embora campanhas adicionais ainda devam ser realizadas, alguns padrões gerais já podem ser observados e/ou esperados. Ao final de dez coletas, cerca de 32 mil espécimes foram coletados e identificados em 280 táxons. Estes valores são muito similares aos encontrados por outros estudos realizados com assembleias de formigas em área de reservas ambientais na região amazônica (Miranda *et al.*, 2012; Oliveira *et al.*, 2009; Souza *et al.*, 2007; 2012). Isto indica

que a área de influência da UHE Santo Antônio possui um elevado número de espécies de formigas, comparável com aqueles encontrados em locais sobre proteção do Estado.

Um estudo realizado sobre a disponibilidade de espécies de formigas em coleções entomológicas, indica Porto Velho com pouca representatividade (1-5 espécies depositas). Depois deste monitoramento, a região de Porto Velho passa a ter 85 espécies depositadas em coleção entomológica, saindo de uma situação de pouca para elevada representatividade, se equiparando a outros lugares mais bem estudados da região amazônica.

Os resultados das curvas de rarefação até o momento não indicam estabilização, ou seja, demonstram que a cada nova amostra, novas espécies são adicionadas, indicando que muitas espécies ainda podem ser registradas na região. Isto foi confirmado em todas as campanhas, onde sempre foram adicionadas mais espécies à lista coletada na campanha anterior, inclusive algumas espécies sabidamente novas para a ciência.

Ao analisarmos as campanhas antes do enchimento do reservatório, percebemos que a quinta e sexta campanhas foram as que mais contribuíram com o número de espécies neste período (115 e 134 para 201). A partir da sétima campanha, realizada após o enchimento do reservatório, foi registrada uma sensível redução no número de espécies (85). Este padrão se mantém na oitava campanha (90) e a partir da nona campanha houve um incremento na riqueza, com 137 registradas e na décima campanha foram registradas 116 espécies. Vale ressaltar que a adição do Novo Módulo Jaci pode ter contribuído para o acréscimo de espécies a partir da nona campanha.

Ao que parece o efeito direto do enchimento do reservatório reduzindo o número de espécies de formigas está atenuando ao longo do tempo, já que o número de espécies esta aumentando com a realização de novas campanhas. Para que esta tendência se confirme será necessário mais campanhas para verificar se é encontrado um número de espécies próximo daquele registrado no pré-enchimento do reservatório.

As análises de diversidade (*Simpson*) indicam uma elevada diversidade de formigas na área (acima de 0,9 em média; índice variando de 0 à 1). No geral, existe uma alta similaridade entre os módulos durante as campanhas, embora a composição das assembleias de formigas varie significativamente entre as campanhas, indicando uma alta taxa de mudança/substituição na comunidade de formigas na área de influência da UHE Santo Antônio. Em um estudo recente comparando duas épocas distintas, Oliveira (2013) detectou uma diferença de 50% na composição das assembleias de formigas, porém ambas com as mesmas respostas frente as variáveis ambientais em uma área de floresta ombrófila no Amazonas. Além disso, ao fim de dez campanhas, a variável que mais explicou (RDA acima de 33 %) a distribuição das formigas foi a altitude do terreno nos módulos, isto nos

sugere que para um melhor entendimento da dinâmica das assembleias de formigas, será necessário uma abrangência espacial razoável. Como algumas campanhas são realizadas entre estações de mais e menos chuva na região, talvez a inclusão de algumas variáveis capazes de mensurar a variação de umidade na região (ex: precipitação pluviométrica, umidade do solo, variação do lençol freático) possam indicar melhor como as formigas se distribuem e como estas são influenciadas pelas variáveis na área de influência da SAE.

O número relativamente mais baixo de espécies coletadas nas campanhas 1 à 4 antes do enchimento do reservatório não necessariamente traduzem um efeito desta operação uma vez que houve uma troca na equipe responsável pelas coletas de formigas. Associado a isso, o método escolhido para a coleta de formigas neste estudo pode ser influenciado pela capacidade/habilidade do coletor, pois não é um método que opera sozinho (Bestelmeyer *et al.*, 2000, Souza *et al.*, 2012). Desta maneira fica difícil separar o efeito metodológico do efeito ambiental neste caso específico.

Ao analisarmos a primeira até décima campanha, 60 espécies/morfoespécies foram registradas em apenas uma parcela, porém estas espécies não foram afetadas pelo enchimento nas áreas de influência da UHE Santo Antônio. Mas vale lembrar que, ao analisarmos as dez campanhas juntas, destas 60 espécies, cinco possuem distribuição geográfica restrita e todas essas cinco espécies possuem probabilidades de detecção baixa. As outras 55 espécies já foram registradas em campanhas anteriores em parcelas que não sofrem influência direta do enchimento do lago, o que é um indicativo de que elas possam ocorrer mais amplamente entre os módulos, porém são pouco visualizadas.

Além destas cinco espécies que poderiam ter sido afetadas diretamente pelo enchimento do lago, outras duas espécies também tiveram registros únicos e merecem destaque por se tratarem de potenciais espécies novas para a ciência, que é o caso de *Cerapachys* sp. 1, ou por se tratar de uma ampliação de registro geográfico abrangente, como no caso de *Oxyepoecus ephippiatus*, antes conhecida apenas para a localidade tipo, Manaus – AM, que teve sua abrangência geográfica ampliada em mais de 900 km.

As espécies *Anochetus diegensis*, *Blepharidatta brasiliensis*, *Solenopsis* sp. 1 e *Wasmannia auropunctata* foram detectadas como espécies com ampla distribuição temporal, estando presentes em todas as dez campanhas. *Wasmannia auropunctata* merece destaque por ser considerada praga em muitas localidades no mundo inteiro (Longino & Fernández, 2007; Wetterer & Porter, 2003). Esta espécie é rigorosa na escolha do ambiente onde nidifica, que variam de locais mais úmidos até ambientes mais secos, abrangendo matas sucessionais até florestas maduras. Em florestas úmidas costuma ser abundante até aproximadamente 500 m de altitude, e em ambientes de várzea ocorre na serapilheira no chão da floresta em todos os níveis de vegetação. Embora ocorra com



frequência em amostras de habitats florestais maduros na Costa Rica, nunca é tão abundante naqueles habitats que seja perceptível como uma praga ou possa estar deslocando outras espécies nativas (Tennant, 1994). Por outro lado, em certos habitats agrícolas e em partes dos trópicos, onde foi introduzida, torna-se super-abundante, com impactos negativos sobre as espécies nativas (redução no número e exclusão) e conforto humano (Clark *et al.*, 1982, Wetterer & Porter, 2003). Por isso é um exemplo de indicador ecológico, onde o monitoramento da frequência e abundância de *Wasmannia auropunctata* podem prever efeitos sobre a comunidade de formigas em ambientes fragmentados (Ambrecht & Ulloa-Chacón, 2003; Breton *et al.*, 2003). Talvez este potencial de indicador ecológico possa ser observado em monitoramentos futuros na área de influência da UHE Santo Antônio.

Por fim, é de suma importância considerar que o efeito do alagamento já causou mudanças (redução na riqueza total na área, elevação da densidade de uma possível espécie praga) e ainda poderá promover mudanças de mais longo prazo na assembleia de formigas. Entretanto, as análises deste relatório indicam que há uma tendência da assembleia de formigas em se reorganizar, e retornar ao número de espécies equivalente ao existente antes do enchimento reservatório. Logo, é importante a continuidade do monitoramento, para verificar as mudanças imediatas e as possíveis “adequações” (reorganização) e o estabelecimento das espécies/populações nas novas condições depois do enchimento do reservatório.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, N.L. & BRANDÃO, C.R.F. 2004. A revision of the neotropical solenopsidini ant genus *Oxyepoecus* Santschi, 1926 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae). 1. The *Vezenyii* species-group. *Papeis Avulsos de Zoologia*. 44(4):55-80.
- ALONSO, L.E. 2000. Ants as indicators of diversity, p. 80-88. *In*: Agosti, D., Majer, J.D., Alonso, L.E. & Schultz, T. R. (eds.). *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution Press, 280pp.
- ALONSO, L.E. & AGOSTI, D. 2000. Biodiversity studies, Monitoring, and Ants: An Overview, p. 1-8. *In* D. AGOSTI, J. D. MAJER, L. E. ALONSO & T. R. SCHULTZ (eds.), *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C., USA.
- ARMBRECHT, I.; ULLOA-CHACON, P. 2003. The little fire ant *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Hymenoptera : Formicidae) as a diversity indicator of ants in tropical dry forest fragments of Colombia. *Environmental Entomology* 32:542-547.

- ANDERSON, M.J., 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology*. 26: 32–46.
- BACCARO, F.B.; SCHIETTI, J.; GUARIENTO, H.F.; OLIVEIRA, M.L.; MAGALHÃES, C.U. 2008. Avaliação de um patrimônio. *Scientific American Brasil - Especial Amazônia*, São Paulo, p. 24 – 29.
- BENSON, W. & HARADA, A.Y. 1998. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Amazonica*. 18: 275-289.
- BESTELMEYER, B.T., AGOSTI, D., ALONSO, L.E., BRANDÃO, C.R.F., BROWN, J.W.L., DELABIE, J.H.C., SILVESTRE, R., MAJER, J.D., SCHULTZ, T.R., 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants: an overview, description, and evaluation. *In*: AGOSTI, D., MAJER, J.D., ALONSO, L.E., SCHULTZ, T.R. (Eds.), *Ants Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Smithsonian Institution Press, Washington, pp. 122–145.
- BYRNE, M.M. 1994. Ecology of twig-dwelling ants in a wet lowland tropical Forest. *Biotropica*. 26:61-72.
- CARVALHO, K.S. 1998. Efeitos de borda sobre a comunidade de formigas de serrapilheira florestal na Amazônia Central. Dissertação de Mestrado. INPA – UFAM. Manaus – AM, 64pp.
- CLARK, D. B.; GUAYASAMÍN, C.; PAZMIÑO, O.; DONOSO, D.; PÁEZ DE VILLACÍS, Y. 1982. The tramp ant *Wasmannia auropunctata*: autecology and effects on ant diversity and distribution on Santa Cruz Island, Galapagos. *Biotropica* 14:196-207.
- COLWELL, R.K. 2013. Estimate S: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. URL [www.purl.oclc.org/estimates](http://www.purl.oclc.org/estimates)
- FAGUNDES, E.P. 2003. Efeitos de fatores do solo, altitude e inclinação do terreno sobre os invertebrados da serrapilheira, com ênfase em Formicidae (Insecta, hymenoptera) da reserva Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. Dissertação de Mestrado. INPA – UFAM. Manaus, AM 70pp.
- FAITH, D. P.; MINCHIN, P. R.; BELBIN, L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. *Vegetatio* 69, 57–68.
- FELDMANN, M.; VERHAAGH, M.; HEYMANN, E. 2000. *Sericomyrmex* ants as seed predators. *Ecotropica*. 6: 207-209.
- FEITOSA, R. M.; BRANDÃO, C.R.F. & DINIZ, J.L.M. 2008. Revisionary Studies on the Enigmatic Neotropical Ant Genus *Stegomyrmex* Emery, 1912 (Hymenoptera: Formicidae: Myrmicinae), With the Description of Two New Species. *Journal of Hymenoptera Research*. 17(1): 64-82.



- FITTKAU, E.J. & KLINGE H., 1973. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. *Biotropica*. 5: 2-14.
- GOTELLI, N., AND COLWELL, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: Procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- GOTELLI, N. J. G., ELLISON, A. M., DUNN, R. R., SANDERS, N. J. 2011. Counting ants (Hymenoptera : Formicidae): biodiversity sampling and statistical analysis for myrmecologists. *Myrmecological News*. 15: 13-19.
- HAWKINS, C.P.; NORRIS, R.H.; HOUGE, J.N.; & FEMINELLA, J.W. 2000. Development and evaluation of predictive models for measuring the biological integrity of streams. *Ecology Applications*. 10:1456-1477.
- HINES, J.E. 2006. Presence 2- Software to estimate patch occupancy and related parameters. USGS-PWRC.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON E.O. 1990. The Ants. Harvard University Press, MA, USA.
- HUBBELL, S.P. & FOSTER R.B. 1992. Short-term dynamics of a neotropical forest: why ecological research matters to tropical conservation and management. *Oikos*. 63: 48-61.
- KASPARI, M. & WEISER, M.D. 2000. Ant activity along moisture gradients in a neotropical Forest. *Biotropica* 32:703-711.
- KEMPF, W.W. 1970. Levantamento das formigas da Mata Amazônica, nos arredores de Belém do Pará, Brasil. *Studia Entomologica*. 13 (1-4): 321-344.
- LE BRETON, J.; CHAZEAU, J.; JOURDAN, H. 2003. Immediate impacts of invasion by *Wasmannia auropunctata* (Hymenoptera : Formicidae) on native litter ant fauna in a New Caledonian rainforest. *Austral Ecology* 28:204-209.
- LOBRY de BRUYN, L.A. 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 74: 425-441.
- LONGINO, J.T., CODDINGTON J., & COLWELL R.K. 2002. The ant fauna of a Tropical rain Forest: Estimating species richness three different ways. *Ecology*. 83: 689-702.
- LONGINO, J. T.; FERNÁNDEZ F. C. 2007. A taxonomic review of the genus *Wasmannia*. Pages 271-289 in R. R. Snelling, B. L. Fisher, and P. S. Ward, editors. *Advances In Ant Systematics (Hymenoptera: Formicidae): Homage To E. O. Wilson – 50 Years Of Contributions*. *Memoirs of the American Entomological Institute*, 80.
- MAGURRAN, A.E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science, Oxford.
- MAJER, J.D. 1983. Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, landuse, and land conservation. *Environmental Management*. 7: 375-383.
- MIRANDA, P.N., OLIVEIRA, M.A., BACCARO, F.B., MORATO, E.F., DELABIE, J.H.C. 2012.

- Check list of ground-dwelling ants (Hymenoptera: Formicidae) of the eastern Acre, Amazon, Brazil. *Check List* 8(4): 722-730.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente). 2003. Instrução Normativa N°003, de 26 de maio de 2006. Lista Nacional das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção.
- OLIVEIRA, M.A. 2009. Diversidade da mirmecofauna e sucessão florestal na Amazônia – Acre, Brasil. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Entomologia. 132pp.
- OLIVEIRA, A.H.C. 2013. Padrões temporais de diversidade: dinâmica de assembleias de formigas de liteira (Hymenoptera: Formicidae) em 25 km<sup>2</sup> de floresta Amazônica. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 44pp.
- OLIVEIRA, P.Y.; SOUZA, J.L.P.; BACCARO, F.B. & FRANKLIN, E. 2009. Ant species distribution along a topographic gradient in a terra-firme forest in Central Amazon. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44: 852-860.
- R Development Core Team. 2013. 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/>.
- RYDER, K.W.; MERTL, A.L.; TRANIELLO, F.A. 2010. Species diversity and distribution patterns of the ants of Amazonian Ecuador. *PLoS One* 5: e13146.
- ROSENBERG, D.M.; DANKS, H.V. & LEHMKUHL, D.M. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environment Management*. 10:773-783.
- SILVA, R.R.; Brandão, C.R.F. 2010. Morphological patterns and community organization in leaf-litter ant assemblages. *Ecological Monographs*. 80: 107-124.
- SOUZA, J.L.P. 2009. Avaliação do esforço amostral, captura de padrões ecológicos e utilização de táxons substitutos em formigas (Hymenoptera - Formicidae) de serrapilheira com três métodos de coleta na floresta Amazônica, Brasil. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais, Divisão do curso de Pós-Graduação de Entomologia – INPA-UFAM 116pp.
- SOUZA, J.L.P.; BACCARO, F.B.; LANDEIRO, V.L.; FRANKLIN, E.; MAGNUSSON, W.E. 2012. Trade-offs between complementarity and redundancy in the use of different sampling techniques for ground-dwelling ant assemblages. *Applied Soil Ecology* 56: 63-73.
- SOUZA, J.L.P.; MOURA, C.A.R.; HARADA, A.Y.; FRANKLIN, E. 2007. Diversidade de espécies dos gêneros *Crematogaster*, *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) e complementaridade dos métodos de coleta durante a estação seca numa estação ecologia no estado do Pará, Brasil. *Acta Amazonica* 37(4): 649-656.

- TENNANT, L. E. 1994. The ecology of *Wasmannia auropunctata* in primary tropical rainforest in Costa Rica and Panama. Pp. 80-90 in: Williams, D. F. (ed). Exotic ants: biology, impact, and control of introduced species: 332 pp. Westview Press, Boulder, Colorado, USA.
- WETTERER, J. K.; PORTER, S. D. 2003. The little fire ant, *Wasmannia auropunctata*: distribution, impact, and control. *Sociobiology* 42:1-41.
- WILD, A. 2005. Taxonomic revision of the *Pachycondyla apicalis* species complex (Hymenoptera: Formicidae). *Zootaxa*. 834: 1-25.
- WILSON, E.O. 1987. The little things that run the world. *Conservation Biology* (1) 4:344-346.
- VASCONCELOS, H.L. 1999. Levels of leaf herbivory in Amazonian trees from different stages in forest regeneration. *Acta Amazonica*. 29(4): 615-623.
- VERHAAGH, M. 1991. The Formicidae of the rain forest in Panguana, Peru: The most diverse local ant fauna ever recorded. *In*: Veeresh, G.K., Mallik, B., Viraktamath, C.A. (eds), Social Insects In The Environment. Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi, p. 217-218.

## 7. EQUIPE TÉCNICA

- **Coordenação Técnica Geral**

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

- **Subcoordenação**

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

- **Responsáveis Técnicos**

Dr. Jorge Luiz P. de Souza, Engenheiro Agrônomo  
CREA 11006 - D, CTF IBAMA 2478366  
Msc. Itanna Oliveira Fernandes  
CRBio 52604/06D, CTF IBAMA 3703965





Táxon	Ilha Búfalos						Ilha Pedras						Jaci-Paraná - MD						Jirau - ME						Morrinhos						Novo Módulo Jaci						Teotônio					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Crematogaster sotobosque</i>																																										
<i>Crematogaster sp. 2</i>	x	x			x		x			x	x	x	x																													
<i>Crematogaster sp. 5</i>																																										
<i>Crematogaster sp. 6</i>					x																																					
<i>Crematogaster sp. 7</i>	x	x	x																																							
<i>Crematogaster stollii</i>																																										
<i>Crematogaster tenuicula</i>	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x					x	x					x	x					
<i>Cyphomyrmex laevigatus</i>		x																																								
<i>Cyphomyrmex minutus</i>		x																																								
<i>Cyphomyrmex rimosus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																													
<i>Cyphomyrmex sp. 1</i>		x	x																																							
<i>Cyphomyrmex sp. 10</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 11</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 12</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 2</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 3</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 4</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 5</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 6</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 7</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 8</i>																																										
<i>Cyphomyrmex sp. 9</i>																																										
<i>Dinoponera gigantea</i>																																										
<i>Discothyrea sp. 1</i>																																										
<i>Discothyrea sp. 2</i>																																										
<i>Discothyrea sp. 3</i>																																										

Táxon	Ilha Búfalos					Ilha Pedras					Jaci-Paraná - MD					Jirau - ME					Morrinhos					Novo Módulo Jaci					Teotônio											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6						
<i>Dolichoderus bidens</i>														x																					x							
<i>Dolichoderus bispinosus</i>	x	x			x	x		x	x	x			x	x	x	x	x																			x		x				x
<i>Dolichoderus cogitans</i>				x																																						
<i>Dolichoderus decollatus</i>					x								x																													
<i>Dolichoderus imitator</i>				x									x	x	x	x																								x		
<i>Dolichoderus longicollis</i>														x																									x			
<i>Dolichoderus septemspinosus</i>															x																											
<i>Eciton burchellii</i>					x									x																								x	x	x		
<i>Ectatomma brunneum</i>		x				x				x																														x	x	
<i>Ectatomma edentatum</i>								x					x																											x	x	
<i>Ectatomma lugens</i>		x							x	x			x																												x	
<i>Gigantiops destructor</i>	x							x																																		
<i>Gnamptogenys horni</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																					x	x		
<i>Gnamptogenys moelleri</i>			x	x	x	x				x					x																										x	
<i>Gnamptogenys relictata</i>			x	x		x	x					x	x																													
<i>Gnamptogenys sp. 1</i>		x	x					x	x		x	x																													x	x
<i>Gnamptogenys sp. 10</i>																																									x	
<i>Gnamptogenys sp. 3</i>		x	x																																							
<i>Gnamptogenys sp. 4</i>		x	x			x																																				
<i>Gnamptogenys sp. 5</i>				x			x		x																																x	
<i>Gnamptogenys sp. 6</i>										x																															x	
<i>Gnamptogenys sp. 8</i>																																									x	
<i>Gnamptogenys striatula</i>																																										x
<i>Gnamptogenys tortuolosa</i>										x				x	x		x																								x	
<i>Hylomyrma sp. 1</i>		x	x	x	x	x	x	x		x	x					x																									x	
<i>Hylomyrma sp. 2</i>						x					x																															







Táxon	Ilha Búfalos						Ilha Pedras						Jaci-Paraná - MD						Jirau - ME						Morrinhos						Novo Módulo Jaci						Teotônio					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Odontomachus meinerti</i>							x			x			x			x																										
<i>Odontomachus</i> sp. 1				x						x	x																															
<i>Odontomachus</i> sp. 2										x																																
<i>Oxyepoecus ephippiatus</i>		x																				x	x	x	x																	
<i>Pachycondyla apicalis</i>																																										
<i>Pachycondyla arhuaca</i>					x			x																																		
<i>Pachycondyla cavinodis</i>		x																																								
<i>Pachycondyla commutata</i>						x				x																																
<i>Pachycondyla constricta</i>				x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
<i>Pachycondyla crenata</i>																																										
<i>Pachycondyla harpax</i>		x								x																																
<i>Pachycondyla impressa</i>		x	x																																							
<i>Pachycondyla laevigata</i>																																										
<i>Pachycondyla stigma</i>		x		x																																						
<i>Pachycondyla striata</i>		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x																		
<i>Pachycondyla unidentata</i>		x																																								
<i>Pachycondyla venusta cf.</i>																																										
<i>Pachycondyla verena</i>																																										
<i>Pheidole</i> sp. 1		x	x	x	x	x																																				
<i>Pheidole</i> sp. 10			x					x	x	x	x	x		x																												
<i>Pheidole</i> sp. 11						x																																				
<i>Pheidole</i> sp. 12			x																																							
<i>Pheidole</i> sp. 14					x																																					
<i>Pheidole</i> sp. 15																																										
<i>Pheidole</i> sp. 16																																										
<i>Pheidole</i> sp. 17																																										



Táxon	Ilha Búfalos						Ilha Pedras						Jaci-Paraná - MD						Jirau - ME						Morrinhos						Novo Módulo Jaci						Teotônio																							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6																		
<i>Pheidole</i> sp. 49							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x																		x												x					
<i>Pheidole</i> sp. 5																									x						x																													
<i>Pheidole</i> sp. 50	x	x	x	x	x								x												x	x	x	x	x	x	x												x						x						x					
<i>Pheidole</i> sp. 51					x																																																							
<i>Pheidole</i> sp. 6	x	x	x				x						x						x	x	x	x	x	x													x	x					x						x						x	x				
<i>Pheidole</i> sp. 7																																					x	x					x	x					x	x										
<i>Pheidole</i> sp. 8																																																												
<i>Pheidole</i> sp. 9																																																												
<i>Prionopelta</i> sp. 1						x																																																						
<i>Pseudomyrmex simplex</i>																																																												
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1							x	x					x	x																							x	x					x	x					x	x										
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2																																																												
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3																																																												
<i>Pseudomyrmex termitarius</i>	x						x	x	x	x	x																																																	
<i>Rogeria alzatei</i>	x	x	x				x	x	x	x			x	x	x	x	x	x																			x	x					x	x					x	x					x	x				
<i>Rogeria leptonana</i>																																					x	x					x	x					x	x										
<i>Rogeria</i> sp. 1																																																												
<i>Rogeria</i> sp. 2																																																												
<i>Rogeria</i> sp. 3																																																												
<i>Rogeria</i> sp. 4																																																												
<i>Sericomyrmex</i> sp. 1	x																		x	x	x	x	x	x																			x	x																
<i>Sericomyrmex</i> sp. 2																																																												
<i>Sericomyrmex</i> sp. 3																																																												
<i>Solenopsis geminata</i>																																																												
<i>Solenopsis</i> sp. 1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
<i>Solenopsis</i> sp. 10																																																												

Táxon	Novo Módulo																																																												
	Ilha Búfalos						Ilha Pedras						Jaci-Paraná - MD						Jirau - ME						Morrinhos						Novo Módulo Jaci						Teotônio																								
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6																			
<i>Solenopsis</i> sp. 2	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																			
<i>Solenopsis</i> sp. 3	x				x		x						x	x	x	x	x	x							x	x											x	x					x	x	x	x															
<i>Solenopsis</i> sp. 4	x								x								x																																												
<i>Solenopsis</i> sp. 5																																																													
<i>Solenopsis</i> sp. 6	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																			
<i>Solenopsis</i> sp. 7									x				x				x																																												
<i>Solenopsis</i> sp. 8																x																																													
<i>Solenopsis</i> sp. 9													x					x													x																														
<i>Stegomyrmex manni</i>																																																													
<i>Strumigenys beebei</i>			x						x		x				x			x	x									x																																	
<i>Strumigenys denticulata</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x																			
<i>Strumigenys elongata</i>	x		x	x			x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x																																			
<i>Strumigenys infidelis</i>			x	x																																																									
<i>Strumigenys inusitata</i>																																																													
<i>Strumigenys smithii</i>						x																																																							
<i>Strumigenys</i> sp. 1			x	x																																																									
<i>Strumigenys</i> sp. 10					x	x			x	x	x	x																			x		x	x																											
<i>Strumigenys</i> sp. 11																																																													
<i>Strumigenys</i> sp. 12																																																													
<i>Strumigenys</i> sp. 13			x	x																																																									
<i>Strumigenys</i> sp. 2																																																													
<i>Strumigenys</i> sp. 3					x	x	x																																																						
<i>Strumigenys</i> sp. 4			x	x	x	x	x																																																						
<i>Strumigenys</i> sp. 5						x																																																							
<i>Strumigenys</i> sp. 6						x	x																																																						
<i>Strumigenys</i> sp. 7																																																													

