

Universidade Federal de São João del-Rei

Departamento de Ciências Naturais

Programa de Pós-Graduação em Ecologia

**INFLUÊNCIA DOS COMPONENTES DO HABITAT NA  
PARTIÇÃO DA DIVERSIDADE EM COMUNIDADES  
CAVERNÍCOLAS: ESTUDO DE CASO NOS QUARTZITOS DA  
SERRA DOS MARTÍRIOS E CARBONATOS DE XAMBIOÁ**

Vinícius da Fontoura Sperandei

São João del-Rei

2019

Vinícius da Fontoura Sperandei

**INFLUÊNCIA DOS COMPONENTES DO HABITAT NA  
PARTIÇÃO DA DIVERSIDADE EM COMUNIDADES  
CAVERNÍCOLAS: ESTUDO DE CASO NOS QUARTZITOS DA  
SERRA DOS MARTÍRIOS E CARBONATOS DE XAMBIOÁ**

Orientador: Dr. Marconi Souza Silva

Coorientador: Dr. Rodrigo Lopes Ferreira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

São João del-Rei

2019

**Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de  
Biblioteca (DIBIB) e Núcleo de Tecnologia da  
Informação (NTINF) da UFSJ,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Sperandei, Vinícius da Fontoura.

S741i      Influência dos componentes do habitat na partição  
da diversidade em comunidades cevernícolas: Estudo de  
caso nos quartizitos da Serra dos Martírios e  
carbonatos de Xambioá / Vinícius da Fontoura  
Sperandei ; orientador Marconi Souza Silva;  
coorientador Rodrigo Lopes Ferreira. -- São João del  
Rei, 2019.

106 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em  
Ecologia) -- Universidade Federal de São João del

Rei, 2019.

Nome: Vinícius da Fontoura Sperandei

Título: Influência dos componentes do habitat na partição da diversidade em comunidades cavernícolas: Estudo de caso nos quartzitos da Serra dos Martírios e carbonatos de Xambioá.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Aprovado em: 20 de agosto de 2019

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Marconi Souza Silva (Orientador)

Universidade Federal de Lavras

Prof. Dra. Letícia Maria Vieira (membro titular)

Universidade Federal de Lavras

Dra. Rafaela Bastos Pereira (membro externo)

Universidade Federal de Lavras

Fomento:



Apoio e Colaborações:



## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço aos meus pais (Suzimara e Neri), que são exemplos de caráter na qual depositaram em mim educação e confiança nesta jornada. Essa conquista é tão de vocês quanto minha, e o orgulho que tenho de vocês é proporcional aos 1080 km que nos distanciam desde a graduação.

Ao meu orientador Marconi Souza Silva por todo o aprendizado, conselhos e paciência nesses meses de trabalho.

Ao Centro de Estudos em Biologia Subterrânea que abriu as portas para mim, que foi palco de um intenso aprendizado acadêmico e pessoal. Aos parceiros que foram essenciais nos mais diversos momentos, que fizeram dessa caminhada mais fácil e mais alegre, á todos vocês minha gratidão.

Á equipe de campo: Prof. Rodrigo Lopes Ferreira, Denizar Alvarenga, Prof. Marconi Souza Silva, Maricélio Guimarães e Francinaldo Bezerra, muito obrigado por todo o empenho, aprendizado e por terem colocado o pé na estrada junto comigo nessa empreitada, foram experiências nos dias de Pará e Tocantins que levarei para sempre com muito orgulho a admiração á cada um.

Aos especialistas que contribuíram significativamente para as identificações: Leopoldo Bernardi (ácaros), Rafaela Bastos (isópodes), Gilson Argolo (opilião), Julio Vaz (hemiptera), Ana Clara Viana (pseudoscorpiones) e Luana Guimarães (isópteras).

Aos meus irmãos que a vida proporcionou Leonardo Fonsceca, Isabela Dialucci, Carlos Victor e Igor Helmond, vocês são incríveis, e foram de total apoio para que isso tudo fosse materializado. Ao UFLA Rugby, no papel de esporte universitário que acredito ser fundamental para os acadêmicos como atividade física, saúde mental e trabalho coletivo, principalmente na figura do amigo Kemio Carvalho por todo o incentivo e empenho frente ao time.

Ao PGE/UFSJ pelo suporte, principalmente na figura da Prof<sup>a</sup> Tatiana Cornelissen que sempre foi exemplo de pesquisadora e de dedicação, que me adotou como membro de um projeto, e que fez parte de um engrandecimento pessoal muito grande nas Montanhas Mágicas da Mantiqueira. Muito obrigado por tudo Tati e saiba que pode sempre contar comigo!

Á Andresa Andrade que entrou comigo na graduação, entramos juntos na pós e defende seu mestrado juntamente comigo. Muito obrigado por me agregar ao seu trabalho, foram dias que não tem explicação. Sucesso! E “Vamo que vamo!” Á Natalia Brandão, que esteve em dias memoráveis, e que sempre se fez presente mesmo que á distância, obrigado por tudo!

Ao Cássio Pereira, também mestre ecólogo por este programa, pela parceria de irmão, pelos incentivos e principalmente por sempre apostar e mim, neste trabalho tem muito da vivência e contribuições suas, á você todo o sucesso do mundo na tua jornada.

Á Votorantim Cimentos Brasil e seus funcionários pela liberação de acesso á área em Xambioá/TO, ao Ideflor-bio do Pará por ceder alojamento para equipe e ser nossa casa por duas semanas a beira do Rio Araguaia e ao ICMBio pela licença concedida.

Á todos que diretamente ou indiretamente ajudaram, meu MUITO OBRIGADO!

## **Sumário**

Resumo .....	1
Abstract .....	2
Capítulo Único: Influência dos componentes do habitat na partição da diversidade em comunidades cavernícolas: Estudo de caso nos quartzitos da Serra dos Martírios e carbonatos de Xambioá.	
Introdução .....	3
Metodologia.....	6
Resultados .....	15
Discussão .....	35
Considerações Finais .....	39
Referências Bibliográficas .....	40
Anexos .....	50



## Vinícius da Fontoura Sperandei<sup>1</sup> e Marconi Souza Silva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de São João Del Rei, <sup>2</sup> Universidade Federal de Lavras

### Resumo

Ausência permanente de luz, elevada estabilidade nas condições de temperatura e umidade e recursos energéticos escassos e de origem alóctone são as principais características do ambiente subterrâneo. Tais características determinam a colonização e estabelecimento das comunidades de invertebrados. Variações espaciais e temporais nas cavernas podem promover elevada heterogeneidade de habitat afetar a composição e riqueza da fauna. Neste sentido, o presente estudo buscou avaliar a dinâmica de partição da diversidade beta de comunidades de invertebrados terrestres de cavernas em distintas escalas espaciais (similaridade, *turnover*, distinção taxonômica). Além disto, avaliamos a influência dos componentes do habitat (isoladamente e em interação) na determinação de variações espaciais da composição, riqueza e distinção taxonômica da fauna. O estudo foi realizado em três cavernas da Serra dos Martírios/Andorinhas (São Geraldo do Araguaia/PA) e a Caverna da Explosão (Xambioá/TO). Invertebrados cavernícolas foram coletados em macro (caverna), meso (setores de 27m<sup>2</sup>) e microescala (quadrantes de 1m<sup>2</sup>) concomitante a quantificação da heterogeneidade do habitat. Foram observados 243 morfótipos (dispostos em 32 ordens e 118 famílias), os resultados indicaram alto valor de beta diversidade total com significativa contribuição da substituição de espécies entre as unidades amostrais, baixa similaridade entre as cavernas e entre unidades amostrais da mesma caverna. Tais variações na composição da fauna foram influenciadas em grande parte pela heterogeneidade de habitat. Apesar das cavernas serem considerados ambientes de elevada estabilidade ambiental nas condições de temperatura e umidade, as características físicas e tróficas heterogêneas determinam um elevado *turnover* espacial e conseqüentemente contribuída na manutenção de uma alta diversidade da fauna troglófila terrestre.

**Palavras-Chave:** Ecologia de comunidades, heterogeneidade de habitat, similaridade

## **Abstract**

Permanent default of light, high stability in temperature and humidity conditions and scarce energy resources of allochthonous origin are the main characteristics of the underground environment. Such characteristics determine the colonization and establishment of invertebrate communities. Spatial and temporal variations in caves can promote high habitat heterogeneity affecting fauna composition and richness. In this sense, the present study aimed to evaluate the partition dynamics of beta diversity of terrestrial cave invertebrate communities at different spatial scales (similarity, turnover, taxonomic distinction). In addition, we evaluated the influence habitat components (alone and in interaction) in determining spatial variations in fauna composition, richness and taxonomic distinction. The study was conducted in three caves of the Serra dos Martírios / Andorinhas (São Geraldo do Araguaia / PA) and the Explosão Cave (Xambioá / TO). Cave invertebrates were collected in macro (cave), meso (27m<sup>2</sup> sectors) and microscale (1m<sup>2</sup> quadrants) concomitant with the quantification of habitat heterogeneity. A total of 243 morphotypes (32 orders and 118 families) were observed. The results indicated a high total beta diversity value with significant contribution of species substitution among the sample units, low similarity between the caves and between sample units of the same cave. Such variations in fauna composition were largely influenced by habitat heterogeneity. Although caves are considered environments of high environmental stability under temperature and humidity conditions, the heterogeneous physical and trophic characteristics determine a high spatial turnover and consequently contributed to the maintenance of a high diversity of terrestrial troglophilic fauna.

**Key-Words:** Community ecology, habitat heterogeneity, similarity

## Introdução

Elevada estabilidade nas condições ambientais é uma das características mais marcantes dos ambientes subterrâneos principalmente temperatura, umidade relativa do ar, ausência permanente de luz e escassez de recursos alimentares (Poulson e White, 1969; Barr e Kuehne, 1971; Culver e Pipan, 2009; Tobin et al., 2013).

Nas regiões mais distantes das entradas a umidade tende a ser elevada e estável e as temperaturas aproximam-se das médias das temperaturas externas anuais (Barr e Kuehne, 1971; Sánchez-Fernández et al., 2018). Todas estas condições selecionam as espécies que compõem as comunidades neste ambiente e levam a modificações de cunho morfológico, fisiológico e comportamental as espécies mais adaptadas as cavernas (Culver, 1982; Holsinger e Culver, 1988; Culver e Pipan, 2009).

O aporte de energia nos ambientes subterrâneos é predominantemente de origem alóctone e composta de detritos, os quais são a base energética para toda a comunidade de invertebrados cavernícolas já que não há produção primária com exceção de poucas bactérias quimioautotróficas (Sarbu et al., 1996; Poulson e Lavoie, 2000; Schneider et al., 2011; Por et al., 2013). No interior das cavernas, os recursos orgânicos podem ser matéria orgânica carregada por enxurradas, pelo vento, pela gravidade e por animais que transitam entre as cavidades, além de guano depositado por na cavidade e eventuais carcaças (Souza-Silva et al., 2011; Culver e Pipan, 2019). Esta condição oligotrófica é limitante para as espécies que colonizam o ambiente subterrâneo, de forma que as redes tróficas em geral são simplificadas e dominadas por detritívoros (Gibert e Deharveng, 2002; Poulson, 2005; Trajano, 2005).

As cavidades do meio subterrâneo acomodam uma ampla diversidade de táxons com graus diferentes de dependências e relação ecológica-evolutiva com o habitat (Culver e Wilkens, 2000). No geral, os invertebrados são aqueles que apresentam maior número de espécies e com maiores populações nas cavernas, com importante participação na ciclagem e transferência energética dentro da cadeia trófica (Poulson, 2005).

Um dos fatores que impulsionam mudanças na riqueza e composição da fauna é a heterogeneidade do habitat. Segundo MacArthur e MacArthur em 1961, este fator influencia positivamente, aumentando a complexidade local de microhabitats, disponibilizando maior quantidade de abrigos e refúgios á condições adversas. Além disso, uma maior heterogeneidade de habitat pode aumentar a probabilidade de especiação uma vez que eventos resultantes de isolamento e adaptações á diversas condições ambientais devem aumentar com o aumento da heterogeneidade (Gotelli e Colwell, 2001; Begon et al. 2007; Stein et al., 2014). Contudo nas últimas duas décadas, pesquisas indicaram que o aumento na heterogeneidade e consequente aumento na complexidade do habitat pode promover, também, um efeito negativo sobre a riqueza de alguns grupos taxonômicos como Coleopteras (Milhomem et al., 2003) e artrópodes em geral (González-Megias et al., 2007) além de revisão de literatura envolvendo diversos grupos de animais e vegetais de Tews e colaboradores (2004).

A variação da heterogeneidade dentro dos habitats promove mudanças na composição das comunidades, uma vez que características abióticas como temperatura, umidade, luminosidade, abrigos são fatores importantes para comportamentos como reprodução, desenvolvimento e forrageamento para diferentes espécies de animais (Franklin et al., 2005; Silva et al., 2010). Entretanto tais estudos são escassos para os ambientes subterrâneos (Zepon, 2015; Cardoso, 2017; Cerqueira, 2018).

A heterogeneidade de habitat tem interferência direta na distribuição das espécies e na estruturação da comunidade influenciando diretamente no particionamento da diversidade (Terlizzi et al., 2008). Estudos relacionados a partição de diversidade em distintas escalas espaciais tem sido de elevada importância para entender a distribuição de espécies em relação as diferenças entre os microhabitats e dentro de um habitat maior (Whittaker, 1960; Carvalho et al., 2012), apesar de ainda serem estudos escassos para o ambiente cavernícola (Meleg et al., 2011; Cerqueira, 2018; Pipan et al. 2018). Tal particionamento da diversidade em escalas local (alfa) e em regional (gama), além da variação entre as unidades (beta), pode ser explicado através da substituição ou aninhamento de espécies, (Loreau, 2001; Baselga,

2010; Tuomisto, 2010; Carvalho et al., 2012; Podani e Schmera, 2016; Ferreira et al., 2017; Pipan et al., 2018).

Nos estudos de particionamento da diversidade regional os componentes espaço-temporal alfa, beta e gama precisam ser bem definidos e claramente diferenciados pela sua escala temporal e espacial. Os fatores que geralmente determinam a diversidade alfa local relacionam-se a fatores ambientais, interações entre as espécies e mudanças em curto prazo, enquanto para gama tais fatores atuam em períodos e escalas espaciais maiores, impulsionando mudanças em larga escala com efeitos ecológicos e evolutivos (Moreno e Rodríguez, 2010).

O particionamento da diversidade é de notória importância para o entendimento da contribuição de distintas escalas hierárquica no conjunto total de espécies (Tews et al., 2004). A diversidade de espécies é variável em relação à escala espacial o que indica que diferenças na mobilidade das espécies amostradas e disponibilidade de recursos podem ser atributos importantes para a determinação da riqueza total (Huston, 1999; Oliveira, 2014; Bichuette et al., 2015).

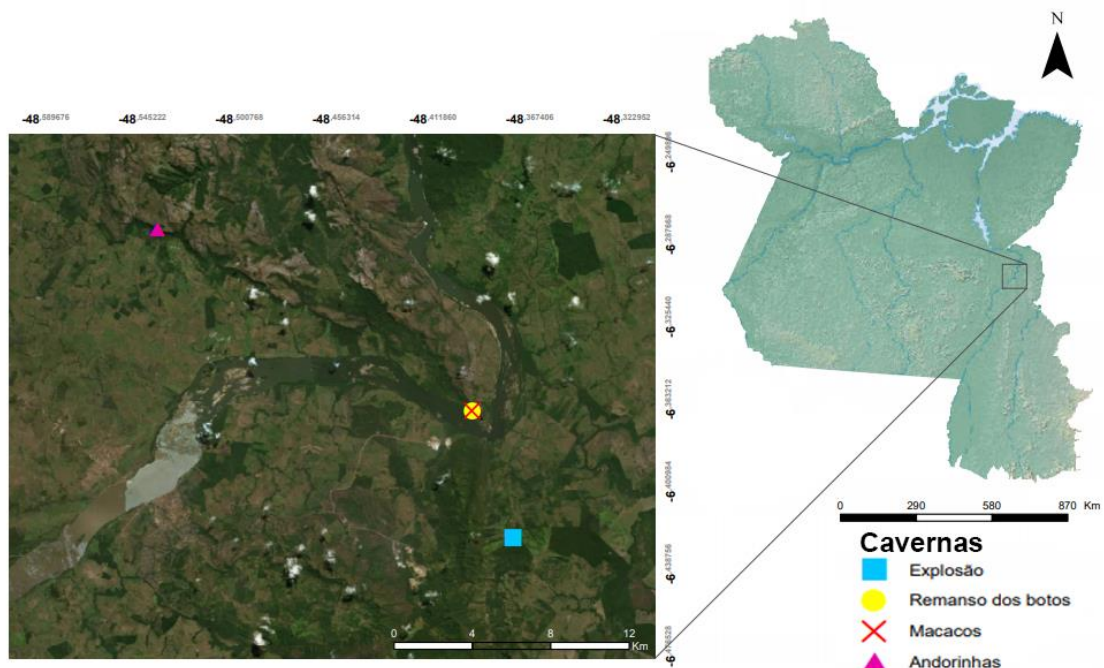
Ecossistemas subterrâneos são bons modelos para a avaliação de variações na diversidade, uma vez que são sistemas mais simplificados quando comparados aos ambientes de superfície e com uma quantidade menor de fatores ambientais que modificam as condições abióticas e modulam a ecologia da comunidade presente (Culver, 1982; Ferreira, 2004; Culver e Pipan, 2009; Zepon, 2015; Ferreira et al., 2017)

Neste sentido, o presente estudo buscou avaliar a dinâmica de partição da diversidade Beta de comunidades de invertebrados terrestres de cavernas. E avaliamos a influência dos componentes de habitat do solo (isoladamente e em interações) em micro, meso e macroescalas, utilizando conceitos como similaridade, turnover e distinção taxonômica como parâmetros para a determinação de variações em composição e riqueza da fauna cavernícola.

## METODOLOGIA

### Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido em três cavidades quartzíticas, denominadas Caverna das Andorinhas (1010m), Caverna Remanso dos Botos (125m) e Caverna dos Macacos (80,50m) na Serra das Andorinhas, município de São Geraldo do Araguaia/PA e a Caverna calcária da Explosão (1203m de extensão) localizada em Xambioá/TO (Figura 1). A Serra das Andorinhas situa-se em área protegida pelo Parque Estadual da Serra dos Martírios/Andorinhas (PESAM). A Caverna das Andorinhas é a maior do complexo desta formação com acesso a partir da maior entrada ao conduto principal de maior volume e que dá acesso ao outro lado da formação rochosa, deste partem outros condutos secundários e um piso superior. A Caverna da Explosão está localizada em área da Votorantim Cimentos Brasil, possuindo blocos de rochas no seu entorno, indicando atividade pretérita de mineração. Durante o período chuvoso indica-se que há o escoamento de água para a caverna deixando o piso parcialmente alagado.



**Figura 1:** Região de estudo com destaque para Caverna das Andorinhas, Remanso dos Botos e Macacos (São Geraldo do Araguaia/PA); Caverna da Explosão (Xambioá/TO) e o entorno.

O clima da região é classificado, segundo Köppen-Geiger, como Aw5 (Clima tropical com estação seca ou Equatorial Úmido), com índice pluviométrico anual entre 1000mm a 1500mm e temperatura média anual de 26,35°C com temperatura máxima em torno de 32°C, mínima de 22,7°C. A umidade relativa é alta e apresenta variação de 25% a 90% com média anual de 78% (Köppen, 1931.; Alvares et al., 2013.)

As cavernas estudadas apresentam diferenças estruturais como tamanho da entrada (Figura 2 e Tabela 1) e desenvolvimento linear (CANIE, 2018).

**Tabela 1:** Localização e características físicas, litológicas das cavernas  
\*- Graus decimais em DATUM SIRGAS2000

	Andorinhas	Explosão	Remanso dos Botos	Macacos
Entrada da caverna (alt X comp)	34,0 X 9,20	0,75 X 0,70	7,30X19.70	1,75 X 1,20
Nº de entradas	3	2	1	1
Localização (Graus decimais*)	-6,282218 -48,542843	-6,422028 -48,409689	-6,3686 -48,3939	-6,422028 -48,409689
Extensão(m)	1010	1203	125	80,50
Litologia	Quartzítica	Carbonática	Quartzítica	Quartzítica
Altitude (m)	523	230	230	166

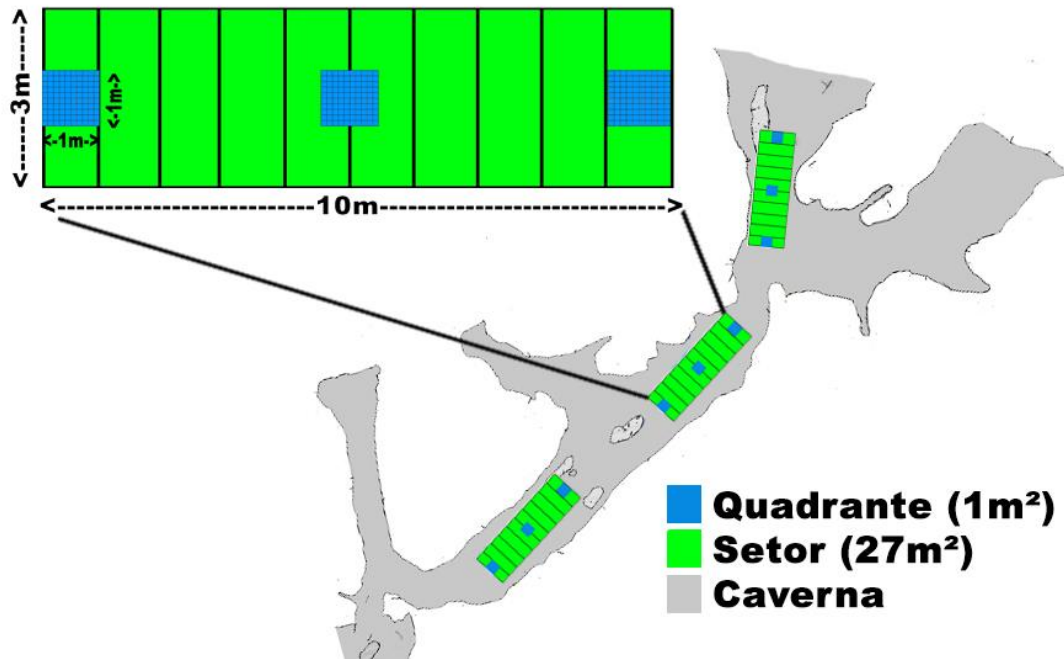


**Figura 2:** Algumas dasentradas das cavernas amostradas na Serra dos Martírios/Andorinhas e Xambioá. Caverna das Andorinhas (A), Caverna da Explosão (B), Caverna Remanso dos Botos (C) e Caverna dos Macacos (D). Foto D por Luís Catarino.

### **Procedimentos de coleta de dados**

As coletas de dados bióticos e abióticos foram realizadas em três escalas amostrais distintas no interior de cada caverna: (1- microescala) quadrantes de área de 1m<sup>2</sup> subdividido em 100 quadrículas menores de 10cm x10cm. (2 - mesoescala) setores de 10m de comprimento por 3m de largura e (3 - macroescala) busca ativa sem delimitação de área nos condutos da caverna (Figura 3).





**Figura 3:** Desenho esquemático das três escalas de amostragem utilizadas para a coleta de invertebrados cavernícolas na Serra dos Martírios/Andorinhas e Xambioá.

### Caracterização da fauna de invertebrados terrestres

Em cada unidade amostral foi realizado um único evento de coleta manual direta intuitiva dos invertebrados com auxílio de pinças e pincéis umedecidos em álcool (Souza-Silva et al. 2011, Wynne et al., 2019) revolvendo os microhabitats bem como matéria orgânica depositada e demais substratos. A busca ativa nas unidades amostrais foi feita pelo método “exaustivo” (Oliveira, 2014).

Os espécimes coletados foram armazenados *in loco* em potes plásticos contendo solução de etanol 70%. Em laboratório foram utilizadas microscópios estereoscópicos para triagem, morfotipagem e identificação até o menor nível taxonômico possível, sendo que em alguns casos os espécimes foram encaminhados e identificados por especialistas (ácaros, isópodes, hemipteras, orthopteros, pseudoescorpiões, e opiliões, além dos demais grupos ter sido identificados pelo pesquisador com auxílio de chaves de identificação) (Brescovit et al, 2007; Thiplehorn e Johnson, 2011; Carvalho et al, 2012; Pellegrini et al., 2016). A abordagem por morfotipo decorre da suficiência taxonômica, a identificação dos indivíduos á níveis superiores sem perda significativa de informações nas comunidades estudadas e podem

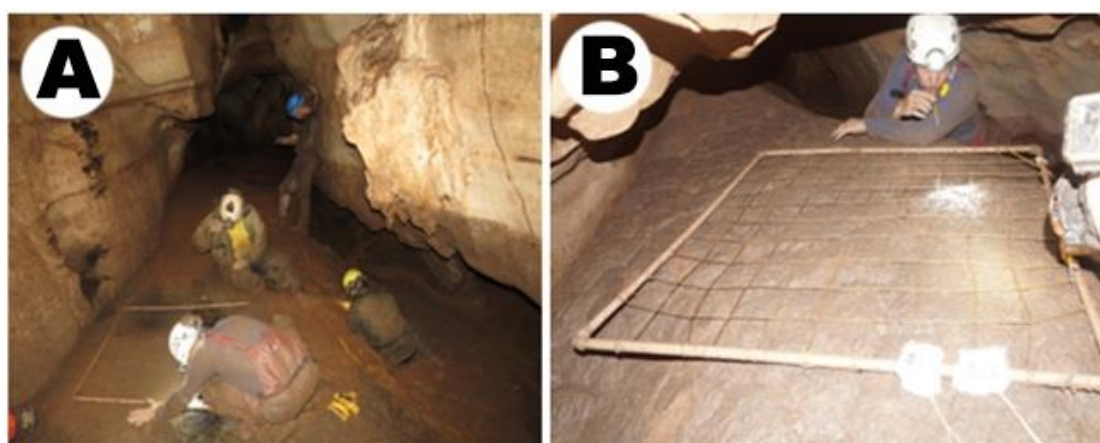
descrever de maneira satisfatória a estrutura das comunidades biológicas (Oliver e Beattie, 1996; Terlizzi et al., 2003; Terlizzi et al., 2009). O material testemunho está depositado na Coleção de Invertebrados Subterrâneos de Lavras (ISLA) na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

### **Mensuração dos componetes do habitat no solo**

Nos setores, os diferentes tipos de substratos foram avaliados e medidos em 10 parcelas de 3m x 1m (modificado á partir de Peck et al., 2006) e no interior de cada parcela foi quantificada a porcentagem de área ocupada por diferentes substratos orgânicos e inorgânicos (Figura 4).

Nos quadrantes os tipos de substratos foram determinados por meio de análise de fotografias feitas com câmera digital em campo de posição vertical e as áreas ocupadas foram calculadas com a utilização de software aberto ImageJ (Rasband, 1997) calibrado a partir de uma medida padronizada (área do quadrante de 1m<sup>2</sup>).

Os dados de temperatura e umidade foram obtidos com medição em termohigrômetro digital disposto no solo a cada setor na caverna e mantido até sua plena estabilidade de aferimento. A distância das unidades amostrais em relação as entradas das cavernas bem como o tamanho das entradas foram medidos com trena laser.



**Figura 4:** Coletade invertebrados e caracterização de habitatem quadrantes e setores (A) e coletas no quadrante(B).

### **Análise de Dados**

## **Variações na riqueza em distintas escalas espaciais**

A riqueza de fauna utilizada nas análises foi obtida através da contagem de morfótipos nas três diferentes escalas amostrais (micro, meso e macroescalas). O Diagrama de Venn (Oliveros, 2015) foi produzido no intuito de ilustrar graficamente a riqueza e número de espécies compartilhadas entre as cavernas amostradas.

Diferenças na riqueza média entre quadrantes, setores e entre cavernas foi avaliada através do teste-t (Sprent e Smeeton, 2000).

Com o objetivo de verificar a diferenciação em relação à diversidade entre as unidades amostradas foi realizado a análise de Distinção Taxonômica média (*Average Taxonomic Distinctness – ATD*) (Clarke e Warwick, 1998; Cianciaruso et al. 2009). Para tal foram atribuídos pesos para morfótipo (20), Família (40), Ordem (60), Classe (80) e Filo (100).

## **Suficiência Amostral**

No intuito de avaliar a suficiência amostral foram realizadas curvas de acumulação de espécies e estimativas através de Jackknife1 e Jackknife2, este último, como evidenciado por Oliveira (2014) demonstrou ser o melhor estimador para esta análise e baseia-se na incidência de espécies por unidade amostrada e por ser uma coleta atemporal aumenta a probabilidade de espécies raras (Colwell, 2006; Magurran, 2011).

Foram utilizadas as cavernas com maior número de amostras para que seja possível a mensuração e aplicação dos estimadores. Utilizamos as cavidades Andorinhas (12 setores e 36 quadrantes) e Explosão (7 setores e 21 quadrantes). As curvas foram elaboradas no software Primer 6 (Clarke e Gorley, 2006).

## **Medidas de similaridade em distintas escalas espaciais**

Para avaliar variações na similaridade da fauna entre as escalas amostrais foi utilizado o índice de Bray-Curtis e realizada uma Análise de Similaridade (ANOSIM) definidos em relação a fatores pré-determinados (cavernas e unidades amostrais) (Clarke e Warwick, 1994). O escalonamento

multidimensional métrico (MDS) e bootstrap foi usado para visualizar a separação entre grupos e a dispersão dentro de cada grupo (Clarke e Gorley, 2006, Anderson et al., 2008). O bootstrap é um método de re-amostragem proposto por Bradley Efron em 1979 para avaliar a distribuição de dados dentro da amostra.

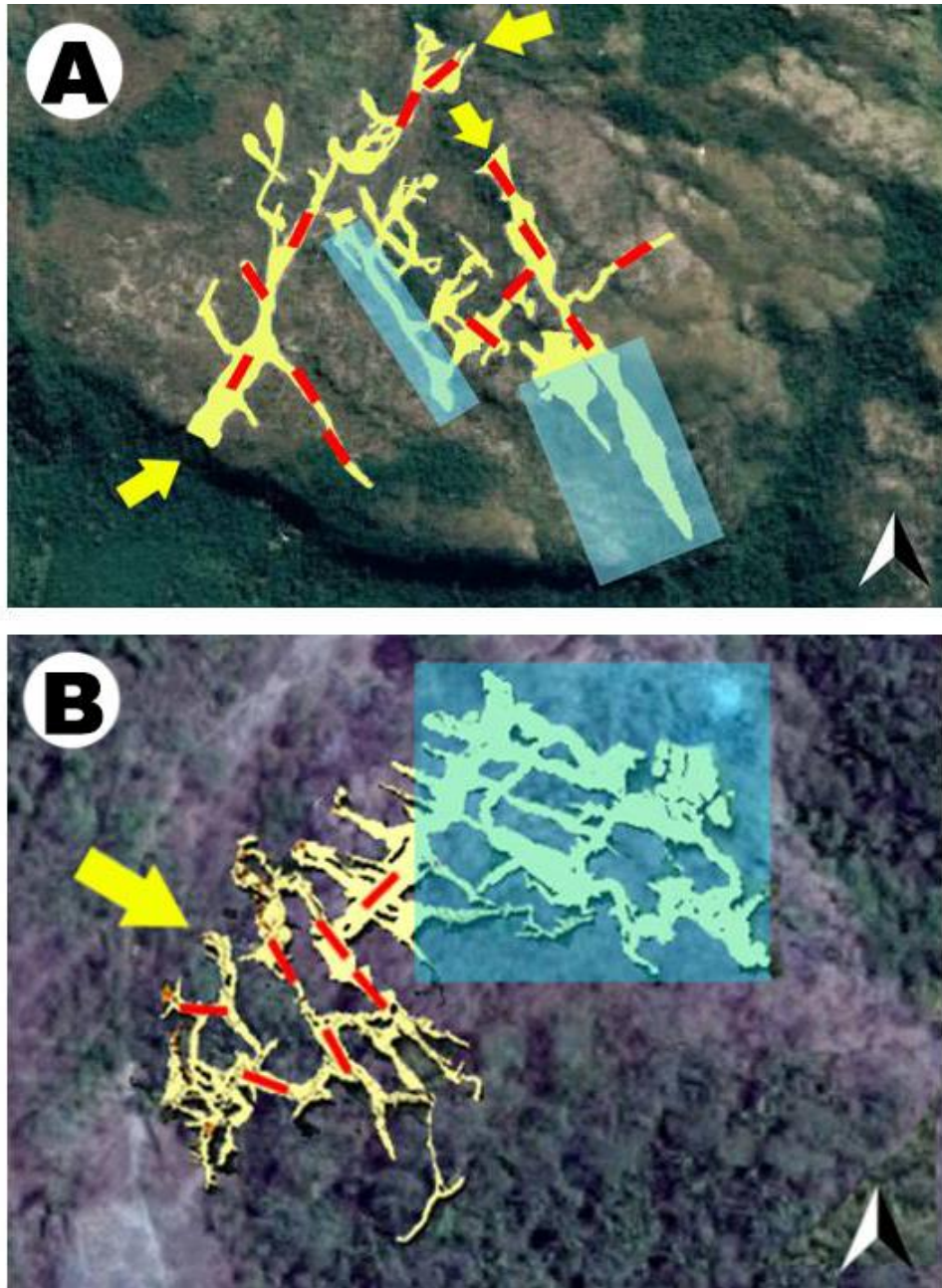
Com o intuito de avaliar a contribuição de cada morfótipo na determinação da dissimilaridade entre as unidades amostrais foi realizada a análise de SIMPER (Similaridade Percentual) (Clarke, 1993).

### **Medidas de beta diversidade em distintas escalas espaciais**

O PERMDISP (Permutação de Dispersão) foi utilizado para avaliar a dispersão dentro de cada unidade amostral, sendo considerada uma medida indireta de  $\beta$  diversidade composicional (Anderson et al., 2008). Para esta análise foi utilizado o índice de Jaccard e matriz de presença e ausência da fauna (Clarke et al., 2014). Para as análises foram considerados como fatores agrupadores as cavernas, os quadrantes e os setores.

A diversidade beta das comunidades de invertebrados entre as escalas amostrais também foi calculada a partir da beta multiplicativa, na qual independe do número de amostras realizadas e fornece valores para a substituição ( $\beta_{repl}$ ) e aninhamento ( $\beta_{rich}$ ) resultando também no valor de *turnover* ou  $\beta_{total}$ ; para isso foi utilizado o pacote BAT, função "beta.multi" (Cardoso et al., 2018), do software R (Carvalho et al., 2012; R Development Core Team, 2015).

Nestas análises de beta diversidade foram utilizadas somente as amostras da Caverna das Andorinhas (12 setores + 36 quadrantes) e Caverna da Explosão (7 setores + 21 quadrantes). Em ambas as cavernas a fauna dos três quadrantes de cada setor foram somadas e transformadas em uma única amostra. (Figuras 5).



**Figura 5:** (A)Caverna das Andorinhas (Ilustração realizada a partir de mapa realizado pelo ProjetoCaveGIS) e (B) Caverna da Explosão(Ilustração adaptada de mapa realizado pela Fundação Casa de Cultura de Marabá/PA), com os setores demarcados (em vermelho). Área azul foram áreas encontradas alagadas ou sem condições de acesso, setas amarelas indicam as entradas da cavidade.

### **Determinação dos componentes de habitat nas unidades amostrais**

Os componentes do habitat nas cavernas foram utilizados nas análises de maneira isolada (curso d'água, poça d'água, sedimento fino, sedimento úmido, cascalho grosso (< 5cm e > 2cm), blocos (>5cm), rocha matriz,

gotejamento, leito seco, escoamento, cascalho fino (< 2cm) e sedimento argiloso, guano, raízes, serrapilheira, galhos, plantas superiores, sementes, folhas, material orgânico animal, material orgânico vegetal, fungos e semente em germinação), em categorias (abrigo e recurso) e em interação (heterogeneidade de habitat). Foram considerados abrigos: curso d'água, poça d'água, sedimento fino, sedimento úmido, cascalho grosso (< 5cm e > 2cm), blocos (>5cm), rocha matriz, gotejamento, leito seco, escoamento, cascalho fino (< 2cm) e sedimento argiloso. Foram considerados recursos: guano, raízes, serrapilheira, galhos, plantas superiores, sementes, folhas, material orgânico animal, material orgânico vegetal, fungos e semente em germinação (adaptado de Cerqueira, 2018).

A heterogeneidade de habitat foi obtida através do índice Shannon-Weaver (Magurran, 2011).

### **Influência dos componentes do habitat na determinação de variações na composição e riqueza**

Para avaliar a influência dos componentes do habitat na composição e riqueza da fauna foi utilizada uma análise de DistLM (Modelo Linear baseado na Distância). Os passos para a análise foram: pré-tratamento dos dados (raiz quadrada), similaridade de Bray-Curtis e o DistLM com procedimento Forwardstep-wise, critério de AICc (Critério de Informação de Akaike corrigido) (Anderson et al., 2008). Por fim foi realizada uma análise de dbRDA (Análise de redundância baseada em distância) para avaliar conjuntamente o percentual de ajuste e explicação do modelo na variação dos dados. Para estes testes foi utilizado o software Primer 6 (Clarke e Gorley, 2006) e em adição o pacote Permanova+ (Anderson et al., 2008).

### **Influência da distância da entrada das cavernas na distinção taxonômica da fauna**

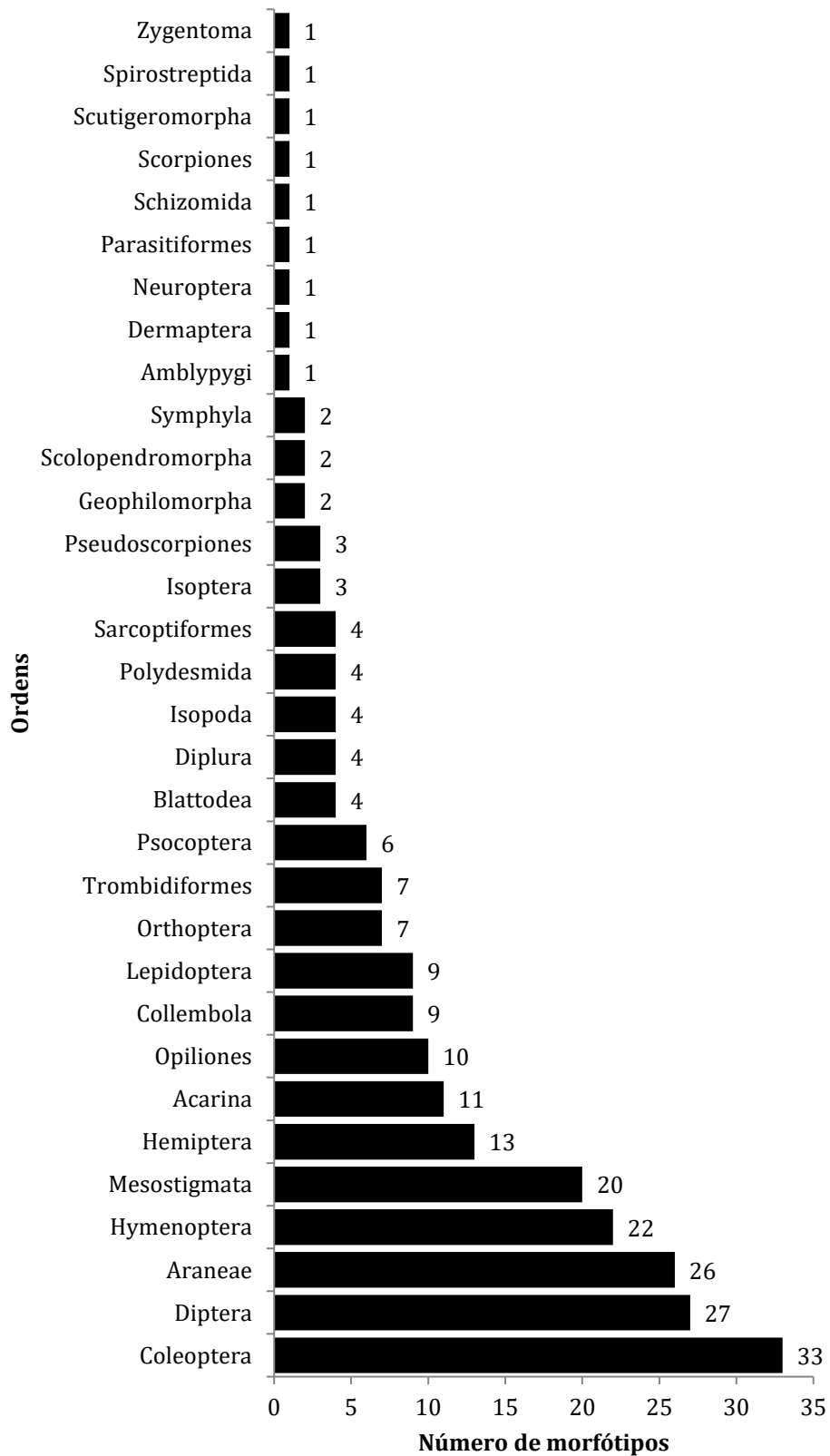
Para avaliar possível relação entre a distância das entradas das cavernas com a distinção taxonômica média e riqueza da fauna em meso e microescalas foi utilizada a regressão linear simples (Sokal e Rohlf, 1995).

## RESULTADOS

### Riqueza e Composição da fauna

Foram observados 3623 espécimes de 243 morfótipos pertencente á 8 classes, 32 ordens e 118 famílias (Figura 6, Tabela 2 e Anexo 2). Coleoptera foi a ordem com maior número de morfótipos (33 spp.), seguida por Diptera (27 spp.) e Araneae (26 spp.).

Na Caverna das Andorinhas a riqueza total obtida através da interpolação das três escalas espaciais de amostragem foi de 158 espécies com predomínio de riqueza em Acarina (21 spp.), Araneae (19 spp.) e Coleoptera (13 spp.), Caverna da Explosão obteve 79 morfótipos com mais representantes de Acarina (13 spp.), Coleoptera (9 spp.) e Collembola (8 spp.). Na caverna Remanso dos Botos 96 spp. com predomínio de Acarina (12 spp.), Diptera (11 spp.) e Araneae (9 spp.); e Caverna dos Macacos 50 espécies com ordens com mais morfótipos Araneae (11 spp.), Hymenoptera (5 spp.) e Opiliones (3 spp.).



**Figura 6:** Riqueza das 33 Ordens observadas nas cavernas quartzíticas da Serra dos Martírios/Andorinhas e carbonáticas de Xambioá utilizando quadrantes (1m x1m) e setores (3m x10m) como escalas de amostragem.



**Tabela 2:** táxons, famílias e número de morfótipos amostrados nas cavernas quartzíticas da Serra dos Martírios/Andorinhas - Pará e carbonáticas de Xambioá - Tocantins.

<b>Táxon</b>	<b>Famílias (número de espécies)</b>
<b>Acari</b>	Acaridae (3), Argasidae (4), Chetochelacaridae (1), Galumnidae (1), Heterozerchonidae (1), Histiostomatidae(1), Ixodidae (2), Labdostomatidae (1), Laelapidae (4), Oplitidae (2), Macrochelidae (3), Macronyssidae (1), N.I.* (1), Reginacharlottiidae (1), Rhagidiidae (2), Scutacaridae (1), Trombiculidae (3), Tydeidae (1)
<b>Amblypygi</b>	Phrynidae (1)
<b>Annelida</b>	N.I.* (2)
<b>Araneae</b>	Araneidae (3), Ctenidae (4), Linyphiidae (1), Ochyroceratidae (3), Oonopidae (4), Pholcidae (2), Pisauridae (1), Prodidomidae (1), Salticidae (2), Scytodidae (1), Theridiidae (1)
<b>Blattodea</b>	Blaberidae (1), Blattellidae (1), Corydiidae (2)
<b>Coleoptera</b>	Aderidae (1), Caribadae (5), Ceratocanthidae (1), Chrysomelidae (4), Elateridae (1), Hydroscaphidae (1), Lampyridae (1), Megalopodidae (1), N.I.* (6), Ochodaeidae (1), Pselaphidae (1), Ptiliidae (2), Staphylinidae (5), Tenebrionidae (2), Trogidae (1)
<b>Collembola</b>	Cyphoderidae (1), Dycirtomidae (1), Entomobryidae(3), Hypogastruridae (1), Paronellidae (3)
<b>Dermaptera</b>	Diplatyidae (1)
<b>Diplura</b>	Campodeidae (3), Japygidae (1)
<b>Diptera</b>	Agromyzidae (1), Asilidae (1), Calliphoridae (1), Cecidomyiidae (2), Ceratopogonidae (1), Culicidae (3), Dixidae (1), Drosophilidae (1), Mycetophilidae (1), N.I.* (5), Phoridae (2), Psychodidae (3), Stratiomyidae (1),

---

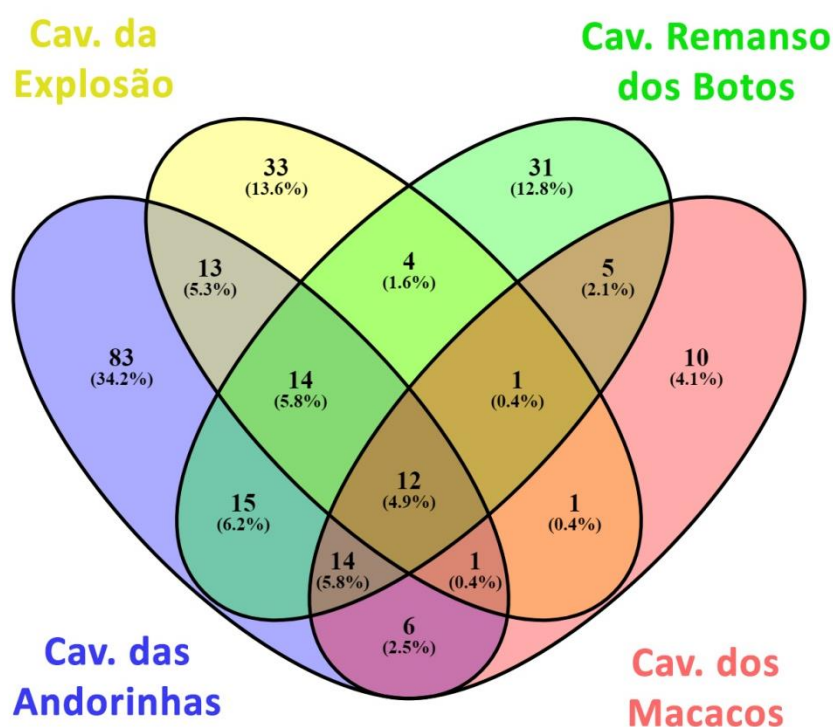
	Strebilidae (2), Tipulidae (1)
<b>Gastropoda</b>	N.I.* (2)
<b>Geophilomorpha</b>	Macronicophilidae (1), N.I.* (1)
<b>Hemiptera</b>	Achilixiidae (5), Ceratocombidae (1), Cydnidae (1), Hibridae (1), Psyllidae (1), Reduviidae (2), Schizopteridae (1), Veliidae (1)
<b>Hymenoptera</b>	Braconidae (1), Ceraphronidae (1), Formicidae (14), Ichneumonidae (1), Multillidae (1), Orussoidae (1), Scelionidae (1), Torymidae (1), Xiphydriidae (1)
<b>Isopoda</b>	Armadillidae (1), Dubioniscidae (1), Platyarthridae (1), Scleropactidae (1)
<b>Isoptera</b>	Termitidae (2), N.I.* (1)
<b>Lepidoptera</b>	Micropterigidae (1), N.I.* (3), Noctuidae (1), Tineidae (4)
<b>Nematoda</b>	N.I.* (2)
<b>Neuroptera</b>	Myrmeleontidae (1)
<b>Opiliones</b>	Cosmetidae (1), Neogoveidae (1), Pachylinae (1), Stygnidae (1), N.I.* (6)
<b>Orthoptera</b>	Phalangopsidae (7)
<b>Polydesmida</b>	Chelodesmidae (1), Criptodesmidae (1), Pyrgodesmidae (2),
<b>Turbellaria</b>	N.I.* (1)
<b>Pseudoscorpiones</b>	Chthoniidae (2), N.I.* (1)
<b>Psocoptera</b>	Liposcelidae (1), Psyllipsocidae (2), N.I.* (3)
<b>Schizomida</b>	Hubbardiidae (1)
<b>Scolopendromorpha</b>	Newportiidae (1), Scolopendridae (1)
<b>Scorpiones</b>	Buthidae (1)

---

<b>Scutigeromorpha</b>	Scutigeridae (1)
<b>Spirostreptida</b>	Spirobolidae (1)
<b>Symphyla</b>	N.I.* (2)
<b>Zygentoma</b>	Nicoletiidae (1)

\* N.I. (Famílias não Identificadas)

O Diagrama de Venn (Figura 7) demonstrou que 157 espécies de 243. (64,7%) são morfótipos encontradas em apenas uma das cavidades estudadas. A Caverna das Andorinhas teve o maior número de espécies exclusivas com 83 spp. (34,2% do total das cavidades) em um total de 158 spp. encontrados nesta caverna. Em comum a todas as quatro cavidades foram 12 espécimes (4,9%) e singular a duas ou mais cavidades foram observadas 86 spp. (34,4%). A maior proporção de espécimes compartilhados por duas cavernas foi de Macacos e Remanso, ao todo 32 spp. (5+1+12+14) da riqueza total de Macacos também foi encontrada na caverna Remanso dos Botos (64%).



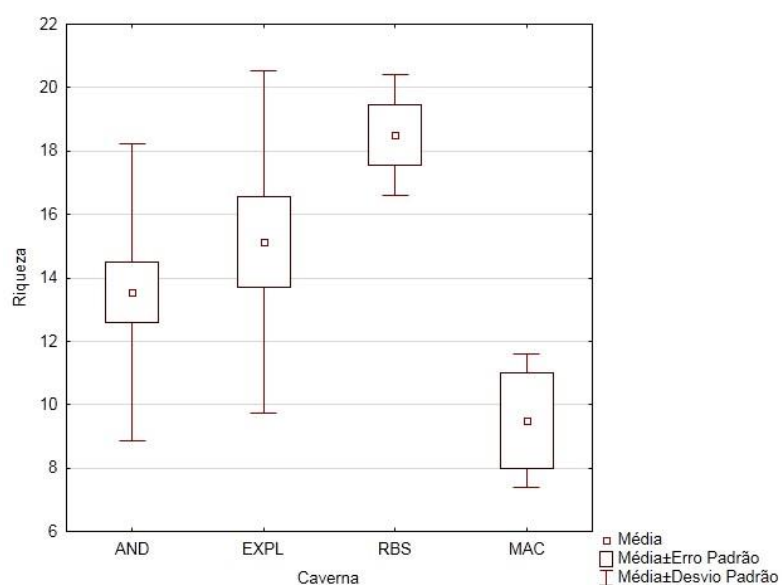
**Figura 7:** Distribuição e sobreposição dos morfótipos encontrados nas cavidades

Para todas as cavernas foram comuns somente 12 morfoespécies, enquanto 83 foram exclusivas a Caverna das Andorinhas, 33 a Explosão, 31 a Remanso dos Botos e 10 a dos Macacos.

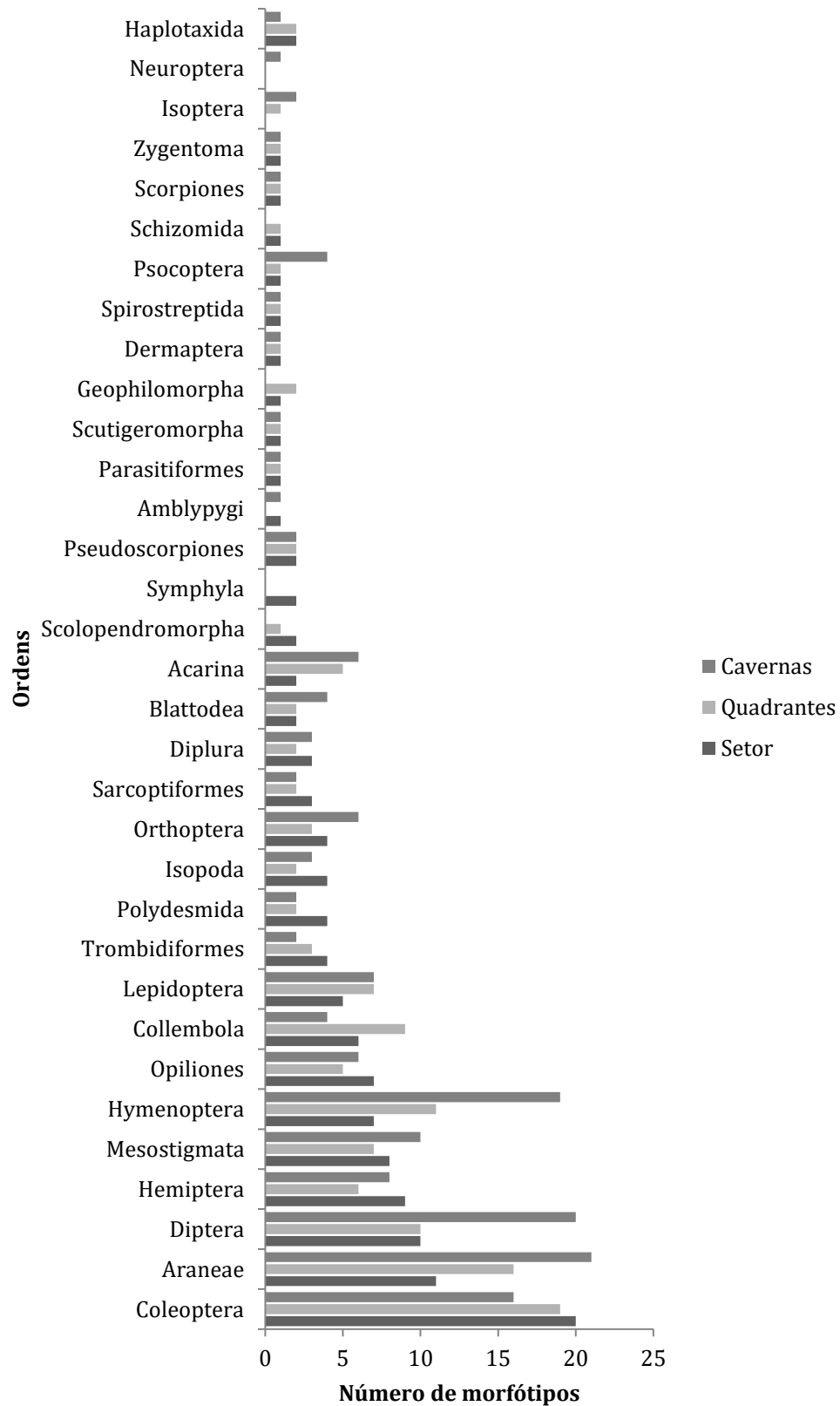
Foram observadas diferenças significativas na riqueza média da fauna entre as cavernas Andorinhas e Remanso dos Botos ( $t = -2,062$ ;  $df = 26$ ;  $p = 0,049$ ), e entre Macacos e Remanso dos Botos ( $t = 5,279$ ,  $df = 4$ ;  $p = 0,006$ ) (Figura 8).

Micro e mesoescalas apresentaram a mesma quantidade de espécies coletadas com 127 morfótipos ( $\pm 3,9$  spp. por ordem) e em macroescala foi de 156spp. ( $\pm 4,84$  spp. por ordem).

Em microescala as ordens com maior número de morfótipos foram Coleoptera (19spp.), Araneae (16spp.) e Hymenoptera (12spp.). Em mesoescala foram Coleoptera (16spp.), Araneae (11spp.) e Diptera (10spp.). Em macroescala foi Araneae (21spp.), Diptera (20spp.) e Hymenoptera (19spp.) (Figura 9).

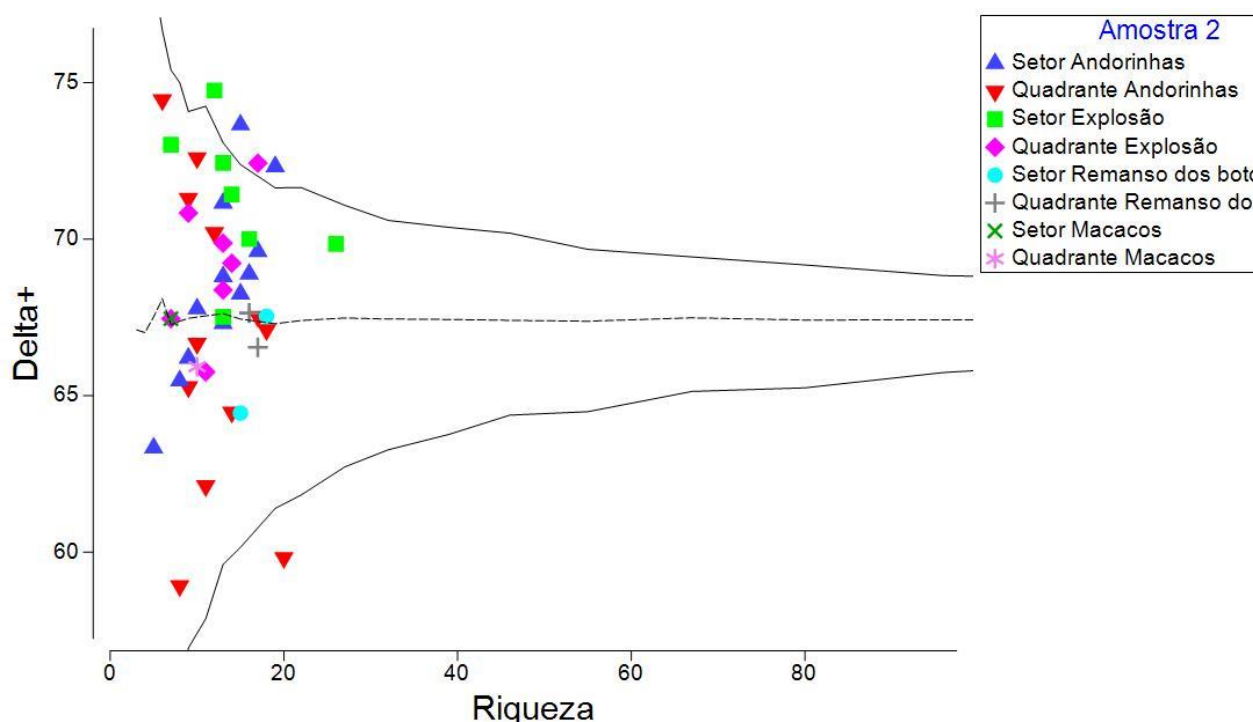


**Figura 8:** Diferenças na riqueza média da fauna entre as cavernas das Andorinhas (AND), Explosão (EXPL), Remanso dos Botos (RBS) e Macacos (MAC).



**Figura 9:** Riqueza de espécies nas Ordens em microescala (Quadrantes), mesoescala (Setores) e macroescala (Caverna) nas Cavernas das Andorinhas, da Explosão, dos Macacos e Remanso dos Botos.

A Distinção Taxonômica ( $\Delta+$ ) indicou um valor médio de 68,31 com intervalo de confiança de 95%, sendo que todas as cavernas possuíram unidades amostrais dentro do intervalo. Cinco unidades ficaram acima ou abaixo do esperado e portanto dissimilares dos demais que ficaram agrupados (acima: Setores 5 e 6 Andorinhas, Setor 6 Explosão, Quadrante 1 Explosão; abaixo: Quadrante 7 Andorinhas; todos eles próximos às entradas das cavernas). Não houve nenhuma unidade amostral que tenha se destacado das demais como alta ou baixa distinção (Figura 10).

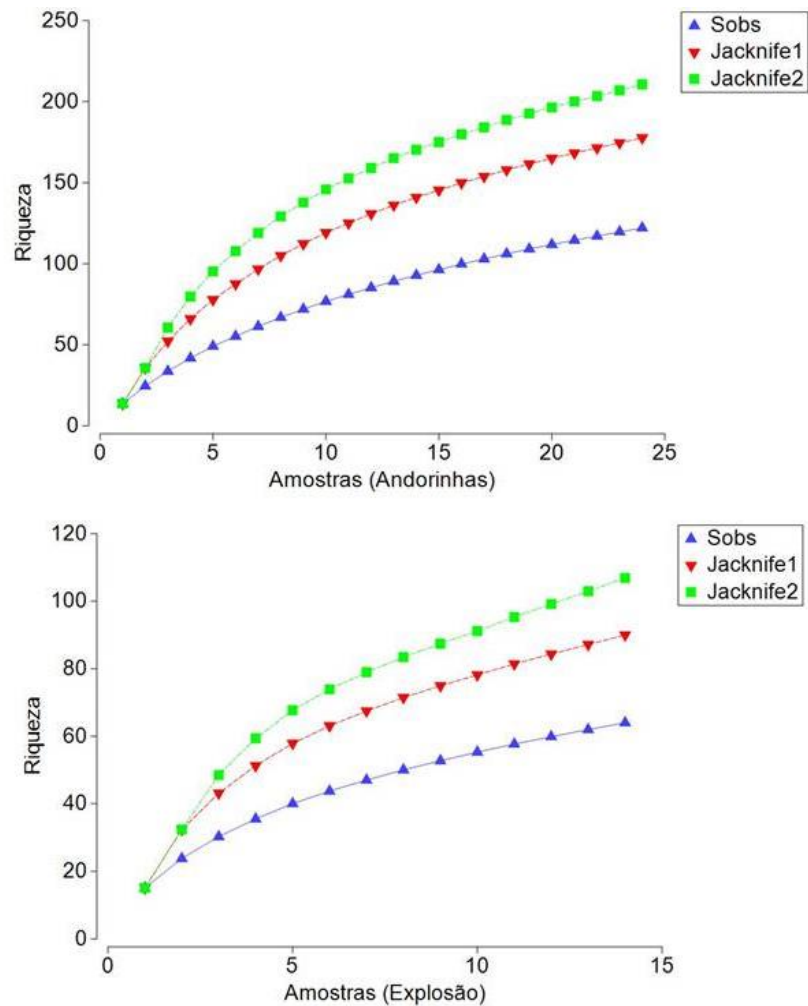


**Figura 10:** Distinção Taxonômica média (em relação aos morfótipos nas cavidades estudadas).

### Suficiência Amostral

Em ambas as cavidades a curva de acumulo de espécies não atingiu a assíntota e aponta que as 122 spp. acessadas correspondem a 68,7% das espécies estimadas segundo Jackknife1 (previsto 177 spp.) para a Caverna das Andorinhas e 57,9% das espécies estimadas segundo Jackknife2 (previsto 210 spp.). Para a Caverna da Explosão foram acessados 64 spp. que correspondem a 71,1% (previsto 90 spp.) e 59,8% (106 spp.) respectivamente para os mesmos estimadores (Figura 11).

Para microescala foi acessado 63,5% (Jacknife1) e 50,8% (Jacknife2) para Andorinhas, já para Explosão foi acessada 66,6% (Jacknife1) e 52,9% (Jacknife2) do total. Em mesoescala foram acessadas 63,1% (Jacknife1), 49,4% (Jacknife2) para Andorinhas e 68% (Jacknife1), 57,2% (Jacknife2) para Explosão (Tabela 3).



**Figura 11:** Curva de acumulação de espécies para Caverna das Andorinhas (acima) e Caverna da Explosão (abaixo) considerando Setores e Quadrantes as unidades amostrais e realizadas com estimadores Jacknife1 e Jacknife2.

**Tabela 3:** Espécies acessadas e número estimado por Jacknife 1 e 2 para as cavernas da Explosão e Andorinhas.

	<b>Caverna</b>	<b>Riqueza acessada</b>	<b>Jacknife 1 (% acessada)</b>	<b>Jacknife2 (% acessada)</b>
Quadrante	Andorinhas	88	138 (63,5%)	172 (50,8%)
Quadrante	Explosão	40	60 (66,6%)	75,5 (52,9%)
Setor	Andorinhas	85	134 (63,1%)	171 (49,4%)
Setor	Explosão	53	77 (68%)	92 (57,2%)
Quad+Setor	Andorinhas	122	177(68,7%)	210(57,9%)
Quad+Setor	Explosão	64	90 (71,1%)	106 (59,8%)

### **Similaridade**

A similaridade da fauna entre as unidades amostrais dentro de cada caverna foi baixa (inferior a 60%). Deste modo, não foram observadas diferenças significativas na composição da fauna entre quadrantes e setores localizados em uma mesma caverna, entretanto as diferenças ocorrem entre as cavernas amostradas. As cavernas Macacos e Remanso dos Botos apresentaram as menores similaridades de fauna entre as suas unidades amostrais (inferior a 20%). As maiores similaridades foram registradas entre as unidades amostrais da caverna da Explosão (superior a 50%)

A composição da fauna de invertebrados da Caverna da Explosão se mostrou significativamente diferente da Caverna das Andorinhas ( $R = 0,576$  e  $p = 0,01$ ) e Caverna Remanso dos Botos ( $R = 0,96$   $p = 0,01$ ).

Os Setores das Cavernas das Andorinhas e Explosão mostram-se significativamente dissimilares ( $R = 0,557$  e  $p = 0,01$ ) e o mesmo ocorreu para as unidades de microescala das mesmas cavernas ( $R = 0,347$  e  $p = 0,01$ ), Quadrantes da Remanso dos Botos e da Explosão também indicaram ser significativamente dissimilares ( $R = 0,804$  e  $p = 0,01$ ). Cavidades próximas



como Remanso e Macacos, com 20m de distância entre as entradas, não apresentaram dissimilaridade significativa (Anexo 3).

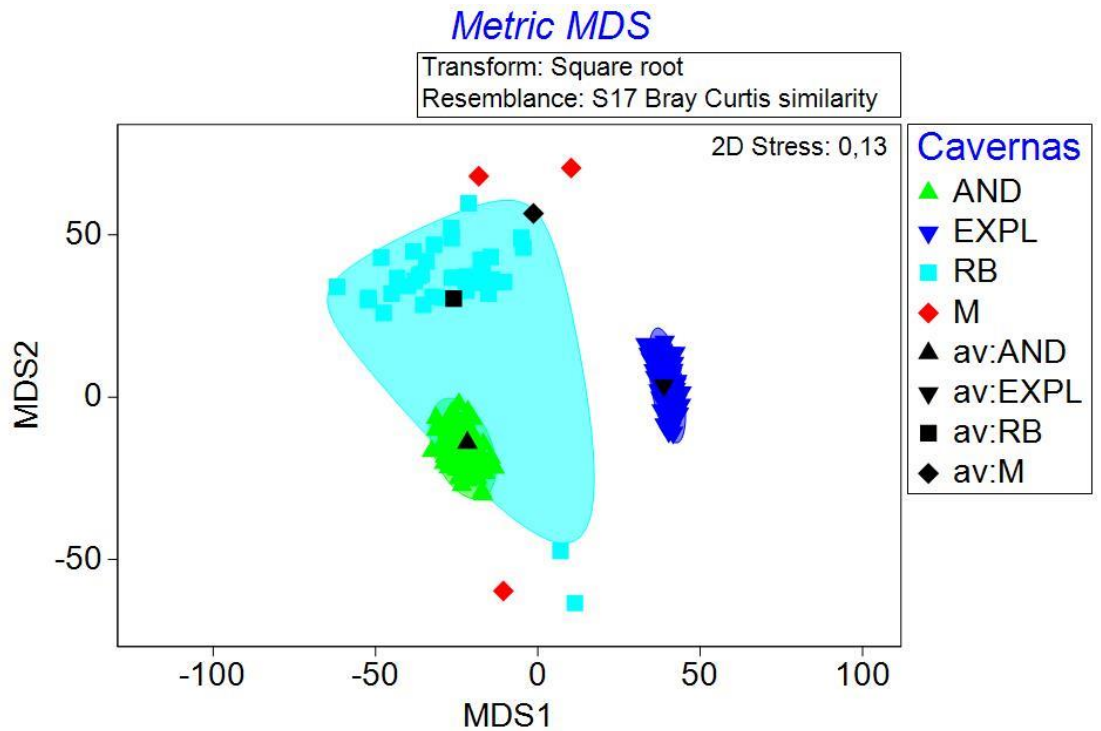
De acordo com o SIMPER (Porcentagem de Similaridade) para os setores da Caverna das Andorinhas a dissimilaridade média foi de 15,67% e os morfótipos Araneae sp6, Isopoda sp1, Formicidae sp1, Hemiptera sp2, Blattodea sp1 e Orthoptera sp6 foram os que mais contribuíram para o valor cumulativo total. A caverna da Explosão apresentou uma similaridade de 43,05% e Hemiptera sp2, Diplopoda sp1, Coleoptera sp18, Coleoptera sp23, Orthoptera sp1 e Annelida sp3 foram os morfótipos mais representativos para o valor acumulativo. A Caverna Remanso dos Botos teve uma similaridade de 14,80% com os morfótipos Formicidae sp1, Scorpiones sp1, Formicidae sp5, Collembola sp12, Pseudoscorpiones sp2 e Isopoda sp3 foram os mais representativos. Para a Caverna dos Macacos a similaridade foi de 9,08% e apenas Ixodoidea sp1 obteve valor acumulativo representativo.

Entre Caverna das Andorinhas e Explosão a dissimilaridade média foi de 92,91% e os morfótipos mais representativos foram Hemiptera sp2, Diplopoda sp1, Coleoptera sp18, Isópode sp1, Blattodea sp1 e Araneae sp6 respectivamente a partir da maior contribuição. Entre Andorinhas e Caverna Remanso dos Botos a dissimilaridade foi de 89,79% e Blattodea sp1, Isópode sp1, Araneae sp6, Collembola sp12, Acari sp9 e Hemiptera sp2. Entre as cavernas das Andorinhas e dos Macacos a dissimilaridade média foi de 91,37% com Blattodea sp1, Isópode sp1, Araneae sp6, Ixodoidea sp1, Formicidae sp1 e Lepidoptera sp1 os morfótipos que mais contribuíram no valor acumulativo. A comparação de dissimilaridade média entre Caverna da Explosão e Remanso dos Botos foi de 90,62% com os morfótipos mais representativos sendo Hemiptera sp2, Diplopoda sp1, Coleoptera sp18, Coleoptera sp12, Collembola sp12 e Acari sp9. Entre Explosão e Macacos foi de 94,32% de dissimilaridade média e os morfótipos mais representativos foram Hemiptera sp2, Diplopoda sp1, Coleoptera sp18, Acari sp3, Ixodoidea sp1 e Coleoptera sp23. Entre as cavernas Remanso dos Botos e Caverna dos Macacos a dissimilaridade média é de 94,06% sendo Collembola sp12, Ixodoidea sp1, Acari sp9, Formicidae sp1, Hemiptera sp2 e Formicidae sp2 (Anexo 4).

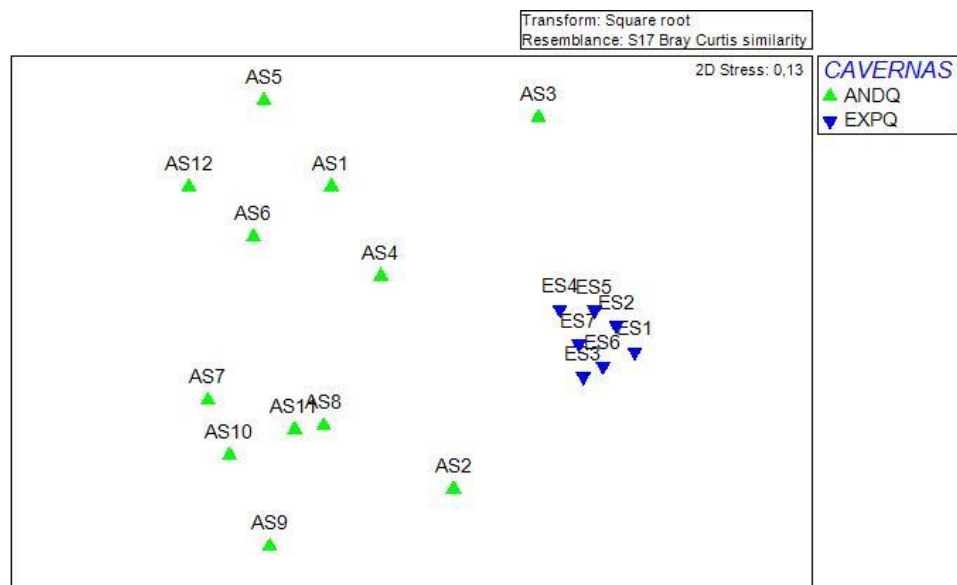
O PERMDISP usando as cavernas como fator agrupador mostrou diferenças significativas na composição da fauna entre as Cavernas Andorinhas e explosão (F: 38,55, P = 0,001). A Caverna da Explosão mostrou menor dispersão na composição da fauna entre as unidades amostrais (Average = 48,775; e Erro Padrão = 1,025) e Caverna das Andorinhas também forma agrupamento bem definido, estas apresentaram diferenças significativas entre elas (Average = 62,049 e Erro Padrão = 0,823).

Quando testamos as unidades “Quadrantes” e “Setor” isoladamente com o fator “cavernas”, usamos apenas as cavernas das Andorinhas e Explosão por apresentarem maior número de amostras e em ambos os casos a diferença entre os agrupamentos foi significativo, semelhante ao resultado anterior. Para quadrantes F = 55,139 e p = >0,001; e para setores F = 24,817 e p = > 0,004.

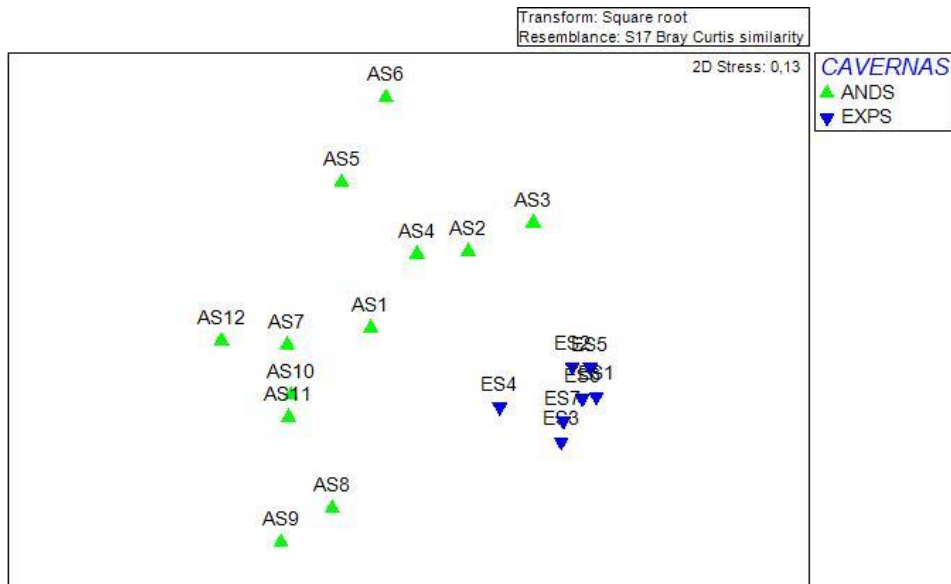
O MDS indicou a formação de grupos independentes entre Caverna das Andorinhas e Explosão sem sobreposição de unidades amostrais entre elas, e Remanso dos Botos e Macacos não formaram agrupamentos (Figura 12). As unidades da caverna da Explosão são mais agrupadas demonstrando maior similaridade entre as amostras (Figura 13 e 14).



**Figura 12:** Similaridade da fauna através de MDS e bootstrap para Caverna das Andorinhas (AND), Caverna da Explosão (EXP), Remanso dos Botos (RBS) e Macacos (MAC). Neste caso, a fauna dos quadrantes e setores foram somadas.



**Figura 13:** Similaridade da fauna nos quadrantes (Q) através de MDS na Caverna das Andorinhas (AND) e Caverna da Explosão (EXP).



**Figura 14:** Similaridade da fauna nos setores(S) através de MDS na Caverna das Andorinhas (AND) e Caverna da Explosão (EXP).

A diversidade beta multiplicativa dos setores e quadrantes verificados indicou alto *turnover*.

Para a mesoescala espacial a diversidade  $\beta_{total}$  foi de 0,909 ( $\pm 0,001$ ) para a Caverna das Andorinhas e  $\beta_{total}$  foi de 0,729 (variância de 0,026) para a Cav. da Explosão. A contribuição de aninhamento foi de 0,272 (variância de 0,0003) e 0,195 (variância = 0,696). A substituição foi de 0,626 (variância = 0,0007) e 0,530 (variância=0,019) para as respectivas cavernas.

Em microescala a beta diversidade total foi de 0,956 ( $\pm 0,001$ ) para Andorinhas e 0,717 (variância de 0,0256) para Explosão. A contribuição de aninhamento foi de 0,239 (variância=0,0002) 0,131 (variância de 0,471). A substituição foi de 0,701 (variância = 0,0007) e 0,579 (variância=0,021), respectivamente (Tabela 4).

Compilando todas as unidades e ambas as cavernas temos um  $\beta_{total}$  alto (0,827) com taxa de substituição de 0,609 e aninhamento 0,209; aproximadamente três vezes maior a contribuição de substituição em relação ao aninhamento na variação da composição.

**Tabela 4:** Dados de  $\beta$ diversidade resultantes de partição multiplicativa. Setor (S), Quadrante (Q), variância ( $\pm$ ).

Diversidade	Cav. Andorinhas				Cav. Explosão			
	S	$\pm$	Q	$\pm$	S	$\pm$	Q	$\pm$
$\beta_{repl}$ (substituição)	0,626	0,0007	0,701	0,0007	0,530	0,019	0,579	0,002
$\beta_{rich}$ (aninhamento)	0,272	0,0003	0,239	0,0002	0,195	0,690	0,131	0,047
$\beta_{total}$	0,909	0,001	0,956	0,001	0,729	0,020	0,717	0,047

### Variáveis preditoras da composição das espécies

A análise de DistLM realizada para os setores na caverna das Andorinhas revelou que as variáveis preditoras de variações na composição de espécie foram galhos, raízes, gotejamento e heterogeneidade de habitat (Tabela 4). Para a caverna da Explosão a principal variável preditora foi presença de guano. Em microescala para as Andorinhas não houveram fatores e para a Explosão foi o fator “abrigos”.

### Variáveis preditoras da riqueza de espécies

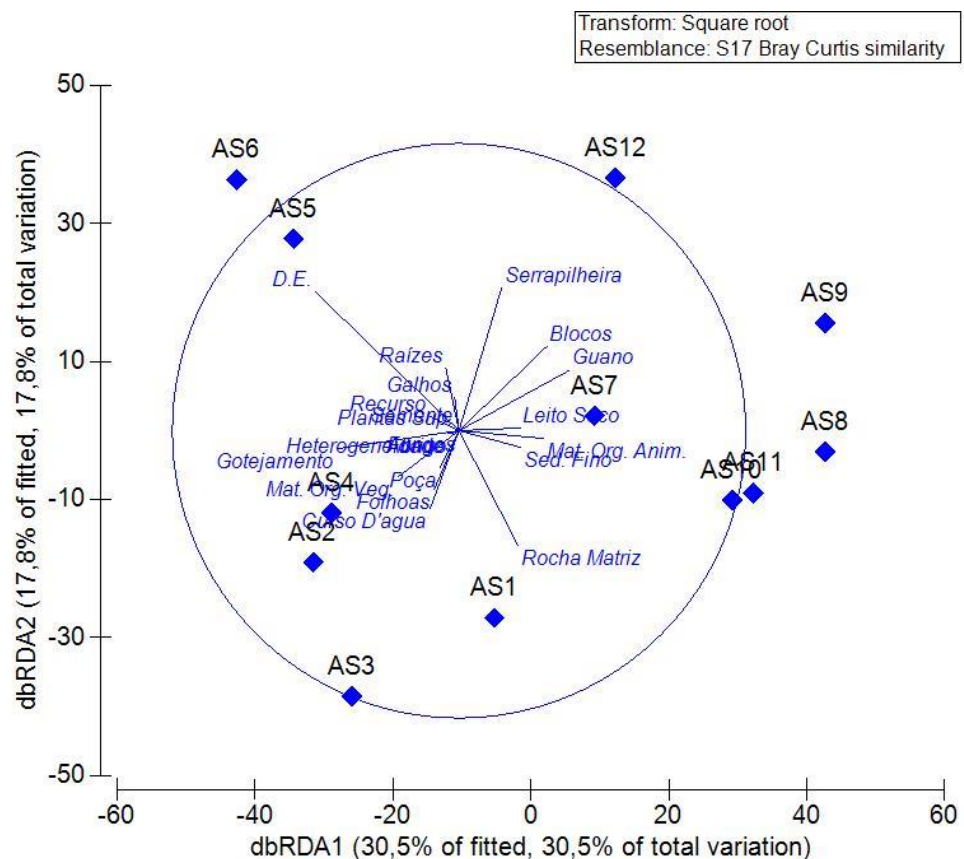
Para riqueza os fatores significativos para os Setores da Cav. Andorinhas foram heterogeneidade de habitat, plantas superiores, recurso e abrigo; e para a caverna da Explosão não houveram. Em microescala o fator significativo foi o mesmo para ambas as cavidades: Rocha Matriz (33% para Andorinhas e 78,9% para Explosão) (Tabela 5).

**Tabela 5:** Valores de DistLM das variáveis ambientais que influenciam na composição ou riqueza nas escalas amostradas.

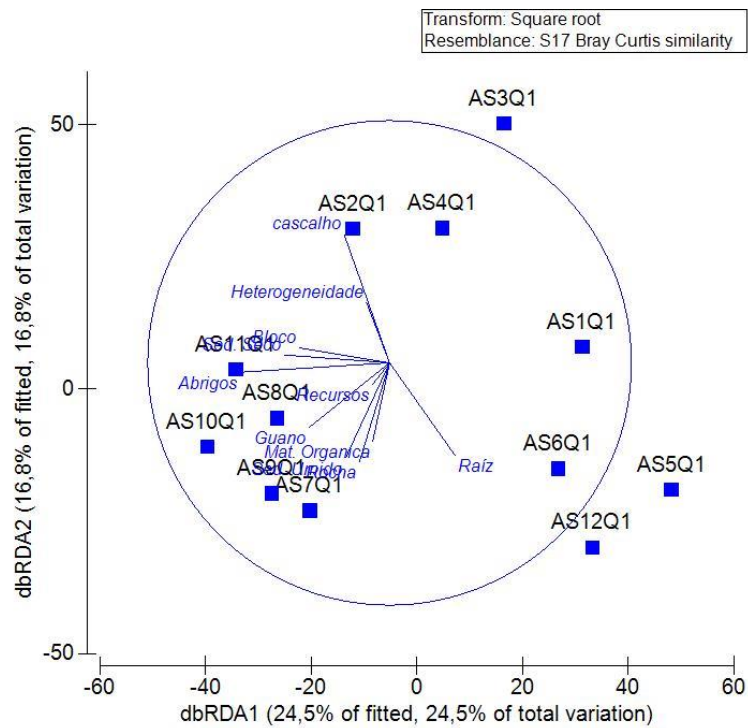
	Escala/Caverna	Variável	R <sup>2</sup> ajustado	Pseudo-F	P
Composição	Setor/Andorinhas	Galhos	19%	2,3557	0,014
		Raízes	13,9%	1,6253	0,032
		Gotejamento	14%	1,6396	0,034
		Heterogeneidade	18%	2,2029	0,005
Composição	Setor/Explosão	Guano	24,8%	1,6498	0,021

Composição	Quad/Andorinhas	-	-	-	-
Composição	Quad/Explosão	Abrigos	25,3%	1,6997	0,018
Riqueza	Setor/Andorinhas	Heterogeneidade	58%	14,362	0,002
		Plantas Sup.	14%	4,7678	0,05
		Abrigo	51%	10,615	0,01
Riqueza	Setor/Explosão	-	-	-	-
Riqueza	Quad/Andorinhas	Rocha Matriz	33%	4,9452	0,045
Riqueza	Quad/Explosão	Rocha Matriz	78,9%	18,778	0,042

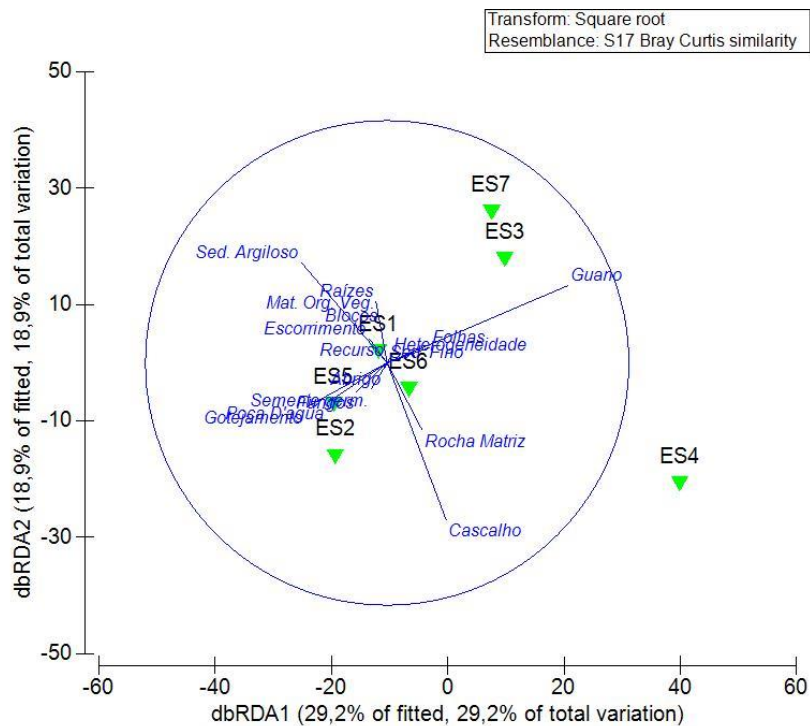
O dbRDA para a Caverna das Andorinhas mostrou que os dados se ajustam ao modelo em 41,3% para microescala e 48,3% em mesoescala (Figuras 15 e 16), estes valores também foram os explicativos de variações os dados. Na Caverna da Explosão em microescala os dados se ajustaram 63,1% ao modelo proposto e promove 53,5% da variação dos dados, enquanto na mesoescala foram 48,1% para as duas respostas (Figuras 17 e 18).



**Figura 15:** dbRDA para os Setores da Caverna das Andorinhas (AS), mostrando a distribuição das variáveis significativas: Galhos, Raízes, Gotejamento e Heterogeneidade para Composição.

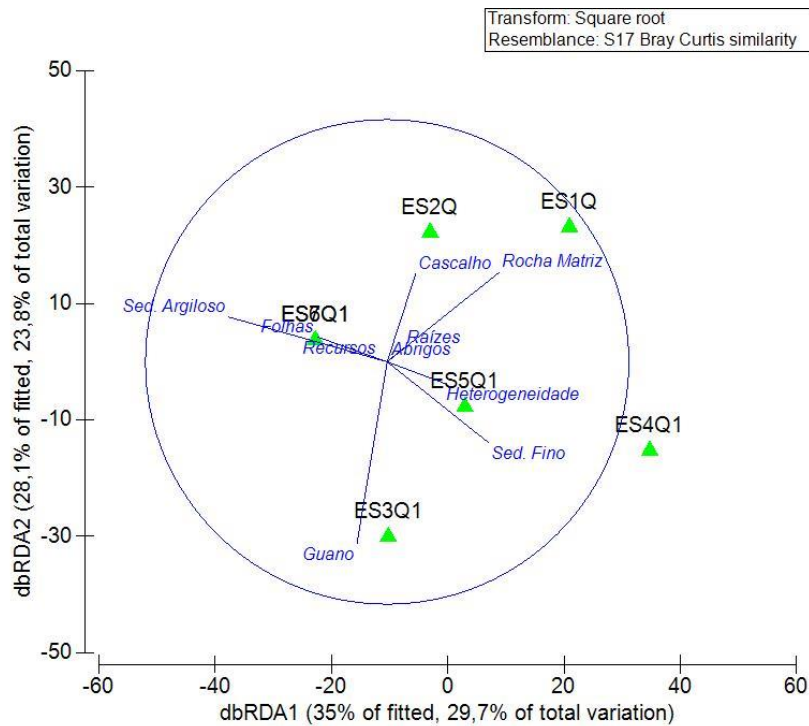


**Figura 16:** dbRDA para os Quadrantes da Caverna da Explosão (Q), mostrando a distribuição das variáveis significativas: Galhos, Raízes, Gotejamento e Heterogeneidade para Composição.



**Figura 17:** dbRDA para os Setores da Caverna da Explosão (ES), mostrando a distribuição

das variáveis significativas: Galhos, Raízes, Gotejamento e Heterogeneidade para Composição.

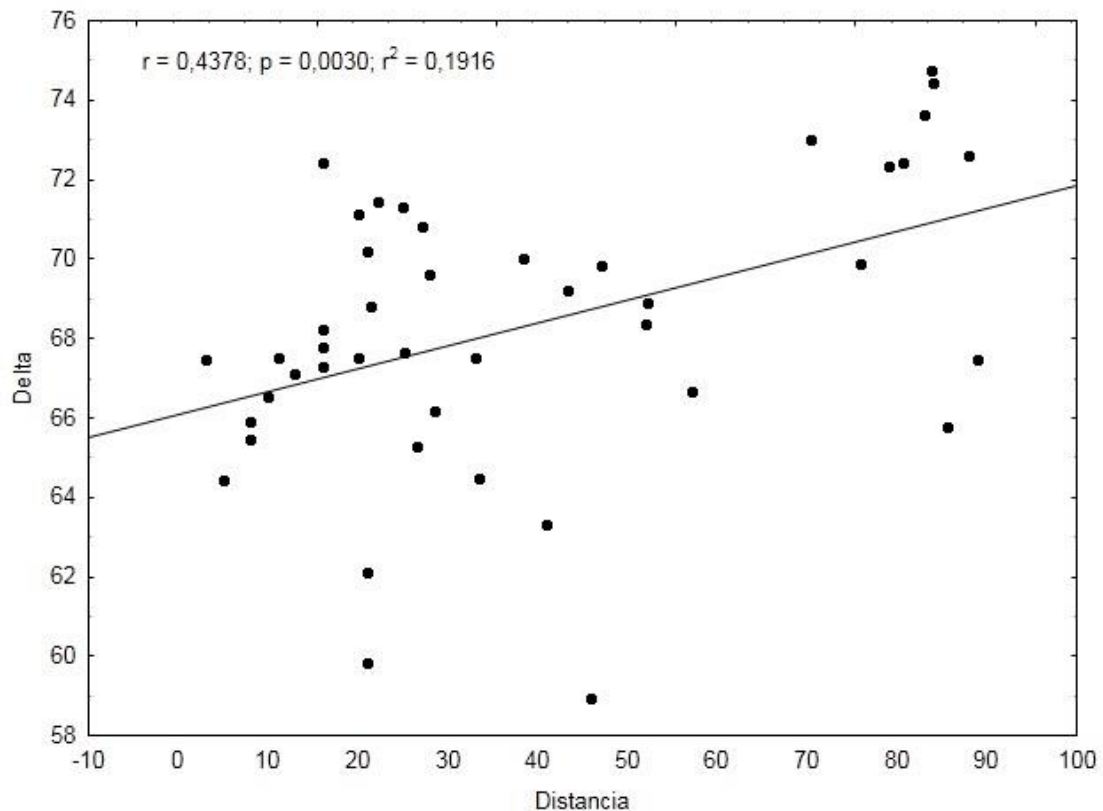


**Figura 18:** dbRDA para os Quadrantes da Caverna da Explosão (Q), mostrando a distribuição das variáveis significativas: Galhos, Raízes, Gotejamento e Heterogeneidade para Composição.

### Variáveis predictoras da distinção taxonômica

Foi observada uma relação positiva e significativa entre a distância da entrada e a distinção taxonômica média (valor de  $\Delta+$ ) ( $r^2 = 0,191$  e  $p = 0,003$  (Figura 19 e Anexo 5).





**Figura 19:** Regressão de Distinção Taxonômica ( $\Delta+$  valor) com a “distância da entrada da caverna” como fator.

## DISCUSSÃO

As pesquisas brasileiras no campo do conhecimento da biologia subterrânea estão concentradas em regiões cársticas principalmente nos domínios dos biomas de Mata Atlântica e Cerrado, além de cavernas em regiões de minério de ferro de interesse industrial (Zepon e Bichuette, 2017). Somado a este fator, os estudos com similaridade de fauna de invertebrados em ambientes subterrâneos são ainda escassos em nosso país (Cardoso, 2017; Cerqueira, 2018; Ferreira e Pellegrini, 2019) e também abordando complexidade de habitat (Zepon, 2015).

### **Riqueza e Composição das comunidades (diversidade alfa nas cavernas amostradas)**

A riqueza pode ser considerada alta se levarmos em conta a quantidade de cavernas acessadas quando comparados com pesquisas que utilizaram unidades amostrais semelhantes. No presente trabalho foram

243 morfótipos nas quatro cavidades amostradas, Cardoso (2017) encontrou 258 morfótipos, porém em 16 cavernas, 25 setores de 100m cada e 125 quadrantes no sudoeste baiano e Cerqueira (2018) encontrou 129 spp. em 4 cavernas 59 setores de 10m x 3m cada e 177 quadrantes no Sistema Águas Claras no oeste da Bahia. Os fatores explicativos a esta maior riqueza encontrada no presente estudo pode se dever ao fato que as cavernas possuem grandes entradas e guano ao longo dos seus condutos.

Entradas maiores permitem uma maior riqueza de fauna uma vez que funcionam como janelas de colonização para a fauna de invertebrados (Culver e Pipan, 2009). Além disto, a presença de guano tende a elevar a riqueza presente nas cavernas, pelo fato do mesmo funcionar como recurso alimentar para manutenção de um maior número de espécies (Culver e Sket, 2000; Culver et al., 2003; Ferreira, 2004; Schneider e Culver, 2004; Souza-Silva et al., 2011; Simões et al., 2015, Jaffé et al., 2016; Ferreira e Pellegrini, 2019),

### **Suficiência Amostral**

Como observado por Ferreira (2005) há a necessidade de sobreposição de métodos em diferentes escalas, mesmo que em muitos casos coletas exaustivas independentemente da escala não são fisicamente ou logisticamente possíveis (Agostini et al., 2000; Hunt e Millar, 2001; Oliveira, 2014). Os métodos manuais e de busca ativa, mesmo que em espaço/escala delimitados, tendem a favorecer espécies mais lentas uma vez que mesmo que afugentados pela presença dos pesquisadores, os animais permaneçam na área (Cort et al., 2013), além disso esta metodologia de coleta promove limitado número de espécimes retirados do sistema promovendo menor impacto local sem prejuízo ao objetivo do trabalho (Hunt e Millar, 2001.; Oliveira, 2014).

Um único evento de coleta pode favorecer ao fato da curva de acumulação não atingir a assíntota, porém em pesquisas no campo da bioespeleologia é comum este acontecimento, mesmo em estudos com um maior número de amostras ou eventos de coleta sazonal (Zampaulo, 2010; Souza-Silva et al., 2011; Cerqueira, 2018; Pipan et al., 2018). Isso se deve á

características específicas do habitat subterrâneo, acesso restrito a todos os microhabitats, mobilidade dos invertebrados presentes no interior da caverna e tamanho corporal dos mesmos (Oliveira, 2014; Cerqueira, 2018), e desta maneira acabam sendo gerados “falsos negativos” ou mensuração da biodiversidade de invertebrados incompleta (Tyre et al., 2003).

### **Similaridade composicional da fauna de invertebrados**

Apesar da proximidade entre as cavernas umamensorsimilaridade da Caverna da Explosão em relação às demais cavernas (Andorinhas, Remanso dos Botos e Macacos) já era esperado uma vez que a mesma se encontra mais distantes das demais, em altitude mais baixa e separada pelo Rio Araguaia. Tais elementos podem possibilitar que distintos componentes da fauna de superfície colonizem estas cavernas. Por outro lado, uma maior similaridade entre as cavernas Remanso dos Botos e Macacos pode provavelmente ser um efeito da distância. Áreas espacialmente mais próximas podem apresentar maiores similaridades da fauna, uma vez que a capacidade de dispersão pode ser limitada a maiores distâncias. Considerando que muitas espécies de cavernas exibem distribuição restrita, pode-se esperar que, mesmo em escalas geográficas menores, as cavernas apresentem valores mais altos de dissimilaridade (Silva, 1996).

A composição de espécies não variou com a alteração de escala espacial em uma mesma cavidade, mesmo com alta proporção de morfótipos restritos á coleta em apenas uma delas. Este fato demonstra que apesar das espécies exclusivas as amostras por estarem próximas e o substrato não mudar abruptamente de uma escala para a outra, influenciam de maneira similar na presença e ausência dos invertebrados nos locais amostrados.

### **Variações na beta diversidade**

A beta diversidade total alta parece ser comum em ambientes subterrâneos (Stoch, 2010; Simões, 2015; Cerqueira, 2018; Pipan et al., 2018) e foi corroborada neste estudo, o aninhamento representou três vezes menos a variação na composição que a substituição, que nos indica a alta troca de espécies que estão contidas nas unidades amostrais dentro de uma

mesma cavidade (Simões et al., 2015; Silva e Ferreira, 2015, Cardoso, 2017; Cerqueira, 2018; Pipan et al., 2018).. Simões e colaboradores (2015) atribuíram o alto nível de substituição de espécies nas unidades trabalhadas pela heterogeneidade de habitat, o que corroboramos no presente trabalho.

Variações na diversidade beta podem ser explicadas por fatores relacionados à dispersão, heterogeneidade ambiental e produtividade (Astorga et al. 2014). Embora esses três fatores estejam interligados, é plausível supor uma alta influência da heterogeneidade do hábitat das cavernas locais sobre os componentes da diversidade beta. O aumento na complexidade estrutural do ambiente devido a variações de tipos de habitat e quantidade de recursos pode aumentar a disponibilidade de nicho e assim permitir que mais espécies coexistam (Tews et al., 2004).

### **Influência das variáveis ambientais na estruturação das comunidades de invertebrados**

A heterogeneidade de habitat foi distinta entre as cavernas estudadas e suas características respondem com alta proporção aos ajustes dos modelos e à variação dos dados pela análise de dbRDA a partir do DistLM. Como parâmetro ambiental para a composição da comunidade em mesoescala tivemos um maior número de fatores explicativos indicando uma maior abrangência dos microhabitats disponíveis (Bichuette et al., 2015, Cerqueira, 2018) e inclui fatores categorizados como “recursos” como galhos e raízes para composição ou plantas superiores para a riqueza. Para microescala apenas fatores categorizados como “abrigo” foram significativos, como rocha matriz, fato que corrobora com os resultados de Cerqueira (2018) para estudos com escalas similares em região semi-árida (Bichuette et al., 2005; Cardoso, 2017).

É importante notarmos que a presença de, “rocha matriz”, foi um importante fator explicativo de variações na riqueza. Tal elemento pode ser considerado um “abrigo” para a fauna uma vez que selecionam as espécies que condizem com a presença no local. Invertebrados de menor mobilidade estarão mais associados com recursos ou abrigados, já os com maior mobilidade por estarem transitando no ambiente ou em fuga podem ficar

expostos na rocha nua. Neste sentido a microescala acaba por selecionar as espécies ocorrentes por esta amostragem (Gomes, 2017; Cerqueira; 2018).

Indo de encontro com trabalhos semelhantes como o de Cerqueira (2018) os parâmetros ambientais medidos e analisados por DistLM e ilustrado por dbRDA responderam de maneira satisfatória ao ajuste do modelo e á variação dos dados, em todos os eixos a resposta foi acima de 40%. Porém outros fatores de macroescala ambiental como litologia, extensão da cavidade, fitofisionomia da paisagem no entorno, distância entre as cavernas e presença de corpo d'água influem e respondem, provavelmente, parte ou totalmente o restante das variações dos dados apresentados neste trabalho (Cerqueira, 2018; Souza-Silva, 2011; Simões et al., 2015; Pellegrini et al., 2016; Pellegrini e Ferreira, 2019).

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As comunidades de invertebrados nas quatro cavernas estudadas indicaram padrões e variações diferentes provavelmente em função da heterogeneidade dos habitats.

A heterogeneidade de habitat se mostrou um fator importante na estruturação das comunidades e a variação da composição no ambiente cavernícola com alto percentual de resposta quando comparados com estudos com mesmo objetivo em outras localidades brasileiras. Em microescala, fatores ligados á condições de habitat “abrigos” são mais influentes, enquanto em meso escala o recurso se mostrou fator mais influente na variação de diversidade.

### **REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Agostini D, Majer J, Alonso LE, Schultz T. (2000). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Smithsonian Institution Press.

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes G, Leonardo J, Sparovek G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.

- Anderson MJ, Gorley RN, Clarke KR.(2008). *PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods*. Plymouth: PRIMER-E. 274p
- Astorga A, Death R, Death F, Paavola R, Chakraborty M, Muotka T (2014). Habitat heterogeneity drives the geographical distribution of beta diversity: the case of New Zealand stream invertebrates. *Ecology and Evolution*, 4(13): 2693-2702.
- Barr TC, Kuehne RA. (1971). Ecological studies in the Mammoth Cave ecosystems of Kentucky. II. The ecosystem. *Annales de Spéléologie*, 26: 47-96.
- Baselga A. (2010). Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, 19, 134–143.
- Begon M, Townsend CR, Harper JL.(2007). *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Artmed, Porto Alegre: Artmed,752p.
- Bichuette ME, Simões LB, Von Schimonsky DM, Gallão JE. (2015). Effectiveness of quadrat sampling on terrestrial cave fauna survey - a case study in a Neotropical cave. *Acta Scientiarum*. 37: 345-351.
- Brescovit, A. D., Rheims, C. A., & Bonaldo, A. B. (2007). Chave de identificação para famílias de aranhas brasileiras. *Instituto Butantan*.
- CANIE. Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (2018). Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/cecav/canie.html> [acessado em 15 de maio de 2019].
- Cardoso RC. (2017). *Ecologia e conservação de cavernas na região cárstica de Iuiú – BA*. 117 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ecologia), Universidade Federal de São João Del Rei, São João Del Rei.
- Cardoso P, Rigal F, Carvalho JC. (2018). BAT: Biodiversity Assessment Tools. R package version 1.6.0. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=BAT>

- Carvalho JC, Cardoso P, Gomes, P. (2012). Determining the relative roles of species replacement and species richness differences in generating beta-diversity patterns. *Global Ecology and Biogeography*, 21(7), 760-771.
- Carvalho, CJB., Rafael, JA., Souto, M. & Silva, VC. 2012. Diptera, p. 702 744. In: Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho, C.J.B., Casari, S.A. & Constantino, R. (eds.). *Insetos do Brasil, Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto, Holos Editora, xiv+810 p.
- Cerqueira RFV. (2018). Invertebrados cavernícolas em um sistema cárstico neotropical: influência do habitat físico na estruturação das comunidades. 98. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ecologia), Universidade Federal de São João Del Rei, São João del Rei.
- Cianciaruso MV, Silva IA, Batalha MA. (2009). Diversidade filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. *Biota Neotropica*, 9(3), 93-103.
- Clarke KR. (1993). Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology*, 18, 117–143.
- Clarke KR, Gorley RN. (2006). PRIMER v6: User manual/tutorial: Plymouth. *Plymouth, UK: Primer-E, Ltd.*
- Clarke KR, Gorley RN, Somerfield PJ, Warwick RM. (2014). *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Primer-E Ltd.
- Colwell RK. (2006). *Estimate S: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species From Samples*. URL <http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/> [Acessado em 15 de maio de 2019]
- Corti R, Larned ST, Datry T. (2013). A comparison of pitfall-trap and quadrat methods for sampling ground-dwelling invertebrates in dry riverbeds. *Hydrobiologia*, 717(1), 13-26.

- Culver DC. (1982). *Cave Life: Evolution and Ecology*. Massachusetts and London: Harvard University Press. Cambridge. 189pp.
- Culver DC, Sket, B. (2000) Hotspots of subterranean biodiversity in caves and wells. *Journal of Cave and Karst Studies*, 62(1), 11-17.
- Culver, DC e Wilkens, H. (2000) Critical review of relevant theories of the evolution of subterranean animals. In: Wilkens, H., Culver, D. C. e Humphreys, W. F. *Ecosystems of the World, v. 30: Subterranean Ecosystems*. Amsterdam: Elsevier Press, 381-397.
- Culver DC, Christman MC, Elliott, WR, Hobbs III HH, Reddell JR. (2003). The North American obligate regional cave fauna: regional patterns. *Biodiversity and Conservation* 12:441–468.
- Culver DC; Pipan T. (2009). *The biology of caves and other subterranean habitats*. Oxford: Oxford University Press. 256p.
- Culver DC, Pipan T. (2019). *The biology of caves and other subterranean habitats*. Oxford University Press.
- Efron, B.; Tibshirani, R. J. (1993). *An introduction to the bootstrap*. New York: John Wiley & Sons. p. 642
- Ferreira, RL. (2004). *A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos*. 161 f. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Ferreira RL, Pellegrini TG. (2019). Species-area model predicting diversity loss in an artificially flooded cave in Brazil. *International Journal of Speleology*. 48(2), 155-165.
- Ferreira WR, Hepp LU, Ligeiro R, Macedo DR, Hughes RM, Kaufmann PR, Callisto M. (2017). Partitioning taxonomic diversity of aquatic insect assemblages and functional feeding groups in neotropical savanna headwater streams. *Ecol. Indic.* v. 72, p 365–373.
- Franklin E, Magnusson WE, Luizão FJ. (2005). Relative effects of biotic and abiotic factors on the composition. *Appl Soil Ecol* 29: 259-273.



- Gering JC, Crist TO, Veech JA. (2003). Additive partitioning of species diversity across multiple spatial scales: implications for regional conservation of biodiversity. *ConservBiol* 17:488–499
- Gibert, J., & Deharveng, L. (2002). Subterranean Ecosystems: A Truncated Functional Biodiversity: This article emphasizes the truncated nature of subterranean biodiversity at both the bottom (no primary producers) and the top (very few strict predators) of food webs and discusses the implications of this truncation both from functional and evolutionary perspectives. *BioScience*, 52(6), 473-481.
- Gomes AM. (2017). Uma luz na escuridão: desvendando os processos estruturadores da fauna cavernícola via partição de variância. 50f. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- González-Megias A, Gómez JG, Sánchez-Piñero F. (2007). Diversity-habitat heterogeneity relationship at different spatial and temporal scales. *Ecography* 30: 31-41.
- Gotelli NJ, e Colwell RK. (2001). Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, 4(4), 379-391.
- Holsinger R. Culver DC. (1988). The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of eastern Tennessee: zoogeography and ecology. *Brimleyana*, 14, 1-162.
- Howarth FG. (1983). Ecology of cave arthropods. *Annual review of entomology*, 28(1), 365-389.
- Hunt M, Millar I. (2001). *Cave invertebrate collecting guide*. Department of Conservation.
- Huston MA. (1999). Local processes and regional patterns: appropriate scales for understanding variation in the diversity of plants and animals. *Oikos*, 393-401.

- Jaffe R, Prous X, Zampaulo R, Giannini TC, Imperatriz-Fonseca VL, Maurity C, Oliveira G, Brandi IV, Siqueira JO, 2016 – *Reconciling mining with the conservation of cave biodiversity: a quantitative baseline to help establish conservation priorities*. PLoS One, 11 (12): e0168348.
- Jurasinski G, Retzer V, Beierkuhnlein C. (2009) Inventory, differentiation, and proportional diversity: a consistent terminology for quantifying species diversity. *Oecologia*, **159**, 15–26
- Köppen WP (1931) Grundriss der Klimakunde. Berlin, Walter de Gruyter. 388p.
- Loreau M. (2001). Are communities saturated? On the relationship between  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$  diversity. *Ecology letters*, 3(2), 73-76.
- MacArthur RH, MacArthur JW. (1961). On bird species diversity. *Ecology* 42: 594-598.
- Magurran AE. (2011). *Medindo a diversidade biológica*. Curitiba, Editora UFPR.
- Meleg IN, Moldovan OT, Iepure S, Fiers F, Brad T. (2011). Diversity patterns of fauna in dripping water of caves from Transylvania. *Ann Limnol – Int. J. Limnol.* 2011;47(2):185-197.
- Milhomem MS, Vaz de Mello FZ, Diniz IR. (2003). Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no cerrado. *Pesq Agrop Bras* 38: 1249-1256.
- Moreno CE., Rodríguez P. (2010). A consistent terminology for quantifying species diversity?. *Oecologia*, 163(2), 279-282.
- Oliver I, Beattie AJ. (1996). Invertebrate morphospecies as surrogates for species: a case study. *Conservation Biology* 1(10): 99–109.

- Oliveira MPA. (2014). *Os métodos de coleta utilizados em cavernas são eficientes para a amostragem da fauna subterrânea?* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Oliveros JC. (2015). *Venny. An interactive tool for comparing lists with Venn's diagrams*. <http://bioinfogp.cnb.csic.es/tools/venny/index.html>
- Peck DV, Herlihy AT, Hill BH. (2006). Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Waters Western Pilot Study: Field Operations Manual for Wadeable Streams. EPA/620/R-06/003. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Washington, D.C.
- Pellegrini T, Sales LP, Aguiar P, Ferreira RL. (2016). Linking spatial scale dependence of land-use descriptors and invertebrate cave community composition. *Subterranean Biology*, 18, 17.
- Pipan T, Culver DC, Papi F, Kozel P. (2018). Partitioning diversity in subterranean invertebrates: The epikarst fauna of Slovenia. *PLoS One*, 13(5):1-19.
- Podani J, Schmera D. (2016). Once again on the components of pairwise beta diversity. *Ecological informatics*, 32, 63-68.
- Por FD, Dimentman C, Frumkin A, Naaman I. (2013). Animal life in the chemoautotrophic ecosystem of the hypogenic groundwater cave of Ayyalon (Israel): a summing up. *Nat Sci* 5:7–13.
- Poulson TL, White WB. (1969). The cave environment. *Science*, v.165, p.971–981.
- Poulson LT, Lavoie, K. (2000). The trophic basis of subsurface ecosystems. In: Horst W., Culver D. C., Humphreys, W. F. (eds) *Ecosystems of the world: subterranean ecosystems*. Elsevier, Amsterdam, pp 231–250
- Poulson TL. (2005). Fontes de alimento. In: Culver, D. C.; Branca, W. B. (Ed.). *Enciclopédia de cavernas*. Amsterdam: Elsevier, p.255-264.

- R CORE TEAM. (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rasband WS, Image, J., e US National Institutes of Health. (1997). “. *ImageJ64,*” *US National Institutes of Health, Bethesda, MD.*
- Sánchez-Fernández D, Rizzo V, Bourdeau C, Cieslak A, Comas J, Faille, A, Pallares S. (2018). The deep subterranean environment as a potential model system in ecological, biogeographical and evolutionary research. *Subterranean Biology*, 25, 1.
- Sarbu SM, Kane TC, Kinkle BK. (1996). A chemoautotrophically based cave ecosystem. *Science* (272):1953-1955.
- Schneider K, Culver DC. (2004). Estimating subterranean species richness using intensive sampling and rarefaction curves in a high density cave region in West Virginia. *Journal of Cave and Karst Studies* 66:39–45
- Schneider K, Christman MC, Fagan WF. (2011). *The influence of resource subsidies on cave invertebrates: results from an ecosystem-level manipulation experiment. Ecology*, 92(3), 765–776.
- Silva, RJD, Diniz SU, Vaz-de-Mello FZ. (2010). Heterogeneidade do habitat, riqueza e estrutura da assembléia de besouros rola-bostas (Scarabaeidae: Scarabaeinae) em áreas de cerrado na Chapada dos Parecis, MT. *Neotropical Entomology*.
- Silva, M. S., Ferreira, R. L. (2015). Cave invertebrates in Espírito Santo state, Brazil: A primary analysis of endemism, threats and conservation priorities. *Subterr Biol.* 16(1):79-102.
- Silva VXD, Sacramento M, Hasui É, Cunha RG, Ramos FN. (2017). Taxonomic groups with lower movement capacity may present higher beta diversity. *Iheringia. Série Zoologia*, 107: 1 -20
- Simões MH, Souza-Silva M, Ferreira RL. (2015). *Cave physical attributes influencing the structure of terrestrial*

*invertebrate communities in Neotropics*. Subterranean Biology, 16: 103-121.

Sokal RR, Rohlf FJ. (1995). Biometry: the principles of statistics in biological research.

Souza-Silva M; Martins R P; Ferreira RL. (2011). Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. *Biodiversity and Conservation*.20, 1713–1729.

Sprent P, Smeeton NC. (2000). Applied nonparametric statistical methods. Chapman and Hall/CRC, 480 pages.

Srivastava DS. (2002). The role of conservation in expanding biodiversity research. *Oikos* 98:351–360

Stein A, Gerstner K, Kreft H. (2014). Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. *Ecology letters*, 17(7), 866-880.

Stoch F, Galassi DMP. (2010). Stygobiotic crustacean species richness: a question of numbers, a matter of scale. *Hydrobiologia*; 653: 217–234.

Terlizzi A, Bevilacqua S, Frascetti S, Boero F. (2003). Taxonomic sufficiency and the increasing insufficiency of taxonomic expertise. *Marine Pollution Bulletin*, 46(5), 556-561.

Terlizzi A, Anderson MJ, Bevilacqua S, Frascetti S, Włodarska-Kowalczyk M, Ellingsen KE. (2009). Beta diversity and taxonomic sufficiency: do higher-level taxa reflect heterogeneity in species composition?. *Diversity and Distributions*, 15(3), 450-458.

Tews J, Brose U, Grimm V, Tielbörger, K, Wichmann M C, Schwager M, Jeltsch F. (2004). Diversidade de espécies de animais conduzidos por habitat heterogeneidade / diversidade: a importância das estruturas chave. *Journal of biogeography*, v.31, n.1, p.79-92.

Triplehorn, C. A., & Johnson, N. F. (2011). Estudo dos insetos. *São Paulo: Cengage Learning*.

- Tobin BW, Hutchins BT, Schwartz BF. (2013). Spatial and temporal changes in invertebrate assemblage structure from the entrance to deep-cave zone of a temperate marble cave. *Int. J. Speleol.*;42(3):203-214.
- Trajano E. (2005). Evolução das linhagens. In: Culver, D. C.; White, W. B.(Ed.). *Enciclopédia de cavernas*. Amsterdam: Elsevier. p.230-234.
- Tuomisto H. (2010). A diversity of beta diversities: straightening up a concept gone awry. Part 1. Defining beta diversity as a function of alpha and gamma diversity. *Ecography*, 33(1), 2-22.
- Tyre AJ, Tenhumberg B, Field SA, Niejalke D, Parris K, Possingham HP. (2003). Improving precision and reducing bias in biological surveys: estimating false-negative error rates. *Ecological Applications*, 13(6), 1790-1801.
- Zampaulo RA. (2010). Diversidade de invertebrados cavernícolas na Província Espeleológica de Arcos, Pains e Doresópolis (MG): subsídios para a determinação de áreas prioritárias para conservação. Dissertação, Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras. Lavras. 190pp.
- Zepon T. (2015). Zonação e estratificação da fauna subterrânea de Presidente Olegário, noroeste de Minas Gerais. 101f. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de São Carlos.
- Zepon T, Bichuette ME. (2017). Caracterização e análise dos estudos ecológicos sobre comunidades de invertebrados subterrâneos brasileiros. In *Congresso brasileiro de espeleologia* (Vol. 34, pp. 23-34).
- Warwick RM, Clarke, KR. (1998). Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied ecology*, 35(4), 532-543.
- Whittaker RH. (1960) Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California *Ecological Society of America*, 30, 279–338.

Wynne JJ, Howarth FG, Sommer S, Dickson BG. (2019). Fifty years of cave arthropod sampling: techniques and best practices. *International Journal of Speleology*, 48 (1), 33-48.

## ANEXOS

### Anexo 1: Tabelas com dados ambientais para Quadrantes e Setores

**Tabela 1:** Dados ambientais dos Quadrantes da Caverna das Andorinhas

QUADRANTE	ASQ1	ASQ2	ASQ3	ASQ4	ASQ5	ASQ6	ASQ7	ASQ8	ASQ9	ASQ10	ASQ11	ASQ12	
<b>SED. SECO (%)</b>	74,352	61,367	56,365	85,351	25,484	86,36 4	71,611	83,271	21,133	52,008	57,297	37,017	
<b>SED. UMIDO (%)</b>	0	0	0	4,063	37,968	1,082	0	0	0	31,164	0	0	
<b>CASC. FINO (%)</b>	0	23,733	0	0	0	0	0,365	0	0	2,136	0	0	
<b>CASC. GROSSO(%)</b>	2,409	7,740	13,231	0,986	3,044	0,324	1,089	5,043	9,755	2,589	1,641	0	
<b>MAT. ORGÂNICA (%)</b>	0	0	10,840	3,279	24,588	1,096	0	0	0	0	36,661	41,423	
<b>RAIZ(%)</b>	0	0	0	0	0	2,687	0	0	0	0	0	2,066	
<b>GUANO(%)</b>	0,373	0	2,080	6,321	0,517	3,769	0	0	64,932	0	0	0	
<b>ROCHA(%)</b>	22,865	7,160	17,474	0	8,399	4,681	26,934	11,686	10,670	12,104	4,401	19,494	
<b>HETEROGENEIDADE (I.S.)</b>	0,3	0,4	0,5	0,3	0,6	0,3	0,3	0,2	0,191	0,493	0,387	0,492	
<b>RECURSOS (I.S.)</b>	0	0	0,1916	0,279	0,044	0,4	0,0	0,0	0,0	0	0	0,083	
<b>ABRIGOS (I.S.)</b>	0,281	0,446	0,387	0,105	0,5	0,1	0,3	0,2	0,449	0,493	0,161	0,3	
<b>D.E. (m)</b>	21	33	25,04	57,2	84	88	21	33,5	45,9	21,1	26,5	13	
<b>RIQUEZA</b>	5,333	6,333	3,333	5	3	5	10	6	3,667	5	4,667	7	
<b>TEMPERATURA (C°)</b>	24,3		24,3	24,4	24,8	24,8	25,6	24,9	26,5	25,3	24,6	26,3	24,7
<b>U.R. (%)</b>	79		84	89	86	83	91	91	95	94	94	95	94



**Tabela 2: Dados ambientais dos Setores da Caverna das Andorinhas**

<b>SETOR:</b>	<b>AS1</b>	<b>AS2</b>	<b>AS3</b>	<b>AS4</b>	<b>AS5</b>	<b>AS6</b>	<b>AS7</b>	<b>AS8</b>	<b>AS9</b>	<b>AS10</b>	<b>AS11</b>	<b>AS12</b>
<b>GUANO (%)</b>	0	6	0,5	2	0	3,7	0,1	0	20	1	20	0
<b>RAÍZES (%)</b>	0	0	0	0,5	14	4,5	0,1	0	0	0	0	0
<b>SERRAPILHEIRA (%)</b>	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	22
<b>GALHOS (%)</b>	0	0	0,2	0	3,8	3,6	0	0	0	0	0	1,6
<b>CURSO D'ÁGUA (%)</b>	0	0	3	8	3	0	0	0	0	0	0	0
<b>POÇA D'ÁGUA (%)</b>	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>PLANTAS (%)</b>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>SED. FINO (%)</b>	48,5	25	59,7	47,5	19,5	47	59,2	47,8	46	54,6	24,5	49,9
<b>CASC.FINO (%)</b>	7	19,5	9,3	10	8	3,3	7	9,8	5	5,5	6,5	11
<b>BLOCOS (%)</b>	19	5	0,5	1	11,5	0,5	11	3	27,5	7,5	0	15,5
<b>ROCHA MATRIZ (%)</b>	21	40,5	16	8	7,5	13,2	21,5	37,7	1,5	21,2	34,5	0
<b>GOTEJAMENTO (%)</b>	4,5	3,8	0	2,3	0,1	21,1	0	0	0	0	0	0
<b>SEMENTES (%)</b>	0	0,1	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0
<b>FOLHAS (%)</b>	0	0	4,7	3,2	12,7	0,1	0	0	0	0	0	0
<b>MAT. ORG. VEGETAL (%)</b>	0	0	5	8,5	17,3	3	0,4	0	0	0	0	0
<b>FUNGOS (%)</b>	0	0	0,1	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<b>MAT. ORG. ANIMAL (%)</b>	0	0	0	0	0,1	0	0,6	1,6	0	2,2	13,5	0
<b>LEITO SECO (%)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
<b>D.E. (m)</b>	16	28	20,04	52,2	79	83	16	28,5	40,9	16,1	21,5	8
<b>RIQUEZA</b>	15	21	17	18	19	18	13	9	6	10	13	9
<b>HETEROGENEIDADE (I.S)</b>	0,573	0,646	0,563	0,765	0,913	0,687	0,497	0,486	0,542	0,503	0,646	0,555
<b>RECURSO (I.S.)</b>	0	0,077	0,425	0,450	0,586	0,611	0,570	0	0	0,270	0,293	0,108
<b>ABRIGO (I.S.)</b>	0,573	0,577	0,415	0,610	0,638	0,485	0,465	0,458	0,405	0,525	0,406	0,383
<b>TEMPERATURA (C°)</b>	24,3	24,3	24,4	24,8	24,8	25,6	24,9	26,5	25,3	24,6	26,3	24,7
<b>U.R. (%)</b>	79	84	89	86	83	91	91	95	94	94	95	94

**Tabela 3: Dados ambientais dos Quadrantes da Caverna da Explosão**

<b>COMPONENTE</b>	<b>ESQ1</b>	<b>ESQ2</b>	<b>ESQ3</b>	<b>ESQ4</b>	<b>ESQ5</b>	<b>ESQ6</b>	<b>ESQ7</b>
<b>GUANO (%)</b>	0	0	20,318	2,063	1,667	0	0
<b>RAÍZES (%)</b>	2,383	0	0	0	0	0	0
<b>SED. FINO (%)</b>	0	0	0	63,380	0	0	0
<b>CASC. FINO(%)</b>	0	8,330	0	0,958	0	0	0
<b>ROCHA MATRIZ (%)</b>	15,600	0	0	2,329	0	0	0
<b>SED. ARGILOSO (%)</b>	82,018	91,670	79,400	31,271	98,333	100	100
<b>FOLHAS (%)</b>	0	0	0,283	0	0	0	0
<b>HETEROGENEIDADE (I.S.)</b>	0,235	0,1253	0,227	0,376	0,037	0	0
<b>RECURSOS (I.S.)</b>	0	0	0,031	0	0	0	0
<b>ABRIGOS (I.S.)</b>	0,191	0,125	0	0,339	0	0	0
<b>D.E. (m)</b>	15,383	27,14	43,4	52	75,4	88,9	85,6
<b>RIQUEZA</b>	9,333	6	7	7	7,333	4,333	7
<b>TEMPERATURA (C°)</b>	25,3	5,4	25,4	25,6	25,5	25,5	24,4
<b>U.R. (%)</b>	95	5	95	95	95	95	95

**Tabela 4:** Dados ambientais para Setores na Caverna da Explosão

SETORES EXPLOSAO	ES1	ES2	ES3	ES4	ES5	ES6	ES7
GUANO (%)	0	0	22,6	21,5	1,8	8	5,2
RAÍZES (%)	5	0	0	0	0	0	0
POÇA D'ÁGUA (%)	0	0	0	0	1,5	1,5	0
SED. FINO (%)	0	0	0	0	0	0	0
CASC. FINO (%)	0	2	0,5	3,6	0,2	0	1
CASC. GROSSO (%)	3	0	0	0	0	0	0
ROCHA MATRIZ (%)	14,5	0	1	19	16	6	0
SEDIMENTO ARGILOSO (%)	68,8	97,9	75,6	55,1	76	75,5	93,8
GOTEJAMENTO (%)	0,7	0	0	0	2	2	0
FOLHAS (%)	0	0	0	0,8	0	0	0
MAT. ORG. VEGETAL (%)	4	0	0	0	0	0	0
FUNGOS (%)	0	0	0,3	0	0	0	0
ESCORRIMENTO (%)	4	0	0	0	2,5	7	0
SEMENTE GERMINANDO (%)	0	0,1	0	0	0	0	0
HETEROGENEIDADE (I.S.)	0,471	0,046	0,277	0,491	0,356	0,395	0,113
RECURSO (I.S.)	0,298	0	0,030	0,067	0	0	0
ABRIGO (I.S.)	0,344	0,043	0,047	0,317	0,323	0,298	0,025
D.E. (m)	11,05	22,15	38,4	47	70,4	83,9	88,9
RIQUEZA	16	16	17	30	8	15	16
TEMPERATURA (C°)	25,3	25,4	25,4	25,6	25,5	25,5	24,4
U.R. (%)	95	95	95	95	95	95	95

\*D.E. (distância da entrada da caverna em metros), U.R. (umidade relativa do ar em porcentagem), riqueza para quadrante foi a média dos 3 quadrantes inseridos no mesmo setor. Para heterogeneidade, recursos e abrigos foram utilizados o índice de Shannon para diversidade. Para os fatores de habitat foi a proporção ocupada em porcentagem na área

**Anexo 2:** Listagem do levantamento de espécies e abundância encontrada nas cavidades Caverna das Andorinhas, Caverna da Explosão, Caverna Remanso dos Botos e Caverna dos Macacos para as metodologias Macroescala (coleta Geral “G”), Mesoescala (coleta por Setores “S”) e Microescala (coleta por Quadrantes “Q”).

TAXA	Caverna das Andorinhas			Caverna da Explosão			Caverna Remanso dos Botos			Caverna dos Macacos			TOTAL
	G	S	Q	G	S	Q	G	S	Q	G	S	Q	
<b>Annelida</b>													
Annelida sp1	-	1	2	-	2	4	-	-	-	-	-	-	9
Annelida sp2	-	-	-	2	12	1-	-	-	-	-	-	-	14
<b>Arthropoda</b>													
<b>Arachnida</b>													
<b>Acari</b>													
<b>Argasidae</b>													
<i>Ornithodoruscavernicolo</i>	-	9	14	1	2	1	1	-	-	-	1	2	31
<i>Ornithodoros sp2</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

us

Ornithodoros sp3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ornithodoros sp4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ornithodoros sp5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Heterozerconidae</b>													
Heterozerconidae sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Heterozerconidae sp2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Ixodidae</b>													
<i>Amblyommacajennense</i>	2	-	-	-	-	-	1	-	-	2	-	-	5
Amblyomma sp2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<b>Parasitengona</b>													
Parasitengona sp1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Amblypygi</b>													
<b>Phryniidae</b>													
Heterophrynus sp1	1	27	-	1	2	-	1	1	-	-	-	-	33
<b>Araneae</b>													
<b>Araneidae</b>													

Araneidae sp1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Araneidae sp2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Araneidae sp3	3	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
<b>Ctenidae</b>													
Ctenidae sp1	1	1	1	-	-	-	3	-	-	2	-	-	8
Ctenidae sp2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ctenidae sp3	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Ctenidae sp4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Linyphiidae</b>													
Linyphiidae sp1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<b>Ochyroceratidae</b>													
Ochyroceratidae sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Ochyroceratidae sp2	-	1	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	5
Ochyroceratidae sp3	1	-	1	-	-	-	1	-	1	1	-	-	5
<b>Oonopidae</b>													
Oonopidae sp1	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1	-	-	5

Oonopidae sp2	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3
Oonopidae sp3	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-	3
Oonopidae sp4	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Pholcidae</b>													
Pholcidae sp1	-	-	-	8	12	5	1	-	1	2	-	1	30
Pholcidae sp2	1	11	4	3	1	7	13	-	2	1	-	-	43
<b>Pisauridae</b>													
Pisauridae sp1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Prodidomidae</b>													
Prodidomidae sp1	-	1	2	-	-	-	-	-	-	1	1	-	5
Prodidomidae sp2	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<b>Salticidae</b>													
Salticidae sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	3
Salticidae sp2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
<b>Scytodidae</b>													
Scytodidae sp1	7	4	1	-	1	-	7	-	1	-	-	-	21

**Theridiidae**

Theridiidae sp1	4	68	72	4	5	-	-	-	-	2-	2	-	155
Theridiidae sp2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Theridiidae sp3	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13

**Hypopus****Acaridae**

Acaridae sp1	-	-	17	-	-	-	27	-	31	-	-	-	75
Acaridae sp2	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	2

**Mesostigmata****Labdostomatidae**

Labdostomatidae sp1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Laelapidae**

sp1

LaelapidaeStratiolaps	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	7
Laelapidae sp2	22	34	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79
Laelapidae sp3	4	1	1	-	3	-	8	-	-	-	-	-	17



Laelapidae sp4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Macrochelidae</b>													
Macrocheles sp1	-	1	13	-	5	-	-	-	1	-	-	-	20
Macrocheles sp2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Macrocheles sp3	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
<b>Macronyssidae</b>													
Macronyssidae sp1	-	-	1	-	2	6	2	-	1	-	-	-	12
<b>Oplitidae</b>													
Oplitidae sp1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Oplitidae sp2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Oplitidae sp3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Tydeidae</b>													
Tydeidae sp1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Uropodidae</b>													
Uropodidae sp1	-	-	-	-	9	43	7	-	-	-	-	-	59
Uropodidae sp2	48	-	-	2	-	5	4	-	-	-	-	-	59

Uropodidae sp3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<b>Opiliones</b>														
Opiliones sp1	1	3	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	11
Opiliones sp2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
Opiliones sp3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Opiliones sp4	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Opiliones sp5	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	2
Opiliones sp6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<b>Cosmetidae</b>														
Eupoecilaema sp1	-	1-	2	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	10
<b>Gonyleptidae</b>														
Eusarcus sp1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Neogoveidae</b>														
<i>Cangarenatae</i>	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	5
<b>Stygnidae</b>														
Pickeliena sp1	-	5	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6

**Parasitiformes**

Reginacharlottiidae sp1	7-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	4
-------------------------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Pseudoscorpiones****Chthoniidae**

Chthoniidae sp1	2	2	-	-	-	4	2	-	-	1	-	3	14
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Chthoniidae sp2	-	-	2	3	14	12	6	2	3	1	-	-	43
-----------------	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	----

**Sarcoptiformes****Chetochelacaridae**

Chetochelacaridae sp1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
-----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Galumnidae**

Galumnidae sp1	-	3	1	-	15	25	4	-	-	-	-	1	49
----------------	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---	---	---	----

**Histiostomatidae**

Histiostoma sp1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Tyrofagus**

Tyrofagus sp1	-	-	3	-	13	-	-	1	-	-	-	-	17
---------------	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	----

**Schizomida**

**Hubbardiidae**

*Stenochrusportoricensis* - - - - 1 1 - 1 - - - - 3

**Trombidiformes****Nicoletiidae**

Nicoletiidae sp1 4 - - - - - 5 1 2 5 - - 17

**Rhagidiidae**

Rhagidiidae sp1 - 1 - - - - 1 - - - - 2

Rhagidiidae sp2 - 1 - - - 1- - - - - 1

**Scutacaridae**

Scutacaridae sp1 - - - - 1 - - - - - 1

**Trombiculidae**

Trombiculidae sp1 - - 1 - - - - - - - 1

Trombiculidae sp2 - - 1 - - - - - - - 1

Trombiculidae sp3 - - - - - - 1 - - - - 1

**Chilopoda****Geofilomorpha**

Geofilomorpha sp1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Macronicophilidae</b>													
Macronicophilidae sp2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Scolopendromorpha</b>													
<b>Newportiidae</b>													
Newportiidae sp1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<b>Scolopendridae</b>													
Scolopendridae sp1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Scutigeromorpha</b>													
<b>Scutigeridae</b>													
Scutigeridae sp1	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	3
<b>Symphyla</b>													
Symphyla sp1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Symphyla sp2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Diplopoda</b>													
<b>Polydesmida</b>													

<b>Chelodesmidae</b>													
Chelodesmidae sp1	-	-	-	23	55	45	-	-	-	-	-	-	123
<b>Criptodesmidae</b>													
Criptodesmidae sp1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Pyrgodesmidae</b>													
Pyrgodesmidae sp1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Pyrgodesmidae sp2	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	3
<b>Spirostreptida</b>													
<b>Spirobolidae</b>													
Spirobolidae sp1	1	2	1	1	5	1	1	1	0	2	0	0	15
<b>Entognatha</b>													
<b>Collembola</b>													
<b>Cyphoderidae</b>													
Cyphoderidae sp1	-	-	1	-	3	1	1	-	1	-	-	-	7
<b>Dycirtomidae</b>													
Dycirtomidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	27	-	-	-	28

**Entomobryoidea**

Entomobryoidea sp1	56	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	59
Entomobryoidea sp2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
Entomobryoidea sp3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2

**Hypogastruridae**

Hypogastruridae sp1	-	-	-	7	1	33	-	-	-	-	-	-	41
---------------------	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	----

**Paronellidae**

Paronellidae sp1	8	1	3	2	-	-	1	-	1	-	-	-	16
Paronellidae sp2	-	3	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	5
Paronellidae sp3	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2

**Diplura****Campodeidae**

Campodeidae sp1	-	-	-	-	-	-	3	1	2	-	-	-	6
Campodeidae sp2	-	-	3	-	-	-	1	-	2	-	-	-	6
Campodeidae sp3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3

**Japygidae**

Japygidae sp1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	3
<b>Insecta</b>													
<b>Blattodea</b>													
<b>Blaberidae</b>													
Blaberus sp1	-	-	-	1	-	-	2	-	-	-	-	-	3
<b>Blattellidae</b>													
Blattellidae sp1	6	-	1	-	-	-	2	1	1	-	-	-	11
<b>Corydiidae</b>													
Corydiidae sp1	12	283	68	-	1	1	2	2	-	1	1	-	371
Corydiidae sp2	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<b>Coleoptera</b>													
Coleoptera sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Coleoptera sp2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Coleoptera sp3	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Coleoptera sp4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Coleoptera sp5	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	3



Coleoptera sp6	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Aderidae</b>													
Aderidae sp1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<b>Carabidae</b>													
Carabidae sp1	1	3	5	-	3	1	-	-	2	-	-	-	15
Carabidae sp2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Carabidae sp3	-	-	-	13	42	45	-	-	-	-	-	-	100
Carabidae sp4	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
Carabidae sp5	-	-	-	3	6	13	-	-	-	-	-	-	22
<b>Ceratocanthidae</b>													
Ceratocanthidae sp1	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2
<b>Chrysomelidae</b>													
Chrysomelidae sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	2
Chrysomelidae sp2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Chrysomelidae sp3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Chrysomelidae sp4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1

<b>Elateridae</b>													
Elateridae sp1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<b>Hydroscaphidae</b>													
Hydroscaphidae sp1	1	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<b>Lampyridae</b>													
Lampyridae sp1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Megalopodidae</b>													
Megalopodidae sp1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Ochodaeidae</b>													
Ochodaeidae sp1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Pselaphidae</b>													
Pselaphidae sp1	1	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	4
<b>Ptiliidae</b>													
Ptiliidae sp1	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
Ptiliidae sp2	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Staphylinidae</b>													

Staphylinidae sp1	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Staphylinidae sp2	2	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Staphylinidae sp3	-	-	1	2	2	16	-	-	-	-	-	-	21
Staphylinidae sp4	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	2
Staphylinidae sp5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<b>Tenebrionidae</b>													
Tenebrionidae sp1	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
<b>Trogidae</b>													
Trogidae sp1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Dermaptera</b>													
<b>Diplatyinae</b>													
Diplatyinae sp1	-	1	3	-	-	1	1	-	-	1	-	-	7
<b>Diptera</b>													
Diptera sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
Diptera sp2	-	4	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	7
Diptera sp3	4	1	2	-	3-	6	-	-	-	-	-	-	13

**Agromyzidae**

Agromyzidae sp1	5	4	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	12
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**Asilidae**

Asilidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
--------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Brachycera**

Brachycera sp1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Brachycera sp2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Calliphoridae**

Calliphoridae sp1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Cecidomyiidae**

Cecidomyiidae sp1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Cecidomyiidae sp2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Ceratopogonidae**

Ceratopogonidae sp1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

**Culicidae**

Culicidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Culicidae sp2	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Culicidae sp3	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Dixidae</b>													
Dixidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<b>Drosophilidae</b>													
Drosophilidae sp1	1	-	-	2	9	-	1-	-	-	1	-	-	13
<b>Mycetophilidae</b>													
Mycetophilidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<b>Nematocera</b>													
Nematocera sp1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	3
Nematocera sp2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Phoridae</b>													
Phoridae sp1	-	5	51	-	2	-	1	-	-	-	-	-	59
Phoridae sp2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Psychodidae</b>													
Lutzomyia sp1	-	4	-	-	-	-	-	1	-	4	-	-	9

Psychodidae sp2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<b>Strebilidae</b>														
Strebilidae sp1	66	-	1-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	66
Strebilidae sp2	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
<b>Tipulidae</b>														
Tipulidae sp1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Hemiptera</b>														
<b>Achilixiidae</b>														
Achilixiidae sp1	15	3	1	12	8	15	12	1	-	2	-	-	-	69
Achilixiidae sp2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Achilixiidae sp3	2	6	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
Achilixiidae sp4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Achilixiidae sp5	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Ceratocombidae</b>														
Ceratocombidae sp1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Cydnidae</b>														

Cydnidae	3	57	11	5	123	112	6	8	1	1	-	-	327
<b>Hibridae</b>													
Hibridae sp1	6	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	7
<b>Psyllidae</b>													
Psyllidae sp1	2	-	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	5
<b>Reduviidae</b>													
Emesinae sp1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Reduviidae sp2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
<b>Schizopteridae</b>													
Schizopteridae sp1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Veliidae</b>													
Veliidae sp1	4	1-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<b>Hymenoptera</b>													
<b>Braconidae</b>													
Braconidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<b>Ceraphronidae</b>													

Ceraphronidae sp1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<b>Formicidae</b>													
<i>Anochetus</i> sp1	-	-	1	-	-	-	1	-	2	1	-	-	5
<i>Atta</i> sp1	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<i>Camponotus</i> sp1	1	-	-	-	-	-	6	-	-	1	-	-	8
<i>Cephalotes</i> sp1	5	28	17	-	1	-	25	3	4	-	-	-	83
<i>Cephalotes</i> sp2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ectatomma</i> sp1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ectatomma</i> sp2	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Hypoponera</i> sp1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Ochetomyrmex</i> sp1	-	-	6	-	-	-	1	-	1	-	-	-	8
<i>Odontomachus</i> sp1	2	1	6	-	-	-	2	-	-	3	-	1	15
<i>Pachycondyla</i> sp1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Pseudomyrmex</i> sp1	-	-	-	-	-	-	-	3	3	1	-	-	7
<i>Solenopsis</i> sp1	-	-	-	-	-	-	12	-	3	-	-	-	15
<i>Wasmannia</i> sp1	1	18	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23



<b>Ichneumonidae</b>													
Ichneumonidae sp1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Multillidae</b>													
Multillidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<b>Orussoidae</b>													
Orussoidae sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
<b>Scelionidae</b>													
Scelionidae sp1	2	1	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	10
<b>Torymidae</b>													
Torymidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<b>Xiphydriidae</b>													
Xiphydriidae sp1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2
<b>Isoptera</b>													
Isoptera sp1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Termitidae</b>													
Atlantitermes sp1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Nasutitermes sp1	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	3
<b>Lepidoptera</b>													
Lepidoptera sp1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Lepidoptera sp2	1	1	6	-	-	-	-	-	1	-	3	-	12
<b>Micropterigidae</b>													
Micropterigidae sp1	9	3	2	-	-	-	1-	1	-	1-	-	-	15
<b>Tineiidae</b>													
Tineiidae sp1	5	11	24	-	1	-	-	2	-	1	-	-	44
Tineiidae sp2	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Tineiidae sp3	1	4	6	-	-	-	-	-	-	9	-	3	23
Tineiidae sp4	3	1	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	8
Tineiidae sp5	-	-	1-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Tineiidae sp6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Neuroptera</b>													
<b>Myrmeleontidae</b>													
Myrmeleontidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1

## Orthoptera

### Phalangopsidae

Adelosgryllus sp1	-	-	-	9	16	3	-	-	-	-	-	-	28
Phalangopsis sp1	5	15	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	24
Phalangopsis sp2	-	-	-	-	-	-	3	1	-	5	1	-	10
Uvaroviella sp1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3
Uvaroviella sp2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Uvaroviella sp3	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	6
Uvaroviella sp4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5

## Psocoptera

Psocoptera sp1	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
Psocoptera sp2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
Psocoptera sp3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1

### Liposcelidae

Liposcelidae sp1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

### Psyllipsocidae

Psyllipsocidae sp1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Psyllipsocus sp1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<b>Zygentoma</b>													
<b>Nicoletiidae</b>													
Nicoletiidae sp1	4	-	-	-	-	-	5	1	2	5	-	-	17
<b>Mollusca</b>													
<b>Gastropoda</b>													
Gastropoda sp1	-	2	1	3	3	2	-	-	1	-	-	-	12
Gastropoda sp2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<b>Nematoda</b>													
Nematoda sp1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Nematoda sp2	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	6
<b>Platyhelminthes</b>													
<b>Turbellaria</b>													
Turbellaria sp1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1

---

**Anexo 3:** Dados de Análise de Similaridade utilizados também para resolução taxonômica.

- a) ANOSIM com fatores “Cavernas” e identificação taxonômica até morfótipo

Factor: Cavernas

AND (Caverna das Andorinhas)

EXPL (Caverna da Explosão)

RBS (Caverna Remanso dos Botos)

MAC (Caverna dos Macacos)

*Global Test*

Sample statistic (Global R): 0,534

Significance level of sample statistic: 0,1%

Number of permutations: 999 (Random sample from a large number)

Number of permuted statistics greater than or equal to Global R: 0

Grupos	R Statistic	Lvl de significância (%)	Permutações possíveis	Permutações reais	N >= Observado
AND, EXPL	0,576	0,1	Muito alto	999	0
AND, RBS	0,244	2,3	20475	999	249
AND, MAC	0,328	3,1	325	325	31
EXPL, RBS	0,96	0,1	3060	999	1
EXPL, RBS	0,993	0,8	120	120	1
RBS, MAC	0,5	6,7	15	15	2

- b) ANOSIM com fatores “Setor e Quadrantes” como unidade escalar conjuntamente das Cavernas e identificação taxonômica até morfótipo

*Factor Values*

Factor: Setor/quadrante/caverna

SAND (Setor Caverna das Andorinhas)

QAND (Quadrantes Caverna das Andorinhas)

SEXPL (Setor Caverna da Explosão)

QEXPL (Quadrante Caverna da Explosão)

SRB (Setor Caverna Remanso dos Botos)

QRB (Quadrante Caverna Remanso dos Botos)

SM (Setor Caverna dos Macacos)

QM (Quadrantes Caverna dos Macacos)

*Global Test*

Sample statistic (Global R): 0,249

Significance level of sample statistic: 0,1%

Number of permutations: 999 (Random sample from a large number)

Number of permuted statistics greater than or equal to Global R: 0

Grupos	R Statistic	Lvl de significancia (%)	Permutações possíveis	Permutações suas	N >= Observado
SAND	-0,085	93,7	Muito alto	999	936
, QAND					
SAND	0,557	0,1	50388	999	0
, SEXP					
L					
SAND	0,787	0,1	354817320	999	0
, QEXP					
L					
SAND	0,256	13,2	91	91	12
, SRB					
SAND	0,564	0,1	18564	999	0
, QRB					
SAND	0,323	15,4	13	13	2
, SM					
SAND	0,709	0,2	455	455	1
, QM					
QAND	0,052	23,1	32224114	999	230
, SEXP					
L					
QAND	0,347	0,1	Muito alto	999	0
, QEXP					
L					
QAND	-0,095	71,8	703	703	505
, SRB					
QAND	0,213	0,6	5245786	999	5
, QRB					
QAND	-0,089	64,9	37	37	24
, SM					
QAND	0,244	2,1	9139	999	20
, QM					
SEXP	0,187	6,9	1184040	999	68
L,					
QEXP					
L					
SEXP	0,968	2,8	36	36	1
L,					
SRB					

<b>SEXP</b> <b>L,</b> <b>QRB</b>	0,554	0,1	1716	999	0
<b>SEXP</b> <b>L, SM</b>	1	12,5	8	8	1
<b>SEXP</b> <b>L, QM</b>	0,873	0,8	120	120	1
<b>QEXP</b> <b>L,</b> <b>SRB</b>	0,793	1,2	253	253	3
<b>QEXP</b> <b>L,</b> <b>QRB</b>	0,804	0,1	296010	999	0
<b>QEXP</b> <b>L, SM</b>	0,885	9,1	22	22	2
<b>QEXP</b> <b>L, QM</b>	0,838	0,4	2024	999	3
<b>SRB,</b> <b>QRB</b>	-0,146	78,6	28	28	22
<b>SRB,</b> <b>SM</b>	1	33,3	3	3	1
<b>SRB,</b> <b>QM</b>	0,5	20	10	10	2
<b>QRB,</b> <b>SM</b>	-0,056	57,1	7	7	4
<b>QRB,</b> <b>QM</b>	0,247	6	84	84	5
<b>SM,</b> <b>QM</b>	-0,111	50	4	4	2

c) ANOSIM com fator "Caverna" com identificação taxonômica até família

*Factor Values*

Factor: Cavernas

AND (Caverna das Andorinhas)

EXPL (Caverna da Explosão)

RBS (Caverna Remanso dos Botos)

MAC (Caverna dos Macacos)

*Global Test*

Sample statistic (Global R): 0,518

Significance level of sample statistic: 0,1%

Number of permutations: 999 (Random sample from a large number)

Number of permuted statistics greater than or equal to Global R: 0

<b>Grup os</b>	<b>R Statist ic</b>	<b>Lvl de significan cia (%)</b>	<b>Permutaçõespos síveis</b>	<b>Permutaçõesat uais</b>	<b>N &gt;= Observ ado</b>
<b>AND, EXPL</b>	0,575	0,1	Muito alto	999	0

<b>AND, RBS</b>	0,207	6,8	20475	999	67
<b>AND, MAC</b>	0,246	9,2	325	325	30
<b>EXPL, RBS</b>	0,926	0,2	3060	999	1
<b>EXPL, MAC</b>	0,974	0,8	120	120	1
<b>RBS, MAC</b>	0,25	33,3	15	15	5

d) ANOSIM com fator "Caverna" com identificação taxonômica até ordem

*Factor Values*

Factor: Cavernas

AND (Caverna das Andorinhas)

EXPL (Caverna da Explosão)

RBS (Caverna Remanso dos Botos)

MAC (Caverna dos Macacos)

*Global Test*

Sample statistic (Global R): 0,397

Significance level of sample statistic: 0,1%

Number of permutations: 999 (Random sample from a large number)

Number of permuted statistics greater than or equal to Global R: 0

<b>Grupos</b>	<b>R Statistic</b>	<b>Lvl de significância (%)</b>	<b>Permutações possíveis</b>	<b>Permutações reais</b>	<b>N &gt;= Observado</b>
<b>AND, EXP</b>	0,435	0,1	Muito Alta	999	0
<b>AND, RBS</b>	0,089	25	20475	999	249
<b>AND, MAC</b>	0,293	9,5	325	325	31
<b>EXPL, RBS</b>	0,763	0,2	3060	999	1
<b>EXPL, MAC</b>	0,899	0,8	120	120	1
<b>RBS, MAC</b>	0,464	13,3	15	15	2





**Anexo 4:** SIMPER (Porcentagem de Similaridade – contribuição por espécies) avaliando as unidades amostrais dentro das cavernas, e comparando os agrupamentos par-a-par por cavernas.

**SIMPER (Similarity Percentages - species contributions)**

One-Way Analysis

*Parameters*

Resemblance: S17 Bray Curtis similarity

Cut off for low contributions: 90,00%

Grupo: Caverna das Andorinhas

Média de Similaridade: 15,67%

<b>Morfoespécie</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Sim</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
<b>Araneae sp6</b>	1,61	2,76	0,63	17,64	17,64
<b>Isopode sp1</b>	1,90	2,02	0,40	12,91	30,54
<b>Formicidae sp1</b>	0,91	1,53	0,57	9,79	40,34
<b>Larva sp8</b>	0,75	1,18	0,41	7,55	47,88
<b>Hemiptera sp2</b>	0,88	1,10	0,48	7,03	54,91
<b>Blattodea sp1</b>	1,61	0,91	0,20	5,80	60,72
<b>Orthoptera sp6</b>	0,55	0,76	0,43	4,84	65,56
<b>Diptera sp2</b>	0,69	0,56	0,31	3,59	69,15
<b>Acari sp30</b>	0,79	0,48	0,24	3,05	72,21
<b>Amblypygi sp1</b>	0,52	0,40	0,27	2,58	74,79
<b>Lepidoptera sp1</b>	0,34	0,35	0,28	2,23	77,02
<b>Ixodoidea sp1</b>	0,42	0,29	0,22	1,86	78,88
<b>Formicidae sp3</b>	0,27	0,25	0,23	1,62	80,50
<b>Opilião sp1</b>	0,34	0,24	0,22	1,55	82,05
<b>Acari sp24</b>	0,58	0,23	0,14	1,49	83,54
<b>Scorpiones sp1</b>	0,30	0,22	0,24	1,39	84,94
<b>Araneae sp14</b>	0,35	0,20	0,19	1,25	86,18
<b>Coleoptera sp3</b>	0,26	0,19	0,19	1,23	87,41
<b>Formicidae sp12</b>	0,41	0,19	0,18	1,21	88,62
<b>Hemiptera sp11</b>	0,24	0,12	0,14	0,76	89,38

<b>Hemiptera sp10</b>	0,27	0,12	0,14	0,76	90,14
-----------------------	------	------	------	------	-------

Grupo: Caverna Explosão  
Média de Similaridade: 43,05%

<b>Morfoespécie</b>	<b>Av.Ab</b>	<b>Av.Sim</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
<b>Hemiptera sp2</b>	3,91	12,69	2,74	29,48	29,48
<b>Diplopoda sp1</b>	2,50	7,70	2,92	17,89	47,37
<b>Coleoptera sp18</b>	2,20	5,84	1,49	13,57	60,94
<b>Coleoptera sp23</b>	0,96	2,31	0,92	5,36	66,30
<b>Orthoptera sp1</b>	0,94	2,08	0,91	4,83	71,13
<b>Annelida sp2</b>	1,01	2,03	0,75	4,71	75,84
<b>Acari sp3</b>	1,23	1,94	0,63	4,50	80,34
<b>Pseudoscorpiones sp2</b>	1,01	1,61	0,73	3,75	84,09
<b>Araneae sp12</b>	0,84	1,54	0,76	3,59	87,67
<b>Collembola sp7</b>	0,93	0,89	0,42	2,08	89,75
<b>Acari sp12</b>	1,12	0,89	0,39	2,07	91,82

Grupo: Remanso dos Botos  
Média de Similaridade: 14,80%

<b>Morfoespécie</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Sim</b>	<b>Sim/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
<b>Formicidae sp1</b>	1,12	2,50	0,85	16,87	16,87
<b>Scorpiones sp1</b>	0,75	2,01	0,90	13,60	30,47
<b>Formicidae sp5</b>	0,87	1,31	0,41	8,83	39,30
<b>Collembola sp12</b>	1,70	1,19	0,41	8,05	47,36
<b>Pseudoscorpiones sp2</b>	0,79	1,07	0,41	7,21	54,57
<b>Isopode sp3</b>	0,50	0,85	0,41	5,76	60,33
<b>Larva sp8</b>	0,50	0,85	0,41	5,76	66,08
<b>Orthoptera sp4</b>	0,50	0,85	0,41	5,76	71,84
<b>Larva sp3</b>	0,75	0,76	0,41	5,10	76,94
<b>Zygentoma sp1</b>	0,60	0,76	0,41	5,10	82,04

Grupo: Caverna dos Macacos

Média de Similaridade: 9,08%

Morfoespécies	Av.Ab	Av.Sim	Sim/SD	Contrib%	Cum.%
Ixodoidea sp1	1,21	9,08	#####	100,00	100,00

Grupos: Caverna das Andorinhas e Caverna da Explosão

Média de Dissimilaridade: 92,91%

Morfoespécies	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Hemiptera sp2	0,88	3,91	7,02	1,99	7,56	7,56
Diplopoda sp1	0,00	2,50	5,29	2,44	5,69	13,25
Coleoptera sp18	0,00	2,20	4,67	1,79	5,02	18,27
Isopode sp1	1,90	0,00	3,78	0,68	4,06	22,34
Blattodea sp1	1,61	0,14	3,57	0,48	3,85	26,18
Araneae sp6	1,61	0,27	3,21	0,98	3,46	29,64
Acari sp3	0,14	1,23	2,41	1,12	2,59	32,24
Annelida sp2	0,00	1,01	2,09	1,18	2,25	34,49
Coleoptera sp23	0,00	0,96	2,09	1,32	2,24	36,73
Acari sp12	0,00	1,12	2,08	0,71	2,24	38,97
Orthoptera sp1	0,00	0,94	1,99	1,28	2,14	41,11
Pseudoscorpione s sp2	0,08	1,01	1,98	1,04	2,13	43,25
Formicidae sp1	0,91	0,07	1,89	0,89	2,03	45,28
Collembola sp7	0,00	0,93	1,86	0,74	2,00	47,28
Araneae sp12	0,00	0,84	1,72	1,12	1,85	49,13
Larva sp8	0,75	0,07	1,66	0,78	1,78	50,91
Acari sp30	0,79	0,12	1,64	0,53	1,77	52,68
Diptera sp2	0,69	0,10	1,56	0,52	1,67	54,35
Acari sp24	0,58	0,00	1,21	0,41	1,30	55,65
Araneae sp14	0,35	0,37	1,20	0,75	1,29	56,94
Hemiptera sp1	0,11	0,54	1,17	0,54	1,26	58,20

<b>Amblypygi sp1</b>	0,52	0,14	1,15	0,64	1,24	59,44
<b>Coleoptera sp16</b>	0,04	0,54	1,14	0,54	1,23	60,67
<b>Ixodoidea sp1</b>	0,42	0,21	1,10	0,59	1,19	61,86
<b>Orthoptera sp6</b>	0,55	0,00	1,08	0,80	1,17	63,03
<b>Larva sp16</b>	0,10	0,57	1,06	0,46	1,14	64,17
<b>Opilião sp1</b>	0,34	0,29	0,99	0,75	1,06	65,23
<b>Acari sp15</b>	0,04	0,44	0,93	0,71	1,00	66,23
<b>Opilião sp3</b>	0,13	0,41	0,91	0,73	0,98	67,21
<b>Coleoptera sp3</b>	0,26	0,24	0,87	0,68	0,94	68,15
<b>Diptera sp10</b>	0,00	0,41	0,79	0,57	0,85	69,00
<b>Formicidae sp12</b>	0,41	0,00	0,76	0,47	0,81	69,81
<b>Gastropoda sp1</b>	0,13	0,32	0,75	0,69	0,80	70,61
<b>Annelida sp1</b>	0,10	0,29	0,74	0,56	0,80	71,41
<b>Diplopoda sp5</b>	0,13	0,34	0,73	0,70	0,79	72,20
<b>Lepidoptera sp1</b>	0,34	0,00	0,72	0,61	0,77	72,97
<b>Acari sp16</b>	0,23	0,16	0,70	0,39	0,76	73,73
<b>Scorpiones sp1</b>	0,30	0,00	0,59	0,55	0,63	74,36
<b>Formicidae sp3</b>	0,27	0,00	0,58	0,54	0,63	74,98
<b>Hemiptera sp10</b>	0,27	0,00	0,56	0,43	0,60	75,58
<b>Pseudoscorpione s sp1</b>	0,06	0,24	0,55	0,55	0,59	76,17
<b>Isopode sp3</b>	0,06	0,24	0,54	0,54	0,58	76,76
<b>Araneae sp2</b>	0,18	0,07	0,53	0,48	0,57	77,32
<b>Hymenoptera sp4</b>	0,20	0,07	0,53	0,50	0,57	77,89
<b>Hemiptera sp11</b>	0,24	0,00	0,51	0,42	0,55	78,44
<b>Acari sp11</b>	0,07	0,26	0,51	0,35	0,55	78,99
<b>Collembola sp4</b>	0,04	0,24	0,49	0,55	0,52	79,51
<b>Acari sp9</b>	0,21	0,00	0,47	0,25	0,50	80,02
<b>Acari sp2</b>	0,04	0,23	0,44	0,32	0,47	80,49
<b>Diptera sp20</b>	0,21	0,00	0,43	0,36	0,47	80,95
<b>Coleoptera sp7</b>	0,20	0,00	0,42	0,42	0,46	81,41

<b>Lepidoptera sp4</b>	0,22	0,00	0,42	0,36	0,45	81,86
<b>Collembola sp6</b>	0,14	0,07	0,41	0,45	0,44	82,31
<b>Larva sp9</b>	0,18	0,00	0,40	0,33	0,43	82,73
<b>Larva sp3</b>	0,23	0,00	0,39	0,31	0,42	83,16
<b>Dermaptera sp1</b>	0,14	0,07	0,39	0,46	0,42	83,58
<b>Araneae sp24</b>	0,19	0,00	0,39	0,35	0,42	84,00
<b>Acari sp26</b>	0,00	0,19	0,39	0,27	0,42	84,42
<b>Collembola sp1</b>	0,17	0,00	0,35	0,44	0,38	84,80
<b>Coleoptera sp14</b>	0,17	0,00	0,35	0,30	0,38	85,17
<b>Diptera sp9</b>	0,18	0,00	0,34	0,43	0,37	85,54
<b>Acari sp13</b>	0,00	0,16	0,34	0,27	0,36	85,90
<b>Acari sp25</b>	0,08	0,12	0,32	0,41	0,35	86,25
<b>Collembola sp2</b>	0,08	0,07	0,32	0,40	0,34	86,59
<b>Opilião sp7</b>	0,00	0,14	0,31	0,40	0,33	86,93
<b>Lepidoptera sp2</b>	0,13	0,00	0,30	0,29	0,32	87,25
<b>Acari sp19</b>	0,14	0,00	0,29	0,37	0,32	87,56
<b>Coleoptera sp22</b>	0,00	0,14	0,29	0,40	0,31	87,88
<b>Schizomida sp1</b>	0,00	0,14	0,29	0,40	0,31	88,19
<b>Coleoptera sp20</b>	0,00	0,14	0,29	0,40	0,31	88,51
<b>Larva sp27</b>	0,00	0,17	0,29	0,40	0,31	88,82
<b>Opilião sp2</b>	0,16	0,00	0,28	0,35	0,31	89,12
<b>Araneae sp4</b>	0,13	0,00	0,27	0,37	0,29	89,42
<b>Collembola sp9</b>	0,00	0,14	0,25	0,39	0,27	89,69
<b>Larva sp10</b>	0,13	0,00	0,24	0,27	0,26	89,95
<b>Diptera sp6</b>	0,11	0,00	0,24	0,28	0,26	90,21

Grupos: Caverna das Andorinhas e Caverna Remanso dos Botos  
Média de Dissimilaridade: 89,79%

<b>Morfoespécie</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Diss</b>	<b>Diss/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
<b>Blattodea sp1</b>	1,61	0,35	4,00	0,54	4,45	4,45

<b>Isopode sp1</b>	1,90	0,25	3,96	0,74	4,41	8,86
<b>Araneae sp6</b>	1,61	0,00	3,40	0,95	3,79	12,65
<b>Collembola sp12</b>	0,00	1,70	3,34	0,87	3,72	16,37
<b>Acari sp9</b>	0,21	1,39	2,91	0,63	3,25	19,62
<b>Hemiptera sp2</b>	0,88	0,96	2,74	0,98	3,05	22,67
<b>Formicidae sp1</b>	0,91	1,12	2,27	1,34	2,53	25,20
<b>Formicidae sp5</b>	0,00	0,87	1,99	0,96	2,22	27,42
<b>Larva sp3</b>	0,23	0,75	1,90	0,90	2,12	29,54
<b>Larva sp8</b>	0,75	0,50	1,89	1,20	2,10	31,64
<b>Pseudoscorpiones sp2</b>	0,08	0,79	1,79	1,01	1,99	33,63
<b>Acari sp30</b>	0,79	0,00	1,61	0,50	1,80	35,43
<b>Diptera sp2</b>	0,69	0,00	1,53	0,49	1,71	37,14
<b>Scorpiones sp1</b>	0,30	0,75	1,48	1,34	1,65	38,79
<b>Zygentoma sp1</b>	0,00	0,60	1,37	0,96	1,53	40,32
<b>Amblypygi sp1</b>	0,52	0,25	1,36	0,77	1,51	41,83
<b>Diplura sp2</b>	0,00	0,60	1,27	0,97	1,42	43,25
<b>Orthoptera sp6</b>	0,55	0,25	1,27	0,96	1,41	44,66
<b>Acari sp24</b>	0,58	0,00	1,25	0,41	1,40	46,05
<b>Isopode sp3</b>	0,06	0,50	1,24	0,99	1,39	47,44
<b>Orthoptera sp4</b>	0,00	0,50	1,22	0,97	1,36	48,80
<b>Araneae sp14</b>	0,35	0,35	1,17	0,73	1,31	50,10
<b>Diplura sp3</b>	0,07	0,50	1,09	0,97	1,21	51,31
<b>Blattodea sp4</b>	0,04	0,50	1,09	0,96	1,21	52,52
<b>Coleoptera sp3</b>	0,26	0,35	1,01	0,73	1,12	53,65
<b>Ixodoidea sp1</b>	0,42	0,00	0,95	0,48	1,06	54,70
<b>Diptera sp9</b>	0,18	0,35	0,94	0,70	1,05	55,75
<b>Acari sp16</b>	0,23	0,25	0,93	0,53	1,04	56,79
<b>Araneae sp17</b>	0,00	0,43	0,93	0,57	1,04	57,83
<b>Formicidae sp9</b>	0,00	0,43	0,82	0,57	0,91	58,74
<b>Lepidoptera sp2</b>	0,13	0,25	0,81	0,64	0,90	59,64

<b>Formicidae sp6</b>	0,04	0,35	0,80	0,60	0,89	60,53
<b>Formicidae sp12</b>	0,41	0,00	0,78	0,48	0,87	61,40
<b>Larva sp10</b>	0,13	0,25	0,78	0,62	0,86	62,27
<b>Araneae sp2</b>	0,18	0,25	0,77	0,67	0,86	63,13
<b>Larva sp9</b>	0,18	0,25	0,77	0,59	0,85	63,98
<b>Diptera sp6</b>	0,11	0,25	0,76	0,63	0,85	64,83
<b>Hemiptera sp1</b>	0,11	0,25	0,74	0,63	0,83	65,66
<b>Lepidoptera sp1</b>	0,34	0,00	0,74	0,61	0,83	66,49
<b>Coleoptera sp4</b>	0,04	0,35	0,72	0,61	0,80	67,29
<b>Diplopoda sp5</b>	0,13	0,25	0,72	0,65	0,80	68,10
<b>Acari sp11</b>	0,07	0,25	0,72	0,60	0,80	68,90
<b>Opilião sp1</b>	0,34	0,00	0,72	0,52	0,80	69,70
<b>Collembola sp1</b>	0,17	0,25	0,68	0,69	0,76	70,46
<b>Formicidae sp10</b>	0,10	0,25	0,68	0,51	0,75	71,21
<b>Chilopoda sp2</b>	0,04	0,25	0,64	0,59	0,71	71,92
<b>Gastropoda sp1</b>	0,13	0,25	0,62	0,66	0,69	72,61
<b>Larva sp13</b>	0,00	0,25	0,61	0,56	0,68	73,30
<b>Coleoptera sp5</b>	0,00	0,25	0,60	0,56	0,67	73,97
<b>Hemiptera sp3</b>	0,00	0,25	0,60	0,56	0,67	74,64
<b>Hemiptera sp4</b>	0,00	0,25	0,60	0,56	0,67	75,32
<b>Hemiptera sp6</b>	0,00	0,25	0,60	0,56	0,67	75,99
<b>Hemiptera sp7</b>	0,00	0,25	0,60	0,56	0,67	76,66
<b>Orthoptera sp7</b>	0,00	0,25	0,60	0,56	0,67	77,34
<b>Schizomida sp1</b>	0,00	0,25	0,60	0,56	0,67	78,01
<b>Formicidae sp3</b>	0,27	0,00	0,60	0,55	0,67	78,68
<b>Hemiptera sp10</b>	0,27	0,00	0,58	0,43	0,64	79,33
<b>Acari sp15</b>	0,04	0,25	0,55	0,58	0,61	79,94
<b>Araneae sp12</b>	0,00	0,25	0,54	0,57	0,60	80,54
<b>Coleoptera sp2</b>	0,00	0,25	0,54	0,57	0,60	81,13
<b>Diptera sp11</b>	0,00	0,25	0,54	0,57	0,60	81,73



Larva sp1	0,00	0,25	0,54	0,57	0,60	82,33
Larva sp2	0,00	0,25	0,54	0,57	0,60	82,93
Hemiptera sp11	0,24	0,00	0,53	0,43	0,59	83,52
Collembola sp4	0,04	0,25	0,52	0,60	0,58	84,11
Araneae sp5	0,04	0,25	0,51	0,60	0,57	84,68
Araneae sp19	0,00	0,25	0,47	0,57	0,53	85,21
Larva sp6	0,00	0,25	0,47	0,57	0,53	85,73
Opilião sp11	0,00	0,25	0,47	0,57	0,53	86,26
Diptera sp20	0,21	0,00	0,45	0,36	0,50	86,76
Coleoptera sp7	0,20	0,00	0,44	0,43	0,49	87,25
Lepidoptera sp4	0,22	0,00	0,44	0,36	0,48	87,74
Hymenoptera sp4	0,20	0,00	0,43	0,43	0,48	88,22
Araneae sp24	0,19	0,00	0,40	0,35	0,45	88,66
Coleoptera sp14	0,17	0,00	0,36	0,30	0,40	89,07
Acari sp3	0,14	0,00	0,34	0,37	0,38	89,45
Collembola sp6	0,14	0,00	0,31	0,36	0,34	89,79
Acari sp19	0,14	0,00	0,31	0,37	0,34	90,14

Grupos: Caverna das Andorinhas e Caverna dos Macacos  
Média de Dissimilaridade: 91,37%

Morfoespécie	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Blattodea sp1	1,61	0,50	5,77	0,58	6,31	6,31
Isopode sp1	1,90	0,00	5,34	0,69	5,85	12,16
Araneae sp6	1,61	0,71	4,45	1,18	4,87	17,03
Ixodoidea sp1	0,42	1,21	3,33	2,03	3,64	20,67
Larva sp9	0,18	0,87	2,91	0,99	3,18	23,85
Formicidae sp1	0,91	0,00	2,71	0,89	2,97	26,82
Lepidoptera sp1	0,34	0,87	2,59	1,07	2,84	29,65
Pseudoscorpiones sp1	0,06	0,87	2,55	0,96	2,79	32,44
Hemiptera sp2	0,88	0,00	2,49	0,72	2,73	35,16

<b>Larva sp8</b>	0,75	0,00	2,40	0,77	2,62	37,79
<b>Acari sp30</b>	0,79	0,00	2,17	0,50	2,38	40,17
<b>Diptera sp2</b>	0,69	0,00	2,12	0,49	2,32	42,49
<b>Larva sp3</b>	0,23	0,50	1,88	0,92	2,05	44,54
<b>Acari sp24</b>	0,58	0,00	1,71	0,41	1,87	46,41
<b>Araneae sp8</b>	0,10	0,50	1,70	0,96	1,86	48,27
<b>Coleoptera sp2</b>	0,00	0,50	1,65	0,94	1,81	50,08
<b>Orthoptera sp7</b>	0,00	0,50	1,65	0,94	1,81	51,89
<b>Formicidae sp3</b>	0,27	0,50	1,57	0,95	1,72	53,61
<b>Acari sp3</b>	0,14	0,50	1,55	0,96	1,69	55,30
<b>Orthoptera sp6</b>	0,55	0,00	1,51	0,81	1,66	56,96
<b>Opilião sp5</b>	0,04	0,50	1,47	0,95	1,61	58,57
<b>Chilopoda sp1</b>	0,04	0,50	1,47	0,95	1,61	60,18
<b>Amblypygi sp1</b>	0,52	0,00	1,47	0,57	1,61	61,78
<b>Araneae sp7</b>	0,00	0,50	1,46	0,95	1,60	63,38
<b>Araneae sp11</b>	0,00	0,50	1,46	0,95	1,60	64,99
<b>Araneae sp12</b>	0,00	0,50	1,46	0,95	1,60	66,59
<b>Opilião sp11</b>	0,00	0,50	1,46	0,95	1,60	68,19
<b>Formicidae sp12</b>	0,41	0,00	1,03	0,48	1,13	69,32
<b>Opilião sp1</b>	0,34	0,00	0,99	0,51	1,09	70,41
<b>Araneae sp14</b>	0,35	0,00	0,95	0,48	1,05	71,46
<b>Scorpiones sp1</b>	0,30	0,00	0,82	0,55	0,89	72,35
<b>Coleoptera sp3</b>	0,26	0,00	0,81	0,49	0,89	73,24
<b>Hemiptera sp10</b>	0,27	0,00	0,81	0,43	0,88	74,13
<b>Acari sp16</b>	0,23	0,00	0,78	0,31	0,85	74,98
<b>Hemiptera sp11</b>	0,24	0,00	0,75	0,42	0,82	75,79
<b>Acari sp9</b>	0,21	0,00	0,69	0,25	0,75	76,55
<b>Diptera sp20</b>	0,21	0,00	0,62	0,36	0,67	77,22
<b>Coleoptera sp7</b>	0,20	0,00	0,61	0,42	0,67	77,89
<b>Hymenoptera sp4</b>	0,20	0,00	0,59	0,43	0,65	78,53

<b>Lepidoptera sp4</b>	0,22	0,00	0,58	0,36	0,64	79,17
<b>Araneae sp2</b>	0,18	0,00	0,57	0,39	0,62	79,79
<b>Araneae sp24</b>	0,19	0,00	0,54	0,35	0,60	80,39
<b>Collembola sp1</b>	0,17	0,00	0,50	0,44	0,55	80,94
<b>Coleoptera sp14</b>	0,17	0,00	0,50	0,30	0,54	81,48
<b>Diptera sp9</b>	0,18	0,00	0,47	0,43	0,51	82,00
<b>Collembola sp6</b>	0,14	0,00	0,44	0,35	0,48	82,48
<b>Lepidoptera sp2</b>	0,13	0,00	0,43	0,30	0,48	82,96
<b>Acari sp19</b>	0,14	0,00	0,42	0,37	0,46	83,42
<b>Araneae sp4</b>	0,13	0,00	0,39	0,37	0,43	83,85
<b>Opilião sp2</b>	0,16	0,00	0,38	0,35	0,42	84,27
<b>Dermaptera sp1</b>	0,14	0,00	0,38	0,37	0,42	84,69
<b>Gastropoda sp1</b>	0,13	0,00	0,35	0,37	0,39	85,07
<b>Formicidae sp10</b>	0,10	0,00	0,35	0,21	0,38	85,46
<b>Diptera sp6</b>	0,11	0,00	0,35	0,28	0,38	85,84
<b>Diplopoda sp5</b>	0,13	0,00	0,34	0,37	0,37	86,21
<b>Larva sp10</b>	0,13	0,00	0,34	0,27	0,37	86,58
<b>Lepidoptera sp3</b>	0,10	0,00	0,33	0,29	0,36	86,94
<b>Opilião sp3</b>	0,13	0,00	0,32	0,37	0,35	87,28
<b>Annelida sp1</b>	0,10	0,00	0,30	0,29	0,33	87,61
<b>Larva sp16</b>	0,10	0,00	0,29	0,28	0,32	87,93
<b>Chilopoda sp3</b>	0,06	0,00	0,29	0,21	0,32	88,25
<b>Hemiptera sp1</b>	0,11	0,00	0,29	0,28	0,31	88,56
<b>Hymenoptera sp6</b>	0,08	0,00	0,28	0,28	0,31	88,87
<b>Coleoptera sp11</b>	0,08	0,00	0,28	0,30	0,31	89,17
<b>Pseudoscorpiones sp2</b>	0,08	0,00	0,27	0,30	0,30	89,47
<b>Coleoptera sp10</b>	0,13	0,00	0,27	0,21	0,29	89,77
<b>Collembola sp2</b>	0,08	0,00	0,26	0,30	0,29	90,06

Grupos: Caverna da Explosão e Caverna Remanso dos Botos  
Média de Dissimilaridade: 90,62

<b>Morfoespécies</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Diss</b>	<b>Diss/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
<b>Hemiptera sp2</b>	3,91	0,96	6,15	1,84	6,78	6,78
<b>Diplopoda sp1</b>	2,50	0,00	5,10	2,57	5,63	12,41
<b>Coleoptera sp18</b>	2,20	0,00	4,50	1,84	4,97	17,38
<b>Collembola sp12</b>	0,00	1,70	3,13	0,87	3,45	20,83
<b>Acari sp9</b>	0,00	1,39	2,47	0,56	2,72	23,55
<b>Acari sp3</b>	1,23	0,00	2,36	1,07	2,60	26,15
<b>Formicidae sp1</b>	0,07	1,12	2,18	1,42	2,41	28,56
<b>Annelida sp3</b>	1,01	0,00	2,02	1,20	2,23	30,79
<b>Acari sp12</b>	1,12	0,00	2,02	0,72	2,22	33,01
<b>Coleoptera sp23</b>	0,96	0,00	2,01	1,35	2,22	35,23
<b>Pseudoscorpiones sp2</b>	1,01	0,79	1,97	1,17	2,17	37,40
<b>Orthoptera sp1</b>	0,94	0,00	1,92	1,30	2,12	39,52
<b>Formicidae sp5</b>	0,00	0,87	1,84	0,96	2,03	41,55
<b>Collembola sp7</b>	0,93	0,00	1,80	0,74	1,99	43,54
<b>Larva sp3</b>	0,00	0,75	1,63	0,84	1,80	45,34
<b>Araneae sp12</b>	0,84	0,25	1,55	1,10	1,71	47,04
<b>Scorpiones sp1</b>	0,00	0,75	1,51	1,60	1,66	48,71
<b>Hemiptera sp1</b>	0,54	0,25	1,34	0,68	1,48	50,19
<b>Zygentoma sp1</b>	0,00	0,60	1,27	0,95	1,40	51,59
<b>Diplura sp2</b>	0,00	0,60	1,18	0,96	1,31	52,90
<b>Araneae sp14</b>	0,37	0,35	1,16	0,80	1,28	54,17
<b>Isopode sp3</b>	0,24	0,50	1,15	0,99	1,27	55,44
<b>Orthoptera sp4</b>	0,00	0,50	1,12	0,96	1,24	56,68
<b>Larva sp8</b>	0,07	0,50	1,12	0,95	1,23	57,91
<b>Coleoptera sp16</b>	0,54	0,00	1,07	0,52	1,18	59,09
<b>Blattodea sp4</b>	0,00	0,50	1,01	0,95	1,11	60,20
<b>Acari sp15</b>	0,44	0,25	1,00	0,83	1,10	61,30

<b>Diplura sp3</b>	0,00	0,50	0,94	0,96	1,04	62,34
<b>Blattodea sp1</b>	0,14	0,35	0,93	0,68	1,03	63,37
<b>Coleoptera sp3</b>	0,24	0,35	0,91	0,74	1,00	64,37
<b>Diplopoda sp5</b>	0,34	0,25	0,88	0,80	0,97	65,35
<b>Larva sp16</b>	0,57	0,00	0,88	0,39	0,97	66,32
<b>Araneae sp17</b>	0,00	0,43	0,87	0,56	0,96	67,28
<b>Acari sp11</b>	0,26	0,25	0,86	0,60	0,95	68,23
<b>Gastropoda sp1</b>	0,32	0,25	0,81	0,78	0,90	69,12
<b>Opilião sp3</b>	0,41	0,00	0,80	0,67	0,89	70,01
<b>Formicidae sp9</b>	0,00	0,43	0,77	0,56	0,85	70,86
<b>Diptera sp10</b>	0,41	0,00	0,76	0,57	0,84	71,70
<b>Diptera sp9</b>	0,00	0,35	0,71	0,56	0,78	72,48
<b>Formicidae sp6</b>	0,00	0,35	0,71	0,56	0,78	73,26
<b>Collembola sp4</b>	0,24	0,25	0,70	0,74	0,77	74,03
<b>Schizomida sp1</b>	0,14	0,25	0,69	0,66	0,76	74,79
<b>Acari sp16</b>	0,16	0,25	0,67	0,63	0,74	75,53
<b>Amblypygi sp1</b>	0,14	0,25	0,67	0,66	0,74	76,27
<b>Coleoptera sp4</b>	0,00	0,35	0,63	0,56	0,69	76,96
<b>Araneae sp2</b>	0,07	0,25	0,60	0,61	0,66	77,62
<b>Annelida sp1</b>	0,29	0,00	0,59	0,48	0,65	78,27
<b>Diptera sp6</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	78,90
<b>Isopode sp1</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	79,52
<b>Larva sp10</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	80,14
<b>Larva sp13</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	80,77
<b>Chilopoda sp2</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	81,38
<b>Coleoptera sp5</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	82,00
<b>Hemiptera sp3</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	82,61
<b>Hemiptera sp4</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	83,23
<b>Hemiptera sp6</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	83,84
<b>Hemiptera sp7</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	84,46

<b>Lepidoptera sp2</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	85,07
<b>Orthoptera sp6</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	85,69
<b>Orthoptera sp7</b>	0,00	0,25	0,56	0,56	0,62	86,30
<b>Opilião sp1</b>	0,29	0,00	0,55	0,61	0,60	86,91
<b>Coleoptera sp2</b>	0,00	0,25	0,50	0,56	0,55	87,46
<b>Diptera sp11</b>	0,00	0,25	0,50	0,56	0,55	88,01
<b>Larva sp1</b>	0,00	0,25	0,50	0,56	0,55	88,56
<b>Larva sp2</b>	0,00	0,25	0,50	0,56	0,55	89,11
<b>Araneae sp6</b>	0,27	0,00	0,49	0,51	0,54	89,65
<b>Pseudoscorpiones sp1</b>	0,24	0,00	0,45	0,51	0,50	90,15

Grupos: Caverna da Explosão e Caverna dos Macacos  
Média de Dissimilaridade: 94,32%

<b>Morfoespécies</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Diss</b>	<b>Diss/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
<b>Hemiptera sp2</b>	3,91	0,00	11,03	2,64	11,69	11,69
<b>Diplopoda sp1</b>	2,50	0,00	6,91	2,56	7,32	19,01
<b>Coleoptera sp18</b>	2,20	0,00	6,10	1,81	6,47	25,48
<b>Acari sp3</b>	1,23	0,50	3,01	1,30	3,19	28,67
<b>Ixodoidea sp1</b>	0,21	1,21	2,88	1,89	3,05	31,73
<b>Coleoptera sp23</b>	0,96	0,00	2,74	1,31	2,91	34,63
<b>Annelida sp2</b>	1,01	0,00	2,73	1,16	2,89	37,53
<b>Acari sp12</b>	1,12	0,00	2,62	0,71	2,78	40,31
<b>Orthoptera sp1</b>	0,94	0,00	2,60	1,27	2,76	43,07
<b>Pseudoscorpiones sp2</b>	1,01	0,00	2,58	1,03	2,73	45,80
<b>Larva sp9</b>	0,00	0,87	2,57	0,93	2,73	48,53
<b>Collembola sp7</b>	0,93	0,00	2,38	0,74	2,53	51,05
<b>Pseudoscorpiones sp1</b>	0,24	0,87	2,33	1,02	2,47	53,52
<b>Lepidoptera sp1</b>	0,00	0,87	2,30	0,94	2,44	55,96
<b>Araneae sp6</b>	0,27	0,71	2,07	0,95	2,20	58,16
<b>Araneae sp12</b>	0,84	0,50	1,95	1,06	2,06	60,22

<b>Araneae sp8</b>	0,00	0,50	1,49	0,93	1,57	61,80
<b>Coleoptera sp2</b>	0,00	0,50	1,49	0,93	1,57	63,37
<b>Larva sp3</b>	0,00	0,50	1,49	0,93	1,57	64,95
<b>Orthoptera sp7</b>	0,00	0,50	1,49	0,93	1,57	66,52
<b>Blattodea sp1</b>	0,14	0,50	1,46	0,92	1,55	68,07
<b>Coleoptera sp16</b>	0,54	0,00	1,42	0,51	1,51	69,58
<b>Araneae sp7</b>	0,00	0,50	1,33	0,94	1,41	70,99
<b>Araneae sp11</b>	0,00	0,50	1,33	0,94	1,41	72,40
<b>Chilopoda sp1</b>	0,00	0,50	1,33	0,94	1,41	73,81
<b>Formicidae sp3</b>	0,00	0,50	1,33	0,94	1,41	75,22
<b>Opilião sp5</b>	0,00	0,50	1,33	0,94	1,41	76,63
<b>Opilião sp11</b>	0,00	0,50	1,33	0,94	1,41	78,04
<b>Hemiptera sp1</b>	0,54	0,00	1,32	0,47	1,39	79,43
<b>Acari sp15</b>	0,44	0,00	1,17	0,67	1,24	80,67
<b>Larva sp16</b>	0,57	0,00	1,11	0,39	1,17	81,84
<b>Opilião sp3</b>	0,41	0,00	1,08	0,65	1,15	82,99
<b>Araneae sp14</b>	0,37	0,00	1,02	0,56	1,08	84,08
<b>Diptera sp10</b>	0,41	0,00	1,00	0,56	1,06	85,14
<b>Gastropoda sp1</b>	0,32	0,00	0,81	0,59	0,85	85,99
<b>Annelida sp1</b>	0,29	0,00	0,79	0,48	0,84	86,83
<b>Diplopoda sp5</b>	0,34	0,00	0,75	0,60	0,79	87,63
<b>Opilião sp1</b>	0,29	0,00	0,72	0,60	0,77	88,39
<b>Coleoptera sp3</b>	0,24	0,00	0,68	0,48	0,72	89,11
<b>Isopode sp3</b>	0,24	0,00	0,59	0,49	0,62	89,74
<b>Collembola sp4</b>	0,24	0,00	0,54	0,51	0,57	90,31

Grupos: Caverna Remanso dos Botos e Caverna da Explosão  
Média de Dissimilaridade: 94,06%

<b>Morfoespécies</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Abund</b>	<b>Av.Diss</b>	<b>Diss/SD</b>	<b>Contrib%</b>	<b>Cum.%</b>
<b>Collembola sp12</b>	1,70	0,00	4,25	0,84	4,52	4,52

<b>Ixodoidea sp1</b>	0,00	1,21	3,51	5,39	3,73	8,25
<b>Acari sp9</b>	1,39	0,00	3,31	0,54	3,52	11,78
<b>Formicidae sp1</b>	1,12	0,00	3,16	1,40	3,36	15,14
<b>Hemiptera sp2</b>	0,96	0,00	3,00	0,74	3,19	18,33
<b>Larva sp9</b>	0,25	0,87	2,66	0,99	2,83	21,16
<b>Formicidae sp5</b>	0,87	0,00	2,64	0,93	2,81	23,97
<b>Lepidoptera sp1</b>	0,00	0,87	2,40	0,92	2,55	26,52
<b>Pseudoscorpiones sp1</b>	0,00	0,87	2,40	0,92	2,55	29,07
<b>Pseudoscorpiones sp2</b>	0,79	0,00	2,38	0,93	2,53	31,61
<b>Larva sp3</b>	0,75	0,50	2,29	1,04	2,43	34,04
<b>Araneae sp6</b>	0,00	0,71	2,19	0,92	2,33	36,37
<b>Scorpiones sp1</b>	0,75	0,00	2,12	1,56	2,26	38,63
<b>Blattodea sp1</b>	0,35	0,50	1,84	1,06	1,96	40,59
<b>Zygentoma sp1</b>	0,60	0,00	1,82	0,93	1,93	42,52
<b>Diplura sp2</b>	0,60	0,00	1,66	0,93	1,76	44,28
<b>Isopode sp3</b>	0,50	0,00	1,64	0,93	1,75	46,02
<b>Larva sp8</b>	0,50	0,00	1,64	0,93	1,75	47,77
<b>Orthoptera sp4</b>	0,50	0,00	1,64	0,93	1,75	49,51
<b>Araneae sp8</b>	0,00	0,50	1,55	0,92	1,65	51,16
<b>Coleoptera sp2</b>	0,25	0,50	1,51	0,91	1,61	52,77
<b>Orthoptera sp7</b>	0,25	0,50	1,50	0,92	1,60	54,36
<b>Blattodea sp4</b>	0,50	0,00	1,42	0,91	1,51	55,88
<b>Araneae sp12</b>	0,25	0,50	1,42	0,92	1,51	57,39
<b>Opilião sp11</b>	0,25	0,50	1,41	0,93	1,50	58,89
<b>Acari sp3</b>	0,00	0,50	1,39	0,92	1,47	60,37
<b>Araneae sp7</b>	0,00	0,50	1,39	0,92	1,47	61,84
<b>Araneae sp11</b>	0,00	0,50	1,39	0,92	1,47	63,31
<b>Chilopoda sp1</b>	0,00	0,50	1,39	0,92	1,47	64,79
<b>Formicidae sp3</b>	0,00	0,50	1,39	0,92	1,47	66,26
<b>Opilião sp5</b>	0,00	0,50	1,39	0,92	1,47	67,74



<b>Diplura sp3</b>	0,50	0,00	1,29	0,93	1,38	69,11
<b>Araneae sp17</b>	0,43	0,00	1,21	0,54	1,29	70,40
<b>Formicidae sp9</b>	0,43	0,00	1,03	0,54	1,10	71,50
<b>Araneae sp14</b>	0,35	0,00	0,99	0,54	1,05	72,55
<b>Diptera sp9</b>	0,35	0,00	0,99	0,54	1,05	73,60
<b>Formicidae sp6</b>	0,35	0,00	0,99	0,54	1,05	74,65
<b>Coleoptera sp3</b>	0,35	0,00	0,84	0,54	0,90	75,54
<b>Coleoptera sp4</b>	0,35	0,00	0,84	0,54	0,90	76,44
<b>Diptera sp6</b>	0,25	0,00	0,83	0,54	0,88	77,32
<b>Hemiptera sp1</b>	0,25	0,00	0,83	0,54	0,88	78,20
<b>Isopode sp1</b>	0,25	0,00	0,83	0,54	0,88	79,08
<b>Larva sp10</b>	0,25	0,00	0,83	0,54	0,88	79,96
<b>Larva sp13</b>	0,25	0,00	0,83	0,54	0,88	80,84
<b>Amblypygi sp1</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	81,71
<b>Acari sp11</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	82,57
<b>Chilopoda sp2</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	83,44
<b>Coleoptera sp5</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	84,30
<b>Diplopoda sp5</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	85,17
<b>Hemiptera sp3</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	86,03
<b>Hemiptera sp4</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	86,90
<b>Hemiptera sp6</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	87,76
<b>Hemiptera sp7</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	88,63
<b>Lepidoptera sp2</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	89,49
<b>Orthoptera sp6</b>	0,25	0,00	0,81	0,54	0,87	90,36

**Anexo 5:** Valores de Distinção Taxonômica (*Average Taxonomic Distinctness –ADT*) com riqueza total na unidade amostral e distância da entrada da caverna.

<b>Amostra</b>	<b>Unidade Amostrai</b>	<b>Caverna</b>	<b>Riqueza (N sp.)</b>	<b>Delta+ (valor)</b>	<b>Dist. da entrada (m)</b>
<b>AS1</b>	Setor	AND	15	68,25	16
<b>AS1Q1</b>	Quadrante	AND	12	70,2	21
<b>AS2</b>	Setor	AND	17	69,61	28
<b>AS2Q1</b>	Quadrante	AND	17	67,52	33
<b>AS3</b>	Setor	AND	13	71,15	20
<b>AS3Q1</b>	Quadrante	AND	9	71,3	25
<b>AS4</b>	Setor	AND	16	68,89	52,2
<b>AS4Q1</b>	Quadrante	AND	10	66,67	57,2
<b>AS5</b>	Setor	AND	19	72,32	79
<b>AS5Q1</b>	Quadrante	AND	6	74,44	84
<b>AS6</b>	Setor	AND	15	73,65	83
<b>AS6Q1</b>	Quadrante	AND	10	72,59	88
<b>AS7</b>	Setor	AND	13	67,31	16
<b>AS7Q1</b>	Quadrante	AND	20	59,82	21
<b>AS8</b>	Setor	AND	9	66,2	28,5
<b>AS8Q1</b>	Quadrante	AND	14	64,47	33,5
<b>AS9</b>	Setor	AND	5	63,33	40,9
<b>AS9Q1</b>	Quadrante	AND	8	58,93	45,9
<b>AS10</b>	Setor	AND	10	67,78	16,1
<b>AS10Q1</b>	Quadrante	AND	11	62,12	21,1
<b>AS11</b>	Setor	AND	13	68,8	21,5
<b>AS11Q1</b>	Quadrante	AND	9	65,28	26,5
<b>AS12</b>	Setor	AND	8	65,48	8
<b>AS12Q1</b>	Quadrante	AND	18	67,1	13
<b>ES1</b>	Setor	EXP	13	67,52	11,05
<b>ES1Q1</b>	Quadrante	EXP	17	72,43	16,05
<b>ES2</b>	Setor	EXP	14	71,43	22,15
<b>ES2Q1</b>	Quadrante	EXP	9	70,83	27,15
<b>ES3</b>	Setor	EXP	16	70	38,4
<b>ES3Q1</b>	Quadrante	EXP	14	69,23	43,4
<b>ES4</b>	Setor	EXP	26	69,85	47
<b>ES4Q1</b>	Quadrante	EXP	13	68,38	52
<b>ES5</b>	Setor	EXP	7	73,02	70,4
<b>ES5Q1</b>	Quadrante	EXP	13	69,87	75,9
<b>ES6</b>	Setor	EXP	12	74,75	83,9
<b>ES6Q1</b>	Quadrante	EXP	7	67,46	88,9
<b>ES7</b>	Setor	EXP	13	72,44	80,6
<b>ES7Q1</b>	Quadrante	EXP	11	65,76	85,6
<b>RBS1</b>	Setor	RBS	15	64,44	5
<b>RBS1Q1</b>	Quadrante	RBS	17	66,54	10
<b>RBS2</b>	Setor	RBS	18	67,54	20,1
<b>RBS2Q1</b>	Quadrante	RBS	16	67,64	25,1
<b>MS1</b>	Setor	MAC	7	67,46	3

<b>MS1Q1</b>	Quadrante	MAC	10	65,93	8
--------------	-----------	-----	----	-------	---

Legenda: AND – Caverna das Andorinhas, EXP – Caverna da Explosão – RBS – Caverna Remanso dos Botos e MAC – Caverna dos Macacos; S – Setores e Q – Quadrantes.