



35^o
Bonito - MS

ANAIS do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia
19 - 22 de julho de 2019 - ISSN 2178-2113 (online)



O artigo a seguir é parte integrando dos Anais do 35^o Congresso Brasileiro de Espeleologia disponível gratuitamente em www.cavernas.org.br.

Sugerimos a seguinte citação para este artigo:

OLIVEIRA, L.F.; FERREIRA, R.L.; SILVA, M.S. Ecologia das comunidades de invertebrados terrestres em uma caverna nos andes bolivianos. In: ZAMPAULO, R. A. (org.) CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 35, 2019. Bonito. *Anais...* Campinas: SBE, 2019. p.649-654. Disponível em: <http://www.cavernas.org.br/anais35cbe/35cbe_649-654.pdf>. Acesso em: *data do acesso*.

Esta é uma publicação da Sociedade Brasileira de Espeleologia.
Consulte outras obras disponíveis em www.cavernas.org.br

ECOLOGIA DAS COMUNIDADES DE INVERTEBRADOS TERRESTRES EM UMA CAVERNA NOS ANDES BOLIVIANOS

ECOLOGY OF TERRESTRIAL INVERTEBRATE COMMUNITIES IN A CAVE IN THE BOLIVIAN ANDES

Laís Furtado OLIVEIRA (1); Rodrigo Lopes FERREIRA (2); Marconi SOUZA SILVA (2)

(1) Pós-graduanda em Ecologia Aplicada (UFLA).

(2) Departamento de Biologia – DBI, Setor de Biodiversidade Subterrânea – SBS (UFLA).

Contatos: laiz_furtado@yahoo.com.br; drops@dbi.ufla.br; marconisilva@ufla.br.

Resumo

O conhecimento dos fatores responsáveis pela estruturação das comunidades nos ecossistemas subterrâneos neotropicais são poucos conhecidos, necessitando ser mais bem compreendidos. Assim, o objetivo desse estudo foi de caracterizar as comunidades de invertebrados terrestres de uma caverna Andina na Bolívia, relacionando a distribuição das espécies de invertebrados terrestres (composição e riqueza) em função da heterogeneidade de habitat e distância da entrada. Os invertebrados foram amostrados em 12 setores (10x3m), distribuídos ao longo de aproximadamente 754 quilômetros da caverna Umajalanta, Torotoro, Bolívia. Ao total foram contabilizados 392 espécimes, pertencentes à 13 ordens e 37 morfótipos. Os táxons mais ricos foram: Araneae (20 spp.), Coleoptera (17 spp.) e Diptera (16 spp.). As variações na composição e riqueza da fauna de invertebrados cavernícolas tiveram influência de distintos fatores ambientais. As variáveis que melhor explicaram variações da composição da fauna nos setores ao longo da caverna foram: a combinação da proporção de rocha matriz, blocos (<CB = Bloco - 64 até 250 mm - Bola de tênis até bola de basquete) e H loge (diversidade de substrato). Enquanto que as variáveis que mais influenciaram as variações na riqueza, foram: proporção de rocha matriz e proporção de rosetas de bromeliaceae. Mesmo sendo uma caverna de altitude elevada, Umajalanta apresentou riqueza comparável às cavernas de menores altitudes. A distribuição da fauna no interior da caverna se mostrou relacionada a distância da entrada e diversidade de substratos. Entretanto, estes dados são preliminares e recomenda-se que sejam realizados mais estudos em cavernas andina, afim de melhor compreender padrões de estruturação das comunidades e auxiliar nas práticas de conservação desses ambientes peculiares.

Palavras-Chave: Bolívia; Umajalanta; heterogeneidade de habitat.

Abstract

The knowledge of the factors responsible for the structuring of the communities in the neotropical underground ecosystems are few known, needing to be better understood. Thus, the objective of this study was to characterize the terrestrial invertebrate communities of an Andean cave in Bolivia, relating the distribution of terrestrial invertebrate species (composition and richness) as a function of habitat heterogeneity and distance from the entrance. The invertebrates were sampled in 12 sectors (10x3m), distributed along approximately twenty kilometers of the cave Umajalanta, Torotoro, Bolivia. A total of 392 specimens were counted, belonging to 13 orders and 37 morphotypes. The richest taxa were: Araneae (20 spp.), Coleoptera (17 spp.) And Diptera (16 spp.). Variations in the composition and richness of the cave invertebrate fauna were influenced by different environmental factors. The variables that best explained variations of the composition of the fauna in the sectors along the cave were: the combination of the proportion of matrix rock, blocks (<CB = Block - 64 to 250 mm - Tennis ball to basketball) and H loge diversity of substrate). While the variables that most influenced the variations in wealth were: proportion of matrix rock and proportion of bromeliaceae rosettes. Even though it is a high-altitude cave, Umajalanta has a wealth comparable to the lower altitudes caves. The distribution of the fauna inside the cave was related to distance of entrance and diversity of substrates. However, these data are preliminary and it is recommended that more studies be carried out in Andean caves, in order to better understand community structuring patterns and to assist in the conservation practices of these peculiar environments.

Keywords: Bolivia; Umajalanta; habitat heterogeneity.

1. INTRODUÇÃO

Em nível global, cada vez mais, há um aumento no interesse em estudar os ambientes subterrâneos em função das características peculiares do habitat e da fauna que abriga.

Países da América do Norte e da Europa sempre se destacaram nos estudos relacionados à fauna subterrânea. Porém, nos últimos 20 anos, países tropicais vêm recebendo atenção dos pesquisadores e revelado uma elevada diversidade de espécies endêmicas e exclusivamente cavernícolas, quando comparado aos países temperados (Pouilly, P. M. 2009).

Além de estudos taxonômicos, estudos ecológicos sobre a fauna subterrânea também vêm aumentando significativamente nos últimos anos (Souza-Silva *et al.* 2011a; Simões *et al.* 2015; Bento *et al.* 2016; Pellegrini *et al.* 2016; Souza-Silva *et al.* 2017), porém, esses ainda são incipientes em várias regiões tropicais (Zepon & Bichuette 2017). Principalmente em alguns países da América do Sul, como na Bolívia.

A fauna cavernícola boliviana ainda é pouco estudada e trabalhos de ecologia com invertebrados são escassos. Até o momento existe a descrição *Escolatrechus bolivianos*, um coleoptera cego, estudo da dinâmica de população de *Trichomycterus chaberti*, um peixe endêmico da caverna Umajalanta (Durand, 1968) e um novo registro para a espécie *Eptesicus chiriquinus* da família Vespertilionidae (Siles, 2007). A necessidade de realização de estudos taxonômicos e ecológicos em cavernas da Bolívia é evidente, e, podem contribuir para práticas efetivas de conservação da biodiversidade subterrânea no país.

De acordo com Jost *et al.* (2010), a efetiva conservação da biodiversidade regional depende de conhecimentos que vão além de saber como a diversidade é distribuída geograficamente em uma região, mas também implica em saber se uma região possui comunidades heterogêneas ou homogêneas, estáveis ou dinâmicas e/ou complementares ou adicionais. Além disso, locais com alta diversidade e alta diferenciação devem receber prioridade de conservação (Jost *et al.* 2010).

Diante do exposto, o objetivo do estudo foi de caracterizar as comunidades de invertebrados terrestres de uma caverna Andina na Bolívia, relacionando a distribuição das espécies de invertebrados terrestres (composição e riqueza) em função da heterogeneidade de habitat e distância da entrada.

2. METODOLOGIA

2.1 Local de estudo:

O estudo foi desenvolvido na caverna calcária denominada de Umajalanta (Latitude: 18.114385° / Longitude: 65.811498°) e que se localiza na região de Torotoro, Potosi, Bolívia a uma altitude 2.850 metros acima do nível do mar. Umajalanta é a maior caverna conhecida da Bolívia, com 4600 metros de desenvolvimento horizontal, e localiza-se em uma área protegida de 16.570 Ha. dentro do Parque Nacional de Torotoro, no Norte do departamento de Potosí, na província de Charcas (Figura 1). O parque encontra-se na eco-região do bosque decidual de vales secos e na sub-região biogeográfica da Pré-Puna. É uma região típica de montanha com profundos cânions, vales e quedas d'água. A bacia mais importante relacionada com o Parque é a do Rio Caine.

Além disso, Umajalanta é um dos principais pontos turísticos do parque, recebendo visitas de aproximadamente 2000 pessoas por ano, porém, não apresenta estruturas adaptadas ao turismo.



Figura 1: localização do Parque Nacional de Torotoro, e da caverna Umajalanta, nos Andes Bolivianos.

2.2 Coleta de dados bióticos

Os invertebrados cavernícolas foram coletados em 12 setores de 30m² de área (10m x 3m), distribuídos desde a entrada até 754m no interior da caverna (Figura 2). Em cada uma das 12 estações amostrais foram realizadas buscas visuais e coletas manuais dos invertebrados com uso de pinças e pincéis (Souza-Silva et al 2011; Bento et al., 2016). Todos os espécimes coletados foram conservados em potes contendo álcool 70%, e agrupados em morfótipos. Testemunhos encontram-se depositados no Centro de Estudo em Biologia Subterrânea (CEBS) na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

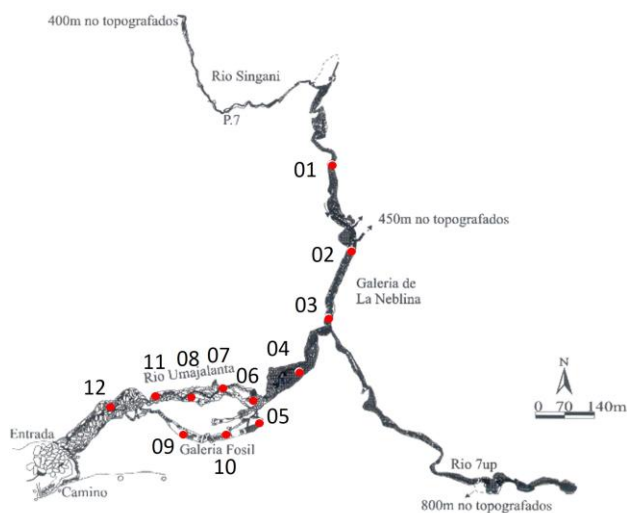


Figura 2: Desenho esquemático da caverna Umajalanta com a distribuição dos setores de coleta representados pelos pontos vermelhos.

2.3 Coleta de dados abióticos

Para caracterização da estrutura do habitat cada setor foi subdividido em dez seções de 1x3m, para registro da porcentagem de área ocupada por substratos orgânicos e inorgânicos. A partir da quantificação individual dos substratos, em cada seção, foi possível obter valores totais para cada setor. A umidade e a temperatura foram mensuradas através de termohigrômetro digital, disposto no solo por pelo menos 15 minutos. Além disso, foi medida a distância de cada setor em relação a entrada da caverna com uso de trena manual.

2.4 Análise de dados

A riqueza total da fauna nos setores foi obtida por meio do somatório dos morfótipos. A

abundância foi obtida através da soma dos indivíduos coletados em cada setor.

A diversidade de substrato foi conseguida através do índice de Shannon, a similaridade da fauna entre os setores foi conseguida através do índice de Bray-Curtis, e visualizada através de um dendrograma.

Para avaliar variações na composição e riqueza influenciadas por variações nos parâmetros ambientais (recurso orgânico, tipo de substrato, umidade, temperatura e distância da entrada) foi utilizada o DistLM (Modelo linear baseado em distância) no software Primer 6.

A suficiência amostral foi avaliada por meio da comparação da riqueza observada com a estimada pelos estimadores Jackknife 1 e 2 (Magurran 2011).

3. RESULTADOS

3.1 Composição riqueza e distribuição da fauna:

Ao total foram coletados 392 indivíduos, pertencentes a 13 ordens (Figura 3) e 37 morfótipos. Araneae (20 spp.), Coleoptera (17 spp.) e Diptera (16 spp.) foram os grupos mais ricos (Figura 3). A similaridade da fauna entre os setores foi baixa (<60%). Setores mais próximos da entrada foram mais dissimilares em relação a setores mais ao fundo da caverna (Figura 4).

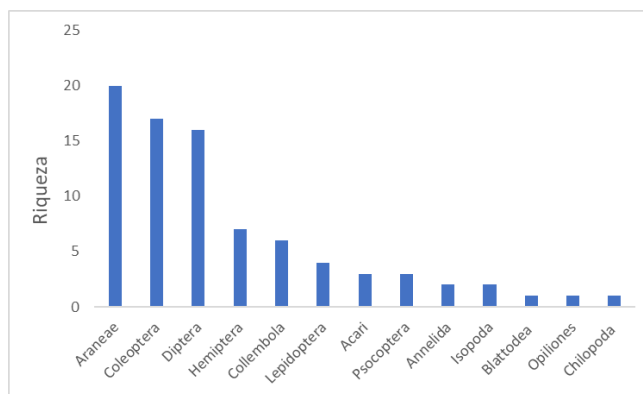


Figura 3: riqueza das ordens de invertebrados coletados na caverna Umajalanta, Torotoro, Bolívia.

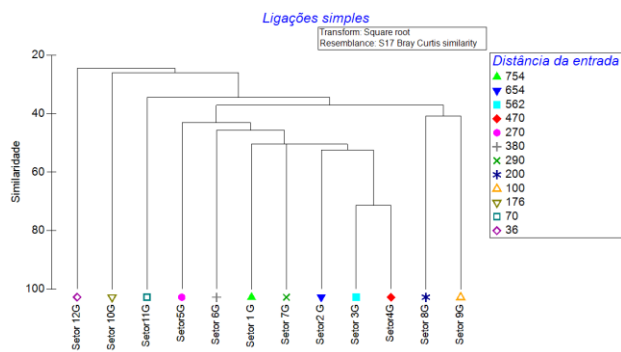


Figura 4: Dendrograma ilustrando a similaridade da fauna entre os setores.

3.2 Suficiência amostral:

A curva de acumulação das espécies não atingiu a assíntota indicando que a riqueza é maior do que a observada na área amostra utilizada. O Jackknife 2 estimou uma riqueza de 60 espécies para as amostras, entretanto, atingimos 61% desta riqueza (Figura 5). O Jackknife 1 estimou uma riqueza de 50 espécies para as amostras, entretanto, atingimos 71% desta riqueza (Figura 5).

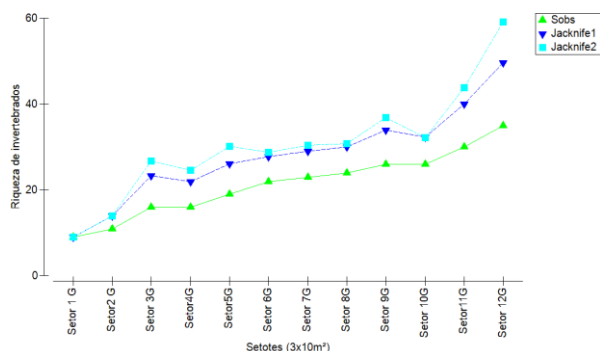


Figura 5: Riqueza observada e curva de acumulação de espécies de invertebrados nos setores (Jackknife 1 e 2).

3.3 Influência dos parâmetros ambientais na estruturação das comunidades:

De acordo com o DistLM, as variáveis que melhor explicaram variações da composição da fauna nos setores ao longo da caverna foram: a combinação da proporção de rocha matriz, blocos (<CB = Bloco - 64 até 250 mm - Bola de tênis até bola de basquete) e H loge (diversidade de substrato) (Tabela 1). As variáveis que mais influenciaram nas variações de riqueza, foram: proporção de rocha matriz e proporção de rosetas de bromeliaceae (Tabela 1).

Tabela1: Modelo de DistLM para explicar quais parâmetros ambientais responsáveis pelas variações na composição e riqueza nas comunidades de invertebrados cavernícolas ao longo da caverna.

TESTE SEQUENCIAL					
Variáveis	Adj R ²	P	Prop.	Cumul.	Atributo da comunidade
rocha matriz	0.10652	0.014	0.18775	0.18775	Composição
rocha (<CB)	0.20616	0.016	0.16275	0.35049	Composição
H loge	0.29767	0.01	0.13872	0.48921	Composição
areia	0.38238	0.044	0.11776	0.60697	Composição
rocha matriz	19.294	0.01	0.54636	0.54636	Riqueza
roseta de bromeliaceae	16.577	0.035	0.18715	0.73351	Riqueza

4. DISCUSSÃO

4.1 Composição e riqueza:

Os táxons com mais espécies encontrados neste estudo são os mais diversos no ambiente epígeo e geralmente preferem ambientes mais úmidos e pouco iluminados, como cavernas para se abrigar. Além disto, eles são os mais frequentemente coletados em estudos com fauna de invertebrados de cavernas tropicais (Rabelo, 2016).

4.2 Suficiência amostral:

O fato de não ter se atingido a assíntota de espécies coletadas na caverna Umajalanta não deve ser considerado um acontecimento incomum. Para a maioria dos trabalhos realizados em cavernas com invertebrados terrestres e aquáticos a total suficiência amostral não é alcançada. Tal dificuldade em coletar invertebrados de cavernas deve-se ao fato de que são animais de tamanho corporal reduzido, ocupam microhabitats heterogeneos dificultando a coleta manual (Moreno et al. 2017 e Oliveira 2014). Zampaulo 2010, em um estudo com mais de 250 cavernas calcárias mostrou que, mesmo com mais de um evento amostral nos ambientes subterrâneos não foi possível atingir a assíntota na curva de acumulação de espécies.

4.3 Influência dos parâmetros ambientais na estruturação da comunidade:

Diferentes parâmetros ambientais determinaram a similaridade e riqueza das comunidades de invertebrados ao longo da caverna. Entretanto, podemos associá-los a diversidade de substrato no solo da caverna e distância da entrada. O tamanho da entrada da caverna também é um fator determinante em padrões de composição e riqueza de espécies.

Na literatura, alguns fatores como: desenvolvimento linear das cavidades, número e

tamanho das entradas e presença de corpos de água, considerados como variáveis preditoras da diversidade de invertebrados cavernícolas (Souza-Silva et al. 2011; Simões et al. 2015). Além disso, no interior das cavernas há presença de recursos orgânicos (guano e detritos vegetais) e a heterogeneidade de habitats tem sido considerados preditores de uma maior riqueza de espécies. Presença de recursos e a heterogeneidade física de habitat, tende a disponibilizar alimento e abrigo, facilitando a coexistência de várias espécies e consequentemente aumentando à diversidade local e a beta regional (Zepon e Bichuette 2018).

4. CONCLUSÕES

Apesar de ser uma caverna andina, Umajalanta apresentou riqueza de fauna comparável

as de outras cavernas em menores altitude. Além disto, a distribuição da fauna no interior da caverna se mostrou relacionada a distância da entrada e diversidade de substratos. Entretanto, estes dados são preliminares e recomenda-se que sejam realizados mais estudos em cavernas andina, afim de melhor compreender padrões de estruturação das comunidades e auxiliar nas práticas de conservação desses ambientes peculiares.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Jaime, pesquisador boliviano no qual mediou nosso contato com o Parque, ao Parque Nacional de Torotoro e aos seus funcionários, ao Programa de Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Lavras, à CAPES pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- BENTO, D. DE M., FERREIRA, R.L., PROUS, X., SOUZA-SILVA, M., BELLINI, B.C. & VASCONCELLOS, A. (2016) Seasonal variations in cave invertebrate communities in the semiarid Caatinga, Brazil. **Journal of Cave and Karst Studies**, 78, 61–71.
- CAMPOS, JAMES EMILIANO APAÉSTEGUI et al. **Monção Sul Americana: variabilidades e impactos na paleopluvidade dos Andes orientais durante os últimos 1400 anos a partir de estudos isotópicos em espeleotemas**. 2016.
- DURAND J.P. (1968). Etude des poissons récoltés dans la grotte de Humajalanta (Bolívie). **Annales de Spéléologie**, 23(2): 243-253.
- JOST, L., DEVRIES, P., WALLA, T., GREENEY, H., CHAO, A., & RICOTTA, C. (2010). Partitioning diversity for conservation analyses. **Diversity and Distributions**, 16(1), 65-76.
- LEGENDRE, P., BORCARD, D. & PERES-NETO, P.R. (2005) Partitioning the Spatial Variation of Community Composition Data. **Ecological Monographs**, 75, 435–450.
- MAGURRAN AE. (2011). **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba, Editora UFPR.
- MORENO CE, CALDERO JM, MARTI AP, ORTEGA-MARTI EMIJ. (2017). **Measuring biodiversity in the Anthropocene: a simple guide to helpful methods**.:2993-2998. doi:10.1007/s10531-017-1401-1.
- OLIVEIRA MPA. (2014). **Os métodos de coleta utilizados em cavernas são eficientes para a amostragem da fauna subterrânea?** 126 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PELLEGRINI, T., SALES, L.P., AGUIAR, P. & LOPES FERREIRA, R. (2016) Linking spatial scale dependence of land-use descriptors and invertebrate cave community composition. **Subterranean Biology**, 18, 17–38.
- POUILLY, PhD MARC (2009). **Estado de conocimiento y propuesta para la elaboración del plan de manejo del Parque Nacional de Torotoro**.

- RABELO L. M. 2016. **Ecologia e conservação de cavernas no eixo centro-norte de Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 101 p.
- SILES, L. 2007. Noteworthy records of *Eptesicus chiroquinus* and *Eptesicus andinus* (Vespertilionidae) from Bolivia. **Bat Research News**, 48(2):31-33.
- SIMÕES, M.H., SOUZA-SILVA, M. & FERREIRA, R.L. (2015) Cave physical attributes influencing the structure of terrestrial invertebrate communities in Neotropics. **Subterranean Biology**, 16, 103–121.
- SOUZA-SILVA, M., MARTINS, R.P. & FERREIRA, R.L. (2011a) Cave lithology determining the structure of the invertebrate communities in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Biodiversity and Conservation**, 20, 1713–1729.
- SOUZA-SILVA M, RATTON P, ZAMPAULO R DE A, FERREIRA RL. (2017) Is an outstanding environment always preserved? When the most diverse cave in subterranean species becomes one of the most endangered in a landscape. **Revista Brasileira de Espeleologia**. 2:8.
- ZAMPAULO, RA. (2010). **Diversidade de invertebrados na província espeleológica de Arcos, Pains, Doresópolis (MG): Subsídios para a determinação de áreas prioritárias para a conservação**. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Universidade Federal de Lavras.
- ZEPON T, BICHUETTE ME (2017) **Caracterização e análise dos estudos ecológicos sobre comunidades de invertebrados subterrâneos brasileiros**. In: Rasteiro, M. A.; Teixeira Silva, C. M (orgs.) Congresso brasileiro de espeleologia, 34. Ouro Preto. Anais. Campinas: SBE, 23-34.