

## FAUNA SUBTERRÂNEA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE: CARACTERIZAÇÃO E IMPACTOS

FERREIRA, Rodrigo Lopes<sup>1</sup>, PROUS, Xavier<sup>2</sup>, BERNARDI, Leopoldo Ferreira de Oliveira<sup>3</sup> &  
SOUZA-SILVA, Marconi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Biologia / Setor de Zoologia – Universidade Federal de Lavras. CP. 3037, 37200-000, Lavras, MG, Brasil. e-mail: drops@ufla.br

<sup>2</sup> Faculdade Pitágoras, Belo Horizonte, MG, Brasil. e-mail: [xprous@terra.com.br](mailto:xprous@terra.com.br)

<sup>3</sup> Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS), Lavras, MG, Brasil. e-mail: marconisouza@unilavras.edu.br

<sup>4</sup> Programa de pós-graduação em Ecologia Aplicada, Universidade Federal de Lavras. e-mail: leopodobernardi@yahoo.com.br

### RESUMO

Estudos referentes à fauna das cavernas do nordeste brasileiro ainda são escassos. Boa parte do conhecimento acerca da fauna hipógea brasileira provém de estudos realizados na região sudeste. Deste modo, neste trabalho são apresentados dados sobre a riqueza de espécies, estrutura das comunidades, além da relevância biológica de algumas cavernas presentes no estado do Rio Grande do Norte. Nas 17 cavernas inventariadas foram encontrados invertebrados pertencentes a pelo menos 36 ordens e 91 famílias, além de 3 espécies de peixes e 8 espécies de morcegos. Dentre as espécies encontradas, 23 apresentam caracteres troglomórficos. Além disso, algumas das espécies troglóbias evidenciadas representam relictos de grupos originalmente oceânicos, sendo, desta forma, testemunhos das introgressões e regressões oceânicas ocorridas no passado da área. Tendo em vista o cenário bioespeleológico encontrado nas cavernas é importante que ações de manejo e conservação sejam implementadas na região, para que o frágil patrimônio espeleológico e biológico venham a ser preservados.

**Palavras-chave:** cavernas, invertebrados, conservação, Rio Grande do Norte.

### SUBTERRANEAN FAUNA OF THE STATE OF RIO GRANDE DO NORTE: CHARACTERIZATION AND IMPACTS

### ABSTRACT

There is a lack of studies concerning the cave fauna in Northeastern Brazil. The information related to Brazilian cave fauna was mainly provided by studies performed in the Southeast region of the country. The aim of this study is to provide data related to the richness, structure of communities, and biological relevance of some caves located in the state of Rio Grande do Norte. A total of 91 families of invertebrates, distributed among 36 orders, were sampled from 17 caves. It was also observed 3 species of fish and 8 species of bat in these caves. From the sampled organisms, 23 presented troglomorphic traits. Some of the troglobites (cave dwelling) are relicts of previous oceanic sea life, therefore, being evidence of oceanic introgessions and regressions that occurred in the past of the area. Since the area is extremely important in the national speleological context, conservation strategies must be defined to protect the caves and their life.

**Key words:** caves, invertebrates, conservation, Rio Grande do Norte.

### INTRODUÇÃO

O termo “caatinga” é de origem Tupi e significa “mata branca”, referindo-se ao aspecto da vegetação durante a estação seca, quando a maioria das árvores perde as folhas e os troncos

esbranquiçados e brilhantes dominam a paisagem (PRADO, 2003). Caatinga é um complexo vegetacional no qual dominam dois tipos de vegetação: um constituído de arvoretas e arbustos decíduos durante a seca e frequentemente armados de espinhos (acúleos), e outro de cactáceas, bromeliáceas e ervas quase todas anuais (LEAL *et al* 2005, RIZZINI 1976). Trata-se de uma região seca, muito quente, de posição subequatorial e dotada de acentuada intermitência sazonal. A caatinga ocupa uma área aproximada de 734.478 km<sup>2</sup>, cerca de 9,92% do território nacional e é o único bioma exclusivamente brasileiro. Isso significa que grande parte do patrimônio biológico dessa região não é encontrada em outro lugar do mundo exceto no nordeste do Brasil (SILVA *et al.*, 2004).

A grande heterogeneidade ambiental do bioma Caatinga e a singularidade de certos ambientes permitem prever que a fauna de invertebrados deste bioma seja riquíssima, com várias espécies endêmicas. Entretanto, o aspecto mais relevante na análise dos poucos dados existentes sobre invertebrados da Caatinga é o conhecimento insuficiente. Há, portanto, uma necessidade urgente de melhorar significativamente o conhecimento sobre os invertebrados desse bioma, principalmente ao se considerar a atual tendência mundial na escolha deste grupo de organismos como indicadores de qualidade ambiental (SILVA *et al.*, 2004).

A Caatinga é hoje considerada um dos biomas brasileiros mais alterados pelas atividades humanas, sendo que 68% de sua área está sob alguma influência antrópica. As causas das modificações são múltiplas e complexas, como a exploração de madeira para combustível e a substituição da vegetação nativa por práticas agrícolas inapropriadas (SILVA *et al.*, 2004). O principal problema para a conservação da Caatinga é que as áreas não impactadas não formam uma mancha única, estando divididas em 1.043 ilhas de vegetação, sendo que apenas 172 delas têm áreas com mais de 10 quilômetros de largura (GERAQUE, 2007). Além de todas as características mencionadas, a caatinga abriga as maiores cavernas do país. Das 30 maiores cavernas brasileiras já reconhecidas, 14 encontram-se nos domínios desse bioma (AULER *et al.*, 2001).

O ambiente cavernícola apresenta algumas características bastante peculiares, isso quando comparado ao ambiente epígeo. Dentre estas características podemos citar a ausência permanente de luz e a tendência na estabilidade das condições ambientais, tais como temperatura e umidade (CULVER, 1982).

A ausência permanente de luz no interior das cavernas impossibilita a ocorrência de organismos fotossintetizantes. Dessa forma, na maioria das cavernas, os recursos alimentares disponíveis para fauna residente têm de origem alóctone (CULVER, 1982; SOUZA-SILVA, 2003). Sendo a entrada destes recursos feita especialmente pela importação promovida por rios, enxurradas, cursos d'água ou por águas que percolam pelo teto ou paredes e através de aberturas ou fraturas que eventualmente existam nas cavernas (GILBERT *et al*, 1994). Além disto, animais que habitualmente utilizam as cavernas como abrigos ou penetram acidentalmente e

morrem nestes ambientes, podem ter seus cadáveres utilizados como recursos alimentares por outros organismos (FERREIRA, 2005).

A pequena disponibilidade de recursos nas cavernas é um fator limitante ao estabelecimento de inúmeras espécies nos ecossistemas subterrâneos (CULVER, 1982). De forma geral, as cavernas são comumente caracterizadas como ambientes que tem tendência ao oligotrofismo, já que, geralmente, as vias de importação não costumam ser suficientemente eficientes e tendem a não transportar grandes quantidades de recursos. Deste modo, os organismos que vivem no meio hipógeo devem apresentar adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais, geralmente ligadas às limitações físicas e à escassa disponibilidade alimentos (CULVER, 1982).

Uma vez que as cavernas são ambientes conectados (em maior ou menor grau) aos sistemas externos, as interferências sobre o meio físico decorrente de fenômenos naturais ou da ação antrópica refletem-se diretamente sobre as cavernas. A desestruturação dos sistemas cavernícolas, por sua vez, pode causar várias modificações no sistema externo, acentuando ainda mais o estado de desequilíbrio de um dado ecossistema. Como exemplo, pode-se citar enchentes (LISOWISKI & POULSON, 1981; LEWIS, 1982) ou mesmo a diminuição da água em drenagens hipógeas (ELLIOT, 1981).

A fauna cavernícola brasileira começou a ser melhor estudada a partir da década de 80, principalmente em cavernas calcárias e localizadas nos estados de São Paulo, Goiás, Bahia, Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, além de um pequeno número de cavidades no Ceará (DESSEN *et al.*, 1980, PINTO-DA-ROCHA, 1995). No entanto, poucos estudos ecológicos foram realizados, sendo a maioria estudos zoológicos e simples levantamentos faunísticos (DESSEN *et al.*, 1980; FERREIRA & HORTA, 2001). Estudos relativos à fauna cavernícola da Caatinga são restritos ao estado da Bahia (TRAJANO, 1987; FERREIRA, 1998; FERREIRA & MARTINS, 1998; FERREIRA, 2004). Em relação à fauna das cavernas do Rio Grande do Norte, quase nada é conhecido (KRAMER, 2008).

O conhecimento da biota cavernícola na Caatinga ainda é incipiente. Assim, estudos de identificação dos grupos e características ecológicas das cavernas são primordiais para o planejamento de ações de conservação destes ambientes na Caatinga.

Assim, este estudo teve como objetivos levantar as características biológicas, tróficas, físicas e de uso antrópico de algumas cavernas calcárias do Rio Grande do Norte, com a finalidade de inventariar as espécies de invertebrados, promover a caracterização trófica das mesmas e construir sugestões emergenciais de uso futuro das cavernas. Para tanto, pretendeu-se:

1. Identificar os *taxa* associados a algumas cavernas do Rio Grande do Norte;
2. Verificar a presença e *status* populacional de espécies subterrâneas ameaçadas de extinção ou endêmicas;
3. Identificar as principais ameaças antrópicas impostas às comunidades cavernícolas estudadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Local de estudo*

A heterogeneidade da estrutura geológica do Estado do Rio Grande do Norte propicia a formação de diferentes feições cársticas: ao norte, a Bacia Potiguar, e na porção sul, o Embasamento Cristalino. A principal rocha que compõe as formações espeleológicas do Estado é o calcário (MEDEIROS, 2001).

O Grupo Apodi, aflorante na bacia costeira do Rio Grande do Norte, divide-se e em duas unidades: a porção superior ou “calcário Jandaíra” e a porção inferior ou “arenito Açú”. A Bacia Potiguar é composta por grandes extensões de lajedo de pedra calcária e corresponde a área de maior significância cárstica na região, podendo ser dividida fundamentalmente nos lajedos localizados nos seguintes Municípios: Jandaíra, Felipe Guerra/Apodi, Martins e Baraúnas (MEDEIROS, 2001).

Jandaíra é um importante município no contexto espeleológico do Estado. Esta é uma das áreas de maior representatividade e ainda a mais ameaçada pela ação do homem com o avanço das inúmeras caieiras que operam sem qualquer tipo de licença do DNPM. Os municípios de Felipe Guerra e Apodi, também têm grande representatividade espeleológica, sendo que Felipe Guerra apresenta ainda grandes extensões de áreas totalmente inexploradas (MEDEIROS, 2001). Felipe Guerra consiste, ainda, no município com a maior quantidade de cavernas cadastradas no estado do Rio Grande do Norte.

As áreas carbonáticas do Estado do Rio Grande do Norte coincidem com áreas prioritárias para a conservação do bioma Caatinga, definidas somente a partir de parâmetros epígeos. Desta forma, destaca-se a região onde se localizam os municípios de Apodi, Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado, dentre outros, como de importância biológica extrema. Além disso, a região de Jandaíra (e arredores) foi considerada de importância biológica alta. Justamente em tais regiões encontra-se a maior concentração de cavernas do Rio Grande do Norte.

### *Cavernas amostradas*

Os trabalhos de coleta foram realizados em 17 cavernas situadas nos municípios de: Felipe Guerra (8 cavernas), Apodi (2 cavernas), Governador Dix-Sept Rosado (2 cavernas), Baraúna, Pedra Grande, Jucurutú, Martins e Jandaíra (1 caverna em cada um destes municípios). Todas as cavernas foram amostradas com metodologias similares, com exceção das grutas Três Lagos (Felipe Guerra) e Gruta da Água (Governador Dix-Sept Rosado).

### *Procedimentos de coleta*

As coletas de invertebrados foram realizadas em três campanhas de campo durante o ano de 2007. A coleta de invertebrados foi feita através de captura com o auxílio de pinças, pincéis e redes entomológicas em quaisquer biótopos potenciais. Uma atenção especial foi dada aos acúmulos de matéria orgânica (tais como guano, matéria vegetal, carcaças de animais).

Os recursos visíveis foram examinados (*in situ*), para a determinação do *status* trófico das cavidades. Desta forma, os recursos alimentares presentes foram apenas qualificados, sendo que a quantificação do recurso, bem como suas vias de acesso, acumulação e decomposição são informações que infelizmente não foram levantadas, em função da escassez de tempo disponível para a realização dos trabalhos de campo.

#### ***Determinação de espécies troglomórficas***

A determinação de espécies potencialmente troglóbias foi realizada através da identificação, nos espécimes, de características morfológicas denominadas “troglomorfismos”. Tais características, como redução da pigmentação melânica, redução das estruturas oculares, alongamento de apêndices, dentre outras, são utilizadas freqüentemente para a maioria dos grupos, uma vez que resultam de processos evolutivos ocorrentes após o isolamento de populações em cavernas. As características a serem utilizadas para estes diagnósticos, no entanto, diferem no caso de organismos pertencentes à taxa distintos. Certos grupos, por exemplo, possuem espécies sempre despigmentadas e anoftálmicas, mesmo no ambiente epígeo (e.g. *Palpigradi*). Nestes casos, os troglomorfismos são mais específicos (alongamento dos flagelômeros, aumento no número de órgãos frontais e laterais, dentre outros). Desta forma, é necessário se conhecer a biologia de cada grupo no intuito de se diagnosticar efetivamente a existência ou não de troglomorfismos. Além disso, é fundamental enviar espécimes a taxonomistas especializados a cada grupo. Muitos destes especialistas infelizmente não existem no Brasil. Desta forma, a determinação da real categoria a qual pertence certa espécie pode demandar um longo tempo.

#### ***Análise de impactos ambientais***

Um impacto se refere ao nível em que determinada pressão poder afetar, direta ou indiretamente, a estrutura das comunidades de invertebrados presentes em cada caverna (WILLIAMS, 1993; GILLIESON, 1996). Durante as amostragens em cada cavidade foi feita uma qualificação dos usos (interno e do entorno) e dos impactos reais e potenciais ocorrentes em cada cavidade e seu respectivo entorno. Foram observados usos internos e no entorno de cada cavidade (como visitação turístico-religiosa, agricultura, pastagens e núcleos urbanos) e impactos reais e potenciais sobre as cavidades e seus entornos (mineração, desmatamento, compactação do piso, poluição, dentre outros).

Estas categorias foram somente qualificadas. Para a observação de usos e impactos do meio externo, foi considerado um entorno de 250 metros de raio em relação à entrada da cavidade como prevê a recomendação legal (resolução CONAMA 347 de 2004).

## **RESULTADOS**

### **CARACTERIZAÇÃO GERAL DA FAUNA**

Nas 17 cavernas amostradas no estado do Rio Grande do Norte foram encontrados invertebrados pertencentes a pelo menos 36 ordens e 91 famílias. Tais organismos pertencem aos seguintes taxa: Acari (Argasidae, Laelapidae, Macronyssidae, Halacaridae, Rhagidiidae), Amblypygi (Charinidae – *Charinus* sp., Phrynidae – *Heterophrynus* sp., Phrynichidae), Amphypoda, Araneae (Caponidae – *Nops* sp., Ctenidae – *Enoploctenus* sp., Gnaphosidae, Nemesiidae, Ochiroceratidae, Lycosidae, Oecobidae – *Oecobius* sp., Oonopidae, Pholcidae – *Mesabolivar* sp., Prodidomidae, Salticidae, Sicariidae – *Sicarius tropicus*, *Loxocelus* sp., Scytodidae – *Scytodes* sp., Theridiidae, Theraphosidae, Thomisidae.), Blattodea, Coleoptera (Carabidae, Cerambycidae, Elateridae, Dermestidae, Passalidae, Pselaphidae, Ptinidae, Staphylinidae e Tenebrionidae), Collembola (Arrhopalitidae, Entomobryomorpha, Dicyrtomidae, Neanuridae), Diptera (Culicidae, Drosophilidae, Keroplatidae, Muscidae, Mycetophilidae, Psycodidae – *Lutzomyia* sp.), Dermaptera, Ensifera (Phalangopsidae – *Endecous* sp.), Gastropoda, Geophylomorpha, Heteroptera (Cydnidae, Ploiariidae, Reduviidae – *Zelurus* sp.), Hymenoptera (Formicidae - *Odontomachus* sp., Apidae, Vespidae), Homoptera (Kinnaridae, Cixidae), Isopoda (Armadillidae – *Venezillo* sp., Cirolanidae, Plathyarthridae – *Trichorrhina* sp., Porcelionidae, Styloniscidae), Isoptera (Termitidae, Nasutitermitinae), Lepidoptera (Tineidae, Noctuidae), Litobiomorpha, Neuroptera (Chrysopidae, Myrmeleontidae), Oligochaeta, Opiliones (Gonyleptidae), Ostracoda, Palpigradi (Eukoeneriidae – *Eukoeneria* sp.), Pseudoscorpiones (Chernetidae, Chthoniidae), Polydesmida (Cryptodesmidae, Pyrgodesmidae), Psocoptera (Liposcelidae, Psyllipsocidae), Schizomida (Hubardiidae – *Rowlandius* sp.), Scorpiones (Buthidae), Scutigermorpha, Spirostreptida (Pseudonannolenidae - *Pseudonannolene* sp.), Symphyla, Zygentoma (Lepdotrichidae, Lepismatidae, Nicoletiidae) e Turbellaria (Figura 1 e Tabela 1).



Figura 1: Invertebrados presentes em cavidades subterrâneas no estado do Rio Grande do Norte. A: Amphipoda, B: Isopoda (Cirolanidae), C: Schizomida (Hubardiidae), D: Polyxenida, E: Homoptera (Kinnaridae). Todos os taxa acima se encontram em descrição

Em relação aos peixes, foram encontrados os seguintes taxa: Characiformes (Erythrinidae - *Hoplias* sp., Characidae - *Astyanax* sp.) e Symbranchiformes (Symbranchidae - *Symbrachus* sp.).

Foram observadas, ainda, as seguintes espécies de morcegos: *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata*, *Lonchorhina aurita*, *Artibeus planirostris*, *Artibeus* sp., *Trachops* sp., *Natalus stramineus* e *Peropteryx macrotis* (tabela 1).

Finalmente observou-se, em algumas cavernas, a presença de anfíbios anuros do gênero *Leptodactylus*, sendo que uma espécie foi identificada: *L. siphax*.

As cavidades onde foi encontrado o maior número de morfoespécies foram a Gruta da Carrapateira, em Felipe Guerra, com 54 espécies distribuídas em pelo menos 37 famílias, e a Furna Feia, em Baraúnas, com 52 espécies distribuídas em pelo menos 29 famílias. A Gruta do Urubu, uma pequena cavidade que se encontra no município de Apodi, foi a cavidade de menor riqueza, com 9 morfoespécies distribuídas em pelo menos 5 famílias.

Um total de 23 espécies de organismos troglomórficos foram encontrados em 7 cavidades inventariadas neste estudo (Figura 2). A Gruta dos Troglóbios foi o local com a maior riqueza de troglomórficos, com 10 espécies das ordens Isopoda (Cirolanidae 1 sp. e Styloniscidae 1sp.), Copepoda, Homoptera (Kinnaridae 1sp.), Araneae (Ochiroceratidae 1sp. e

Prodidomidae 1 sp.), Geophylomorpha (1sp.), Lithobiomorpha (1sp.) e Pseudoescorpiones (1sp.). Além das espécies já citadas também foram encontradas espécies troglomórficas na Gruta Três Lagos (Isopoda: Cirolanidae 2 ssp., Copepoda, 1sp., Amphipoda 1 sp. e Turbellaria 1sp.), na Gruta da Rainha (Isopoda: Plathyarthridae – *Trichorhina* sp., Polydesmida: Cryptodesmidae, Araneae: Ochiroceratidae 1sp. e Oonopidae 1sp. e Diplura 1sp.), na Furna Abissal (Opiliones: Gonyleptidae 1sp., Polydesmida 1sp. e Collembola: Arrhopalitidae 1sp.), na Gruta do Geilson (Polydesmida 1sp.), na Gruta da Aroeira (Zygentoma: Nicoletiidae 1sp.) e na Caverna da Água (Isopoda: Cirolanidae 1sp.).

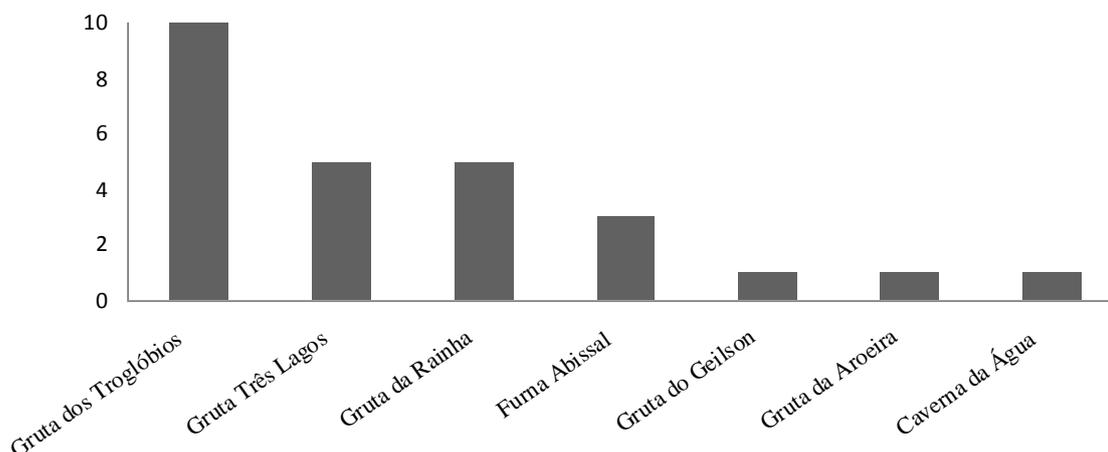


Figura 2: Número de espécies troglomórficas encontradas nas cavernas do Estado do Rio Grande do Norte onde realizou-se o levantamento bioespeleológico.

## DESCRIÇÃO TRÓFICA DE CADA CAVIDADE

### Gruta do Urubú (Apodi)

Pequena cavidade situada no Lajedo da Soledade (Apodi). Tal caverna possui duas entradas e teto predominantemente baixo. Durante o inventário faunístico os poucos recursos orgânicos observados consistiram de restos vegetais trazidos pela água em períodos chuvosos. Como a caverna possui duas entradas, a água de enxurradas penetra pela entrada mais elevada, percorrendo o conduto da cavidade e saindo pela entrada mais rebaixada topograficamente. Neste percurso, a água muitas vezes deposita restos vegetais trazidos do meio externo. Na estação seca, no entanto, o túnel de vento formado pela situação das duas entradas resseca consideravelmente os substratos da cavidade, de forma inclusive a tornar o recurso trófico presente menos acessível. A baixa riqueza encontrada é certamente reflexo da reduzida disponibilidade de alimentos associada à baixa umidade da caverna.

### Gruta do Roncador (Apodi)

Cavidade formada por vários condutos que possuem arquitetura reticulada. Para os padrões regionais, pode ser considerada uma grande cavidade, embora seus condutos sejam predominantemente estreitos. Esta caverna apresenta um considerável número de aberturas para

o exterior, o que favorece a importação de matéria orgânica para o sistema. Os principais recursos presentes constituem-se de material vegetal trazido por vento ou enxurradas nos períodos chuvosos e depósitos de guano de morcegos em pontos isolados da cavidade. A variedade de recursos alimentares possibilita a presença de um considerável número de espécies na cavidade. Ressalta-se aqui que cerca de somente um terço da cavidade foi inventariada, já revelando uma considerável riqueza.

#### **Gruta do Troglóbio** (Felipe Guerra)

A gruta do Troglóbio possui aproximadamente 30 metros de extensão. A cavidade é determinada basicamente por um plano de diaclasamento, possuindo o conduto de seção lenticular vertical. O principal recurso presente consiste de raízes provenientes de plantas da vegetação externa. Tais raízes associam-se tanto aos substratos terrestres úmidos quanto ao corpo d'água presente. Na porção central do conduto existe uma coleção de água associada a uma fenda que percorre o piso de quase toda a caverna. Pequenos tufos de raízes foram observados imersos em diversos pontos da poça. A zona de alagamento presente na caverna sofre uma considerável diminuição no período de seca, podendo até mesmo secar. Em uma das campanhas de campo (setembro de 2007) a coleção de água havia sofrido uma grande redução no nível de seu nível.

#### **Gruta da Carrapateira** (Felipe Guerra)

Cavidade de considerável extensão, para os padrões locais, caracterizada por um conduto de gênese aparentemente vadosa, com poucas ramificações. Esta caverna, diferentemente das demais presentes na área, possui considerável volume, sendo que seus condutos possuem teto alto em boa parte da caverna.

Os principais recursos presentes constituem-se de materiais vegetais trazidos por vento ou água, guano de morcegos frugívoros (*Artibeus planirostris*) e restos alimentares levados pelos morcegos (em especial frutos de oiticica) observados em vários pontos da caverna. As sementes de oiticica germinam no interior da caverna e as plântulas se desenvolvem enquanto existem reservas nos cotilédones. Desta forma, verdadeiros “canteiros” de pequenas mudas de oiticica são observados em certos locais da caverna, constituindo uma importante fonte de nutrientes para inúmeros invertebrados presentes. A elevada riqueza, 54 morfoespécies, de espécies observada na cavidade é certamente reflexo da variedade de itens alimentares presentes, bem como da própria abundância e contínua reposição de certos itens (como guano e restos de frutos).

#### **Gruta Três Lagos** (Felipe Guerra)

Cavidade caracterizada pela presença de um grande corpo d'água que preenche uma considerável área da caverna, formando três grandes “lagos” interconectados, daí o próprio nome da cavidade. As três entradas emersas existentes correspondem a aberturas verticais ou sub-verticais, sempre associadas a fundos de pequenas dolinas. Desta forma, uma razoável quantidade de matéria orgânica vegetal acaba sendo aportada para o interior da cavidade por

gravidade. A caverna possui ainda uma quarta entrada, submersa, pela qual escoar a água proveniente da drenagem hipógea para o meio externo (ressurgência). Em um dos salões da caverna, na parte emersa do piso, observa-se um grande acúmulo de guano de morcegos hematófagos (*Desmodus rotundus*), que compreende uma rica fonte de recurso orgânico para muitos invertebrados presentes. Além disso, colônias de morcegos hematófagos e insetívoros (*Lonchorhina* sp.) depositam guano nos lagos, que serve de alimento para várias espécies aquáticas presentes, em especial planárias e anfípodas, ambos troglóbios. A rica fauna encontrada reflete a disponibilidade de recursos tróficos no ambiente.

#### **Gruta do Pau** (Felipe Guerra)

Cavidade formada basicamente por dois salões interconectados por uma estreita passagem. A única entrada da caverna consiste de uma pequena abertura vertical no teto do maior salão. Tal abertura permite a entrada de uma pequena quantidade de material vegetal aportado principalmente por gravidade, mas que se deposita somente nas áreas imediatamente abaixo da entrada. Embora este recurso não possua representatividade no sistema, existem outras fontes de alimentos, em especial o guano de morcegos frugívoros e também raízes de plantas da vegetação externa que alcançam as galerias subterrâneas. Embora esta caverna esteja situada bem próxima da gruta dos Três Lagos, ela não possui qualquer corpo d'água permanente. A variedade de espécies encontrada é sustentada especialmente pelos depósitos de guano, seja de forma direta (pelo consumo direto do guano ou fungos associados) ou indireta (predadores que se alimentam dos invertebrados guanófagos). A entrada vertical impossibilita o acesso direto de pessoas à cavidade, que, por esta razão, apresenta-se bastante preservada.

#### **Furna Feia** (Baraúna)

Maior cavidade conhecida no Estado do Rio Grande do Norte. Possui um volumoso conduto principal, de gênese aparentemente vadosa, que se conecta ao meio externo por algumas entradas, situadas ao longo de boa parte da extensão da cavidade. As entradas verticais possibilitam a veiculação de materiais vegetais provenientes do meio epígeo em diferentes áreas da caverna, seja por aporte gravitacional, seja por ação de enxurradas. Tais materiais vegetais (em especial fragmentos de troncos e galhos) constituem importantes itens alimentares para muitos invertebrados. Além dos recursos vegetais, observam-se, em alguns pontos da cavidade, inúmeros depósitos de guano de morcegos hematófagos, que também representam uma importante fonte de nutrientes para muitas espécies. Embora o número de espécies encontrado já possa ser considerado elevado para os padrões regionais, salienta-se aqui que cerca de somente um quarto da cavidade foi inventariado. Desta forma, novos estudos na caverna certamente irão acrescentar novas espécies a esta lista ora apresentada.

#### **Gruta da Rainha** (Felipe Guerra)

Cavidade cuja entrada situa-se no fundo de uma dolina de colapso, que, no entanto, apresenta as vertentes bastante suaves. O conduto único possui pontos de rica ornamentação, de modo que esta caverna é considerada por muitos como a mais bela do Rio Grande do Norte.

O principal recurso orgânico presente constitui-se de materiais vegetais trazidos por águas de enxurradas. A topografia da dolina favorece o escoamento de águas superficiais para o interior da caverna. No entanto, os blocos abatidos que conformam o piso da dolina funcionam como “armadilhas” para materiais de maior granulometria, que acabam ficando presos em fendas entre blocos, não sendo transportados. Desta forma, os materiais observados no interior da caverna consistem especialmente de fragmentos vegetais de tamanho reduzido, que foram “filtrados” pelos abatimentos da dolina de entrada. Em alguns pontos da cavidade podem ser observados depósitos de guano de morcegos.

#### **Gruta Abissal** (Felipe Guerra)

Cavidade cuja entrada situa-se no fundo de uma fenda determinada por um plano de diaclasamento. A caverna consiste de um volumoso salão que se conecta a outras galerias menores por meio de um conduto mais estreito. Os principais recursos tróficos observados consistem de restos vegetais trazidos por água e raros depósitos de guano. A cavidade não foi totalmente inventariada neste estudo, de forma que novas incursões à mesma certamente poderão acrescentar espécies à lista aqui apresentada.

#### **Gruta do Geilson** (Felipe Guerra)

Cavidade caracterizada pela presença de dois salões sobrepostos interconectados por uma grande fenda, aparentemente condicionados por uma diáclase. A única entrada da caverna consiste de uma pequena abertura que permite a entrada de material orgânico de origem vegetal, que se acumula nas proximidades da entrada. A cavidade apresenta um considerável acúmulo de conchas de gastrópodes em seu nível inferior, junto a pequenos fragmentos orgânicos de origem vegetal. A cavidade mostra-se bastante preservada, embora sua proximidade da cidade (Felipe Guerra) seja muito grande. Aparentemente, a dificuldade de acesso à caverna (entrada muito pequena) reduz consideravelmente as visitas ao seu interior.

#### **Gruta da Abelha Italiana** (Felipe Guerra)

Cavidade presente nas imediações da cidade de Felipe Guerra. Sua entrada é de grande tamanho, em relação à maioria das cavernas da área, estando posicionada na base de um paredão calcário bastante abrupto, na vertente da pequena planície que circunda o rio Apodi. Uma grande colméia de *Apis mellifera* existe junto ao teto da entrada da caverna, daí o seu nome.

Tal caverna consiste basicamente de dois salões interconectados por um estreito conduto de cerca de 20 metros. O salão mais interior encontra-se bastante isolado do meio externo, enquanto o salão próximo à entrada recebe considerável influência do meio epígeo, dada a dimensão da entrada. Os recursos orgânicos presentes constituem-se basicamente de guano de morcegos, que servem de alimento para inúmeros invertebrados. Tal recurso não é, entretanto, muito abundante, de forma que existe uma clara tendência à ocorrência de predação intra-guilda (no caso, predadores alimentando-se de outros predadores). No salão mais interior

foi observado um esqueleto de cágado, que pode ter sido veiculado para a caverna durante uma inundação do rio Apodi e nela permaneceu preso até sua morte.

Outro fato que merece menção é a existência de centenas de fósseis de folhas junto a depósitos carbonáticos presentes na caverna. Tais fósseis certamente merecem destaque, sendo necessários incentivos ao estudo dos mesmos, que podem vir a revelar o passado fitofisiográfico da área.

#### **Gruta do Guano** (Pedra Grande)

Pequena caverna caracterizada por dois salões interconectados por um conduto em forma de “Z”. O teto da cavidade é baixo em toda sua extensão, sendo raros os locais onde um visitante pode ficar de pé. A cavidade possui duas entradas de reduzido tamanho, sendo possível adentrar na mesma somente por uma delas. O recurso trófico presente constitui-se de um grande e contínuo depósito que se distribui por todo o piso da caverna. Este depósito apresenta-se como um mosaico em sucessão ecológica, possuindo áreas antigas e mais ressecadas e outras áreas mais úmidas, formadas por guano recém-depositado. Praticamente todas as espécies presentes associam-se direta ou indiretamente ao guano produzido por morcegos insetívoros (*Natalus stramineus*).

#### **Gruta Casa de Pedra** (Jucurutú)

Cavidade de arquitetura complexa, apresentando condutos intercruzantes e um grande número de aberturas para o meio epígeo. A configuração dos condutos também é bastante variável, existindo desde condutos de dissolução (pequenos e estreitos) até amplos salões, gerados por abatimento. Dada a grande quantidade de entradas presentes, o principal recurso existente consiste de materiais orgânicos de origem vegetal, veiculados por vento ou água e que distribuem de forma heterogênea pelo piso da caverna. A própria conformação externa do afloramento, de topografia bastante irregular, contribui para o aporte diferencial de recursos tróficos para a cavidade.

#### **Gruta Casa de Pedra** (Martins)

Caverna de amplo volume, para os padrões regionais, bastante famosa pelo seu uso turístico. Tal caverna possui duas entradas, sendo que a principal (e de acesso turístico) leva a um amplo salão que corresponde ao maior volume da cavidade. O piso é de topografia pouco acidentada, o que favorece o deslocamento de visitantes pelo interior da cavidade. Boa parte dos substratos de piso apresenta-se bastante ressequido, o que restringe consideravelmente o estabelecimento de muitos grupos de invertebrados. Os principais recursos observados compreendem restos vegetais trazidos pelo vento e raros depósitos de guano de morcegos, em condições extremamente variáveis. Alguns depósitos são frescos, e é possível observar as colônias de morcegos que ainda estão os produzindo. No entanto, a maioria dos depósitos é bastante velha, e o guano mostra-se, além de ressequido, bastante pulverulento, certamente tendo já perdido boa parte de seus nutrientes por processos de mineralização.

#### **Gruta da Aroeira** (Jandaíra)

Pequena cavidade que apresenta três entradas, sendo a maior delas corresponde uma clarabóia no fundo da qual se desenvolveu uma Aroeira. O acesso ao interior da caverna se dá pelo tronco da árvore. O piso da caverna é composto basicamente por rocha matriz e fragmentos de rocha, de variados tamanhos. Em períodos chuvosos, a água penetra na caverna em forma de enxurradas e se acumula logo abaixo da clarabóia da entrada, formando uma poça temporária.

O recurso predominante no sistema consiste de restos orgânicos vegetais e raízes que se desenvolvem principalmente no salão de entrada da caverna. Boa parte dos espécimes encontrados associava-se a este salão, tanto pelo fato da área consistir no local mais úmido da caverna, no período em que a mesma foi amostrada, quanto pelo fato dos recursos alimentares se acumularem nesta área.

#### **Gruta do Labirinto do Angico** (Governador Dix-Sept Rosado)

Cavidade caracterizada por uma arquitetura complexa, na qual os condutos apresentam um padrão reticulado, aparentemente de gênese determinada por planos de diaclasamentos inter cruzados. A cavidade possui inúmeras aberturas para o meio externo e, conseqüentemente, recebe considerável quantidade de materiais vegetais trazidos por água e gravidade. Estes materiais constituem os principais recursos presentes no sistema.

Durante o inventário faunístico, a cavidade apresentava-se bastante ressequida e, embora existisse uma considerável quantidade de recursos vegetais em certos pontos da caverna, a falta de umidade tornava muitos destes recursos indisponíveis para a fauna.

Cabe ressaltar que menos da metade da extensão total da caverna foi inventariado, de modo que certamente novos inventários irão acrescentar espécies à lista desta cavidade.

#### **Caverna da Água** (Governador Dix-Sept Rosado)

A caracterização trófica da caverna não foi realizada, pois não entramos no interior da mesma. A coleta efetiva da fauna também não foi feita. Esta caverna se resume a um abismo de cerca de 25 metros que se finaliza em um salão com um lago subterrâneo (Jocy Cruz, com. pessoal).

O trabalho nesta caverna se resumiu à instalação de armadilhas tipo “covo”, que foram introduzidas pela abertura e conduzidas até a água por meio de um fio de nylon. Os covos foram iscados com fígado bovino, que serviu como atrativo para eventuais organismos que estivessem no lago. Tais armadilhas foram deixadas por 2 dias no interior da caverna.

Foi capturado um pequeno lambari (*Astyanax* sp.) epígeo, que certamente indica que o lago subterrâneo possui conexões com drenagens externas. Tal caverna possui grande potencial para a ocorrência de novas espécies, merecendo inventários mais efetivos.

#### **IMPACTOS OBSERVADOS**

Os impactos antrópicos observados nas cavernas do Rio Grande do Norte variaram em termos de origem (tipo de impacto), intensidade (de pequeno a alto) e temporalidade (pontual a contínuo).

De forma geral, as cavernas presentes no Lajedo da Soledade estão sob forte pressão das atividades mineradoras para a fabricação de cal da região. Além da destruição da capa superior de calcário dos lajedos, que levam à perturbações intensas no epicarste e na fauna associada a ele, ainda existe a possibilidade da supressão das cavidades. Sendo observados em algumas cavernas desta região pequenos condutos de cavidades que foram destruídas por estas atividades. Iniciativas do IBAMA e da comunidade local vêm conseguindo a proteção de alguns dos lajedos (Araras e Urubu), mantendo as minerações fora de suas áreas. No entanto, até mesmo estes lajedos já sofreram impactos intensos antes de sua proteção (Figura 2).



Figura 3. Apesar da presença do IBAMA na região, lavras irregulares ainda são comuns, explorando principalmente os lajedos. A e B: Exploração irregular nos lajedos nas imediações do povoado da Soledade; C e D: Lajedos “protegidos”, onde é possível visualizar a depredação dos afloramentos.

Outros impactos importantes foram observados na Gruta do Roncador, considerada uma das maiores grutas do estado do Rio Grande do Norte. Em um dos condutos da gruta existe uma clarabóia que foi (ou vem sendo) usada como área de descarte de lixo hospitalar. No material descartado foram identificadas seringas, luvas, gase, panos, caixas e ampolas de medicamentos, dentre outros. Com a ação gravitacional e chuvas o material estava sendo carregado para o interior da gruta gerando, além do impacto visual, uma possível contaminação por material tóxico. Cabe ainda mencionar que a principal entrada da cavidade encontra-se nos fundos de casas presentes no povoado de Lajedo da Soledade. E durante a realização deste estudo observou-se que a proximidade de uma da entrada da Gruta do Roncador em relação à comunidade local faz com que a área seja utilizada também como local de descarte de lixo

domiciliar. Além disso, grande quantidade de fezes humanas foi observada, indicando que também é utilizada como local de dejeção.

Em Felipe Guerra, a Gruta dos Três Lagos, já destacada anteriormente como de grande relevância pela presença de organismos troglomórficos, é local de constantes impactos gerados pela entrada de banhistas. Velas, lamparinas improvisadas com latas e lixo são encontrados no interior da gruta. Além disso, a entrada dos banhistas no lago pode levar a um pisoteio de indivíduos e alterações das características da água, alterando a turbidez e destruindo microhabitats de uso da fauna aquática. Esta caverna, por sua importância como abrigo de várias espécies troglóbias, deve ser protegida, principalmente pela proibição de banhos no interior da mesma.

Destaca-se, ainda em Felipe Guerra, uma potencial ameaça às comunidades cavernícolas na região do Lajedo do Rosário: a perfuração da rocha para sondagem de petróleo. Apesar de impactos diretos sobre as comunidades cavernícolas não terem sido identificados, a perfuração pode eventualmente ter consequências para as comunidades cavernícolas, caso o nível freático seja interceptado e eventualmente contaminado. Vale lembrar que a cavidade que apresentou a maior quantidade de espécies troglóbias no estado do Rio Grande do Norte (Gruta do Troglóbio – 9 espécies nesta categoria, todas provavelmente novas para a ciência) localiza-se a cerca de 300 metros lineares do local onde foi perfurada a rocha para sondagem.

Além disso, na porção externa do Lajedo, observou-se uma diáclase repleta de lixo aparentemente hospitalar. Tal depósito pode liberar resíduos que eventualmente contaminem o sistema subterrâneo subjacente.

A gruta da Aroeira, presente no município de Jandaíra, acumula grande quantidade de água nos períodos de chuva, se tornando um atrativo para banhistas da região nestas temporadas. Além dos prejuízos de pisoteio de indivíduos, os visitantes deixam lixo no interior da cavidade.

A gruta Casa de Pedra localizada em Martins se tornou um importante atrativo turístico local no município, recebendo um bom número de visitantes ao longo de todo o ano. Segundo habitantes da região, em períodos de férias ou feriados, mais de 100 pessoas podem passar pela gruta por dia. O turismo no interior da cavidade traz consigo impactos diretos sobre a fauna e indiretos na caverna, como a construção de estruturas de alvenaria em sua entrada. A passagem dos visitantes pode causar o pisoteio direto de animais e de matéria orgânica (guano), além de compactar o solo, reduzindo a disponibilidade de microhabitats e alimento. Além disso, é possível identificar pichações por toda a caverna. O impacto da visitação turística na gruta pode ser considerado contínuo de alta intensidade.

A Furna Feia situa-se relativamente próxima a um grande centro urbano (Mossoró), fato que pode tornar a visitação mais frequente. Na gruta existem marcas claras destas visitas através de diferentes depredações observadas na caverna. As mais comuns são restos de lixo deixados pelos visitantes e também pichações, observadas em alguns pontos da cavidade. Infelizmente

não é possível avaliar de forma clara como esta visitação (e consequentes depredações) pode estar alterando as condições prístinas da caverna ou mesmo influenciando diferentes populações de vertebrados ou invertebrados presentes. Recomenda-se, no entanto, um periódico monitoramento que tenha intuito de reduzir as depredações bem como avaliar a condição biótica do sistema.

A presença de lixo, fogueiras e pichações dentro da caverna são sinais de que existe visitação na Furna Feia, localizada no município de Baraúna. Além dos riscos de pisoteio da fauna, matéria orgânica e de microhabitats, a fogueira certamente gera grande quantidade de fumaça prejudicial à fauna e aos depósitos calcários. No entanto, o impacto da visitação turística na gruta pode ser considerado eventual e de baixa intensidade.

## DISCUSSÃO

### *Riqueza geral das cavernas e comparação de metodologias de coleta*

Estudos relativos à biologia de cavernas no Brasil ainda são incipientes, além disso, trabalhos de ecologia em cavernas da região nordeste do país são ainda mais escassos. Para muitos estados do nordeste brasileiro não há registros de estudos relacionados à fauna de cavernas. Exceções são os estados da Bahia e Ceará, onde tais estudos já foram realizados, alguns do quais de maneira sistematizada. Recentemente, estes estudos têm se iniciado em outros estados, como Sergipe, que conta com um grupo que tem desenvolvido interessantes trabalhos. No Rio Grande do Norte, estudos referentes à fauna subterrânea foram realizados por Silva (2006) e por Kramer (2008), em cavernas de Felipe Guerra.

Silva (2006) realizou estudos da fauna em 6 cavernas através de coleta manual e armadilhas de queda (*pitfall*). Das cavernas visitadas por Silva, 4 foram contempladas neste estudo (Gruta dos Troglóbios, Gruta da Carrapateira ou do Abandono, Furna da Rainha e Gruta dos Três Lagos). Este trabalho, produzido na forma de um relatório técnico (CECAV/IBAMA), consiste no primeiro estudo de fauna cavernícola no Estado do Rio Grande do Norte.

Houve consideráveis diferenças em relação ao número de espécies observadas por Silva (2006) e as apresentadas neste estudo (Figura 3). Tais diferenças aparentemente são decorrentes dos diferentes métodos de coleta utilizados.

Houve consideráveis diferenças em relação ao número de espécies observadas por Silva (2006) e as apresentadas neste estudo (Figura 1B). Tais diferenças aparentemente são decorrentes dos diferentes métodos de coleta utilizados. Ferreira (2005) ressalta a pouca atenção que tradicionalmente vem sendo dispensada aos microhabitats durante inventários em cavernas. Isto decorre provavelmente da concepção equivocada de que os organismos cavernícolas não buscam abrigos com condições microclimáticas específicas, uma vez que estas condições já estão presentes no ambiente cavernícola (ausência de luz, elevada umidade, temperatura constante). Como consequência deste “descaso” com microhabitats a maioria dos inventários resultam em uma riqueza subestimada dos ambientes hipógeos. Além disso, vários trabalhos não

incorporam as zonas de entrada em seus inventários por considerarem a fauna não característica das cavernas (TRAJANO & BICHUETTE, 2006). No entanto, estudos já comprovaram a importância das comunidades para-epígeas (associada às entradas) no funcionamento de todo o ecossistema cavernícola (GIBERT, 1997; PROUS *et al.*, 2004; CULVER, 2005; PROUS, 2005).

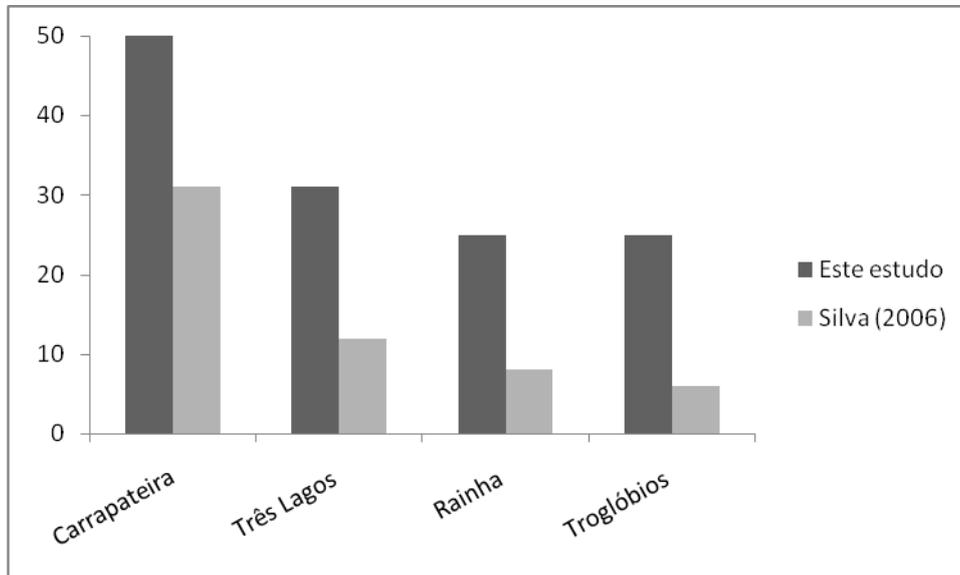


Figura 4. Diferença observada entre o número de espécies obtido por métodos de coleta diferenciados entre o presente estudo e o realizado por Silva (2006).

No estudo realizado por Kramer (2008), foram visitadas 9 cavernas no Lajedo do Rosário, também no município de Felipe Guerra. Neste estudo não constam os nomes das cavernas em que foram realizados os inventários de fauna. O autor utilizou o complexo do Lajedo como a unidade amostral, assumindo que o mesmo compreende um único espaço subterrâneo interconectado. Entretanto, esta abordagem não é a mais convencional, uma vez que potencialmente pode levar a erros de interpretação, já que nem sempre é possível afirmar que todas as cavernas são sistemas únicos, interligados, mesmo em um único lajedo.

Apesar de ter coletado somente 23 táxons em 9 cavernas, Kramer (2008), considerou o lajedo do Rosário como uma área de elevada diversidade. Entretanto, o número de espécies encontradas pelo referido autor não deve ser considerado elevado, principalmente quando comparado aos valores de riqueza encontrados em outras áreas cársticas do país (FERREIRA, 2004). Entretanto, as cavernas presentes no Lajedo do Rosário efetivamente podem ser consideradas bastante diversas, já que, como demonstrado neste estudo, foram encontradas mais de 90 espécies em somente 3 cavernas amostradas no local. Salienta-se, desta forma, que os dados apresentados por Silva (2006) e Kramer (2008) subestimaram a riqueza da fauna cavernícola.

É importante ressaltar que o uso de armadilhas de queda (pitfall) em inventários de fauna de cavernas deve ser feito de maneira criteriosa, uma vez que tais armadilhas são seletivas

e capturam um número excessivo de representantes da fauna detritívora. As coletas manuais se realizadas de forma detalhada dispensam o uso das armadilhas de queda na análise da riqueza e abundância em inventários de invertebrados de cavernas. No presente estudo, foram coletadas muitas das espécies observadas nas armadilhas de queda utilizadas por Silva (2006). O método de “*pitfall*” sacrifica um grande número de indivíduos, como mostrado por Silva (2006) que coletou 717 Tenebrionidae, 1478 Phalangopsidae e 610 Phoridae. Além de não contribuir na adição de muitas espécies na coleta manual, este método pode vir a impactar seriamente uma caverna ao retirar da comunidade uma grande quantidade de indivíduos. A força do impacto desta redução poderá ser mais ou menos intensa dependendo das condições tróficas da caverna e da resiliência da comunidade.

### ***Condição trófica das cavidades***

Vários trabalhos já demonstraram a importância do guano enquanto fonte de alimento para inúmeras comunidades cavernícolas, em especial aquelas presentes em cavernas permanentemente secas (FERREIRA & MARTINS, 1998; FERREIRA & MARTINS, 1999; FERREIRA *et al.*, 2007). Como muitas cavernas não possuem corpos d’água perenes, o guano acaba tornando-se um dos principais recursos cuja oferta pode ocorrer ao longo de todo o ano. O guano de morcegos indubitavelmente possui papel de destaque enquanto fonte de alimento para muitas comunidades presentes em cavernas no estado do Rio Grande do Norte.

Entretanto, contrariando o sugerido por Kramer (2008), a água de enxurradas parece ter uma considerável influência no aporte de recursos orgânicos para muitas cavidades da região estudada. Várias cavernas amostradas apresentam claraboias e entradas horizontais por onde as enxurradas formadas durante os períodos chuvosos transportam matéria orgânica (em especial folhas e galhos), levando à formação de depósitos de matéria orgânica vegetal no interior de muitas cavernas. Desta forma, não só os troglóxenos tem um importante papel de veiculação de recurso para a fauna cavernícola, mas outros agentes, como a água, desempenham importante função nos períodos chuvosos.

### ***Alterações antrópicas nas cavernas e arredores***

Ambientes cársticos são extremamente vulneráveis à degradação e poluição, sendo que as atividades humanas nestes locais podem gerar impactos nos ecossistemas de superfície e nos ecossistemas subterrâneos (VAN-BEYNEN & TOWNSEND, 2005; CALO & PARISE, 2006).

Apesar de inúmeras alterações antrópicas terem sido observadas nas cavernas do Rio Grande do Norte, existe grande dificuldade em avaliar os efeitos destes impactos sobre a fauna. A maneira efetiva de se detectar a existência de alterações na fauna seria o prévio conhecimento das comunidades associadas a estas cavernas antes do estabelecimento das alterações. Entretanto, na ausência desta possibilidade, comparações podem ser feitas com comunidades

presentes em cavernas próximas e não alteradas antropicamente. Enfatiza-se, no entanto, que tais análises podem não refletir a natureza ou magnitude das alterações, já que, mesmo em cavernas próximas e preservadas, as comunidades podem mostrar significativas diferenças em função das condições ambientais e tróficas.

As diferenças encontradas nas alterações antrópicas observadas nas cavernas podem dever-se às variações nas atividades econômicas predominantes no entorno de cada caverna. Além disso, a maior quantidade de impactos observados em cavernas de grande tamanho (como a Furna Feia) pode dever-se ao fato de que grandes cavernas (com grandes entradas) favorecem o uso turístico ou religioso pela beleza cênica que proporcionam e pelo espaço disponibilizado aos visitantes nestas áreas. Além disso, as grandes entradas, em geral, favorecerem o acesso dos visitantes à própria caverna.

Alterações por atividades de mineração foram registradas nas grutas presentes no Lagedo da Soledade (Apodi). Embora poucas cavernas, dentre as inventariadas neste estudo, tenham sofrido com atividades de mineração, não se deve desconsiderar tal impacto, pois esta atividade é especialmente danosa em várias áreas cársticas e pseudocársticas do país. Nestas áreas, muitas vezes, a maioria das cavernas está em risco real ou potencial da ação de mineradoras, especialmente por que estas áreas apresentam grande vocação litológica para estas atividades (TRAJANO, 2000; LINO, 2001; FERREIRA, 2004; AULER & PILÓ, 2005; SESSEGOLO, 2001). Como exemplo do anteriormente citado, Ferreira (2004) ao estudar a fauna de invertebrados em cavernas carbonáticas da região Centro-Oeste de Minas Gerais observou que mais de 60% das cavernas estava sob os impactos de mineração.

A presença de algumas cavernas próximas a centros urbanos, bem como a utilização do ambiente subterrâneo para visitação, pode acarretar na veiculação de lixo para as cavernas. A presença de pequenas quantidades de lixo orgânico pode ser eventualmente benéfica para as comunidades de invertebrados uma vez que podem ser utilizados como alimento. Entretanto, o lixo inorgânico, como restos de ferro e cimento, garrafas com óleo, pneus, sacolas plásticas e lixo doméstico, além de afetar a beleza cênica das cavernas também podem conter elementos tóxicos e contaminantes da água, sendo prejudiciais à fauna das cavernas.

A visita humana ocasional em cavernas traz muitas vezes riscos para fauna, uma vez que a maior parte das espécies compreende invertebrados de pequeno porte que geralmente ocorrem associados a recursos orgânicos. Desta forma, estes invertebrados se tornam altamente susceptíveis ao pisoteio. Existe, também, a possibilidade dos visitantes matarem ou afugentarem espécies de morcegos, importantes para a dinâmica trófica das cavernas (THOMAS, 1995). O uso turístico freqüente pode trazer impactos ainda mais graves, como compactação do solo, aquecimento da atmosfera cavernícola, alteração no fluxo de ar com conseqüente redução da umidade, aumento da emissão de dióxido de carbono (o que pode comprometer a precipitação de minerais e crescimento de espeleotemas), criação de um fotoperíodo, favorecendo o crescimento de plantas, dentre outros. Todas estas alterações oriundas do uso antrópico alteram

microhabitats para invertebrados no interior das cavernas, modificando a hidrologia e o fluxo de recursos alimentares. Além disso, tais alterações podem levar à introdução de espécies exóticas em cavernas (ELLIOTT, 2000).

Planos de manejo para determinar a capacidade suporte e delimitar a área de visita e condutores treinados são fundamentais para que visitas em cavernas sejam feitas de forma segura, tanto para a comunidade cavernícola quanto aos visitantes. A Furna Feia, por exemplo, já consiste de um importante atrativo local. No entanto, as visitas ainda são feitas sem orientação adequada, o que pode sujeitar a comunidade cavernícola a impactos constantes. Pichações e lixo foram observados em várias cavernas do Rio Grande do Norte. Um trabalho de conscientização e orientação junto às comunidades locais certamente irá auxiliar na conservação das comunidades subterrâneas.

É preocupante o fato de que nenhuma das cavernas inventariadas encontra-se inserida em unidades de conservação. Silva (2006) recomendou a criação de uma unidade de conservação integral, Monumento Natural ou mesmo um Parque Nacional, para a proteção do carste de Felipe Guerra, principalmente envolvendo a Gruta da Descoberta, Gruta do Abandono, Gruta do Troglóbio e Gruta dos Três Lagos. Entretanto, infelizmente, nenhuma unidade de conservação foi criada na área até o presente momento.

#### ***Relevância bioespeleológica da área estudada***

A fauna subterrânea do Rio Grande do Norte possui elementos que podem ser encontrados em outras áreas cársticas brasileiras (DESSEN *et al.*, 1980). Algumas espécies aqui referidas apenas pelo gênero são troglófilas bem especializadas à vida cavernícola, como *Endecous* sp. (Ensifera: Phalangopsidae), *Zelurus* sp. (Heteroptera: Reduviidae), *Pseudonannolene* sp. (Spirostreptida: Pseudonannolenidae), *Heterophrynus* sp. (Amblypygi: Phryniidae), *Mesabolivar* sp. (Araneae: Pholcidae), *Enoploctenus* sp. (Araneae: Ctenidae) e *Loxosceles* sp. (Araneae: Sicariidae). Além das espécies troglófilas de maior distribuição no país, existem outras espécies não tão distribuídas nacionalmente, mas bastante recorrentes nas cavernas da área. Dentre estas, destacam-se *Rowlandius* sp. (Schizomida: Hubardiidae), *Oecobius* sp. (Araneae: Oecobidae) e *Sicarius tropicus* (Araneae: Sicariidae), esta última, bastante recorrente em cavernas da caatinga brasileira.

É importante salientar o grande número de espécies troglomórficas (23) encontradas até o presente momento. As cavernas da região de Felipe Guerra, Governador Dix-Sept Rosado e Jandaíra se mostram extremamente relevantes nesta perspectiva, fato que, por si, já as coloca como regiões prioritárias para a conservação pelos critérios adotados pelo IBAMA. Destas, indubitavelmente se destaca a região de Felipe Guerra. Para esta região, é urgente a criação de uma unidade de conservação (como já indicado por Silva em 2006) que proteja as cavernas e sua fauna associada.

Um fato que merece grande destaque consiste na presença de espécies, em cavernas de Felipe Guerra e Governador Dix-Sept Rosado, que podem ser consideradas relictos oceânicos.

Tais organismos aparentemente evoluíram a partir de ancestrais marinhos "aprisionados" em espaços subterrâneos após uma introgressão e posterior regressão oceânica pretérita. Até então, não eram conhecidas no país, quaisquer espécies que correspondessem a relictos oceânicos. Estas espécies advêm de grupos cuja distribuição é predominantemente marinha. Os organismos encontrados nesta condição compreendem quatro espécies de isópodes da família Cirolanidae, pertencentes a dois novos gêneros. Além dos isópodes, anfípodes e turbelários também podem compreender relictos oceânicos.

Todas estas espécies coletadas foram enviadas a especialistas e já se encontram em trabalho de descrição. No caso de isópodes Cirolanidae, inúmeras espécies troglóbias são conhecidas no mundo, sendo a maioria delas relictos oceânicos (HOLSINGER *et al.*, 1994). Globalmente, tais organismos apresentam uma considerável diversidade comparada a outros grupos de invertebrados aquáticos troglóbios (Stygobiontes). Existem atualmente descritas 86 espécies distribuídas em 21 gêneros somente nesta família (KENSLEY *et al.*, 2007).

As regiões no mundo onde existem as maiores concentrações de cirolanídeos troglóbios compreendem o noroeste do Atlântico, que corresponde ao Caribe e a região continental adjacente (México e sudoeste dos Estados Unidos) e as regiões continentais e insulares do Mediterrâneo (Europa e norte da África) (BRUCE & HUMPHREYS, 1993; BRUCE, 2008).

Os cirolanídeos encontrados em cavernas do Rio Grande do Norte compreendem os primeiros registros de organismos troglóbios desta família no Brasil, e o segundo registro na América do Sul, o que denota sua extrema importância. Outra população de organismos que merece destaque é a de homópteros Kinnaridae, que compreendem o primeiro registro de organismos troglóbios desta família na América do Sul. Há somente quatro espécies troglóbias desta família no mundo, três delas na Jamaica e uma no México. A espécie encontrada na Gruta do Troglóbio já se encontra em de descrição.

Finalmente, apesar de em algumas das cavernas estudadas não terem sido encontradas espécies troglomórficas (Furna Feia e Gruta do Roncador), elas possuem uma fauna rica quando contextualizadas no bioma Caatinga. Entretanto, estudos mostram que, no geral, as cavernas da Caatinga são relativamente menos ricas em espécies que cavernas da Mata Atlântica e Cerrado (SOUZA-SILVA, 2008; FERREIRA, 2004). Deste modo, é importante que a definição de critérios de relevância para as comunidades cavernícolas leve em conta o bioma no qual a caverna está inserida. Mas já é evidente a importância das cavernas da região como áreas de grande concentração de troglóbios e de elevada riqueza de invertebrados, merecendo, desta forma, medidas emergenciais que garantam a proteção deste patrimônio inestimável.

## AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer à Geilson, Geison, Dona Maria, Maria Gorete e Nilson (Véio macho) pela hospitalidade em Felipe Guerra. Um agradecimento especial deve ser dado a

Geilson, que nos revelou as grandes belezas deste fantástico mundo subterrâneo potiguar. Agradecemos de forma especial a toda equipe do CECAV Rio Grande do Norte (Jocy, Uilson, Iatagan e Diego) que nos proporcionaram total apoio durante nossos trabalhos de campo. Agradecemos a todos que auxiliaram nas coletas de campo: Ana Paula Bueno, Marcus Paulo Oliveira, Erika Taylor e Thais Giovannini. Esta é uma contribuição do programa de pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (ICB/UFMG) e do Programa de pós-graduação em Ecologia Aplicada (UFLA). Este projeto foi financiado pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), processo nº 477712/2006-1.

## REFERÊNCIAS

- AULER A. S. & PILÓ, L. B.. 2005. *Introdução às cavernas em minério e ferro e canga. O Carste*. 3(17):70-72.
- AULER, A.; RUBBIOLI, E, & BRANDI, R. 2001. *As grandes cavernas do Brasil*. Grupo Bambuí de Pesquisas Espeleológicas, 228pp.
- BRUCE, N. 2008. *New species and a new genus of Cirolanidae (Isopoda: Cymothoidea: Crustacea) from groundwater in calcretes in the Pilbarra, northern Western Australia* *Zootaxa* 1823: 51–64.
- BRUCE, N. L., Humphreys W. F. 1993. *Haptolana pholeta, sp. nov., The First Subterranean Flabelliferan Isopod Crustacean (Cirolanidae) from Australia*. *Invertebrate Taxonomy*, 7, 875-84.
- CALO F. & PARISE, M.. 2006. *Evaluating the human disturbance to karst environments in southern Italy*. *Acta Carsologica* 35(2): 47–56.
- CONAMA 2003. <http://www.mma.gov.br/port/conama>
- CULVER D.C. (2005) *Ecotones*. In: *Encyclopedia of caves* (eds D. C. Culver e W. B. White) pp. 206-208. Elsevier Academic Press, California.
- CULVER, D.C. 1982. *Cave Life. Evolution and Ecology*. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts and London, England. 189 pp.
- DESSEN, E. M. B., ESTON, V. R., SILVA, M. S., TEMPERINI-BECK, M. T. & TRAJANO, E. 1980. *Levantamento preliminar da fauna de cavernas de algumas regiões do Brasil*. *Ciência e Cultura*, 32(6): 714-725.
- ELLIOTT, W. R. 2000. *Conservation of the American cave and Karst biota. Pages 671-695 in Wilkens, D. C. Culver and Humphreys, editors. Subterranean ecosystems*. Elsevier, Oxford, United Kingdom.
- FERREIRA, R. L. ; PROUS, X. ; MARTINS, R. P. 2007. *Structure of bat guano communities in a Brazilian dry cave*. *Tropical Zoology*, v. 20, p. 55-74.
- FERREIRA, R. L. 2004. *A medida da complexidade ecológica e suas aplicações na conservação e manejo de ecossistemas subterrâneos*. Tese apresentada ao programa de pós-graduação em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil, 158pp.

- FERREIRA, R. L.; MARTINS, R. P. 1999. *Trophic Structure and Natural History of Bat Guano Invertebrate Communities with Special Reference to Brazilian Caves*. *Tropical Zoology*, v. 2, n. 12, p. 231-259.
- FERREIRA, R.L. & HORTA, L.C.S. 2001. *Impacts on Invertebrate Communities in Brazilian Caves*. *Revista Brasileira de Biologia*, 1(61): 7-17.
- FERREIRA, R.L. & MARTINS, R.P. 1998. *Diversity and distribution of spiders associated with bat guano piles in Morrinho cave (Bahia State, Brazil)*. *Diversity and Distributions*, 4:235-241.
- FERREIRA, R.L. 2005 *A vida subterrânea nos campos ferruginosos*. *O Carste* 17(3):106-115.
- GERAQUE, E. A. *As ricas caatingas*. Ed. 25. jun. 2004. Disponível em: [http://www2.uol.com.br/sciam/conteudo/materia/materia\\_47.html](http://www2.uol.com.br/sciam/conteudo/materia/materia_47.html)>. Acesso em: 18 mar. 2007.
- GILBERT, J. 1997. *The importance of ecotones in karstlands*. In: *Conservation and Protection of the Biota of Karst* (eds D. Sasowsky, D. W. Fong e E. L. White) pp. 17–19. Karst Water Institute, University of Akron, Akron, OH.
- GILBERT, J., DANIELPOL, D. L. & STANFORD, J. A. 1994. *Groundwater Ecology*. Academic Press Limited, San Diego, California. 571 pp.
- GILLIESON, D. 1996. *Caves: processes, development and management*. Blackwell Publishers Inc., 324 pp.
- HOLSINGER, J. R., HUBBARD, D. A, BOWMAN, T. E. (1994) *Biogeographic and ecological implications of newly discovered populations of the stygobiont isopod crustacean Antrrolana lira Bowman (Cirolanidae)*. *Journal of Natural History*, 1994, 28, 1047—1058.
- KENSLEY, B., SCHOTTE, M. & SCHILLING, S. 2007. *World list of marine, freshwater and terrestrial isopod crustaceans*. Smithsonian Institution, Washington, DC, USA. Disponível em <http://www.nmnh.si.edu/iz/isopod>.
- KRAMER, M. 2008. *Bioespeleologia no Lajedo do Rosário*. *Lajedos*, 1(1): 38-43.
- LEAL, I. R., SILVA, J. M. C., TABARELLI, M., LACHER JR. T E. 2005. *Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil*. *Megadiversidade* 1(1):139-146
- LEWIS, J.J. 1982. *Aquatic ecosystems and management problems in the Mammoth cave area*. In: R.C. Wilson and J.J. Lewis (Editors), *National Cave Management Symposia Proceedings*, Carlsbad, New Mexico 1978 and Mammoth Cave, Kentucky 1980. Oregon City, Oregon: Pygmy Dwarf Press. Pp. 73-76.
- LINO, C. F. 2001. *Cavernas; O fascinante Brasil subterrâneo*. 288pp. Editora Gaia Ltda. São Paulo.
- LISOWSKI, E.A.& POULSON, T.L. 1981. *Impacts of lock and Dam Six on baselevel ecosystem in Mammoth Cave*. In: Poulson, T.L. (Editor), *Cave Research Foudation 1979 Annual Report*. Albuquerque, New Mexico: Adobe Press. Pp: 48-54.
- OLIVEIRA, G. P. C. & TIMO, M. B.. 2005. *A proximidade de centros urbanos Como um fator de degradação dopatrimônio espeleológico: Uma visão da área dp vale do ojo*. Ouro Preto, MG. Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Espeleologia. [www.sbe.com.br](http://www.sbe.com.br).

- PINTO-DA-ROCHA, R. 1995. *Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907 - 1994)*. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 39(6): 61-163.
- PRADO, D. 2003. *As caatingas da América do Sul*. In: I.R. Leal, M. Tabarelli & J.M.C. Silva (eds.). *Ecologia e conservação da Caatinga*. pp. 3-73. Editora Universitária, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.
- PROUS, X. (2005) *Entradas de cavernas, interfaces de biodiversidade entre ambientes externos e subterrâneos: Distribuição dos artrópodes da Lapa do Mosquito, Minas Gerais*. Dissertação de mestrado apresentada no programa de Pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre. Universidade Federal de Minas Gerais.
- PROUS, X., FERREIRA, R.L. & MARTINS, R.P. 2004. *Ecotone delimitation: Epigeal-hypogean transition in cave ecosystems*. *Austral Ecology* 29: 374-382.
- RIZZINI, C. T. 1976. *Tratado de Fitogeografia do Brasil*, Vol. I. Editora da universidade de São Paulo, Brazil,
- SESSEGOLO, G. C; OLIVEIRA, K. L. & ROCHA, L. F. S. 2001. *Conhecendo cavernas*. GEEP- Acungui. Curitiba- PR.
- SILVA, F.J. 2006. *Relatório do levantamento da fauna de invertebrados e caracterização bioespeleológica no carste de Felipe Guerra – RN*. Relatório Técnico, CECAVIBAMA. Contrato nº 2004/00033, Termo de Referência nº 109178.
- SOUZA-SILVA, M. 2003. *Dinâmica da disponibilidade de recursos alimentares em uma caverna calcária*. Dissertação de Mestrado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre, ICB- UFMG 77pp.
- SOUZA-SILVA, M. 2008. *Ecologia e conservação das comunidades de invertebrados cavernícolas na Mata Atlântica Brasileira*. Tese de Doutorado em Ecologia Conservação e Manejo da Vida Silvestre, ICB- UFMG 224 pp.
- THOMAS, D. W. 1995. *Hibernating bats are sensitive to nocturnal human disturbance*. *Journal of Mammalogy* 76: 940-946.
- TRAJANO, E & BICHUETTE, M. E.. 2006. *Biologia Subterrânea: Introdução*. São Paulo- redespeleo, 92 pp. www.redespeleo.org.
- TRAJANO, E. 1987. *Fauna cavernícola brasileira: composição e caracterização preliminar*. *Revista Brasileira de Zoologia*, 3(8): 533-561.
- TRAJANO, E. 2000. *Cave faunas in the Atlantic tropical rain forest: composition, ecology and conservation*. *Biotropica* 32: 882-893.
- VAN BEYNEN, P. & TOWNSEND, K.. 2005: *A disturbance index for karst environments*. *Environmental Management*, 36 (1), 101-116.
- WILLIAMS, P.W. 1993. *Environmental Change and Human Impact on Karst Terrains: An Introduction*. *Catena Supplement* 25: 1-9.





