Universidade Federal de Ouro Preto
Programa de Pós Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais

MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO RIO PRETO, MG: ESTRUTURA DA COMUNIDADE E VARIAÇÃO ALTITUDINAL.

Eduardo de Rodrigues Coelho

Ouro Preto – MG
Junho de 2016

Universidade Federal de Ouro Preto
Programa de Pós Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais

MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO RIO PRETO, MG: ESTRUTURA DA COMUNIDADE E VARIAÇÃO ALTITUDINAL.

Eduardo de Rodrigues Coelho

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Ecologia de Biomas Tropicais

Orientador: Dr. Adriano Pereira Paglia

Ouro Preto – MG
Junho de 2016

C672m Coelho, Eduardo de Rodrigues.
Morcegos do Parque Estadual do Rio Preto, MG [manuscrito]: estrutura da comunidade e variação altitudinal / Eduardo de Rodrigues Coelho. - 2016.
49f.: il.: color; tabs.

Orientador: Prof. Dr. Adriano Pereira Paglia.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Departamento de Biodiversidade, Evolução, e Meio Ambiente. Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais.
Área de Concentração: Ecologia.

1. Morcego. 2. Diversidade de espécies. 3. Altitude - Influencia. 4. Cerrados. I. Paglia, Adriano Pereira. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Titulo.

CDU: 599.4

Catalogação: www.sisbin.ufop.br

Ministério da Educação
Universidade Federal de Ouro Preto
Programa de Pós-graduação em Ecologia de Biomas Tropicais
ICEB - Campus – Morro do Cruzeiro
Ouro Preto – MG – CEP 35.400-000
Fone: (031)3559-1747
E-mail: biomas@iceb.ufop.br

"Morcegos do Parque Estadual do Rio Preto, MG: estrutura de comunidades e variação altitudinal".

Autor: Eduardo Rodrigues Coelho

Dissertação defendida e aprovada, em 28 de junho de 2016, pela banca examinadora constituída pelos professores:

Professor Dr. Adriano Pereira Paglia
Universidade Federal de Minas Gerais

Professor Dr. Luiz Alberto Dolabela Falcão
Universidade Estadual de Montes Claros

Professor Dr. Cristiano Schetini de Azevedo
Universidade Federal de Ouro Preto

Agradecimentos

Ao Instituto Biotrópicos e a Rede ComCerrado pela oportunidade e apoio de desenvolver este projeto;

Ao Professor e Orientador Adriano Pereira Paglia, pela confiança, ensinamentos, apoio e compreensão;

Ao CNPQ (programa SISBIOTA, processo 563134/2010-0 e programa PPBIO, processo 457434/2012-0) pelo financiamento que viabilizou o desenvolvimento dessa pesquisa;

Aos professores da UFOP, pelo conhecimento e apoio, assim como a própria universidade pela bolsa de estudo concedida;

Ao Guilherme Braga Ferreira, pelo convite de participar da Rede ComCerrado, alem do apoio, incentivo e amizade.

Ao Fernando Pinho, pela amizade e apoio;

Ao Arleu Viana e Luiz Falcão pela ajuda e ensinamentos;

Ao Tonhão, gerente do Parque Estadual do Rio Preto (PERP) pelo suporte, auxilio e compreensão durante toda esta pesquisa, assim como todos os funcionários do PERP que são pessoas extremamente generosas;

Ao IEF-MG pela licença para a amostragem no Parque Estadual do Rio Preto;

Aos colegas de mestrado pela amizade, momentos de descontração, conselhos e incentivos durante este período;

Ao Fernando Perini e Roberth Fagundes pela participação na banca de qualificação e pelas ideias proporcionadas ao projeto;

Índice

Índice de Tabelas i

Índice de Figuras ii

Apresentação 3

Capitulo 1 – COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO RIO PRETO (PERP) – MG 5

Resumo 5

Introdução 6

Metodologia 8

Resultados 14

Discussão 17

Referências Bibliográficas 19

Capitulo 2 – RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA COMUNIDADE DE MORCEGOS AO LONGO DE UM GRADIENTE ALTITUDINAL NO PARQUE ESTADUAL DO RIO PRETO - MG 23

Resumo 23

Introdução 24

Metodologia 27

Resultados 32

Discussão 39

Referências Bibliográficas 43

Anexo 49

Índice de Tabelas Capitulo 1

Tabela1: Espécies de morcegos registradas no PERP, número de capturas, guildas tróficas e status de ameaça.....15

Tabela 2: Guildas tróficas, número de capturas e riqueza de espécies de morcegos registradas no PERP.....15

Índice de Tabelas Capitulo 2

Tabela 1: Riqueza e abundância de morcegos ao longo de um gradiente altitudinal no sudeste brasileiro.....33

Tabela 2. Tabela de Análise de Deviancia/Variância dos modelos lineares generalizados (GLM's). g.l. = Graus de liberdade.....35

Tabela 4: Resultados referentes à Riqueza, ao índice de Simpson, a diversidade funcional e a redundância por ponto amostral.....38

Anexo

Tabela 3: Traços funcionais das espécies utilizados para calculo da diversidade funcional.....36

Índice de Figuras Capitulo 1

Figura 1: Módulo Rede ComCerrado e mapa do Parque Estadual do Rio Preto São Gonçalo do Rio Preto 10

Figura 2: Área baixa de Cerrado do Parque Estadual do Rio Preto - MG.....10

Figura 3: Área denominada de Chapada no Parque Estadual do Rio Preto – MG.....11

Figura 4: Campo Rupestre na Chapada do Parque Estadual do Rio Preto - MG.....11

Figura 5: Pico Dois Irmãos, ponto mais alto dentro dos limites do Parque Estadual do Rio Preto – MG.....12

Figura 6: Distribuição dos pontos amostrais no relevo do Parque Estadual do Rio Preto-MG.....13

Figura 7: Curva de acumulação de espécie de morcegos capturados no Parque Estadual do Rio Preto - MG.....16

Índice de Figuras Capitulo 2

Figura 1: Mapa com a localização do Parque Estadual do Rio Preto – MG, nos limites dos biomas Cerrado e Mata Atlântica 28

Figura 2: Desenho representativo dos pontos amostrais ao longo do gradiente altitudinal no Parque Estadual do Rio Preto. P, corresponde aos pontos amostrais.....29

Figura 3: Distribuição dos pontos amostrais, seguindo um gradiente altidudinal no Parque Estadual do Rio Preto-MG.....29

Figura 4: Curva de acumulação de espécies e curva de espécies estimadas para o Parque Estadual do Rio Preto- MG.....34

Figura 5: Efeito da altitude sobre a riqueza de espécies de morcegos no Parque Estadual do Rio Preto - MG.....36

Figura 6: Efeito da altitude sobre a diversidade funcional das espécies de morcegos no Parque estadual do Rio Preto- MG.....36

Figura 7: Efeito da altitude sobre da abundância de espécies de morcegos no Parque Estadual do Rio Preto - MG. 37

Figura 8: Efeito da velocidade do vento sobre da abundância de morcegos no Parque Estadual do Rio Preto - MG. 37

Apresentação

Esta dissertação é composta de dois capítulos, sendo o primeiro intitulado "Composição da comunidade de morcegos do Parque Estadual do Rio Preto (PERP) – MG" que tem como objetivo caracterizar a estrutura da comunidade de morcegos do parque. Nesse capítulo estão listadas as espécies de morcegos registradas em dois projetos realizados nos limites do parque entre os anos de 2013 e 2015. Utilizei nesse primeiro capítulo os dados coletados dentro do Projeto da Rede ComCerrado e também das campanhas de campo relacionadas ao segundo capítulo dessa dissertação. A rede ComCerrado é uma rede de pesquisa voltada para o avanço do conhecimento ambiental e sócio econômico do bioma Cerrado. A rede integra instituições de ensino e de pesquisa e o apoio de cooperações internacionais e a participação de inúmeros pesquisadores comprometidos com o conhecimento e a preservação do Cerrado. O objetivo da rede é apoiar as instituições de pesquisas e de ensino com atuação no Cerrado, implementando núcleos regionais distribuídos pelos estados abrangidos pelo bioma Cerrado.

No segundo capítulo, intitulado "Riqueza, abundância e diversidade funcional da comunidade de morcegos ao longo de um gradiente altitudinal no Parque Estadual do Rio Preto (PERP) – MG", procurei analisar como os parâmetros da comunidade de morcegos no PERP variam ao longo de um gradiente. Analisei as diferenças na riqueza, composição de espécies, abundância de indivíduos e diversidade funcional em diferentes cotas altitudinais, testando a hipótese de que tais parâmetros diminuem com o aumento da altitude. Testei também se o padrão na riqueza de espécies de morcegos segue o formato *hump-shaped*, ou seja, maior riqueza nas altitudes intermediárias. Por

fim, avaliei se a variação altitudinal no clima e na produtividade primária influenciam a composição e estrutura da comunidade.

Capitulo 1 – COMPOSIÇÃO DA COMUNIDADE DE MORCEGOS DO PARQUE ESTADUAL DO RIO PRETO (PERP) – MG

Resumo

Inventários de espécies são importantes, pois proporcionam informações básicas da composição da diversidade biológica de uma área ou região. O objetivo do nosso estudo foi gerar a primeira lista de espécies de morcegos para o Parque Estadual do Rio Preto (PERP) – MG, unidade de conservação inserida no bioma Cerrado e que apresenta uma considerável riqueza de espécies de animais e vegetais. Com esforço amostral de 108 noites foram capturados 547 indivíduos de morcegos, totalizando 26 espécies pertencentes a três famílias: Phyllostomidae, Molossidae e Vespertilionidae. A guilda trófica com maior número de capturas foi nectarívoro (44,24%), seguida por frugívoro (41,49%) e hematófago (7,86%). Entre as espécies capturadas, destacamos *Lonchophylla bokermanni*, *Glyphonycteris behnii* e *Histiotus velatus*. De acordo com a Lista do Oficial do Brasil (MMA 2014), *L. bokermanni* é considerada uma espécie quase ameaçada de extinção e *G. behnii* está listada como Vulnerável. *Histiotus velatus* é considerada deficiente em dados segundo a IUCN (2015). Concluímos que a riqueza de morcegos registrada no PERP é considerada elevada, correspondendo a 81% das espécies conhecidas para a Cadeia do Espinhaço e acreditamos que esta lista de espécies de morcegos do PERP ajudará em futuros trabalhos científicos e no manejo do parque, propiciando tanto a comunidade científica quanto aos visitantes, mais informações sobre quais espécies são encontradas no PERP e quais são ameaçada de extinção ou deficientes de dados, sendo essas prioritárias para a conservação.

Introdução

A diversidade de morcegos no Brasil é subestimada, pois inúmeras regiões do território não foram amostradas e além do mais existe uma carência de inventários de longo prazo (Tavares et al. 2008). Esta carência de estudos também gera incertezas sobre a distribuição geográfica de diversas espécies de morcegos do país (Bernard et al. 2011). O Brasil possui 178 espécies de morcegos descritas, divididas em nove famílias (Nogueira et al 2014). O conhecimento sobre a diversidade e ecologia de morcegos do cerrado pode ser considerado recente (Gregorin et al. 2011). Quarenta por cento dos mamíferos registrado para o Cerrado são pertencentes a esse grupo de mamíferos voadores (Paglia et al. 2012). De acordo com Aguiar et al. (2016) 118 ocorrências de espécies de morcegos foram confirmadas para o Cerrado, sendo que o estado de Minas Gerais possui 77 espécies registradas (Tavares et al. 2010), enquanto que para a Cadeia do Espinhaço 32 espécies já foram descritas (Tavares et al. 2008).

Inventários de espécies são importantes, pois proporcionam informações básicas sobre a composição da diversidade biológica de uma área ou região, além de permitir comparações da estrutura e composição das comunidades biológicas entre diferentes localidades, podendo gerar argumentos e justificativas para conservação e manejo de áreas potencias para preservação (Bergallo et al. 2003, Santos 2006, Gomes et al. 2015).

Com aproximadamente dois milhões de km^2 de área original, o Cerrado é considerado o segundo maior bioma brasileiro. Esse bioma possui variadas fitofisionomias, que podem ser classificadas em campestres (e.g. campo rupestre), savânicas (e.g. cerrado *stricto sensu*) ou florestais (e.g. mata de galeria) (Ribeiro & Walter, 1998). Porém, cerca da metade da área do Cerrado foi alterada pela ação humana e a destruição dessas regiões persiste em escalas alarmantes com taxa média

anual de 14.179 km² (MMA 2015). Neste contexto as unidades de conservação são instrumentos fundamentais para diminuir o desmatamento e promover conservação da biodiversidade (Carranza et al. 2014). O Parque Estadual do Rio Preto (PERP) – MG, está inserido nesse bioma e destaca se pela elevada riqueza de espécies de animais e vegetais (Lessa et al. 2008). No entanto, o PERP não possui uma lista publicada das espécies de morcegos que ocorrem no parque. Como forma de preencher esta lacuna, este estudo teve como objetivo caracterizar a fauna de morcegos do PERP.

Metodologia

Área de Estudo

O complexo de montanhas da Cadeia do Espinhaço separa dois hotspots de biodiversidade, constituído pelos biomas, Cerrado e Mata Atlântica. Tem cerca de 1.000 km de extensão e compreende os estados de Minas Gerais e Bahia (Azevedo & Machado, 2008). Esta cadeia de montanhas abriga mais da metade das espécies ameaçadas de extinção de Minas Gerais e apresenta consideráveis taxas de espécies endêmicas, tanto de animais como de plantas, sendo reconhecidamente como uma região crucial para a conservação da biodiversidade (Lessa *et al.*, 2008). O estudo foi executado no Parque Estadual do Rio Preto (PERP), localizado na Serra do Espinhaço (Figura 1), distante 70 km da cidade de Diamantina – MG. Criado em 1994 com o objetivo de conservar mananciais hídricos além de espécies de animais e vegetais, o PERP possui uma área de 12.185 hectares e apresenta uma variação altitudinal de cerca de 1.200 metros, estando seu ponto mais baixo a aproximadamente 700 metros e o ponto mais alto a 1.822 metros de altitude. A temperatura média anual no parque varia entre 18ºC a 19ºC. Enquanto que a umidade média anual é de 75,6% e a precipitação média anual é de 1250 a 1550 mm (Neves et al, 2005). As principais fitofisionomias que ocorrem dentro dos limites do PERP, são cerrados (strictu senso) (Figura 2), campo rupestre (Figuras 3, 4 e 5) e matas ciliares e capões de altitude (IEF 2004).

Coleta de dados

Foram utilizados 20 pontos de coleta de dados. Com o intuído de padronizar a metodologia entre os núcleos de pesquisa da rede ComCerrado adotou se um modulo que consiste em 10 parcelas (ponto de coletas) de 250 m em curva de nível (Figura 1),

onde ocorre a coleta de diversos grupos taxonômicos. A distância entre parcelas foi de aproximadamente 1 km. A cada cinco parcelas existem um transecto de 5 km conectando-as. Devido à impossibilidade de instalar todas as parcelas nos pontos predeterminados, algumas foram deslocadas de seu ponto original, fazendo com que, em alguns casos, a distância entre parcelas fosse de menos de 1 km.

Para captura dos morcegos, cada ponto de coleta foi amostrado a partir das 18hs até às 24hs, totalizando seis horas de amostragem por noite e por ponto. Em cada noite foram usadas 10 redes de neblina Ecotone Mist Net 716/15 (2.5 x 12m, malha 16 mm) armadas em linha e vistoriadas a cada 30 minutos. Os indivíduos capturados foram identificados e, desses, tomadas as medidas morfométricas padrões (medida do antebraço, peso), além de outras informações complementares como sexo, classe de idade - jovem ou adulto, lactante, gestante). Os morcegos capturados foram marcados no antebraço com anilhas de metal de tamanhos diferentes (proporcional ao tamanho do indivíduo) e que possuíam abas. Os morcegos coletados através da licença do SISBIO nº 40471-1 e do CEUA nº 135/2012 foram depositados na Coleção de Mamíferos do Instituto de Ciências Biológica da Universidade Federal de Minas Gerais.

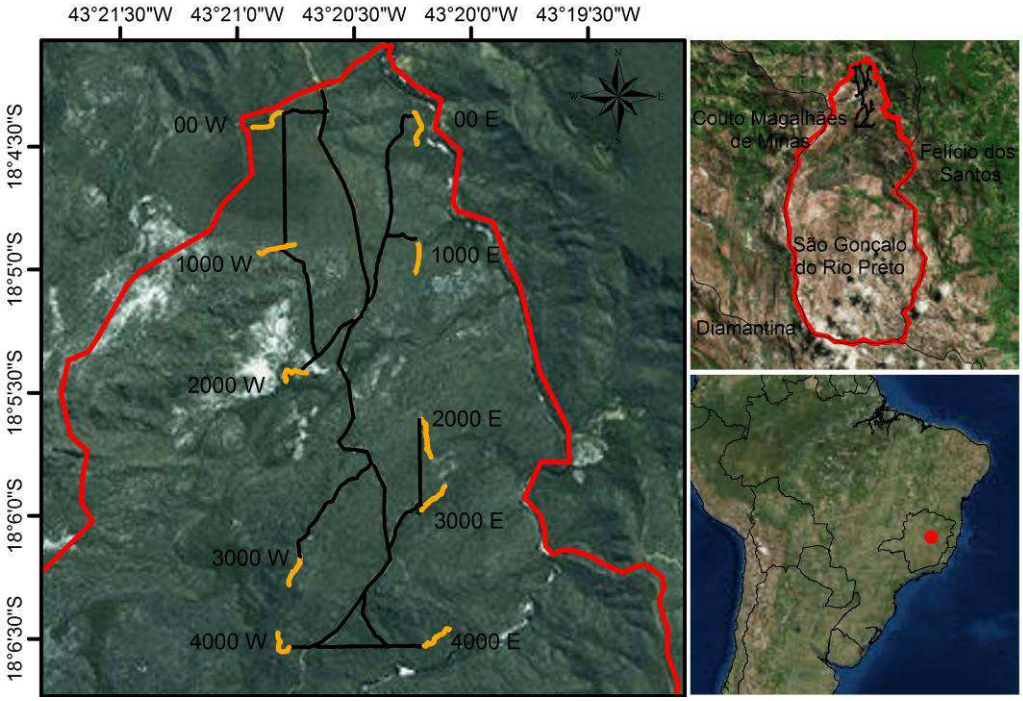

Figura 1: Módulo Rede ComCerrado e mapa do Parque Estadual do Rio Preto São Gonçalo do Rio Preto - MG.

Figura 2: Área baixa de Cerrado do Parque Estadual do Rio Preto - MG.

Figura 3: Área denominada de Chapada no Parque Estadual do Rio Preto - MG.

Figura 4: Campo Rupestre na Chapada do Parque Estadual do Rio Preto - MG.

Figura 5: Pico Dois Irmãos, ponto mais alto dentro dos limites do Parque Estadual do Rio Preto – MG.

A maioria dos pontos amostrais foram em áreas abertas, cerrado e campo rupestre, porém alguns pontos estavam próximos de ambientes com vegetação mais alta e densa como cerradão e mata. No total, foram realizadas 108 noites de coleta, com esforço amostral de 6480 horas redes.

Foi utilizado o programa EstimateS versão 9.1.0 para obter a curva de acumulação de espécies. Para compreender a estrutura da comunidade, as espécies foram agrupadas de acordo com as guildas tróficas propostas por Kalko et al. (1996). Para o número de capturas, consideramos *Lonchophylla* apenas em nível de gênero, pois a identificação quanto à espécie só foi concluída após o termino do projeto.

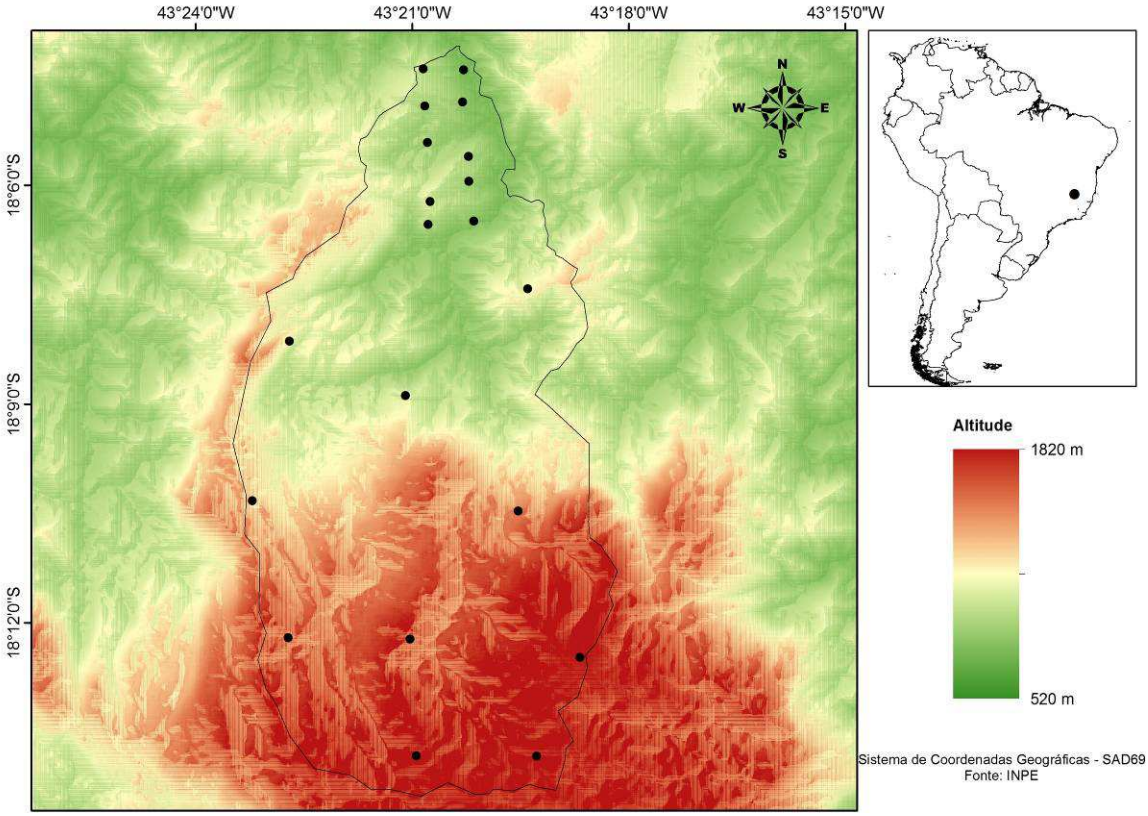

Figura 6: Distribuição dos pontos amostrais no relevo do Parque Estadual do Rio Preto-MG.

Resultados

Foram capturados 547 indivíduos de morcegos, totalizando 26 espécies, pertencentes a três famílias: Phyllostomidae, Molossidae e Vespertilionidae. As espécies com maior número de capturas foram *Glossophaga soricina*, com 111 (20%) capturas, seguida por *Lonchophylla* sp., com 70 (13%) capturas e *Platyrrhynus lineatus*, com 60 (11%). Por outro lado, espécies como *Chiroderma doriae*, *Chrotopterus auritus*, *Glyphonycteris behnii*, *Eumops perotis* e *Molossops temminckii* foram capturas uma única vez (Tabela 1). Morcegos de cinco guildas tróficas foram registradas no PERP (Tabela 2). A guilda com maior número de capturas foi nectarívoro (44,24%), seguida por frugívoro (41,49%) e, subsequentemente, por hematófago (7,86%). A guilda de morcegos carnívoros teve apenas uma captura (0,18%). A curva de acumulação de espécies não atingiu a assíntota, mas tendem à estabilização (Figura 7).

Entre as espécies capturadas, destacamos *Lonchophylla bokermanni*, *G. behnii* e *Histiotus velatus* como sendo deficientes em dados ou até mesmo classificadas em algum grau de ameaça de extinção. De acordo com a lista de espécies da fauna ameaçadas de extinção no Brasil (MMA 2014), *L. bokermanni* é considerada uma espécie quase ameaçada. Em nível global essa espécie é considerada deficiente em dados por não existirem informações suficientes para avaliar sua distribuição geográfica (IUCN 2015). Este é o mesmo caso de *H. velatus*, classificado como deficiente em dados globalmente (IUCN 2015) e tem carência de estudos taxonômicos, distribuição geográfica, *status* e exigências ecológicas. *Glyphonycteris behnii*, espécie endêmica do Cerrado, é classificada como vulnerável em nível nacional (MMA 2014) e deficiente de dados globalmente (IUCN 2015).

Tabela1: Espécies de morcegos registradas no PERP, número de capturas, guildas tróficas e status de ameaça.

Família/Espécies	Número de capturas	Guilda trófica	Status IUCN/MMA
Phyllostomidae			-
Anoura caudifer	35	Nec	-
Anoura geoffroyi	26	Nec	-
Artibeus lituratus	24	Fru	-
Artibeus obscurus	38	Fru	-
Artibeus planirostris	24	Fru	-
Carollia perspicillata	12	Fru	-
Chiroderma doriae	1	Fru	-
Chrotopterus auritus	1	Car	-
Dermanura cinerea	24	Fru	-
Desmodus roduntus	40	Hem	-
Diphylla ecaudata	3	Hem	-
Glossophaga soricina	111	Nec	-
Glyphonycteris behnii	1	Inset	DD/VU
Lonchophylla bokermanni	70	Nec	DD/NT
Lonchophylla mordax.			-
Micronicteris megalotis	7	Inset	-
Micronycteris schmidtorum	9	Inset	-
Pigoderma bilabiatum	16	Fru	-
Platyrrhynus lineatus	60	Fru	-
Sturnira lilium	26	Fru	-
Uroderma magnirostrum	2	Fru	-
Molossidae			
Eumops perotis	1	Inset	-
Molossops temminckii	1	Inset	-
Vespertilionidae			
Histiotus velatus	3	Inset	DD/-
Lasiurus ega	2	Inset	-
Myotis nigricans	8	Inset	-

DD: Deficiente de dados; VU: vulnerável (ameaçada de extinção); NT: Quase ameaçada;Traço (-): menos preocupante. Nect= nectarívoro; Frug= frugívoro; Inset= insetívoro; Hema= hematófago, Car= Carnívoro.

Tabela 2: Guildas tróficas, número de capturas e riqueza de espécies de morcegos registradas no PERP.

Guildas tróficas	Capturas	% de capturas	Riqueza	% da riqueza
Nectarívoros	242	44,24	5	19,23
Frugívoros	227	41,49	10	38,46
Hematófagos	43	7,86	2	7,69
Insetívoros	34	6,21	8	30,76
Carnívoros	1	0,18	1	3,84

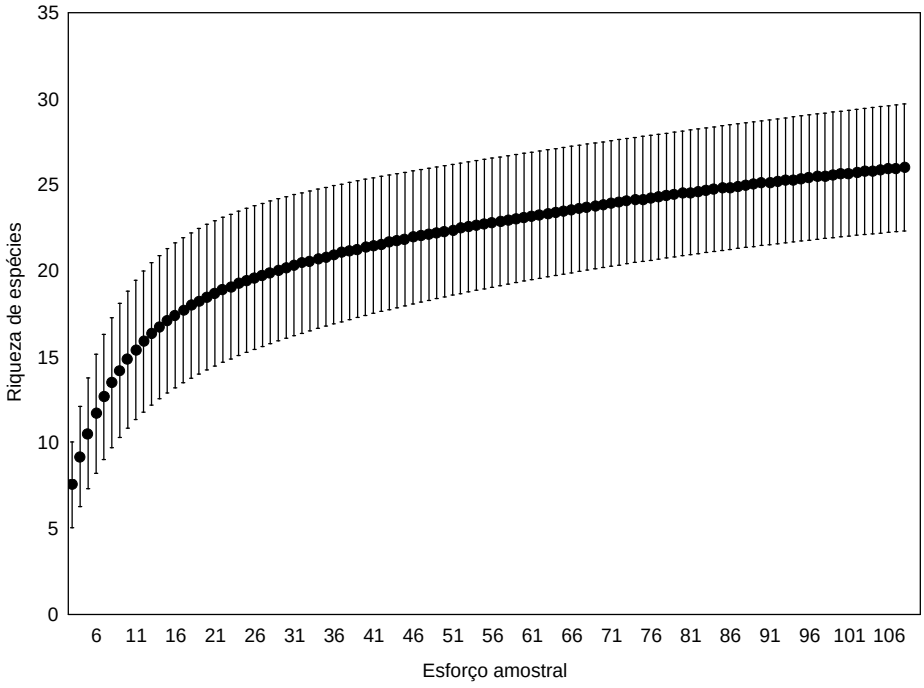

Figura 7: Curva de acumulação de espécie de morcegos capturados no Parque Estadual do Rio Preto - MG.

Discussão

O PERP apresenta uma elevada riqueza de espécies de morcegos, representando 81% das espécies já registradas para a Cadeia do Espinhaço (Lessa et al., 2008), 34% das espécies conhecidas para o estado de Minas Gerais (Tavares et al., 2010) e 22% dos morcegos conhecidos para o Cerrado (Aguiar et al, 2016). O número de espécies encontradas no PERP é bastante similar a riqueza do Parque Nacional das Sempre Vivas, UC localizada próxima ao PERP onde foram registradas 24 espécies de morcegos com um esforço amostral de 150.000 $h.m^2$ (Ferreira et al 2011). Já na área da Gruta do Salitre, localizada na mesma região e a 50 km do PERP, foram registradas 18 espécies de morcegos com esforço amostral de 18.000 h.m2 (Plano de Manejo em elaboração). A proximidade com a cidade de Diamantina e o menor esforço amostral empregado na Gruta do Salitre provavelmente são os responsáveis pela menor riqueza obtida nesta área.

A riqueza registrada no PERP foi superior a outros estudos em diferentes localidades do Cerrado como os de Willig (1983), Pedro & Taddei (1997), Aguirre (2002), Rodrigues et al. (2002), Tomaz & Zortéa (2008) e Gomes et al. (2015) que variou entre 10 a 25 espécies de morcegos. Em contraste a riqueza registrada por Bordignon (2006) foi superior à do nosso estudo, com 28 registros no cerrado na região do Tocantins. A riqueza encontrada no PERP também foi superior a outras regiões da Serra do Espinhaço, como no estudo de Gregorin e Mendes (1999) que registrou 11 espécies de morcegos, e de Oliveira e Pessôa (2005) que registraram 10 espécies sendo ambos os estudos na Chapada Diamantina. Talvez a altitude da Cadeia do Espinhaço tenha influenciado na riqueza de espécies de morcegos ou até mesmo dificultado o método de amostragem, desse modo, sendo necessário mais esforço amostral para

aumentar a riqueza de espécie da Cadeia do Espinhaço. Apesar do grande esforço, a curva de acumulação de espécie não estabilizou. Isso pode acontecer em comunidades muito diversas de regiões tropicais, especialmente se houver um grande número de espécies raras ou pouco abundantes.

Entre as guildas tróficas, os nectarívoros apresentaram maior número de capturas, e *G. soricina* foi a espécie que teve maior número de registros. Zortéa & Alho (2008) descrevem que os nectarívoros são as espécies mais abundante em áreas do Cerrado, e que *G. soricina* pode representar até 30% da fauna de morcegos locais. Luz et al. (2011) realizou um inventário em áreas de restinga a 180 km do Rio de Janeiro e obteve como única espécie, *G. soricina* para a guilda dos nectarívoros. Os nectarívoros são mais susceptíveis às flutuações de recursos alimentares, devido a variações sazonais (Zortéa 2003). Dessa maneira, Heithaus et al. (1975) e Zortéa (2003) descrevem que muitos morcegos nectarívoros completam sua dieta com insetos e frutos. Talvez essa adaptação possa explicar a dominância desta guilda (nectarívoros) para as áreas de cerrado. Sendo a frugívora a segunda guilda com maior número de captura e a guilda com maior riqueza em espécies, provavelmente este fato pode ser explicado pela diversidade de frutos que o PERP possui (IEF, 2004). Comparando nosso estudo com o trabalho realizado na Gruta do Salitre (Plano de Manejo em elaboração), a guilda dos frugívoros foi a segunda com maior número de capturas em ambos os estudos, enquanto a de carnívoros foi a que teve menor número de capturas. Para a Gruta do Salitre, a guilda hematófaga foi a que apresentou maiores quantidades de capturas. Este fato provavelmente é devido à elevada quantidade de animais domésticos na vila localizada perto da gruta.

O esforço amostral do presente estudo pode ser considerado elevado comparado com os inventários de morcegos citados para o cerrado, assim como a riqueza de espécies (26) também pode ser considerada satisfatória, comparada a riqueza registrada para a Cadeia do Espinhaço (32 espécies).

Referências Bibliográficas

AZEVEDO, A. A. & MACHADO, R. B. 2008. Cadeia do Espinhaço: avaliação do conhecimento científico e prioridades de conservação. In Megadiversidade, v. 4, (2): 24-270.

AGUIRRE, L.F. 2002. Structure of a Neotropical savana bat community. J. Mammal. 83(3):775-784.

AGUIAR, L.M.S., BERNARD, E., RIBEIRO, V., MACHADO, R. B. & JONES, G. 2016. Should I stay or should I go? Climate change effects on the future of Neotropical savannah bats. Global Ecology and Conservation 5: 22-33.

BERGALLO, H.G., ESBÉRARD, C.E.L., MELLO, M.A.R., LINS, V., MANGOLIN, R., MELO, G.G.S. & BAPTISTA, M. 2003. Bat species richness in Atlantic Forest: what is the minimum sampling effort? Biotropica 35(2):278-288.

BERNARD, E., AGUIAR, L.M.S. & MACHADO, R.B. 2011. Discovering the Brazilian bat fauna: a task for two centuries? Mamm. Rev. 41(1):23-39.

BORDIGNON, M.O. 2006. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do complexo Aporé-Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. Rev. Bras. Zool. 23(4):1002-1009.

CARRANZA, T., BALMFORD, A., KAPOS, V. & MANICA, A. 2014. Protected Area Effectiveness in Reducing Conversion in a Rapidly Vanishing Ecosystem: The Brazilian Cerrado. Conservation Letters, 7(3): 216–223.

FERREIRA, G. B., BARATA, I. M., MAFIA, P. O. & PINHEIRO, M. S. 2011. Inventário de vertebrados no parque nacional das sempre-vivas, serra do espinhaço, minas gerais. Relatório não publicado. Instituto biotrópicos.

GOMES, L.P., ROCHA, C.R., BRANDÃO, R.A. & MARINHO FILHO, J. 2015. Mammal richness and diversity in Serra do Falcão region, Southeastern Goiás state, central Brazil. Biota Neotropica. 15(4): e0033. GREGORIN, R. & MENDES, L.F.

1999. Sobre quirópteros (Emballonuridae, Phyllostomidae, Natalidae) de duas cavernas da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. Iheringia. Ser. Zool. (86):121-124.

GREGORIN, R., GONÇALVES, E., AIRES, C.C. & CARMIGNOTTO, A.P. 2011. Bats (Mammalia: Chiroptera) from Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins. Biota Neotrop.11(1): 1-15.

HEITHAUS, S.R., FLEMING, T.H. & OPLER, P.A. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. Ecology 56:841-854.

IEF, 2004. Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais. Parque Estadual do Rio Preto. Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Preto.

IUCN 2015. União Internacional para Conservação da Natureza, lista vermelha. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 20 de Ago. 2015.

KALKO, E.K.V., HANDLEY, C.O. & HANDLEY, D. 1996. Organization, diversity and long-term dynamics of a neotropical bat community. In Long-term studies of vertebrate communities (M.L. Cody & J.A. Smallwood, eds). Academic Press, San Diego, p.503-553.

LESSA, L. G., COSTA, B.M.A., ROSSONI, D.M., TAVARES, V.C., DIAS, L.G., JÚNIOR, E.A.M., SILVA, J.A., 2008. Mamíferos da cadeia do espinhaço: riqueza, ameaças e estratégias para conservação. In Megadiversidade, v.4, n.1-2, p.4-270.

LUZ, J.L., MANGOLIN, R., ESBÉRARD, C.E.L. & BERGALLO, H.G. 2011. Bats (Chiroptera) sampled in lagoons at Parque Nacional da Restinga Jurubatiba, Rio de Janeiro, Brazil. Biota Neotrop. 11(4):1-9

MMA. 2014. Lista Nacional Oficial De Espécies Da Fauna Ameaçadas De Extinção. portaria no- 444, de 17 de dezembro de 2014.

MMA 2015. Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Cerrado. Decreto de 15 de setembro de 2010 - Institui o PPCerrado. http://www.mma.gov.br

NEVES, S. C.; ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S. 2005. Fisiografia. In: SILVA, A. C. et al. Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes. Belo Horizonte: O Lutador, p.47-58.

NOGUEIRA, M.R., LIMA, I.P., MORATELLI, R., TAVARES, V.C., GREGORIN, R. & PERACCHI, A.L. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. CheckList 10(4):808-821.

OLIVEIRA, J.A. & PESSÔA, L.M. 2005. Mamíferos da Chapada Diamantina, Bahia. In Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina (F.A. Juncá, L. Funch & W. Rocha, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília. p. 377-405.

PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B., RYLANDS, A.B., HERRMANN, G., AGUIAR, L.M.S., CHIARELLO, A.G., LEITE, Y.L.R., COSTA, L.P., SICILIANO, S., KIERULFF, M.C.M., MENDES, S.L., TAVARES, V.C., MITTERMEIER, R.A. & PATTON, J.L. 2012. Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2 ed Occasional Papers in Conservation Biology, No. 6. Conservation International, Arlington.

PEDRO, W.A. & TADDEI, V.A. 1997. Taxonomic assemblage of bats from Panga Reserve, Southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera). Bol. Mus. Biol. Mello Leitao 6:3-21.

RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. As principais fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Cerrado ecologia e flora. (SANO, S.M., ALMEIDA, S.P., RIBEIRO, J.F. Eds.). Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p.151-199.

RODRIGUES, F.H.G., SILVEIRA, L., JÁCOMO, A.T.A., CARMIGNOTTO, A.P., BEZERRA, A.M.R., COELHO, D.C., GARBOGINI, H., PAGNOZZI, J. & HASS, A. 2002. Composição e caracterização da fauna de mamíferos do Parque Nacional das Emas, Goiás, Brasil. Rev. Bras. Zool. 19(2):589-600.

SANTOS, L.V. & SANTOS, M.J. 2006. Sergipe. In Mata Atlântica: uma rede pela floresta (M. Campanili & M. Prochnow, orgs). RMA, Brasília, p.165-170.

STRAUBE, F.C. & BIANCONI, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforc¸o de captura com utilização de redes-de-neblina. Chiroptera Neotropical. 8 (1-2): 150-152.

TAVARES, V.C., GREGORIN, R. & PERACCHI, A.L. 2008. Diversidade de morcegos no Brasil: lista atualizada com comentários sobre distribuição e taxonomia. In Morcegos no Brasil: biologia, sistemática, ecologia e conservação. Armazém Digital, Porto Alegre, p. 25-58.

TAVARES, V.C., AGUIAR, L.M.S., PERINI, F.A., FALCÃO, F.C., & GREGORIN, R. 2010. Bats of the state of Minas Gerais, southeastern Brasil. Chiroptera Neotropical 16(1):675-705.

TOMAZ, L.A.G. & ZORTÉA, M. 2008. Composição faunística e estrutura de uma comunidade de morcegos do Cerrado de Niquelândia, Goiás. In Ecologia de Morcegos (N.R. Reis, A.L. Peracchi & G.A.S.D. Santos, eds). Technical Books, Rio de Janeiro, p. 200-216.

WILLIG, M.R. 1983. Composition, microgeographic variation, and sexual dimorphism in Caatingas and Cerrado bats communities from northeastern Brazil. Bull. Carnegie Mus. Nat. Hist. 23:1-131.

ZORTÉA, M. 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado, Braz. J. Biol., 63(1):159-168.

ZORTÉA, M. & ALHO, C.J.R. 2008. Bat diversity of a Cerrado habitat in central Brazil. Biodivers. Conserv. 17:791-805.

Capitulo 2 - RIQUEZA, ABUNDÂNCIA E DIVERSIDADE FUNCIONAL DA COMUNIDADE DE MORCEGOS AO LONGO DE UM GRADIENTE ALTITUDINAL

Resumo

Os morcegos são um grupo taxonômico modelo para estudos de gradientes altitudinais e de diversidade funcional, pois apresentam um grande número de espécies e de traços funcionais. O estudo foi realizado no Parque Estadual do Rio Preto (PERP) – MG, localizado na Cadeia do Espinhaço. Esta região tem atraído atenção pela sua riqueza de espécies vegetal e pelos seus altos indicies de endemismo e espécies raras e/ ou ameaçadas de extinção, embora ainda exista uma carência de trabalhos científicos para essa região. O objetivo desse estudo foi verificar se a altitude influencia a riqueza, abundância e a diversidade funcional de morcegos ao longo de um gradiente altitudinal. O gradiente altitudinal no PERP (750m – 1760m a.s.l.), possui uma elevada riqueza de morcegos (22 espécies), representando 69% das espécies registradas para a Cadeia do Espinhaço. As análises demonstraram uma resposta do tipo esperado pela hipótese de *hump-shaped*, sendo que tanto a riqueza de espécies quanto a diversidade funcional apresentam maiores valores na porção intermediária do gradiente altitudinal. Por outro lado, a abundância de indivíduos diminui linearmente com o aumento da altitude. Os resultados encontrados corroboram com outros estudos de comunidade de morcegos em gradientes altitudinais e de diversidade funcional. Entre as espécies capturadas algumas são classificadas como raras, deficientes em dados e/ou ameaçadas de extinção. O resultado desse trabalho ressalta a importância de preservar áreas com variação altitudinal, tal como encontrada na região da Cadeia do Espinhaço.

Introdução

Gradientes altitudinais são importantes sistemas para estudo de padrões de riqueza de espécies, pois apresentam uma heterogeneidade de habitats e de condições climáticas ao longo de pequenas extensões espaciais (Körner, 2000; Sanders and Rahbek, 2012). Essas variações altitudinais influenciam a abundância e a distribuição das espécies de mamíferos, sendo que diferentes grupos podem responder de maneiras distintas a estas variações (Dias, 2008). Neste contexto, dois padrões são frequentemente observados em estudos com este grupo. O primeiro consiste no declínio linear da riqueza e da abundância de espécies com o aumento da altitude (Stevens, 1992; Patterson et al. 1996: 1998; Kanuch and Kristin, 2006), geralmente observado em climas temperados (Graham, 1983; McCain, 2007). Já o segundo, e mais recente, denominado de “hump-shaped” ou “Mid-domain effect” (MDE), mostra que em regiões tropicais as altitudes intermediárias podem apresentar maior abundância e riqueza de espécies (Goodman et al., 1996; Heaney, 2001; Rahbek, 1995, 2005; McCain, 2007; Bordignon et al., 2009; Williams et al., 2012; Piksa et al., 2013).

As potenciais causas que podem explicar os padrões de biodiversidade em gradientes altitudinais podem ser divididas em quatro categorias: clima, área, processos bióticos e história evolutiva (Pianka, 1966; Gaston, 2000; McCain, 2007b). O clima, mais especificamente a temperatura e a precipitação, e a área são fatores que tem relação positiva com a diversidade. Processos bióticos como interações entre as espécies e história evolutiva também podem influenciar a distribuição das espécies em gradientes altitudinais, por exemplo a competição tem relação negativa com a altitude (McCain and Grytnes 2010). Desse modo a medida que a elevação aumenta a competição diminui, devido a maior quantidade de nichos disponíveis. A história evolutiva prevê

menor diversidade de espécies em ambientes considerados extremos, como por exemplo, o topo de uma montanha (McCain and Grytnes 2010).

Diversos estudos têm observado que a altitude é um dos fatores que influenciam a comunidade de morcegos (Juste and Perez, 1995; Patterson et al., 1998; Heaney, 2001; Jaiberg and Guisan, 2001; Curran et al., 2012). Trabalhos sobre comunidade de morcego em gradientes altitudinais nos trópicos observaram os dois padrões, o de maior riqueza nas altitudes intermediárias (*hump-shaped*) e o decréscimo na riqueza com a altitude. Heaney et al., (1989) nas Filipinas, Linden et al., (2014) na África do Sul e Martins et al., (2015) no Brasil, mostraram um declínio linear da riqueza de morcegos em relação ao aumento da altitude. Em contraste, Bejarano-B. et al (2007) realizaram um trabalho na Colômbia e reportaram uma maior riqueza de espécies de morcegos em altitudes intermediárias. McCain (2007) acredita que existe maior riqueza de espécies em altitudes intermediarias quando as montanhas são com bases secas e áridas, enquanto que em montanhas com bases úmidas e quentes ocorre um declínio da riqueza de espécies com o aumento da altitude.

A diminuição da riqueza de espécies em gradientes altitudinais pode resultar em um decréscimo na diversidade funcional e nos serviços ecossistêmicos (Dehling, 2014). A diversidade funcional é considerada um componente da biodiversidade que expressa o grau de diferenças funcionais entre espécies, isso é, a variação das características das espécies que influenciam o funcionamento das comunidades (Tilman, 2001). De acordo com Diaz et al. (2006), a diversidade funcional é a propriedade emergente que melhor explica os efeitos da biodiversidade. A análise de diversidade funcional ao longo de gradientes ambientais é uma abordagem complementar que pode ajudar a identificar fenômenos gerais em relação à variação da biodiversidade (Stevens, 2003). Sobre esse

contexto autores como Stevens (2003) e Kunz et al. (2011), reforçam que os morcegos executam uma série de funções ecossistêmicas, sendo um grupo modelo para estudos de diversidade funcional.

No Brasil existem poucos trabalhos que avaliam a diversidade de morcegos em diferentes variações altitudinais (Pedro, 1998; Geraldes, 1999; Esberard, 2004; Dias et al., 2008; Moras et al., 2013; Martins et al., 2015), e menos ainda os que relacionam diversidade funcional com variação altitudinal, analisando comunidades de morcegos. Diante deste contexto, o objetivo do nosso trabalho foi verificar se a altitude influencia a riqueza, abundância e a diversidade funcional da comunidade de morcegos em uma região da Cadeia do Espinhaço de Minas Gerais. Avaliamos também, se diversidade e abundância de morcegos no PERP respondem às variações altitudinais na produtividade primária e no clima.

Metodologia

Área de Estudo

A Cadeia do Espinhaço é um conjunto de serras que se estende por cerca de 1.200 km Norte – Sul, compreendendo os estados de Minas Gerais e Bahia. Com altitudes que variam entre 650 a 2.000 m (Vitta, 2002; Almeida-Abreu et al., 2005) e onde se localiza o Parque Estadual do Rio Preto – PERP. Esta região tem atraído atenção pela sua riqueza de espécies e pelos seus altos indicies de endemismo (Costa, 2005; Costa, et al., 2015). De fato, estudos conduzidos com vários grupos faunísticos, como anfíbios, anuros e aves estes altos índices de endemismos e riqueza de espécies na Cadeia do Espinhaço (Pugliese et al., 2004; Eterovick et al., 2005; Nascimento et al., 2005; Rodrigues et al., 2005). Essa região também tem sido alvo de pesquisas sobre gradientes altitudinais, como os estudos realizados por Melo-Junior et al. (2001), Carneiro et al. (2005), Carneiro et al. (2009), Costa et al. (2015), Coutinho et al. (2015). Contudo, autores como Lessa (2005) e Oliveira (2005) ressaltam a escassez de trabalhos científicos sobre ecologia, distribuição geográfica e biologia de espécies de mamíferos para a Cadeia do Espinhaço.

O estudo foi executado no Parque Estadual do Rio Preto (PERP), localizado na porção central da Cadeia do Espinhaço (Fig. 1), distante 70 km da cidade de Diamantina – MG. Criado em 1994 com o objetivo de conservar mananciais hídricos além de espécies de animais e vegetais, o PERP possui uma área de 12.185 hectares e apresenta uma variação altitudinal de cerca de 1.200 metros, estando seu ponto mais baixo a aproximadamente 700 metros e o ponto mais alto a 1.822 metros de altitude. Dentro dos limites do PERP, as principais fitofisionomias são cerrados (strictu senso), campo

rupestre e matas ciliares e capões de altitude. O clima do parque é denominado Cwb: “mesotérmico com verões quentes e úmidos (outubro a abril) e inversos mais secos e frescos (junho a agosto)”. A temperatura média anual varia entre 18ºC a 19ºC e a precipitação média anual é de 1250 a 1550 mm. A umidade relativa do ar é quase sempre elevada, apresentando médias anuais de 75,6% (Neves et al, 2005).

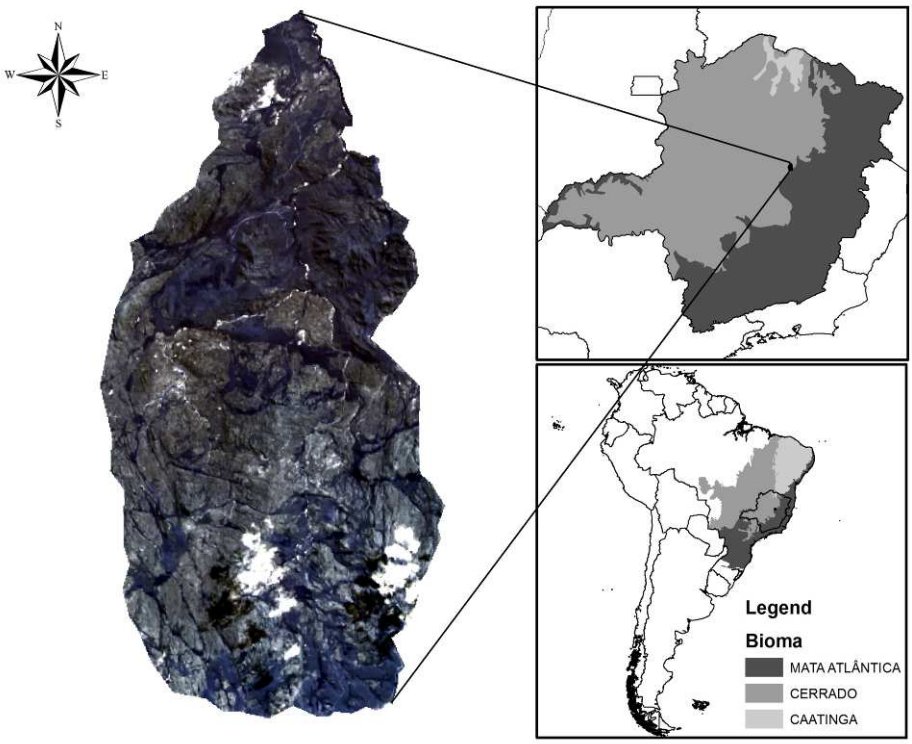

Figura 1: Mapa com a localização do Parque Estadual do Rio Preto – MG, nos limites dos biomas Cerrado e Mata Atlântica.

Coleta de Dados

Entre os meses de agosto de 2014 a setembro de 2015 foram realizadas, em meses alternados, sete campanhas de coleta de dados. A duração de cada campanha foi de 12 noites (uma noite por ponto), totalizando ao final da coleta de dados 84 noites amostrais com esforço amostral de 5.040 horas redes (numero redes x número de noites x horas de amostragem). Foi utilizado um GPS Garmin Map 60 CSx, para determinar as

altitudes dos pontos de coletas. O ponto com menor altitude (P1) estava localizado próximo à entrada do PERP, que com aproximadamente a 760 m de altitude, enquanto o ponto com maior altitude (P12) está localizado no pico Dois Irmãos, parte alta do parque com cerca de 1761m (Fig. 2). Tentamos posicionar os pontos o mais distante possível uns dos outros, com distâncias variando entre 3 a 4,5 km entre esses (Fig. 3).

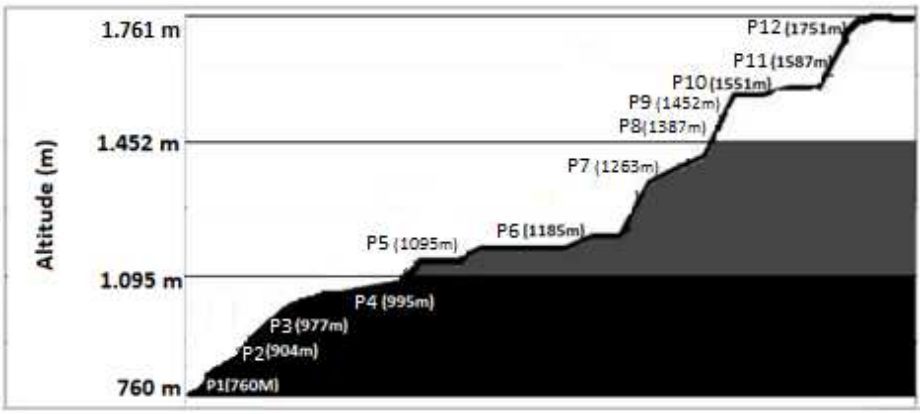

Figura 2: Desenho representativo dos pontos amostrais ao longo do gradiente altitudinal no Parque Estadual do Rio Preto. P, corresponde aos pontos amostrais.

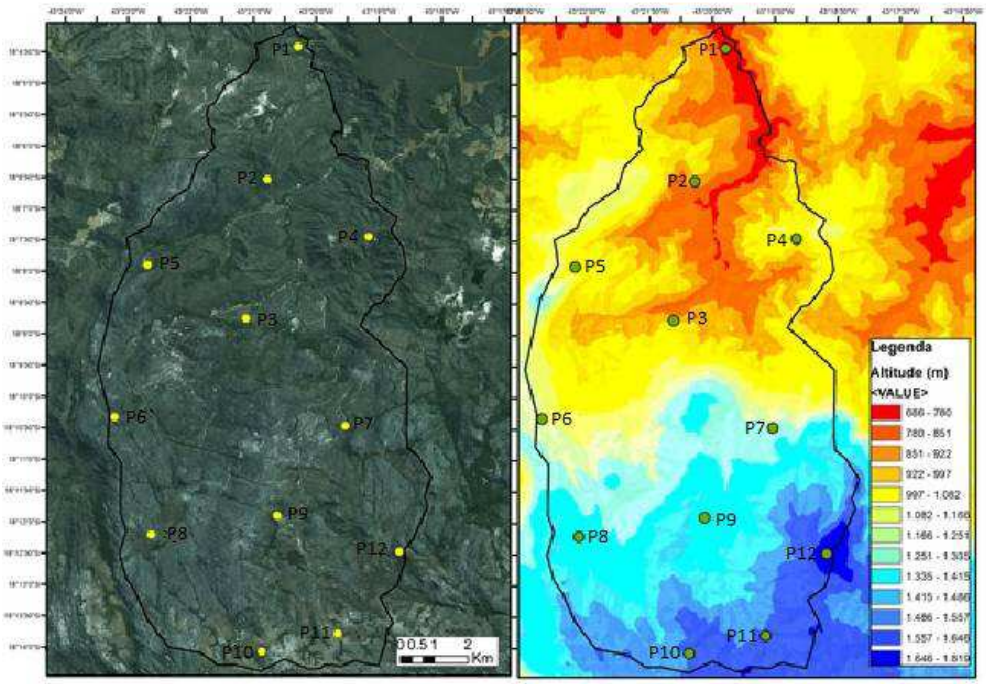

Figura 3: Distribuição dos pontos amostrais, seguindo um gradiente altidudinal no Parque Estadual do Rio Preto-MG.

Para a captura de morcegos utilizamos em cada ponto 10 redes de neblina Ecotone Mist Net 716/15 (2.5 x 12m, malha 16 mm) que foram armadas partir das 18hs até às 24hs, totalizando seis horas de amostragem por noite sendo vistoriadas a cada 30 minutos. Os indivíduos capturados foram identificados com o auxilio da chave de identificação Gardner (2008) e, destes indivíduos, foram tomadas as medidas biométricas padrões (medida do antebraço, peso e sexo, classe de idade - jovem ou adulto, lactante, gestante). Os morcegos capturados foram marcados no antebraço com anilhas de metal com abas e soltos no mesmo local. Os morcegos coletados através da licença do SISBIO nº 40471-1 e do CEUA nº 135/2012 foram depositados na Coleção de Mamíferos do Instituto de Ciências Biológica da Universidade Federal de Minas Gerais.

Usamos o aparelho Kestrel 3500 Delta, para coletar dados sobre umidade, temperatura, velocidade do vento. Essas medições foram realizadas duas vezes por noite, no começo e outra no final da amostragem e calculamos a média dos valores obtidos. Os quatro primeiros pontos foram em áreas de Cerrado *senso stricto* e os oitos pontos subsequentes foram em Campo Rupestre. Para estimar a produtividade primária utilizamos o índice de cobertura de vegetação (NDVI), que consiste na diferença entre as reflectâncias das bandas 5 (infravermelho próximo) e 4 (visível – vermelho) dividido pela soma das reflectâncias dessas duas bandas, à partir de imagens de satélite Landsat 8 obtidas de datas próximas à metade da amostragem. Os valores de NDVI para cada ponto amostral foram calculados pela média dos valores obtidos em cada pixel em um buffer de 250 metros de cada ponto amostral utilizando o software ArcGis 10.

Análise de dados

Através do *Jackniffe* I calculamos a riqueza de espécies de morcegos estimada, assim como a curva de acumulação de espécies para o PERP. Com esses resultados calculamos o *completeness* (riqueza observada dividida pela riqueza estimada, multiplicado por cem), a fim de observar a porcentagem de espécies de morcegos capturadas em relação à riqueza estimada. Para as análises dos dados agrupamos as espécies *Lonchophylla mordax e L. bokermanni* apenas em nível de gênero, já que confirmação da identificação destas espécies só foi obtida após o termino das coletas, impossibilitando a diferenciação para todos os indivíduos amostrados. A diversidade funcional foi estimada através dos traços funcionais, que foram obtidos da literatura (Norberg e Rayner 1987, Eisenberg 1989, Gannon 1989, Bianconi 1996, Horner 1998, Norberg 1998, Emmons 1999, Bernard et. al. 2003, Meyer, et al 2008, Reis 2013). Para todas as espécies os seguintes traços foram utilizados: peso, guilda alimentar, *aspect ratio* (razão entre o comprimento da asa e largura) e tipo de abrigo. Calculamos a diversidade funcional, redundância e o índice de diversidade de Simpson através do pacote denominado {SYNCSA} com a função Rao.diversity no programa R version 3.2.2 (R Core Team, 2015). A diversidade funcional (FunRao) pode ser interpretada como uma medida da comunidade ecológica que baseia-se na proporção da abundância das espécies presentes na comunidade e na diferença dos traços funcionais (dissimilaridade) entre essas Sendo assim, a gama de dissimilaridade adquire valores de 0 a 1 e baseia-se num conjunto de características funcionais especificas (traços funcionais).

Para os dados de traços, a função calcula a raiz quadrada do complemento de um índice de similaridade de Gower, a fim de ter uma matriz de dissimilaridade com

propriedades de métrica euclidiana. O índice de Gower pode lidar com traços categóricos e contínuos ao mesmo tempo (Botta – Duk, 2005). Medir a diversidade funcional seria medir a diversidade de traços funcionais que influenciam os processos das comunidades (Cianciaruso et al. 2009). Por outro lado, a redundância funcional é a sobreposição das características (traços) funcionais das espécies que afetam o funcionamento do ecossistema (Loreau 2004). É definida puramente como a diferença entre a diversidade de espécies e diversidade funcional com base na sua dessemelhança funcional (Bello et al., 2007). O índice de diversidade de Simpson é uma medida para caracterizar a comunidade e leva em consideração padrões de abundancia e de riqueza de espécies. O índice de Simpson é calculado obtendo se para cada espécie a proporção de indivíduos em relação ao total da amostra (Begon et al. 2008).

Para testar o efeito das varáveis ambientais sobre a comunidade de morcegos foram construídos modelos lineares generalizados (GLMs). A riqueza, abundância e a diversidade funcional de morcegos foram utilizadas como variáveis respostas, enquanto que as variáveis explicativas foram altitude, umidade, NDVI, temperatura e velocidade do vento. Os resultados das análises foi considerado significativo quando $P<0,05$.

Resultados

Foram capturados 408 indivíduos de morcegos, pertencentes a 22 espécies, correspondentes a três famílias (Tabela 1). As espécies que apresentaram maior número de capturas foram *Lonchophylla* sp., sendo *Lonchophylla mordax* e *Lonchophylla bokermanni*, as duas representam 17% das capturas, seguida de *Glossophaga soricina* (14%) e *Platyrrhynus lineatus* (11%). Por outro lado, *Chiroderma doriae*,

Glyphonycteris behnii, *Uroderma magnirostrum*, *Molossops termminckii* e *Eumops perotis* foram capturados uma única vez cada e em elevações inferiores a 1190 m. Enquanto que *Lonchophylla sp*, *A. obscurus*, *P. lineatus* foram capturados em 11 pontos dos 12 pontos amostrais ao longo do gradiente altitudianl (Tabela 1).

Entre as espécies capturadas, destacamos *Lonchophylla bokermanni*, *Glyphonycteris behnii* e *Histiotus velatus*. De acordo com a lista de espécies da fauna ameaçadas de extinção no Brasil (MMA 2014), *L. bokermanni* é considerada uma espécie quase ameaçada e segundo a IUCN (2015) esta espécie é considerada como rara e está classificada como Deficiente em Dados por não existir informações suficientes para avaliar a distribuição geográfica da espécie. Caso similar é o de *H. velatus*, que além da distribuição, status e exigências ecológicas, tem carência de estudos taxonômicos. *G. behnii*, uma espécie endêmica do Cerrado, é considerada Vulnerável pela Lista do Oficial do Brasil (MMA 2014) e Deficiente em Dados de acordo com a IUCN (2015).

Tabela 1: Riqueza e abundância de morcegos ao longo de um gradiente altitudinal no sudeste brasileiro.

Família/Espécies	**1 (750m)**	**2 (904m)**	**3 (977m)**	**4 (995 m)**	**5 (1095m)**	**6 (1185m)**	**7 (1263m)**	**8 (1387m)**	**9 (1452m)**	**10 (1551m)**	**11 (1581m)**	**12 (1760m)**	**ToTal****
Phyllostomidae													
Anoura caudifer	2	5	2	3	3	1	6	0	1	2	0	3	28
Anoura geoffroyi	4	3	0	4	0	1	4	0	1	1	0	1	19
Artibeus lituratus	2	0	1	3	8	3	1	3	0	2	0	0	23
Artibeus obscurus	4	6	5	1	2	2	3	2	3	1	1	0	30
Artibeus planirostris	5	1	0	0	1	0	1	0	1	2	0	0	11
Carollia perspicillata	2	3	1	0	2	1	0	1	1	1	0	0	12
Chiroderma doriae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Dermanura cinerea	5	2	2	1	6	1	3	0	1	0	0	0	21
Desmodus roduntus	4	1	1	0	1	9	0	1	3	0	0	0	20
Diphyla eucaudata	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Glossophaga soricina	10	31	4	4	5	3	0	1	0	0	0	0	58
Glyphonycteris behnii	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Lonchophylla sp.	3	1	0	9	6	13	3	11	18	1	1	2	68
Micronicteris schmidtorur	0	0	0	1	4	4	1	1	0	1	3	0	15
Pigoderma bilabiatum	0	1	0	2	5	1	0	3	0	2	1	0	15
Platyrrhynus lineatus	8	5	6	6	7	2	4	3	2	1	0	1	45
Sturnira lilium	0	0	0	0	6	0	1	0	6	5	6	1	25
Uroderma magnirostrum	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Molossidae													
Molossops termminckii	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Eumops perotis	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Vespertilionidae													
Myotis nigricans	0	0	0	3	0	1	0	2	0	1	1	0	8
Histiotus velatus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3
ToTal de individuos:	49	61	23	38	57	45	27	28	37	20	13	8	**408**
ToTal de espécies*:	**11**	**14**	**9**	**12**	**14**	**16**	**10**	**10**	**10**	**12**	**6**	**5**	**22**

ToTal de espécies*: por ponto amostral

Total**: Número de capturas por espécies por ponto amostral.

A curva de acumulação de espécies não atingiu um patamar, tendo um total de 22 espécies capturadas, enquanto que o resultado da estimativa de riqueza para o PERP foi de 27 espécies (Fig. 4). Através do calculo do completeness, capturamos 81% das espécies presentes no parque.

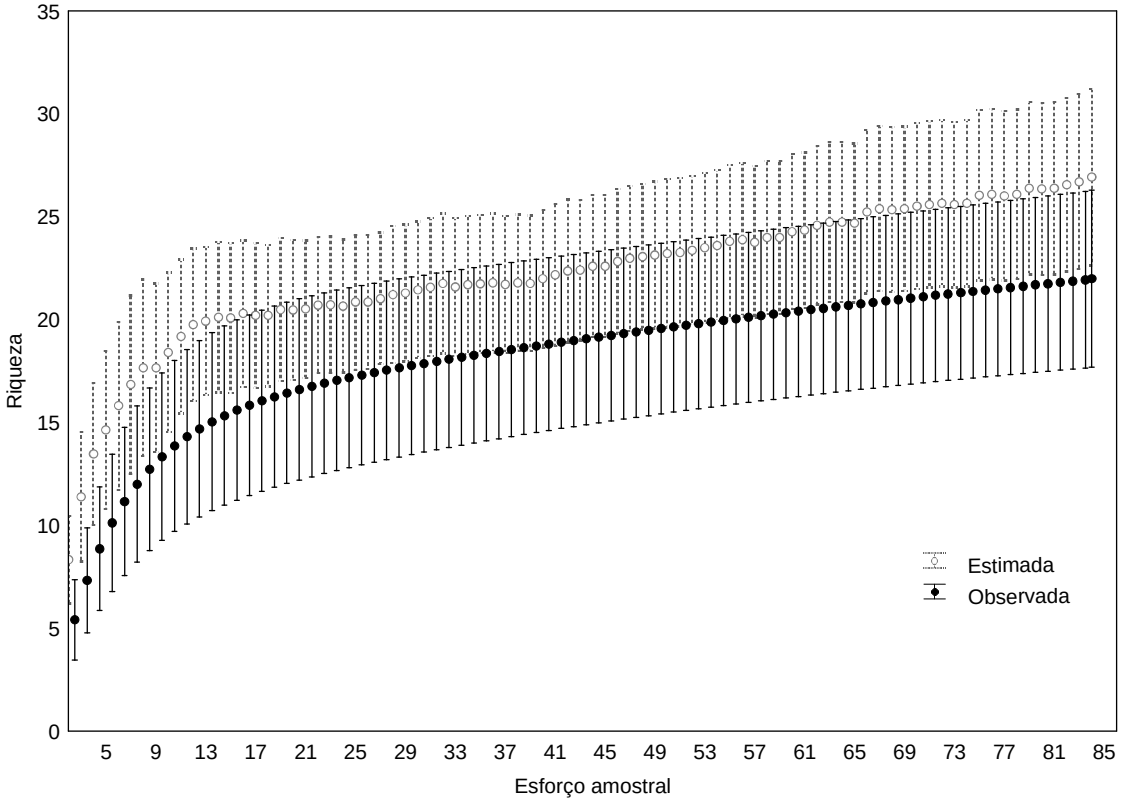

Figura 4: Curva de acumulação de espécies e curva de espécies estimadas para o Parque Estadual do Rio Preto-MG.

Dentre as variáveis explicativas utilizadas no GLM apenas a altitude apresentou efeito significativo sobre a riqueza de espécies (Tabela 2). A função quadrática, que representa o padrão *hump-shaped*, é a que melhor explica a variação tanto da riqueza de espécies quanto da diversidade funcional (Tabela 2). Inicialmente ocorreu um aumento da riqueza e da diversidade funcional em função da altitude. Porém, a partir de altitudes intermediárias, a relação inverteu e o número de espécies diminui com o aumento da altitude (Fig. 5 e 6).

Para a abundância a análise indica algum efeito das variáveis ambientais, porém apenas a altitude (P<0.001) e a velocidade do vento (P<0.05) foram significativas (Tabela 2). A abundância de morcegos diminui com a elevação (Figura 7) e com a velocidade do vento (Figura 8).

Tabela 2. Tabela de Análise de Deviancia/Variância dos modelos lineares generalizados (GLM's). g.l. = Graus de liberdade.

Variáveis respostas	Variáveis explicativas	g.l.	Deviance	Valor de F	Valor-p
Riqueza (Gaussian)	NDVI	1	4,00	1,29	0,29
	Umidade	1	0,50	0,16	0,11
	Velocidade do vento	1	12,37	3,99	0,45
	Altitude	1	26,81	8,63	<0,05
	Altitude^2	1	32,36	10,42	<0,05
	Residual	6	18,61		
Abundancia (Binomial Negativa)	NDVI	1	3,28	-	0,07
	Umidade	1	2,86	-	0,09
	Velocidade do vento	1	4,95	-	<0,05
	Altitude	1	29,13	-	<0,001
	Residual	7	10,79		
Diversidade funcional (Gaussian)	Altitude	1	0,01	5,05	0,05
	Altitude^2	1	0,02	5,50	<0,05
	Residual	9	0,03		

Veg: Vegetação; Umida: Umidade; Velo: Velocidade do vento; Alt: Altitude; Alt^2: Altitude com componente quadrático.

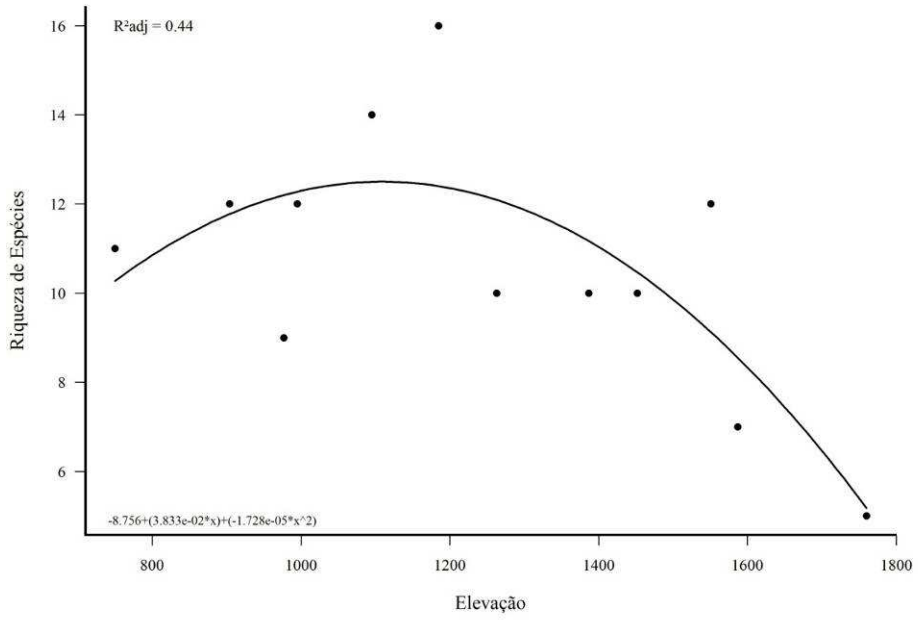

Figura 5: Efeito da altitude sobre a riqueza de espécies de morcegos no Parque Estadual do Rio Preto - MG.

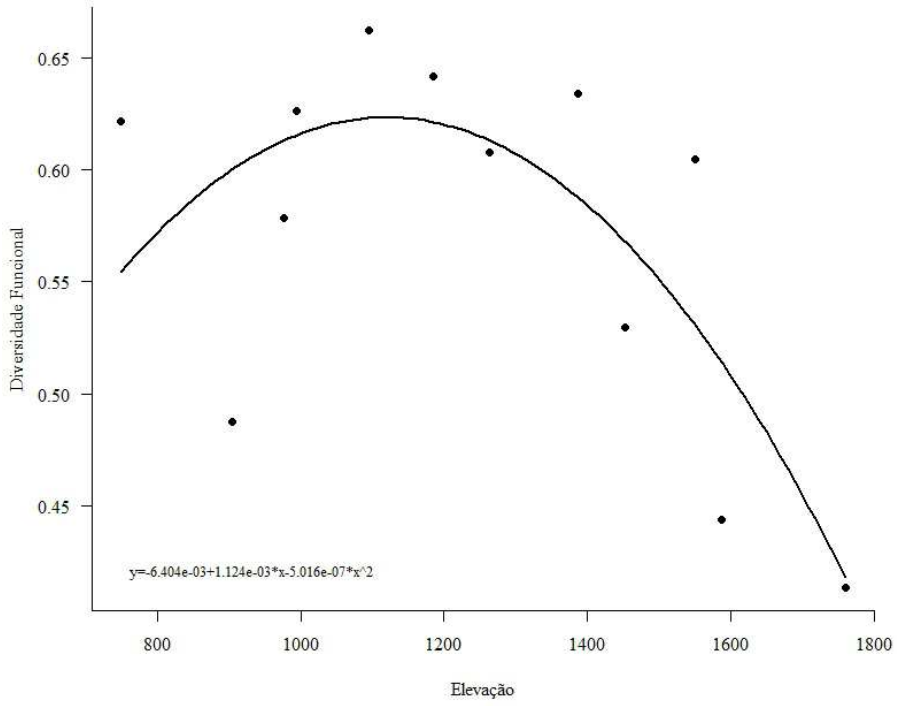

Figura 6: Efeito da altitude sobre a diversidade funcional das espécies de morcegos no Parque estadual do Rio Preto- MG.

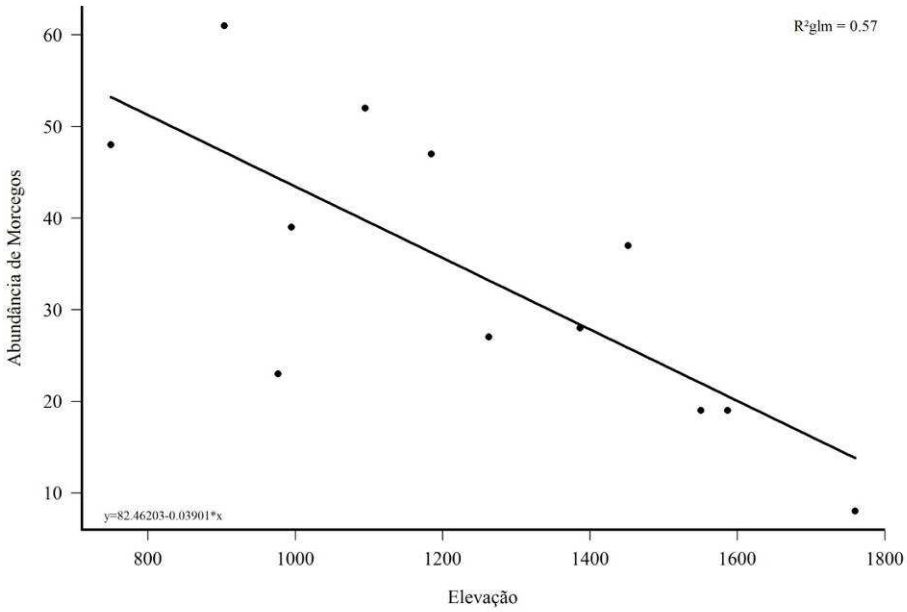

Figura 7: Efeito da altitude sobre da abundância de espécies de morcegos no Parque Estadual do Rio Preto - MG.

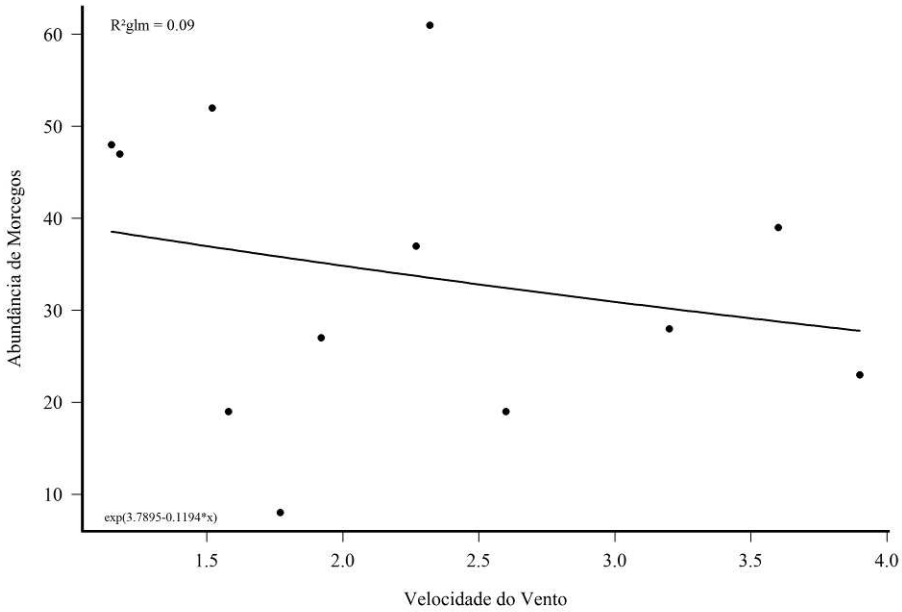

Figura 8: Efeito da velocidade do vento sobre da abundância de morcegos no Parque Estadual do Rio Preto - MG.

Os resultados dos traços funcionais por espécie (Peso, Guilda, Aspect Ratio e Abrigo) retirados da literatura são apresentados na tabela 3 (em anexo), através desses traços foram geradas as diversidades funcionais por pontos amostrais. A redundância funcional não teve relação significativa com a altitude, porém apresentaram valores baixos ao longo do gradiente (Tabela 4).

Tabela 4: Resultados referentes à Riqueza, ao índice de Simpson, a diversidade funcional e a redundância por ponto amostral.

Pontos	**Riqueza**	**Simpson**	**Diversidade Funcional**	**Redundância**
1 (750m)	11	0.878	0.621	0.256
2 (904m)	14	0.710	0.487	0.223
3 (977m)	9	0.831	0.578	0.253
4 (995m)	12	0.874	0.626	0.248
5 (1095m)	14	0.899	0.662	0.237
6 (1185m)	16	0.850	0.641	0.208
7 (1263m)	10	0.864	0.607	0.256
8 (1387m)	10	0.795	0.633	0.162
9 (1452m)	10	0.717	0.529	0.187
10 (1551m)	12	0.875	0.604	0.270
11 (1587m)	6	0.626	0.444	0.182
12 (1760m)	5	0.750	0.413	0.336

Discussão

O padrão de riqueza de espécies de morcegos e a diversidade funcional encontrado no PERP corroboram com nossa hipótese, de que a altitude influencia a riqueza e a diversidade funcional, sendo observada uma maior diversidade em altitudes intermediarias. A velocidade do vento e a elevação também influenciam significativamente a abundância de morcegos ao longo do gradiente altitudinal, sendo esta relação negativa.

Padrões de riqueza de espécies ao longo de gradientes altitudinais dependem não apenas dos fatores bióticos e abióticos, mas também do grupo de estudo (Grytnes and McCain, 2007). De acordo com McCain and Grytnes (2010) em um estudo global sobre riqueza de espécies em gradientes altitudinais, morcegos podem apresentar dois padrões atitudinais de riqueza de espécie, quando a riqueza diminui com o aumento da altitude e quando a riqueza é maior em altitudes intermediárias - *hump-shaped*. O *hump-shaped* ocorre devido à ecotones encontrados entre a base e o topo da montanha, existindo uma sobreposição de espécies em direção ao centro, resultando em uma curva com a máxima diversidade no ponto médio da montanha. Esses mesmos autores descrevem outra hipótese, a de que ações antrópicas como desflorestamento podem causar uma curva *hump-shaped*. Entretanto, acreditamos que essa não deve ser a explicação mais plausível em nossa área de estudo, já que o PERP é uma unidade de conservação estabelecida e bem manejada, apresentando baixa pressão de ameaças e baixa vulnerabilidade, além de possuir a gestão mais eficiente entre os parques estatuais de Minas Gerais (RAPPAM Minas Gerais, 2016). Sendo assim, possivelmente os efeitos das ações antrópicas são mínimos, tanto nas áreas de menores altitudes como nas áreas

de maiores altitudes. Para morcegos, a característica do habitat, fatores abióticos e disponibilidade de recursos são determinantes para a riqueza de espécies ao longo do gradiente altitudinal (Graham 1990, Patterson and Solari 1996, Willig and Stevens 2003, McCain 2007). O *hump-shaped* encontrado no PERP corrobora com outros estudos de morcegos em gradientes altitudinais Pierson et al. (2001) nos Estados Unidos; McCain and Grytnes (2010) analise global; Curran et al. (2012) em Malawi; Piksa et al. (2013) na Polônia, Stevens et al. (2013) no Brasil.

Para a Cadeia do Espinhaço estudos foram realizados em gradientes altitudinais de 800 a 1400m como Vasconcelos et al. (2001) entre os anos de 1994 a 2000, descrevendo 22 espécies de aves que são restritas a altitudes superiores e 61 espécies foram consideradas generalistas de altitudes. Coutinho et al. (2015) pesquisaram fungos micorrízicos arbusculares e relataram que a maior diversidade desses organismos foi registrada em elevações intermediárias. Carneiro et al. (2005) registrou, entre elevações de 900 a 1300m, a maior riqueza de espécie de insetos galhadores em altitudes intermediarias. Em 2009 esse mesmo autor publicou registros de insetos galhadores, entre altitudes de 668 a 1860m e também observou a maior riqueza em elevações intermediárias. Esses estudos apresentam resultados semelhantes ao nosso, uma curva de *hump-shaped*. Em contraste, Costa et al. (2015) observou entre altitudes de 800 a 1400m, a maior riqueza de formigas em altitudes baixas, porém o final da curva gerada pelo GLMs é igual o nosso resultado. McCain (2007) acredita que existe maior riqueza de espécies em altitudes intermediarias, quando as montanhas são com bases secas e áridas, como é o caso do nosso estudo e dos trabalhos citados a cima.

Apesar da altitude ter tido efeito significativo sobre riqueza, diversidade funcional e abundância de morcegos é provável que outros fatores estão influenciando o

padrão encontrado. Nossos resultados demonstram que a abundância de morcegos é influenciada pela altitude e a velocidade do vento . Cowell et al. 2004 descrevem que fatores como clima, produtividade, complexidade topográfica e histórica, podem influenciar a riqueza e a abundância de espécies em gradientes altitudinais. Além desses fatores McCain (2007) cita que a disponibilidade de água também pode influenciar tanto o decréscimo linear de espécies com o aumento da altitude, como o *hump-shaped*, esse mesmo autor cita que a área pode também pode alterar esses dois padrões. O padrão linear encontrado (aumento da elevação gera um decréscimo na abundância) corrobora com nossas predições relacionadas à altitude. Esse mesmo padrão linear foi observado para a relação entre velocidade do vento e abundância (quanto maior a velocidade do vento, menor é a abundância), sendo que ventos direcionais em determinados ângulos, influenciam negativamente o voo de morcegos (Sapir et al. 2014), isso é, a velocidade do morcego no ar diminui com o aumento da velocidade do vento.

De acordo com Cianciaruso et al. (2009), a diversidade funcional geralmente é associada com a riqueza de espécies: se a riqueza aumenta geralmente a diversidade funcional também aumenta, como foi observado no nosso estudo. Nos trópicos, morcegos são geralmente uns dos grupos com maior diversidade e provém importantes serviços ecossistêmicos como dispersão de sementes, polinização e controle de população de insetos (Kunz et al. 2011). Sobre esse contexto as áreas intermediárias apresentam uma maior riqueza de espécies e consequentemente uma maior diversidade funcional e podem conceder mais serviços ambientais, sendo dessa maneira, áreas importantes para conservação.

A redundância funcional apresentou valores baixos, sugerindo que as espécies de morcegos possuem traços funcionais pouco semelhantes. Esse fato implica que todas as espécies desempenham um papel específico e que a perda de qualquer espécie pode ter grandes efeitos sobre o funcionamento do sistema. Desce modo enfatizamos a importância de preservar a comunidade de morcegos do PERP, a fim de auxiliar no funcionamento do ecossistema.

Observando a composição de espécies registradas, analisamos a não existência de *turnover* de espécies ao longo de gradiente altitudinal. Resultado semelhante ao nosso em um estudo na África do Sul, descreve que a composição de morcegos não foi afetada pela altitude (Linden et al. 2014). Em contraste, Martins et al. (2015) observou uma diferença na composição de espécies de morcegos ao longo de um gradiente altitudinal com variação de 2000 m. Acreditamos que quanto maior a variação altitudinal, maior é a possibilidade de existir *turnover* de espécies.

Conclusão

Os resultados desse estudo demonstram que a altitude influencia a riqueza de espécies e a diversidade funcional de morcegos, sendo os maiores valores observados em elevações intermediarias. Além disso, a altitude e a velocidade do vento também influenciam a abundância de morcegos, diminuindo linearmente com o aumento da elevação. Ao longo do gradiente altitudinal a redundância funcional é considerada baixa e não houve *turnover* de espécies. Entre as espécies capturadas algumas são classificadas como raras, deficientes em dados e/ou ameaçadas de extinção. O resultado desse trabalho ressalta a importância de preservar áreas com variação altitudinal, tal como encontrada na região da Cadeia do Espinhaço.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S. Fisiografia. In: SILVA, A. C. et al. 2005. Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes. Belo Horizonte: O Lutador. p. 47-58.

BEGON, M., TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. 2007. Ecologia: de indivíduos a ecossistemas. 4 ed. Artmed, Porto Alegre, p.550-577.

BEJARANO-B, D. A., YATE-R & A., BERNAL-B., M. H. 2007. Diversidad y distribución de la fauna quiroptera en un transecto altitudinal en el departamento del Tolima, Colombia. Caldasia 29(2):297-308.

BELLO, F., LEPŠ, J., LAVOREL, S. & MORETTI, M. 2004. Importance of species abundance for assessment of trait composition: an example based on pollinator communities. Community Ecology 8(2):163-170.

BERNARD, E. & FENTON, M.B. 2003. Bat mobility and Roosts in a Fragmented Landscape in Central Amazonia, Brazil. Biotropica 35(2):262-277.

BIANCONI, G.V., GREGORIN, R. & CARNEIRO, D.C. 1996. Range extension of the Peale's Free-tailed Bat Nyctinomops aurispinosus Molossidae) in Brazil. Biota Neotrop., 9(2): 267-270

BOTTA-DUKÁT, Z. 2005. Rao's quadratic entropy as a measure of functional diversity based on multiple traits. – J. Veg. Sci. 16: 533 – 540.

BORDIGNON, M.O. & FRANçA, A.O. 2009. Riqueza, diversidade e variação altitudinal em uma comunidade de morcegos filostomıdeos (Mammalia: Chiroptera) no centro-oeste do Brasil. Chir. Neotrop. 15:425-433.

CATENAZZI, A.; LEHR, E. & VON MAY, R. 2013. The amphibians and reptiles of Manu National Park and its buffer zone, Amazon basin and eastern slopes of the Andes, Peru. Biota Neotropica 13(4): 269-283

CARNEIRO, M.A.A., FERNANDES, G.W. & DE SOUZA, O.F.F. 2005. Convergence in the variation of local and regional galling species richness. Neotrop. Entomol. 34(4):547-553.

CARNEIRO, M.A.A., BORGES, R.A.X., ARAÚJO, A.P.A. & FERNANDES, G.W. 2009. Insetos indutores de galhas da porção sul da Cadeia do Espinhaço, MG. Rev. Bras. Entomol. 53:570-592.

CIANCIARUSO, M. V.; SILVA, I. A.; BATALHA, M. A. 2009. Diversidades filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. Biota Neotropica, Campinas, v. 9, n. 3:1-11.

COLWELL, R. K., MAO, C. X., & CHANG, J. 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Ecology. 85:2717-2727.

COSTA, F.V., MELLO R., LANA, T.C. & NEVES, F.S. 2015. Ant fauna in megadiverse mountains: a checklist for the rocky grasslands. Sociobiology 62(2): 228-245.

COSTA, L.P., LEITE, Y.L.R. & MENDES, S.L. 2005. Mammal Conservation in Brazil. Conserv. Biol. 19(3):672-679.

COUTINHO, E. S., FERNANDES, G.W., BERBARA, R.L.L., VALÉRIO, H.M. & GOTO, B.T. 2015.Variation of arbuscular mycorrhizal fungal communities along an altitudinal gradient in rupestrian grasslands in Brazil. Mycorrhiza (2015) 25:627‑638.

CURRAN, M., KOPP, M., BECK, J. & FAHR, J. 2012. Species diversity of bats along an altitudinal gradient on Mount Mulanje, southern Malawi. Journal of Tropical Ecology, 28:243-253

DEBASTIANI V.J & PILLAR V.D. 2012. SYNCSA — R tool for analysis of metacommunities based on functional traits and phylogeny of the community components. Bioinformatics 28: 2067-2068.

DEHLING, D.M., TÖPFER, T., SCHAEFER, H.M., JORDANO, P., BÖHNING-GAESE, K. SCHLEUNING, M. 2014. Functional relationships beyond species richness patterns: trait matching in plant-bird mutualisms across scales. Global Ecology and Biogeography 23, p.1085-1093.

DIAS, D. & PERACCHI, A.L. 2008. Quirópteros da Reserva Biológica do Tinguá, estado do Rio de Janeiro, sudeste do Brasil (Mammalia: Chiroptera). Rev. Bras. Zool. 25(2):333-369.

DÍAZ S, FARGIONE J, STUART CHAPIN F III, TILMAN D (2006) Biodiversity loss threatens human well-being. PLoS Biol 4(8): p277.

EMMONS, LOUISE H. & FEER, FRANÇOIS 1999. Mamíferos de los bosques húmedos de América tropical: Una guía de campo Santa Cruz, Bolivia: Editorial F.A.N., p.298.

EISENBERG, J. 1989. Mammals of the Neotropics. The University of Chicago Press, Chicago.

ESBÉRARD, C.E.L. 2004. Morcegos no Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p.238.

ETEROVICK, P.C., CARNAVAL, A.C.O.Q., BORGESNOJOSA, D.M., SILVANO, D.L., SEGALLA, M.V. & SAZIMA, I. 2005. Amphibian declines in Brazil: an overview. Biotropica 37(2):166-179.

FERRO, I. & BARQUEZ, R.M. 2014. Distributional patterns of small mammals along elevational gradients in northwestern Argentina. Revista Mexicana de Biodiversidad 85:472-490.

GANNON, M.R, M.R. WILLIG & J.K. JONES-JR. 1989. Sturnira lilium. Mammalian species 333:1-5.

GASTON, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. Nature 405:220-227.

GERALDES M.P. 1999. Aspectos ecológicos da estruturação de um conjunto taxionômico de morcegos na região de Ariri (Cananéia, SP). Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia. Universidade de São Paulo. São Paulo. p.128

GOODMAN, S. M., A. ANDRIANARIMISA, L.E. OLSON & V. SORIMALALA, 1996. Patterns of elevational distribution of birds and small mammals in the humid forests of Montagne D'Ambre, Madagascar.Ecotropica, v.2:87-98.

GRAHAM, G. L. 1983. Changes in bat species diversity along an elevational gradient up Peruvian Andes. Journal of Mammalogy, 64: 559–571.

GRAHAM, G. L. 1990. Bats versus birds: comparisons among Peruvian vertebrate faunas along an elevational gradient. J. Biogeogr. 17: 657-668.

GRYTNES, J.A., MCCAIN, C.M. 2007. Elevational trends in biodiversity. Encyclopedia of Biodiversity. p.1-8.

HEANEY, L.R., HEIDEMAN, P.D., RICKART, E.A., UTZURRUM R.B. & KLOMPEN, J.S.H. (1989) Elevational zonation of mammals in the central Philippines. Journal of Tropical Ecology, 5:259–280.

HEANEY, L. R. 2001. Small mammal diversity along elevational gradients in the Philippines: an assessment of patterns and hypotheses. Global Ecol. Biogeogr. 10:15-39.

HORNER, M. A., FLEMING, T. H. AND SAHEY, C. T. 1998, Foraging behaviour and energetics of a nectar-feeding bat, *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae). Journal of Zoology, 244: 575–586.

CHRISTOPHE, J. & ANTOINE, G. 2001. Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. Journal of Applied Ecology, 38:1169–1181.

IUCN 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org. (último acesso em 03/06/2016).

JABERG, C. & GUISAN, A. (2001) Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. Journal of Applied Ecology, 38, 1169 –1181.

JUSTE, B.J. & PÉREZ DEL VAL, J. 1995. Altitudinal variation in the subcanopy fruit bat guild in Bioko Island, Equatorial Guinea, Central Africa. Journal of Tropical Ecology, 11:141–146.

KAÑUCH, P. & KRISTÍN, A. 2006. Altitudinal distribution of bats in the Polàna Mts area (Central Slovakia). Biologia, Bratislava 61:605–610.

KÖRNER, C. 2000. Biosphere responses to CO2 enrichment. Ecol. Appl., 10: 1590-1619.

KUNZ, T.H., DE TORREZ, E.B, BAUER, D, LOBOVA, T & FLEMING, T.H. 2011. Ecosystem services provided by bats. Ann. N.Y. Acad. Sci. 1223: 1-38,

LINDEN, V. M. G., WEIER, S. M., GAIGHER, I., KUIPERS, H. J., WETERINGS, MARTIJN J. A. & TAYLOR, P. J. 2014. Changes of Bat Activity, Species Richness, Diversity and Community Composition Over an Altitudinal Gradient in the Soutpansberg Range, South África. Acta Chiropterologica, 16(1): 27–40.

LESSA, L.G. 2005. Mamíferos não voadores. In: Silva, A. C., Pedreira, L. C. V. S. F., & Abreu, P. A. (eds). Serra do Espinhaço Meridional: paisagens e ambientes. p.233-243.
LOREAU, M. 2004. Does functional redundancy exist? Oikos 104(3), p.606-611.

MCCAIN, C.M. 2007. Could temperature and water availability drive elevational diversity? A global case study for bats. Global Ecol. Biogeogr. 16:1-13.

MCCAIN, C.M. 2007b. AREA AND MAMMALIAN ELEVATIONAL DIVERSITY. Ecology, 88(1):76–86.

MCCAIN, C. M. & GRYTNES J.-A. 2010. Elevational gradients in species richness. In Encyclopedia of life sciences (ELS). John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, p. 1–10.

MCGUIRE, L.P. & BOYLE, W.A. 2013. Altitudinal migrations in bats: evidence, patterns, and drivers. Biological Reviews 88:767–786.

MEYER, W.M., HAYES, K.A. & MEYER, A.L. 2008. Giant African snail, Achatina fulica, as a snail predator. Am. Malacol. Bull. 24:117-119.

MARTINS, M.A., CARVALHO, W.D., DIAS, D., FRANÇA, D.S., OLIVEIRA, M.B., PERACCHI, A.L. 2015. Acta Chiropterologica, 17(2), p.401–409.

MMA 2014. Ministério Do Meio Ambiente. Lista das espécies de fauna ameaçadas de extinção. Disponível em: http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies.htm

MORAS, L. M., BERNARDI, L.F.O., GRACIOLLI, G., & GREGORIN, R. 2013. Bat flies (Diptera: Streblidae, Nycteribiidae) and mites (Acari) associated with bats (Mammalia: Chiroptera) in a high-altitude region in southern Minas Gerais, Brazil. Acta Parasitologica, 58(4):556–563.

NASCIMENTO, L.B., WACHLEVSKI, M. & LEITE, F. 2005. Anuros. In Serra do espinhaço Meridional (A.C. Silva, L.C.V.F. Pedreira & P.A.A. Abreu, eds.). O Lutador, Belo Horizonte, p.209-230.

NEVES, S. C.; ALMEIDA-ABREU, P. A.; FRAGA, L. M. S. 2005. Fisiografia. In: SILVA, A. C. et al. Serra do Espinhaço Meridional: Paisagens e Ambientes. Belo Horizonte: O Lutador, p.47-58.

NORBERG, U.M. & RAYNER, J.M.V. 1987. Ecological morphology and flight in bats (Mammalia, Chiroptera): wing adaptations, flight performance, foraging strategy and echolocation. Philosophical transactions of the Royal Society of London, Series B, Biological Sciences, 1179(316):335–427.

NORBERG, U.M. 1998. Morphological adaptations for flight in bats. In: Bat biology and onservation (edited by Kunz, T.H. & Racey, P.A.), pp. 93-108.

OKSANEN, J., BLANCHET, F.G., KINDT, R., LEGENDRE, P., MINCHIN, P.R., O'HARA, R.B., SIMPSON, SOLYMOS, P., HENRY, STEVENS, M.H. & WAGNER H.(2015). Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.3-2. http://CRAN.R-project.org/package=vegan

OLIVEIRA, J.A. & PESSÔA, L.M. 2005. Mamíferos da Chapada Diamantina, Bahia. In Biodiversidade e conservação da Chapada Diamantina (F.A. Juncá, L. Funch & W. Rocha, eds.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p.377-405.

PATTERSON, B. D., PACHECO, V. & SOLARI, S. 1996. Distribution of bats along an elevational gradient in the Andes of south-eastern Peru. Journal of Zoology (London), 240: 637–658.

PATTERSON, B.D., STOTZ, D.F., SOLARI, S., FITZPATRICK, J.W. & PACHECO, V. 1998. Contrasting patterns of elevational zonation for birds and mammals in the Andes of southeastern Peru. J. Biogeogr. 25:593-607.

PEDRO, W.A. & TADDEI, V.A. 1998. Bats from Southwestern Minas Gerais, Brazil (Mammalia: Chiroptera). Chirop. Neotrop. 4(1):85-88.

PIANKA, E. R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity, a review of concepts. The American Naturalist, 100:33–46.

PIKSA, K., NOWAK J., ŻMIHORSKI, M. & BOGDANOWICZ, W. 2013. Nonlinear distribution pattern of hibernating bats in caves along an elevational gradient in mountain (Carpathians, Southern Poland). PLoS ONE, 8: e68066.

PIERSON, E., RAINEY, W., CORBEN C. (2001). Seasonal Patters of Bats distribution along an altitudinal gradient in the Sierra Nevada. California department of Transportation. The Yosemite associantion. p.1-86.

PUGLIESE, A., POMBAL, J. P., JR., & SAZIMA, I. (2004) A new species of Scinax (Anura: Hylidae) from rocky montane fields of Serra do Cipó, Southeastern Brazil. Zootaxa, 688:1–15.

R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL https://www.R-project.org/

RAHBEK, C. 1995. The elevational gradient of species richness a uniform pattern. Ecography 18: 200–205.

RAHBEK, C. 2005. The role of spatial scale and the perception of large-scale species–richness patterns. Ecol. Lett. p.224-239.

RAPPAM. 2016. Implementação da Avaliação Rápida e Priorização da Gestão de Unidades de Conservação (RAPPAM) em Unidades de Conservação estaduais de Minas Gerais. DF, WWF-Brasil. 102p.

REIS, N.R., FREGONEZI, M.N., PERACCHI, A.L. & SHIBATTA, O.A. 2013. Morcegos do Brasil: Guia de campo. Londrina, p.253.

RODRIGUES, M.T. 2005. The Conservation of Brazilian Reptiles: Challenges for a Megadiverse Country. Conservation Biology 19(3):659-664.

SANDERS, N. & RAHBEK, C. 2012. The patterns and causes of elevational diversity gradients. Ecography 35: 1–3.

SAPIR N, HORVITZ N, DECHMANN DKN, FAHR J, WIKELSKI M. 2014. Commuting fruit bats beneficially modulate their flight in relation to wind. Proc. R. Soc. B. 281: 20140018.

STEVENS, G. C. 1992. The elevational gradient in altitudinal range: an extension of rapoport's latitudinal rule to altitude. American naturalist 140, p.893-911.

STEVENS, R. D., COX, S. B, STRAUSS, R., WILLIG, M. R. 2003. Patterns of functional diversity across an extensive environmental gradient: vertebrate consumers, hidden treatments and latitudinal trends. Ecology Letters, 6: 1099–1108.

STEVENS, R. D. 2013. Gradients of Bat Diversity in Atlantic Forest of South America: Environmental Seasonality, Sampling Effort and Spatial Autocorrelation. BIOTROPICA 45(6):764–770.

TILMAN, D. (2001). Functional diversity. In: Encyclopedia of Biodiversity, Volume 3(ed. Levin, S.A.). Academic Press, San Diego, CA,pp. 109–120.

VASCONCELOS, M.F. & MELO Jr., T.A. 2001. An ornithological survey of Serra do Caraça, Minas Gerais, Brazil. Cotinga 15(1):21-31.

VITTA, F.A. 2002. Diversidade e conservação da flora nos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço em Minas Gerais. In Biodiversidade, conservação e uso sustentável da flora do Brasil (E.L. Araújo, A.N. Moura; E.S.B. Sampaio, L.M.S. Gestinari, & J.M.T. Carneiro, eds.). Imprensa Universitária - UFRPE, Recife, p.90-94.

WILLIG, M.R., KAUFMAN, D.M., STEVENS, R.D. 2003. Latitudinal gradients of biodiversity: pattern, process, scale, and synthesis. Annu. Rev. Ecol. Syst. 34:273-309

WILLIAMS, S. E., SHOO, L. P., HENRIOD, R. & PEARSON, R. G. 2012. Elevational gradients in species abundance, assemblage structure and energy use of rainforest birds in the Australian Wet Tropics Bioregion. Austral Ecology, 35:650–664.

Anexo

Tabela 3: Traços funcionais das espécies utilizados para cálculo da diversidade funcional.

Espécies	**Peso**	**Guilda**	**Aspect ratio**	**Abrigo**
Anoura caudifer	10.1	Nect	5.1	Tron-Cav
Anoura geoffroyi	14	Nect	7.2	Tron-Cons
Artibeus lituratus	66.5	Frug	6.1	Cav-Fo
Artibeus obscurus	32	Frug	6.4	Fo-Tron
Artibeus planirostris	53.5	Frug	6.4	Fo-Tron
Carollia perspicillata	16.5	Frug	6.1	Cav-Fo-Cons
Chiroderma doriae	22	Frug	6.4	Fo-Tron-Cav-Cons
Molossops temminckii	6	inset	NA	Tron
Dermanura cinerea	13	Frug	NA	Fo
Desmodus roduntus	41	Hema	6.7	Tron-Cav
Diphyla ecaudata	25.5	Hema	6.7	Tron-Cav
Eumops perotis	64	inset	9.5	Cav
Glossophaga soricina	9.45	Nect	6.4	Fo-Tron-Cav-Cons
Glyphonycteris behnii	19	inset	6.2	Tron-Cav
Histiotus velatus	13	inset	6.7	Cons
Lonchophylla sp	10,5	Nect	NA	Tron-Cav
Micronycteris schmidtorum	7.4	inset	5.7	Tron
Myotis nigricans	4.5	inset	6.5	Fo-Tron-Cav-Cons
Pygoderma bilabiatum	21.5	Frug	NA	Fo
Platyrrhynus lineatus	27	Frug	6.4	Fo-Tron-Cav-Cons
Sturnira lilium	19.4	Frug	6.5	Fo-Tron-Cav-Cons
Uroderma magnirostrum	16	Frug	6.4	Fo

NA= dado não encontrado na literatura. Nect= nectarívoro; Frug= frugívoro; Inset= insetívoro; Hema= hematófago. Tron= tronco, Cav=caverna, Fo=Foliar, Cons= construção.