

CENTRO DE ESTATÍSTICA APLICADA**RELATÓRIO DE ANÁLISE ESTATÍSTICA APLICADA – 06P17**

TÍTULO: Relatório de Análise Estatística sobre o Projeto: “Estudo da Comunidade de Morcegos no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – São Paulo: Uma Comparação com Trajano (1981)”.

PESQUISADOR: Ives Simões Arnoni

ORIENTADORA: Eleonora Trajano

INSTITUIÇÃO: Departamento de Zoologia
Instituto de Biociências da USP

FINALIDADE: Dissertação de Mestrado

RESPONSÁVEIS PELA ANÁLISE: Nelson Ithiro Tanaka
André Giannecchini
Luis Gabriel Marques Reginato

REFERÊNCIAS DESTE TRABALHO:

TANAKA, N.I.; GIANNECCHINI, A. e REGINATO, L.G.M. **Relatório de análise estatística sobre o projeto: “Estudo da Comunidade de Morcegos no Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira – São Paulo: Uma Comparação com Trajano (1981)”**. São Paulo, IME-USP, 2006. (RAE – CEA – 06P17).

FICHA TÉCNICA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

DOMINGOS, M. D. (2002). **Limnologia do Rio Betari (Iporanga, SP) e a relação com o estado de conservação de sua bacia hidrográfica – subsídios para o desenvolvimento sustentável**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Carlos, SP.

HOLSINGER, J. R. e CULVER, D. C. (1988). The invertebrate cave fauna of Virginia and a part of eastern Tennessee: Zoogeography and ecology. **Brimleyana**, **14**, 1-162.

LIM, B. K. e ENGSTROM, M. D. (2001). Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokama Forest, Guyana, and the guyanan subregion: implications for conservation. **Biodiversity and Conservation**, **10**, 613-657.

PAULA, G.A. (2004). **Modelos de regressão com apoio computacional**, IME-USP, versão preliminar, 245p.

REIS, N. R.; MUELLER, M. F.; SOARES, E. S. e PERACCHI, A. L. (1993). Lista e chave de quirópteros do Parque Estadual Mata do Godoy e arredores, Londrina, PR. **Semina: Ci. Biol./Saúde, Londrina**, **14**, 120-126.

TRAJANO, E. (1981). **Padrões de distribuições e movimentos de morcegos cavernícolas no vale do alto Ribeira de Iguape**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 154p.

TRAJANO, E. (1985). Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudoeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, **2**, 255-320.

MOLENBERGHS, G. e VERBEKE, G (2005). **Models for Descretelon longitudinal Data**, New York, Springer, 567p.

VIZOTTO, L. D. e TADDEI, V. A. (1973). Chave para determinação de quirópteros Brasileiros. **Bol. Ciênc. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São José do Rio Preto, São José do Rio Preto, 1, 1-72.**

PROGRAMAS COMPUTACIONAIS UTILIZADOS:

Microsoft Excel (versão 2002)

Microsoft Word (versão 2002)

R 2.0.1 – A Language and Environment Copyright, 2004

The SAS System for Windows V8

TÉCNICAS ESTATÍSTICAS UTILIZADAS:

Análise Descritiva Unidimensional (03:010)

Regressão Não Linear (07:140)

ÁREA DE APLICAÇÃO:

Ciências do Ambiente e Ecologia (14:060)

ÍNDICE

Resumo.....	6
1. Introdução.....	7
2. Objetivos.....	8
3. Descrição do Estudo.....	8
4. Descrição das Variáveis.....	9
5. Análise Preliminar dos Dados	
5.1 Estudo Comparativo.....	10
5.2 Estudo da comunidade atual de morcegos no entorno das cavernas e da mata.....	12
6. Análise Inferencial	
6.1 Estudo Comparativo.....	14
6.2 Estudo da comunidade atual de morcegos no entorno das cavernas e da mata.....	17
7. Conclusões.....	19
Apêndice A – Tabelas de freqüências absolutas do número de indivíduos por caverna, em 1979 e 2006.....	21
Apêndice B – Ordenações.....	28
Apêndice C – Gráficos do Estudo Comparativo.....	33
Apêndice D – Gráficos de freqüências relativas das espécies mais abundantes capturadas nas cavernas e na mata.....	44
Apêndice E – Gráficos da evolução das freqüências relativas das espécies nas 10 cavernas e na mata.....	51
Apêndice F – Gráficos de diagnóstico e envelopes dos modelos testados.....	55
Apêndice G – Modelo do estudo comparativo.....	60
Apêndice H – Modelo do estudo da comunidade atual de morcegos.....	63

Resumo

Esse trabalho visou comparar a fauna de morcegos atual no parque do PETAR com a fauna encontrada ali em 1979 (Trajano, 1981). Também foram comparadas as capturas de morcegos em uma região de mata com as capturas realizadas nas cavernas.

Uma análise descritiva foi feita usando gráficos de frequência relativa das principais espécies em cada um dos diferentes locais de captura, e também da frequência relativa nos vários locais para cada uma das principais espécies. Um índice de abundância da literatura, também utilizado em Trajano (1981), foi calculado.

Na parte inferencial foi utilizada a distribuição Binomial Negativa para modelar os dados para os dois estudos realizados, uma vez que a distribuição Poisson não modela a super dispersão apresentada pelos dados.

Concluiu-se que são capturados, em média, mais morcegos hoje em dia do que na época estudada em Trajano (1981), e também que espera-se capturar, em média, para algumas cavernas, um número de morcegos semelhante ao apresentado pela mata, fixadas as variáveis mês e espécie.

1. Introdução

Por apresentarem estabilidade climática e raridade de outros mamíferos, aves, répteis e artrópodes predadores ou competidores (Trajano, 1985), as cavernas são abrigos naturais para morcegos. Das 148 espécies de morcegos identificadas no Brasil, 42 já foram encontradas vivendo em cavernas.

Animais regularmente encontrados em cavernas mas que necessitam retornar periodicamente à superfície para completar seu ciclo de vida são chamados troglóxenos segundo o sistema de Schinner-Racovitza (Holsinger & Culver 1988). Tal denominação se aplica aos morcegos que costumam utilizar as cavernas pois estas servem de abrigo diurno, pouso de alimentação e local de reprodução.

Estudos com morcegos cavernícolas são freqüentes na literatura, porém, ainda não existem estudos comparativos de longo prazo de comunidades em regiões específicas brasileiras.

Trajano (1981) desenvolveu um estudo sobre a ecologia de populações de morcegos cavernícolas no Parque Estadual Turístico do Alto da Serra – PETAR, localizado no sul do Estado de São Paulo. Passados 25 anos, deseja-se evidenciar possíveis perturbações ocorridas nessa fauna, que é a motivação do presente trabalho.

Um aumento considerável do turismo no PETAR nas últimas duas décadas (Domingos, 2002) contribui para a importância do monitoramento da fauna de morcegos nessa região.

Em geral, a distribuição Poisson é utilizada para modelar dados de contagem. Mas como será visto neste trabalho ela mostra-se pouco eficiente quando existe super dispersão dos dados. Isto ocorre porque na Poisson a variância deve ser igual à média, o que não é observado aqui. Uma possível alternativa, considerada neste trabalho, é a distribuição Binomial Negativa, que possui um parâmetro de dispersão que relaxa a hipótese que amarra a Poisson.

2. Objetivos

O objetivo desse trabalho é avaliar possíveis mudanças na comunidade de morcegos da região do PETAR, tanto no aspecto quantitativo quanto de diversidade, tendo como base de comparação o trabalho de Trajano (1981).

Um segundo estudo visa conhecer o povoamento de morcegos no entorno de cavernas e em um ponto específico da mata.

3. Descrição do Estudo

O PETAR foi criado em 1958 para proteger as inúmeras cavernas presentes na região. Localizado na bacia hidrográfica do Vale do Ribeira, possui mais de 36 mil hectares e faz parte do Complexo Ecológico da Serra de Paranapiacaba.

O presente estudo restringe-se às seguintes cavernas situadas naquela área: Alambari de Baixo, Águas Quentes, Córrego Seco, Santana, Morro Preto, Couto, Água Suja, Areias de Cima, Areias de Baixo e Betari. Tal seleção foi feita em semelhança com a realizada por Trajano (1981).

O trabalho de campo consiste em viagens mensais ao longo de um ano, com duração de cerca de dez dias cada. O mês inicial das coletas foi fevereiro de 2006 e portanto, a previsão para o término é janeiro de 2007. As coletas são realizadas com o intuito de seguir rigorosamente os métodos adotados por Trajano (1981), inclusive na localização das redes para a captura dos animais.

Os morcegos foram coletados em semanas de lua minguante ou nova, utilizando-se redes de neblina (*mist-net*) de 12 x 2,5 metros (dimensões do comprimento e altura, respectivamente). As capturas começavam uma hora antes de escurecer e terminavam duas horas e meia após escurecer.

As redes foram colocadas nas entradas das cavernas. Os dados referentes às redes colocadas em lugares diferentes dos adotados por Trajano (1981) não serão considerados no estudo das comparações das populações daquela época e da atual.

Para o estudo da comunidade atual foram capturados morcegos na região da mata, no entorno das cavernas. Nestes locais, as redes foram armadas em possíveis corredores de voo, transversalmente ao fluxo.

Após a captura os morcegos eram colocados em sacos de algodão para posterior identificação da espécie. Esta identificação foi feita utilizando-se as chaves de identificação de Vizotto & Taddei (1973), Reis *et al* (1993) e Lim & Engstrom (2001). Também foi utilizado como referência auxiliar uma coleção de material do projeto de Trajano (1981), que se encontra na Seção de Mamíferos do Museu de Zoologia da USP.

Um aspecto importante a ser considerado é em relação às características geográficas dos anos a serem comparados no estudo. Ambos os anos considerados apresentaram condições ambientais normais caracterizadas por ausência de enchentes e clima estável.

Esta análise estatística leva em conta os dados coletados de fevereiro até julho de 2006, o que corresponde à metade das observações previstas. Os resultados poderão e deverão ser atualizados à medida que novos dados forem incorporados ao estudo. No estudo comparativo os resultados obtidos em Trajano (1981) foram recalculados considerando-se apenas os meses disponíveis em 2006 para compatibilização das comparações.

4. Descrição das Variáveis

As variáveis consideradas no estudo comparativo são:

Variável resposta:

- Números de morcegos coletados.

Variáveis controle:

- Local da captura: 10 cavernas observadas nos dois estudos – Alambari, Betari, Couto, Água Suja, Córrego Seco, Morro Preto, Areias de Cima, Areias de Baixo, Águas Quentes e Santana.

- Mês: de fevereiro a julho.
- Espécie.
- Ano: 1979 e 2006.

No estudo dos dados atuais:

Variável resposta:

- Números de morcegos coletados.

Variáveis controle:

- Local da captura: 10 cavernas (as mesmas do estudo comparativo) e a mata.
- Mês: de fevereiro a julho.
- Espécie - *Desmodus rotundus*, *Artibeus fimbriatus*, *Carollia perspicillata*, *Diphylla ecaudata*, *Lonchorhina aurita* e *Artibeus lituratus*.

5. Análise Preliminar dos Dados

5.1 Estudo comparativo

Trajano (1981) não dispunha de meios para diferenciar as espécies *Artibeus lituratus* e *Artibeus fimbriatus*, de forma que ambas foram identificadas como *Artibeus lituratus*. Assim, essas duas espécies – diferenciadas no estudo atual – foram agrupadas no estudo comparativo, recebendo a identificação de *Artibeus sp.*

No apêndice A encontram-se os números absolutos de morcegos coletados para os meses de coleta dos dois anos de estudo. A partir dessas tabelas, pode-se perceber que as freqüências absolutas são pequenas, havendo muitas freqüências iguais a zero. As maiores freqüências relativas foram encontradas para a espécie *Desmodus rotundus*, na caverna Betari (Tabela A.2) para os anos de 1979 e 2006 e para a caverna Areias de Cima (Tabela A.7), apenas para o ano de 2006. Por esta razão optou-se por

não fazer uma comparação mês a mês das frequências de capturados e sim utilizar um índice de abundância – obtido na literatura da área (Trajano, 1981) e definido como o produto entre a porcentagem de cavernas onde a espécie está presente e o número total de capturas – além de gráficos de números de espécies que apareceram mensalmente. A ordenação das espécies segundo esse índice encontra-se no apêndice B.

Observa-se a predominância da espécie *Desmodus rotundus*, que foi capturada em 9 das 10 possíveis cavernas com um total de 223 capturas, sendo seguida das espécies *Carollia perspicillata* e *Artibeus sp*, com 42 capturas.

Considerando-se o índice de abundância (IA), a espécie *Desmodus rotundus* é a líder com um valor de 20.070,0. A segunda posição é ocupada pela espécie *Carollia perspicillata* com um valor de 3.780,0. *Artibeus sp* aparece em terceiro, com 2.520,0.

A Tabela B.2 traz a ordenação produzida pelos dados de 2006. Novamente observa-se a abundância da espécie *Desmodus rotundus*, da qual houve 182 capturas em 6 cavernas, seguido por *Lonchorhina aurita*, com 137 capturas em 7 cavernas. Assim, considerando o IA, *Desmodus rotundus* ocupa a primeira colocação, com 10.920,0, seguida pela espécie *Lonchorhina aurita* com 9.590,0. Em terceiro lugar, aparece *Carollia perspicillata* com 9.090,0, sendo que esta foi capturada em 9 das 10 cavernas.

Juntando-se as duas ordenações, produz-se a Tabela 5.1 que mostra o posto do IA das principais espécies nos dois estudos. Verifica-se que as cinco primeiras espécies permanecem as mesmas, porém, quase todas tendo seus postos alterados. *Lonchorhina aurita* sobe da quinta para a segunda posição enquanto que *Desmodus rotundus* permanece em primeiro lugar.

No apêndice C estão os gráficos do número de espécies por mês e do número de espécies acumulado para os dois períodos do estudo. A análise comparativa fica um pouco comprometida devido à ausência de coleta nos estudos em algumas cavernas, em meses variados. Apenas as cavernas Betari, Água Suja e Águas Quentes possuem os dados completos.

Tabela 5.1. Posto do IA das principais espécies nos dois estudos.

Espécie	Trajano (1981)	Dados Atuais (2006)
<i>Desmodus rotundus</i>	1	1
<i>Lonchorhina aurita</i>	5	2
<i>Carollia perspicillata</i>	2	3
<i>Diphylla ecaudata</i>	4	4
<i>Artibeus sp</i>	3	5
<i>Anoura caudifer</i>	6	6
<i>Glossophaga soricina</i>	13	7
<i>Chrotopterus auritus</i>	7	8
<i>Peropterix macrotis</i>	8	9

Morro Preto (gráficos C.11 e C.12) e Couto (C.5 e C.6) são as cavernas que possuem menor diversidade e também o menor número de indivíduos, tanto no estudo anterior quanto nos dias atuais. Córrego Seco (C.9 e C.10) é a que apresenta a maior diversidade para os dados atuais, com 10 espécies diferentes sendo coletadas ao longo do estudo. O estudo de Trajano (1981) só coletou três meses no local, e apresentou 5 espécies diferentes. A caverna que mais se destaca em tal estudo é Águas Quentes (C.17 e C.18), com 10 espécies diferentes, sendo que para os dados atuais foram observadas apenas 7.

Para a maioria das cavernas, especialmente as que possuem os dados completos, observou-se uma maior quantidade de espécies distintas coletadas nos dados referentes ao ano de 1979.

5.2 Estudo da comunidade atual de morcegos no entorno das cavernas e na mata

Nesta análise serão considerados apenas os dados dos seis primeiros meses coletados em 2006, incluindo todos os morcegos coletados em redes excluídas no estudo comparativo. A partir disso foi feita a ordenação das espécies segundo o índice geral de frequência e de abundância. Esta ordenação está na Tabela B.3 (Apêndice B).

Nessa ordenação houve um destaque da espécie *Lonchorhina aurita*, devido principalmente ao grande número de capturas das redes excluídas da caverna Santana.

A partir desta ordenação foram consideradas para o estudo apenas as espécies mais abundantes, pois representam aproximadamente 91% dos morcegos coletados. A inclusão das demais iria poluir excessivamente os gráficos comprometendo as suas informações.

No Apêndice D estão apresentados os gráficos da frequência relativa do número de indivíduos capturados de cada espécie por caverna e mata, e também do número de indivíduos capturados em cada caverna e na mata por espécie. Em todos os gráficos, aparece entre parênteses, ao lado do nome do mês, o total de indivíduos das 6 espécies coletados naquele mês.

Observando os gráficos por caverna e mata não é possível visualizar semelhanças no comportamento das espécies durante todo o período, nem em nenhum par de cavernas, nem entre alguma caverna e a mata. Apenas é possível perceber semelhanças, em alguns dos meses, nas espécies mais frequentes; por exemplo, na caverna Alambari (Gráfico D.1) e na caverna Areias de Cima (Gráfico D.8) houve o domínio da espécie *Desmodus rotundus* nos primeiros meses, enquanto que a espécie *Carollia perspicillata* passou a ser mais frequente nos últimos meses de estudo.

Houve um aumento notório no número absoluto de indivíduos coletados na caverna Santana, a partir de abril. Pelo Gráfico D.5, verifica-se que a espécie *Lonchorhina aurita* corresponde uma grande proporção dessas capturas, aproximando-se de 100% nos meses de maio e junho.

Na caverna Betari (Gráfico D.10) observou-se o predomínio relativo da espécie *Desmodus rotundus* em quase todos os meses analisados, exceto no mês de abril. Apesar do número absoluto da *Desmodus rotundus* ter se mantido aproximadamente o mesmo, houve um grande aumento no número de morcegos coletados da espécie *Diphylla ecaudata* nesse mês.

A mata (Gráfico D.11) apresentou número variado de indivíduos coletados em cada mês, alternando entre grandes e pequenas quantidades, como em fevereiro com 56 morcegos coletados, e 1 morcego coletado em junho. Quanto à frequência relativa

das espécies, destacaram-se as do gênero *Artibeus*. A espécie *lituratus* dominou o começo do período e a espécie *fimbriatus* foi mais freqüente nos últimos meses.

Analisando por espécies, pode-se perceber que os morcegos do gênero *Artibeus* foram coletados em maiores quantidades nos primeiros meses do estudo decaindo no decorrer dos meses. Entretanto, a espécie *Artibeus fimbriatus* teve uma freqüência maior nas cavernas e a espécie *Artibeus lituratus* teve uma freqüência maior na mata.

A espécie *Desmodus rotundus* teve maiores freqüências absolutas no decorrer do período e se concentra nas cavernas Areias de Cima e Betari, principalmente nos últimos meses. Já a espécie *Carollia perspicillata* teve freqüências relativas bem divididas entre algumas cavernas no decorrer do estudo, não se concentrando em nenhuma caverna.

A espécie *Diphylla ecaudata* teve baixas freqüências absolutas em quase todos os meses, concentrando-se principalmente na caverna Santana. No mês de abril houve um maior número de capturas desta espécie na caverna Betari.

Em termos de freqüência absoluta a espécie com maior destaque é a *Lonchorhina aurita*. Esta espécie foi coletada em grande quantidade nos últimos meses sendo que estas capturas se concentraram muito na caverna Santana.

6. Análise Inferencial

Tanto para o estudo comparativo quanto para o estudo da comunidade atual, a mesma abordagem estatística será utilizada, tendo em vista os objetivos do estudo.

6.1 Estudo comparativo

Foram usadas apenas as 5 espécies mais abundantes – *Artibeus sp*, *Carollia perspicillata*, *Desmodus rotundus*, *Diphylla ecaudata* e *Lonchorhina aurita*.

No apêndice F são apresentados os gráficos de diagnóstico e envelopes de um modelo linear generalizado para os dados (Paula, 2004). Pelo Gráfico de envelope F.1 detecta-se o problema de super dispersão ao se utilizar a distribuição de Poisson. Pelo Gráfico F.2 verifica-se que o ajuste geral do modelo de Poisson não é bom.

Utilizando a distribuição Binomial Negativa (Paula, 2004), pelo Gráfico de envelope F.3 e o Gráfico F.4 nota-se um melhor ajuste, evidenciando o fato dessa distribuição ser mais adequada para dados com super dispersão.

O modelo linear generalizado é usado para modelar as distribuições marginais de contagem. Para levar em conta as correlações, foi adotado o modelo de equações de estimatórias generalizadas (Verbeke e Molenberghs, 2000). O apêndice G contém uma explicação mais detalhada sobre o modelo, bem como a interpretação dos parâmetros.

Com os dados disponíveis não foi possível introduzir nenhum tipo de interação entre as variáveis controle do modelo, apesar de a análise preliminar indicar que estas podem ser importantes no modelo. A impossibilidade ocorre porque com a interação o algoritmo do software que estima os parâmetros não converge. Quando todos os dados estiverem coletados, espera-se que seja possível colocar uma interação entre local e espécie.

A Tabela 6.1.1 mostra as estimativas dos parâmetros. Assumindo um nível de significância de 5%, pode-se ver que não existe diferença entre a caverna Santana e as cavernas Areias de Baixo e Betari; ou seja, é esperado um número médio de morcegos capturados igual para esses locais, para todas as espécies. Verifica-se que o mês de junho é o único que apresenta diferença com relação a fevereiro, com um número esperado de morcegos menor.

É esperado um número maior de morcegos da espécie *Desmodus rotundus* com relação a todas as outras. Com relação à comparação entre os anos, verifica-se que é esperado um número maior de morcegos para 2006.

Tabela 6.1.1. Estimativas dos parâmetros para o modelo do estudo comparativo.¹

Classe	Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	Pr > Z
	Intercepto	2,036	0,369	< 0,0001
Local	Água Suja	-0,766	0,378	0,0436
	Águas Quentes	-1,141	0,374	0,0023
	Alambari	-1,071	0,459	0,0197
	Areias de Cima	-1,600	0,420	0,0001
	Areias de Baixo	-0,123	0,389	0,7515
	Betari	-0,282	0,392	0,4718
	Córrego Seco	-1,336	0,391	0,0006
	Couto	-2,166	0,513	< 0,0001
	Morro Preto	-2,509	0,462	< 0,0001
Mês	Março	0,170	0,220	0,4385
	Abril	-0,151	0,262	0,5638
	Maio	-0,355	0,220	0,1065
	Junho	-0,580	0,249	0,0195
	Julho	-0,346	0,203	0,0885
Espécie	<i>Artibeus sp</i>	-1,098	0,267	< 0,0001
	<i>Carollia perspicillata</i>	-0,647	0,230	0,0048
	<i>Diphylla ecaudata</i>	-1,488	0,279	< 0,0001
	<i>Lonchorhina aurita</i>	-1,189	0,312	0,0001
Ano	2006	0,563	0,165	0,0007

Como exemplo de aplicação consideremos a caverna Alambari, a espécie *Artibeus sp*, o mês de Junho e o Ano de 1979. As estimativas acima indicam que a estimativa do número de capturas médio considerando tais níveis é dado por:

¹ A referência para o local é a caverna Santana, para o mês é fevereiro e para a espécie é *Desmodus rotundus*.

$$\lambda_{ijkl} = e^{\alpha_0 + \beta_{Areias_de_Baixo} + \gamma_{Junho} + \eta_{Artibeus_sp} + \rho_{1979}} = e^{2,036 - 0,123 - 0,580 - 1,098 + 0} = 1,26$$

Se mudar apenas o ano para 2006 a estimativa do número de capturas médio passa a ser:

$$\lambda_{ijkl} = e^{\alpha_0 + \beta_{Areias_de_Baixo} + \gamma_{Junho} + \eta_{Artibeus_sp} + \rho_{2006}} = e^{2,036 - 0,123 - 0,580 - 1,098 + 0,563} = 2,22$$

6.2 Estudo da comunidade atual de morcegos no entorno das cavernas e na mata

Assim como para o estudo anterior, no apêndice F são apresentados os gráficos de diagnóstico e envelopes de um modelo linear generalizado para os dados. Novamente verifica-se a super dispersão dos dados desaconselhando o uso da distribuição Poisson (Gráficos F.5 e F.6), e indicando mais o uso da Binomial Negativa (Gráficos F.7 e F.8).

Também foram utilizadas as equações de estimação generalizadas, e a descrição do modelo está no apêndice H, bem como as estimativas dos parâmetros (Tabela 6.2.1). Novamente não foi possível introduzir alguma interação no modelo.

Assumindo novamente 5% de nível de significância, observa-se que para as cavernas Águas Quentes, Areias de Baixo, Betari e Santana espera-se um número médio de capturas igual ao da Mata, enquanto que para as outras cavernas espera-se um número médio menor. Verifica-se que os três últimos meses apresentam diferença em relação ao mês de fevereiro, sendo esperado para estes meses um número médio menor de capturas.

Espera-se um número médio de capturas igual das espécies *Lonchorhina aurita* e *Carollia perspicillata* em relação à *Desmodus rotundus*. Já para as demais espécies espera-se um número médio menor.

Tabela 6.2.1. Estimativas dos parâmetros para o modelo do estudo comparativo.²

Classe		Estimativa	Erro padrão	Pr > Z
	Intercepto	2,117	0,521	< 0,0001
Local	Água Suja	-0,857	0,416	0,0395
	Águas Quentes	-0,712	0,435	0,1013
	Alambari	-0,809	0,391	0,0384
	Areias de Cima	-1,199	0,443	0,0068
	Areias de Baixo	0,031	0,442	0,9447
	Betari	0,094	0,423	0,8249
	Córrego Seco	-1,118	0,391	0,0042
	Couto	-1,830	0,536	0,0006
	Morro Preto	-1,116	0,533	0,0361
	Santana	0,865	0,453	0,0564
Mês	Março	-0,055	0,306	0,8583
	Abril	-0,075	0,288	0,7942
	Maio	-0,758	0,300	0,0114
	Junho	-1,024	0,325	0,0016
	Julho	-0,583	0,285	0,0405
Espécie	<i>Artibeus fimbriatus</i>	-0,635	0,323	0,0488
	<i>Artibeus lituratus</i>	-1,614	0,375	< 0,0001
	<i>Carollia perspicillata</i>	0,367	0,239	0,1241
	<i>Diphylla ecaudata</i>	-0,906	0,260	0,0005
	<i>Lonchorhina aurita</i>	0,112	0,339	0,7410

Como exemplo de aplicação consideremos a caverna Santana, a espécie *Artibeus lituratus* e o mês de Maio. As estimativas acima indicam que a estimativa do número de capturas médio considerando tais níveis é dado por:

² A referência para o local é a mata, para o mês é fevereiro e para a espécie é *Desmodus rotundus*.

$$\lambda_{ijk} = e^{\alpha_0 + \beta_{Santana} + \gamma_{Maio} + \eta_{Artibeus_lituratus}} = e^{2,117 + 0,865 - 0,758 - 1,614} = 1,84$$

Se mudar a caverna para Águas Quentes a estimativa do número de capturas médio passa a ser:

$$\lambda_{ijk} = e^{\alpha_0 + \beta_{Águas_Quentes} + \gamma_{Maio} + \eta_{Artibeus_lituratus}} = e^{2,117 - 0,712 - 0,758 - 1,614} = 0,38$$

7. Conclusões

7.1 Estudo comparativo

A análise descritiva indica que, com relação ao número de espécies coletadas, em geral observava-se um número maior em 1979 do que em 2006. Porém, tratando-se do número de morcegos capturados, a análise inferencial mostra que é esperado uma maior quantidade média de capturas para o ano de 2006.

As cavernas onde se espera um número médio maior de capturas com relação às outras são Santana, Areias de Cima e Betari. *Desmodus rotundus* é a espécie que se espera um número maior de capturas.

Essas conclusões devem ser vistas com cuidado, uma vez que como já foi dito o modelo não possui interação entre as variáveis de controle. Quando todos os dados estiverem coletados, pode ser interessante refazer a análise tentando introduzir a interação entre espécie e local.

7.2 Estudo da comunidade atual de morcegos

Comparando-se com a mata, as cavernas que não apresentam diferença com relação ao número médio de capturas são Santana, Águas Quentes, Areias de Baixo e Betari.

Verifica-se que nos meses com temperaturas mais baixas (maio, junho e julho) é esperado um número menor de capturas do que nos outros meses do estudo.

As espécies para as quais se espera um número maior de capturas são *Desmodus rotundus*, *Carollia perspicillata* e *Lonchorhina aurita*.

Assim como no estudo anterior, cabe salientar a ausência de interação do modelo, sendo que a análise também poderá ser refeita quando todos os dados forem coletados.

Apêndice A – Tabelas de frequências absolutas do número de indivíduos por caverna, em 1979 e 2006.

Os dados apresentados aqui são referentes ao estudo comparativo entre os anos.

Para as tabelas A.1 até A.9, quando a coleta não foi realizada é utilizado o símbolo “-”.

Tabela A.1. Frequência absoluta das espécies na caverna Alambari, segundo o mês de coleta.

Espécie	1979						2006					
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Anoura caudifer</i>	-	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Artibeus sp</i>	-	12	4	5	4	-	2	2	0	0	0	0
<i>Carollia perspicillata</i>	-	1	0	1	1	-	1	0	0	1	1	2
<i>Chrotopterus auritus</i>	-	1	1	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	-	1	1	4	5	-	6	6	1	4	1	1
<i>Diphylla ecaudata</i>	-	0	0	0	0	-	0	2	0	0	0	0
<i>Lonchorhina aurita</i>	-	0	0	0	0	-	0	1	0	0	0	0
<i>Peropterix macrotis</i>	-	1	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Platyrrhinus sp</i>	-	1	0	1	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	-	2	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Tonatia bidens</i>	-	0	0	0	0	-	0	1	1	0	0	0
<i>Diaemus youngi</i>	-	1	0	1	0	-	0	0	0	0	0	0
<i>Furipterus horrens</i>	-	0	0	0	1	-	0	0	0	0	0	0

Tabela A.2. Frequência absoluta das espécies na caverna Betari, segundo o mês de coleta.

Espécie	1979						2006					
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Anoura caudifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Artibeus sp</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
<i>Carollia perspicillata</i>	2	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1
<i>Chrotopterus auritus</i>	0	1	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	31	21	27	24	10	9	10	21	12	14	12	13
<i>Diphylla ecaudata</i>	1	2	0	0	0	0	1	4	26	1	0	2
<i>Glossophaga soricina</i>	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Peropterix macrotis</i>	0	0	0	1	0	0	2	1	1	1	0	1
<i>Peropterix kappleri</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
<i>Sturnira lilium</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trachops cirrhosus</i>	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Micronycteris megalotis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela A.3. Frequência absoluta das espécies na caverna Couto, segundo o mês de coleta.

Espécie	1979						2006					
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Anoura caudifer</i>	2	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0
<i>Artibeus sp</i>	0	0	0	0	-	-	3	0	0	0	0	0
<i>Carollia perspicillata</i>	1	8	0	1	-	-	2	0	3	1	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	1	0	1	0	-	-	0	0	0	0	0	0
<i>Diphylla ecaudata</i>	1	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0
<i>Lonchorhina aurita</i>	1	1	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0
<i>Tonatia bidens</i>	0	1	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0

Tabela A.6. Frequência absoluta das espécies na caverna Morro Preto, segundo o mês de coleta.

Espécie	1979						2006					
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Artibeus sp</i>	1	-	0	-	0	-	2	3	1	0	1	0
<i>Carollia perspicillata</i>	0	-	0	-	0	-	1	0	2	0	0	0
<i>Chrotopterus auritus</i>	0	-	0	-	2	-	0	0	0	0	0	0
<i>Diphylla ecaudata</i>	0	-	0	-	0	-	0	0	2	0	0	0
<i>Lonchorhina aurita</i>	0	-	0	-	0	-	0	0	0	0	0	1
<i>Platyrrhinus sp</i>	0	-	0	-	0	-	1	0	0	0	0	0

Tabela A.7. Frequência absoluta das espécies na caverna Areias de Cima, segundo o mês de coleta.

Espécie	1979						2006					
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Artibeus sp</i>	-	2	-	0	-	0	-	0	0	0	0	0
<i>Carollia perspicillata</i>	-	1	-	1	-	1	-	1	7	2	11	11
<i>Chrotopterus auritus</i>	-	0	-	0	-	0	-	0	0	1	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	-	7	-	8	-	6	-	29	15	7	3	15
<i>Diphylla ecaudata</i>	-	0	-	1	-	3	-	0	1	0	0	0
<i>Lonchorhina aurita</i>	-	2	-	2	-	0	-	4	6	4	11	10
<i>Natalus stramineus</i>	-	0	-	0	-	0	-	1	0	0	4	3

Tabela A.10. Frequência absoluta das espécies na caverna Santana, segundo o mês de coleta.

Espécie	1979						2006					
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
<i>Carollia perspicillata</i>	1	-	0	1	1	0	-	0	-	-	0	0
<i>Chrotopterus auritus</i>	0	-	0	0	0	0	-	1	-	-	0	0
<i>Desmodus rotundus</i>	1	-	10	1	8	5	-	2	-	-	0	0
<i>Diphylla ecaudata</i>	0	-	0	0	1	1	-	19	-	-	3	7
<i>Lonchorhina aurita</i>	0	-	0	0	0	0	-	3	-	-	29	25
<i>Myotis nigricans</i>	0	-	0	0	0	0	-	0	-	-	1	1
<i>Natalus stramineus</i>	0	-	0	1	0	0	-	1	-	-	0	1

Apêndice B – Tabelas contendo as ordenações das espécies segundo o Índice de Abundância para os dois estudos.

Primeiramente é apresentada uma explicação sobre cada item presente na tabela de ordenação. As espécies estão ordenadas segundo o valor do Índice de Abundância.

- Número de cavernas: dentre as 10 cavernas possíveis, representa a quantidade de cavernas distintas nas quais aquela espécie foi coletada, em qualquer momento. Para a tabela B.3 também é possível a coleta na mata.
- % em relação ao total: porcentagem das cavernas em que a espécie esteve presente.
- Número de indivíduos: número total de indivíduos da espécie coletados em todos os meses e em todas as cavernas.
- Número médio de indivíduos por caverna: razão entre o número de indivíduos e o número de cavernas.
- Índice de Abundância - IA: produto do número de indivíduos pela % de cavernas em relação ao total.
- Abundância Relativa: relação entre o IA da espécie listada e o IA da espécie *Desmodus rotundus*, apresentada em porcentagem.

Tabela B.1. Ordenação dos dados de 1979.

Ranking	Espécie	Número de cavernas	% em relação ao total	Número de capturas	Nº médio de capturas / caverna	IA	Abundância relativa
1	<i>Desmodus rotundus</i>	9	90,00	223	24,8	20.070,0	100,00
2	<i>Carollia perspicillata</i>	9	90,00	42	4,9	3.780,0	18,83
3	<i>Artibeus sp</i>	6	60,00	42	7,0	2.520,0	12,56
4	<i>Diphylla ecaudata</i>	7	60,00	16	2,3	960,0	4,78
5	<i>Lonchorhina aurita</i>	4	40,00	14	3,5	560,0	2,79
6	<i>Anoura caudifer</i>	5	50,00	10	2,0	500,0	2,49
7	<i>Chrotopterus auritus</i>	4	40,00	7	1,8	280,0	1,40
8	<i>Peropterix macrotis</i>	3	30,00	4	1,3	120,0	0,60
9	<i>Platyrrhinus sp</i>	2	20,00	3	1,5	60,0	0,30
9	<i>Sturnira lilium</i>	2	20,00	3	1,5	60,0	0,30
9	<i>Trachops cirrhosus</i>	1	10,00	6	6,0	60,0	0,30
12	<i>Micronycteris megalotis</i>	2	20,00	2	1,0	40,0	0,20
13	<i>Diaemus youngi</i>	1	10,00	2	2,0	20,0	0,10
13	<i>Glossophaga soricina</i>	1	10,00	2	2,0	20,0	0,10
15	<i>Furipterus nigricans</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,05
15	<i>Myotis nigricans</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,05
15	<i>Natalus stramineus</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,05
15	<i>Tonatia bidens</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,05

Tabela B.2. Ordenação dos dados de 2006 para o estudo comparativo.

Ranking	Espécie	Número de cavernas	% em relação ao total	Número de capturas	Nº médio de capturas / caverna	IA	Abundância relativa
1	<i>Desmodus rotundus</i>	6	60,00	182	30,3	10.920,0	100,00
2	<i>Lonchorhina aurita</i>	7	70,00	137	19,6	9.590,0	87,82
3	<i>Carollia perspicillata</i>	9	90,00	101	11,2	9.090,0	83,24
4	<i>Diphylla ecaudata</i>	8	80,00	85	10,6	6.800,0	62,27
5	<i>Artibeus sp</i>	7	70,00	48	6,9	3.360,0	30,77
6	<i>Anoura caudifer</i>	3	30,00	9	3,0	270,0	2,47
7	<i>Glossophaga soricina</i>	2	20,00	11	5,5	220,0	2,01
8	<i>Chrotopterus auritus</i>	3	30,00	5	1,7	150,0	1,37
9	<i>Peropterix macrotis</i>	2	20,00	7	3,5	140,0	1,28
10	<i>Myotis nigricans</i>	3	30,00	4	1,3	120,0	1,10
11	<i>Natalus stramineus</i>	2	10,00	9	4,5	90,0	0,82
12	<i>Tonatia bidens</i>	2	20,00	3	1,5	60,0	0,55
13	<i>Sturnira lilium</i>	1	10,00	4	4,0	40,0	0,37
14	<i>Peropterix kappleri</i>	1	10,00	3	3,0	30,0	0,27
15	<i>Micronycteris sp</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,09
15	<i>Mimon bennettii</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,09
15	<i>Platyrrhinus sp</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,09
15	<i>Pygoderma bilabiatum</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,09
15	<i>Sturnira tildae</i>	1	10,00	1	1,0	10,0	0,09

Tabela B.3. Ordenação dos dados de 2006 para o estudo caverna - mata.

Ranking	Espécie	Número de cavernas	% em relação ao total	Número de indivíduos	Nº médio de indivíduos / caverna	IA	Abundância relativa
1	<i>Lonchorhina aurita</i>	9	81,82	297	33,0	24.300,0	100,00
2	<i>Carollia perspicillata</i>	11	100,00	185	16,8	18.500,0	76,13
3	<i>Desmodus rotundus</i>	9	81,82	171	19,0	13.990,9	57,58
4	<i>Artibeus fimbriatus</i>	9	81,82	115	12,8	9.409,1	38,72
5	<i>Diphylla ecaudata</i>	9	81,82	83	9,2	6.790,9	27,95
6	<i>Artibeus lituratus</i>	7	63,64	53	7,6	3.372,7	13,88
7	<i>Anoura caudifer</i>	5	45,45	15	3,0	681,8	2,81
8	<i>Chrotopterus auritus</i>	5	45,45	9	1,8	409,1	1,68
8	<i>Glossophaga soricina</i>	3	27,27	15	5,0	409,1	1,68
10	<i>Peropterix macrotis</i>	4	36,36	11	2,8	400,0	1,65
11	<i>Natalus stramineus</i>	2	18,18	15	7,5	272,7	1,12
12	<i>Myotis sp</i>	4	36,36	7	1,8	254,5	1,05
13	<i>Sturnira lilium</i>	2	18,18	11	5,5	200,0	0,82
14	<i>Sturnira tildae</i>	2	18,18	8	4,0	145,5	0,60
15	<i>Tonatia sp</i>	3	27,27	5	1,7	136,4	0,56
16	<i>Peropterix kappleri</i>	2	18,18	6	3,0	109,1	0,45
16	<i>Pygoderma bilabiatum</i>	3	27,27	4	1,3	109,1	0,45
18	<i>Micronycteris sp</i>	3	27,27	3	1,0	81,8	0,34
19	<i>Mimon bennettii</i>	2	18,18	4	2,0	72,7	0,30
20	<i>Platyrrhinus sp</i>	2	18,18	2	1,0	36,4	0,15
21	<i>Artibeus glaucos</i>	1	9,09	3	3,0	27,3	0,11

Apêndice C – Gráficos do estudo comparativo

Gráfico C.1. Número de espécies observadas por mês na caverna Alambari.

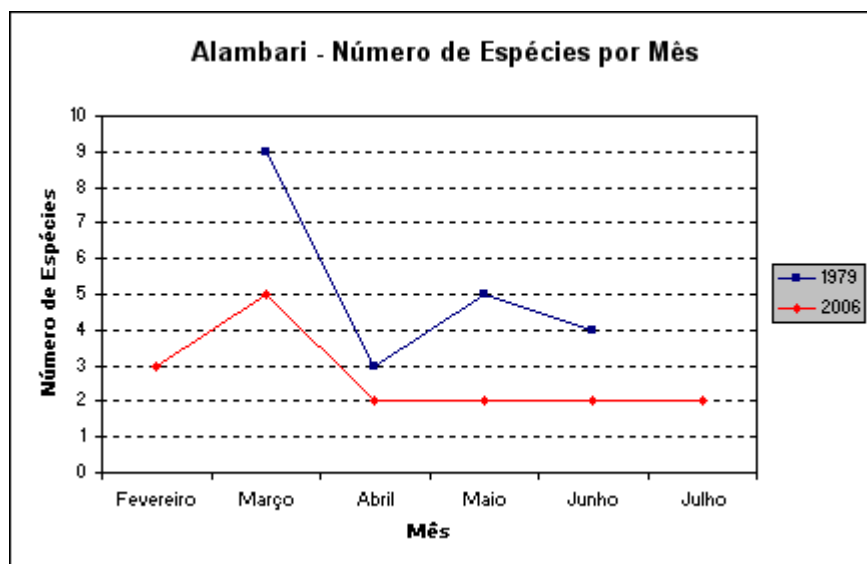


Gráfico C.2. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Alambari.

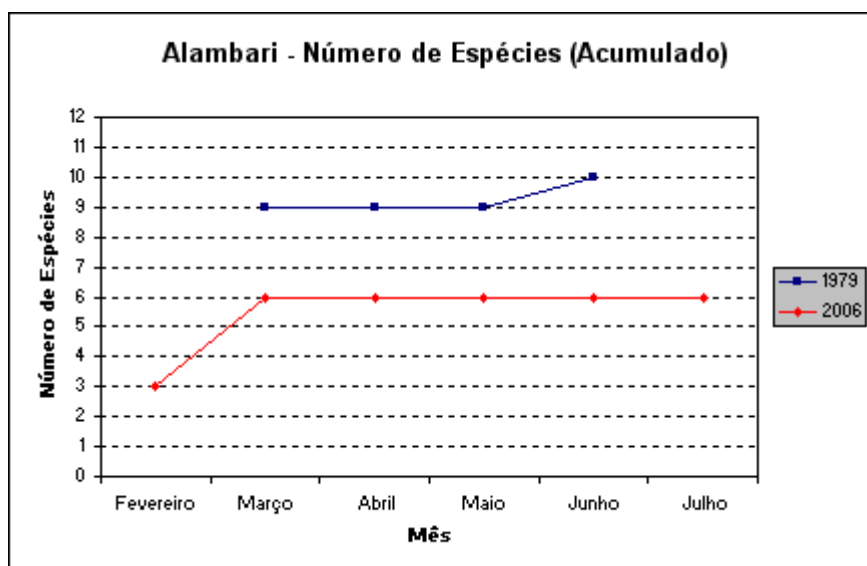


Gráfico C.3. Número de espécies observadas por mês na caverna Betari.

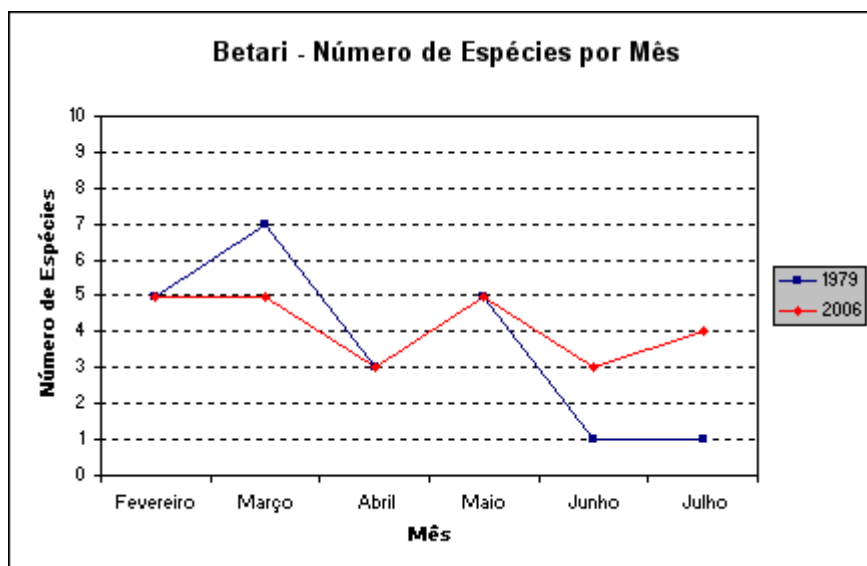


Gráfico C.4. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Betari.

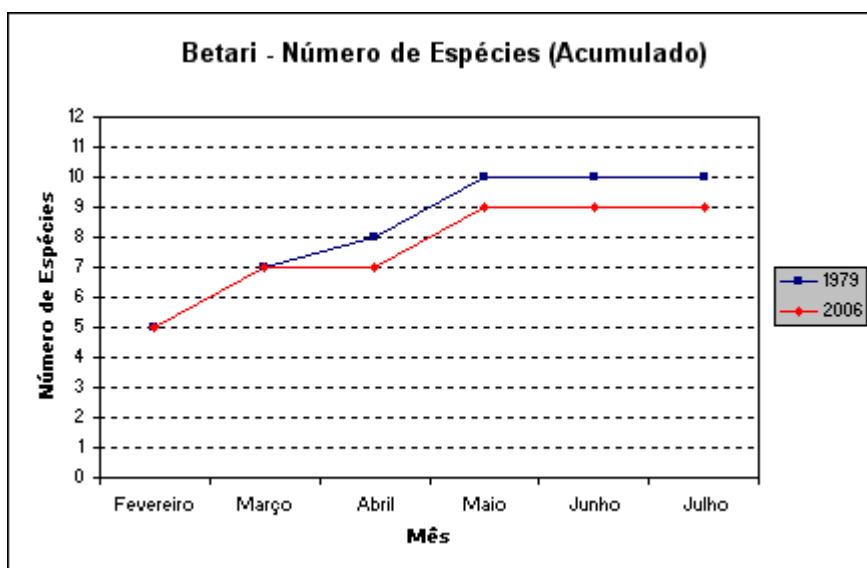


Gráfico C.5. Número de espécies observadas por mês na caverna Couto.

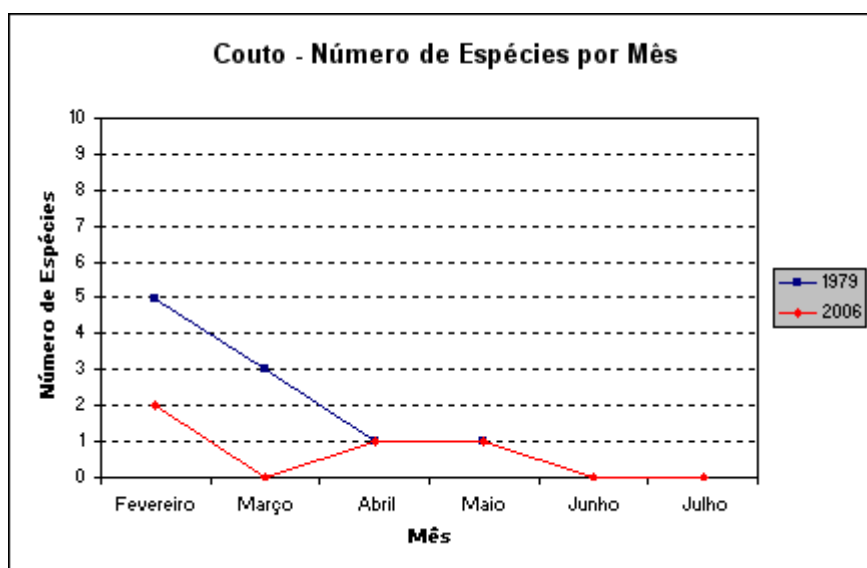


Gráfico C.6. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Couto.

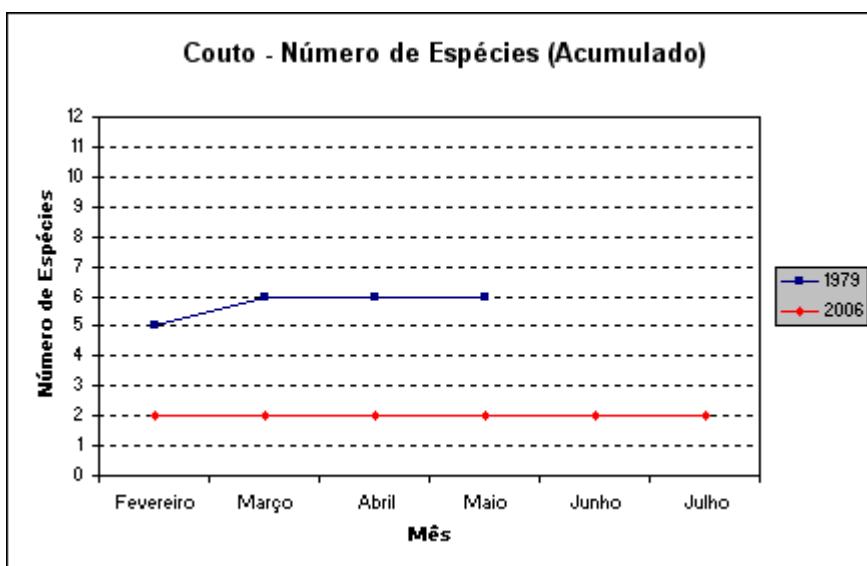


Gráfico C.7. Número de espécies observadas por mês na caverna Água Suja.

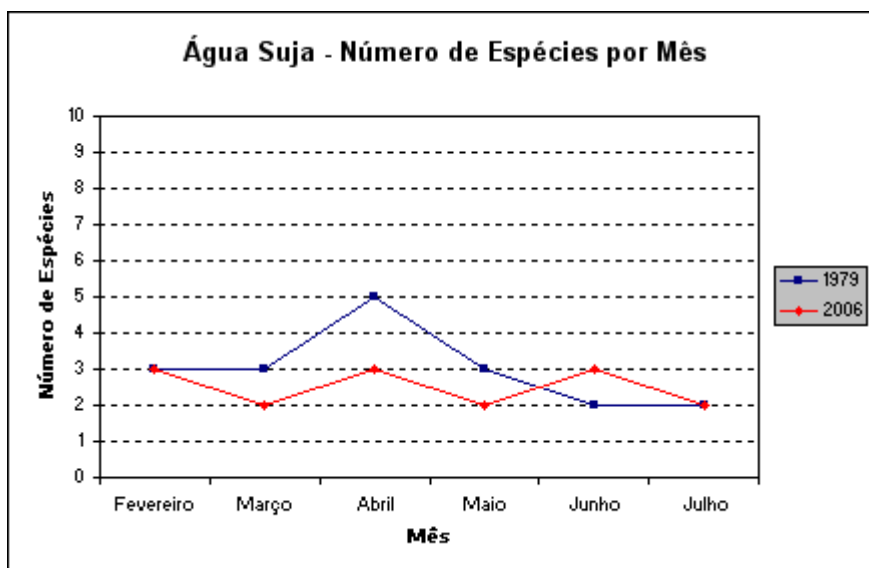


Gráfico C.8. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Água Suja.

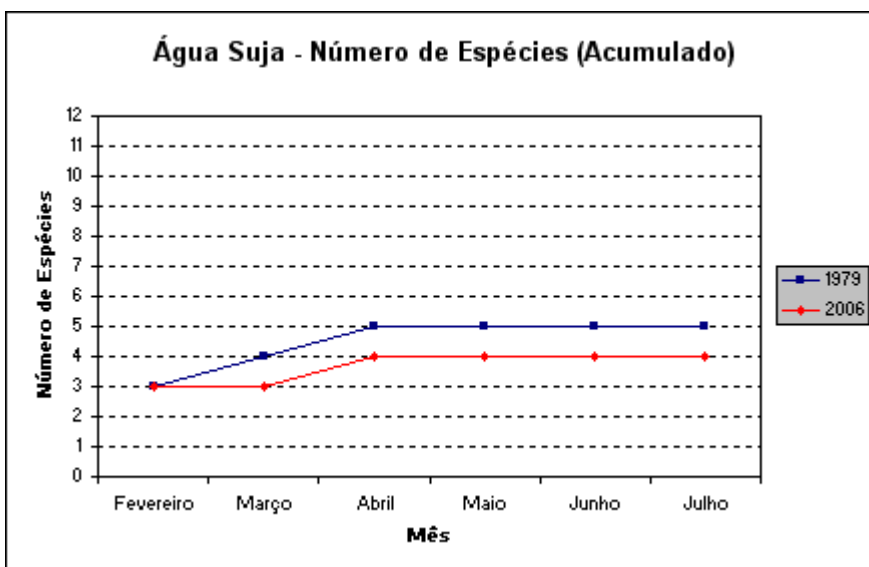


Gráfico C.9. Número de espécies observadas por mês na caverna Córrego Seco.

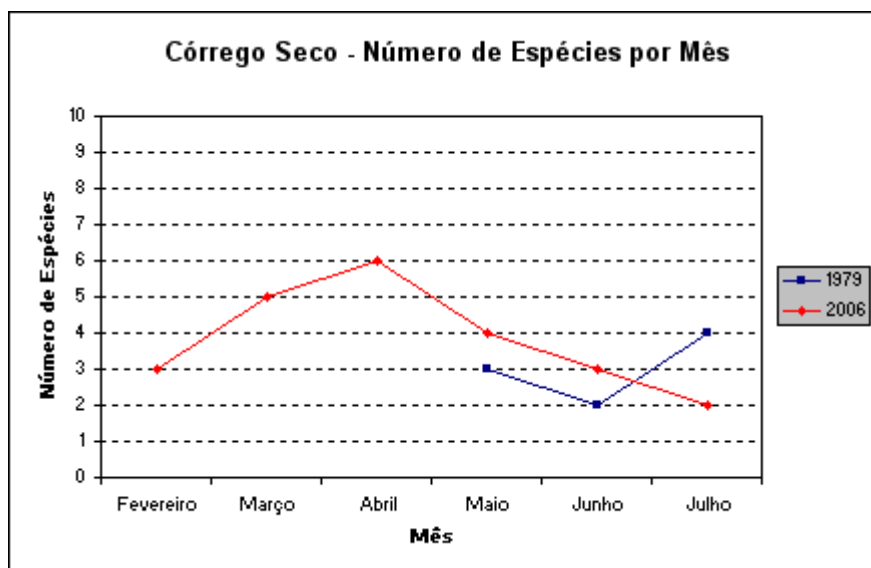


Gráfico C.10. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Córrego Seco.

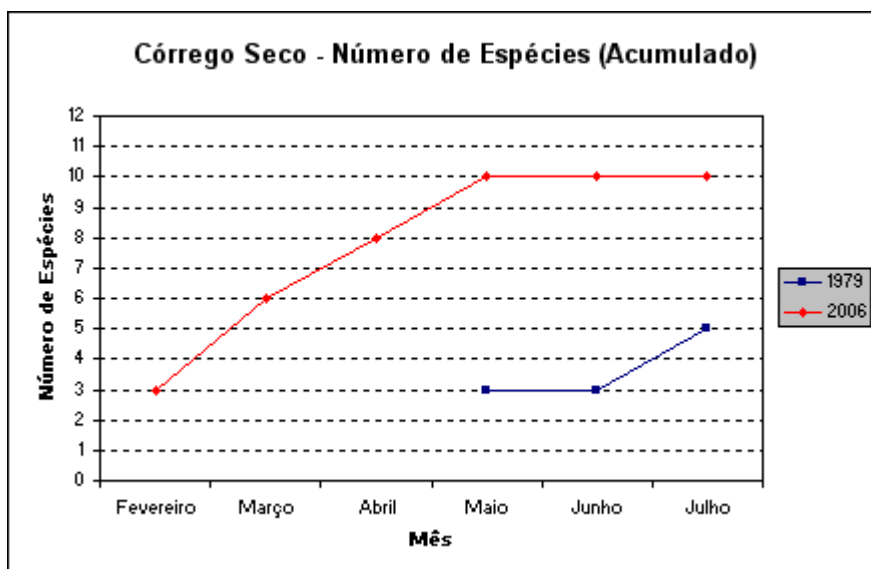


Gráfico C.11. Número de espécies observadas por mês na caverna Morro Preto.

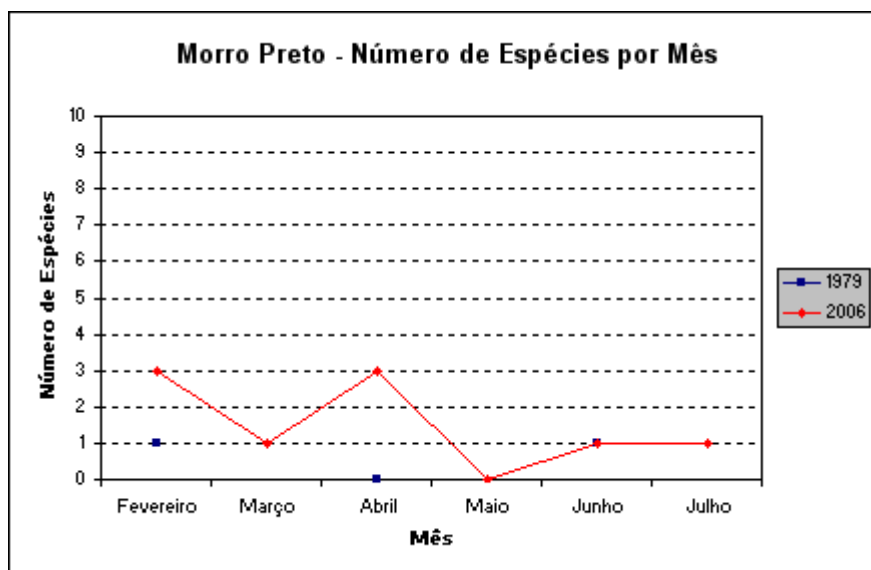


Gráfico C.12. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Morro Preto.

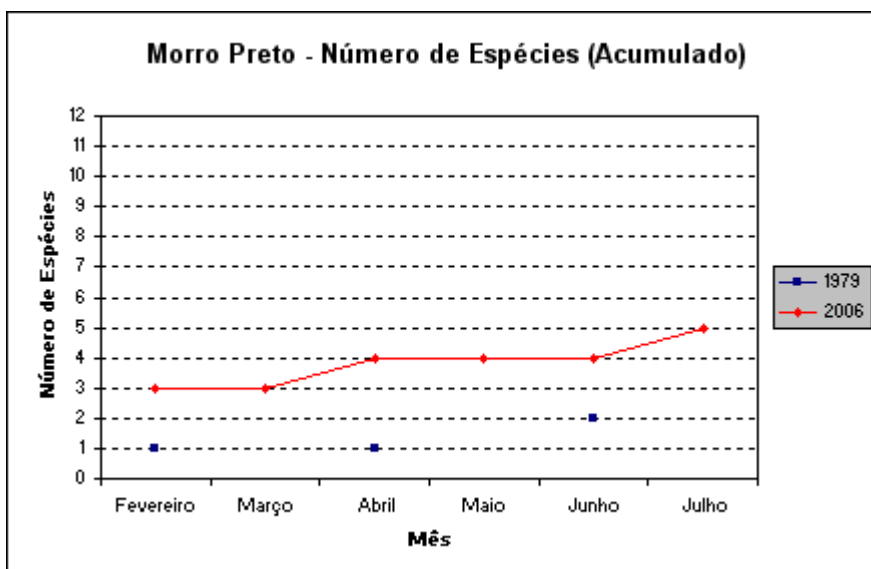


Gráfico C.13. Número de espécies observadas por mês na caverna Areias de Cima.

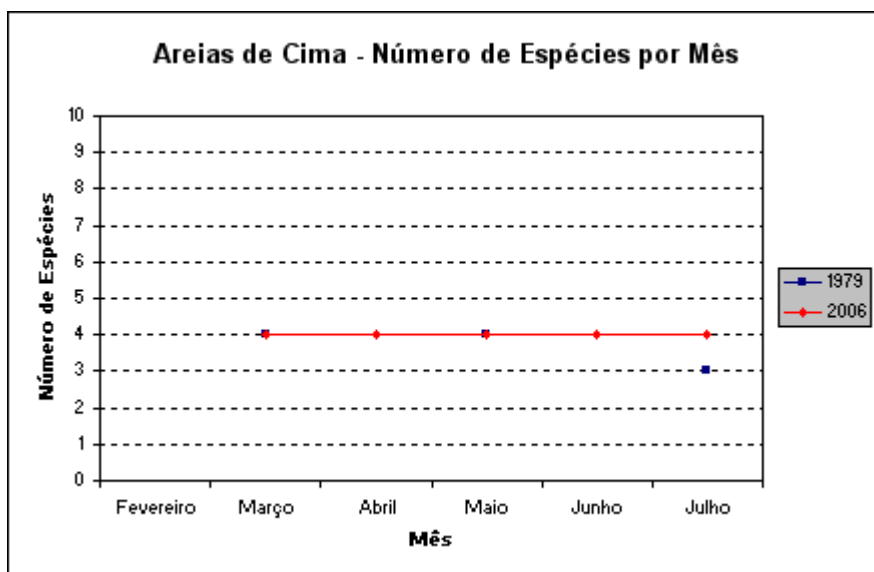


Gráfico C.14. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Areias de Cima.

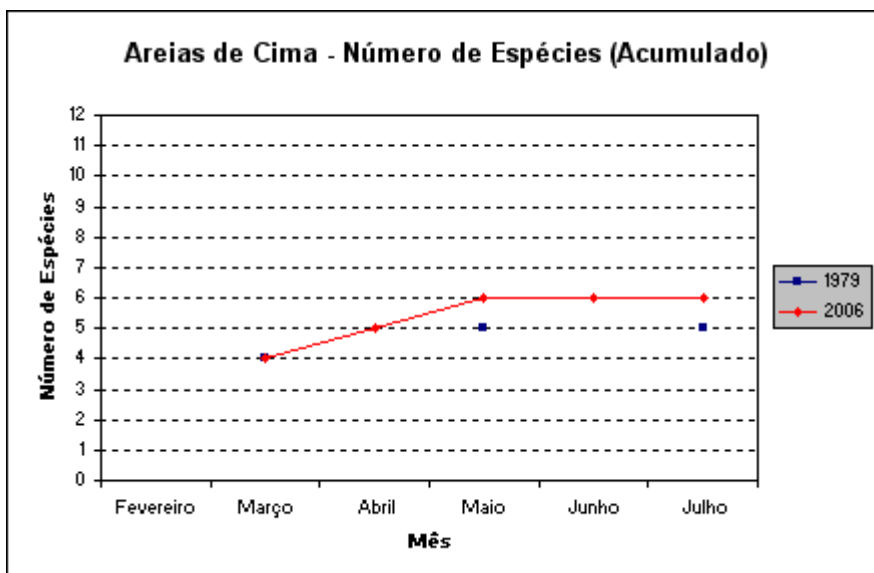


Gráfico C.15. Número de espécies observadas por mês na caverna Areias de Baixo.

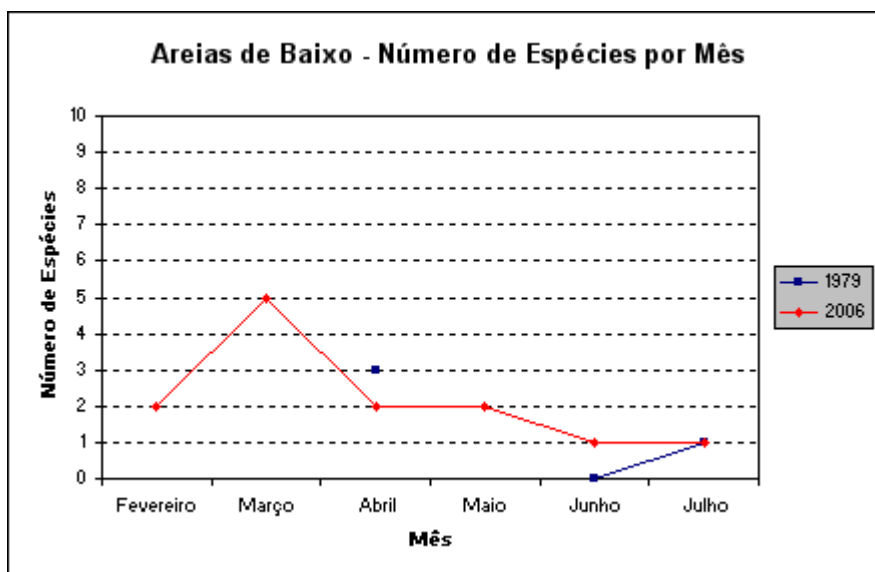


Gráfico C.16. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Areias de Baixo.

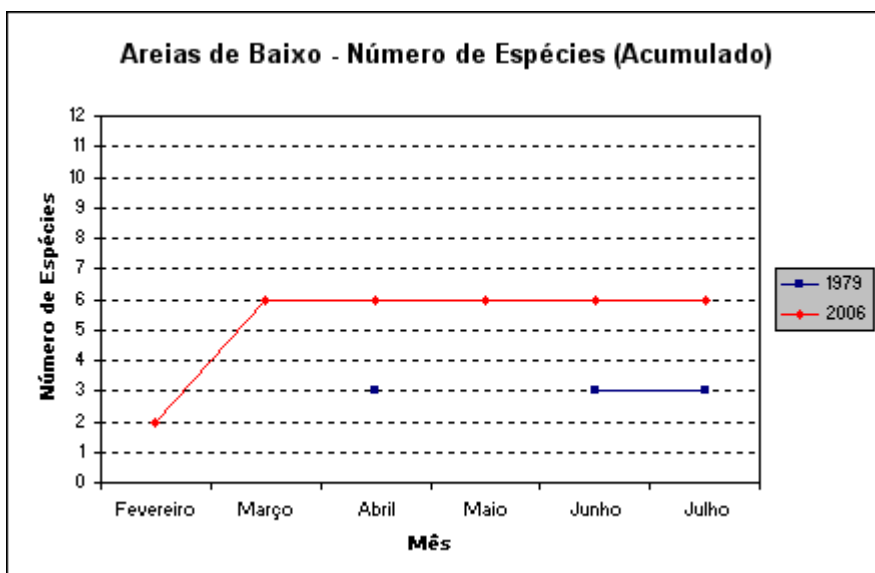


Gráfico C.17. Número de espécies observadas por mês na caverna Águas Quentes.

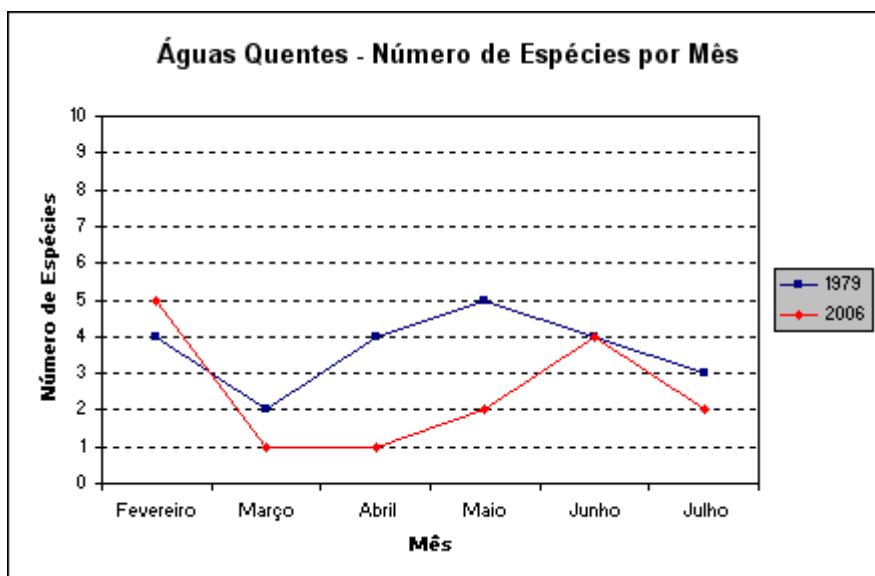


Gráfico C.18. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Águas Quentes.

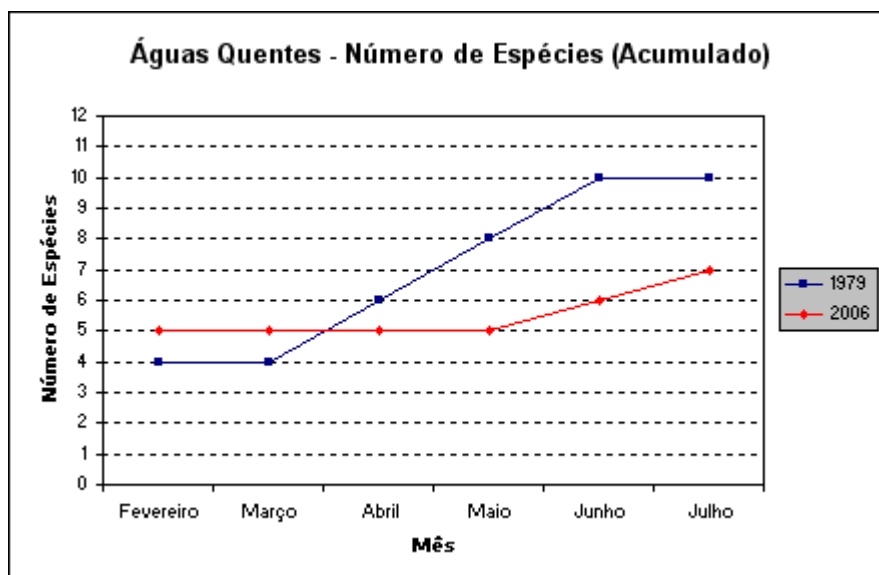


Gráfico C.19. Número de espécies observadas por mês na caverna Santana.

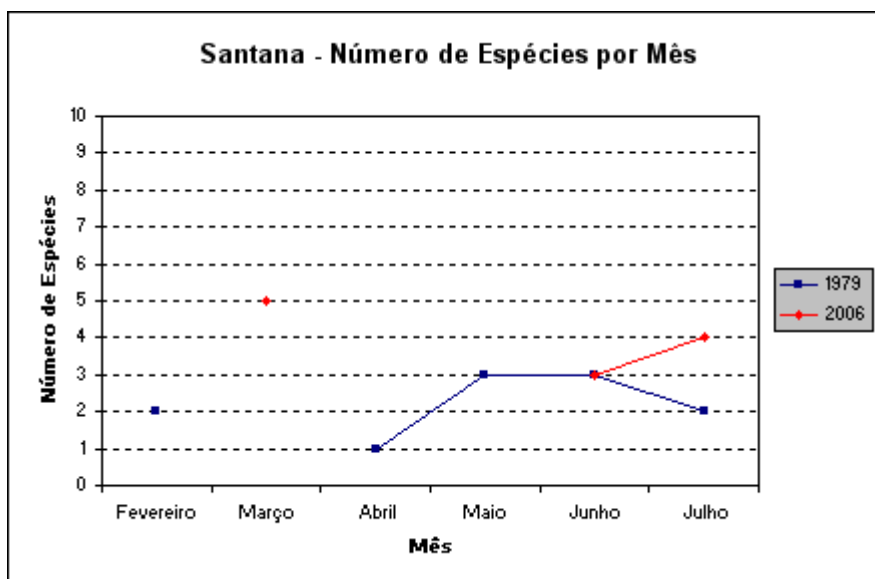
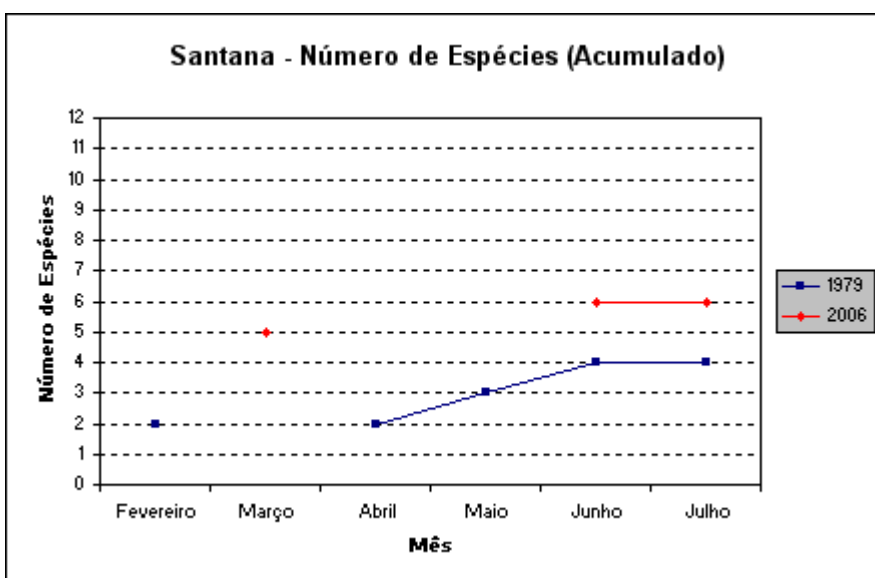


Gráfico C.20. Número acumulado de espécies distintas observadas na caverna Santana.



**Apêndice D – Gráficos de frequências relativas das espécies mais abundantes
capturadas nas cavernas e na mata.**

Para os gráficos de D.1 a D.11, os números entre parênteses no eixo das abscissas representam o total de morcegos coletados no mês.

Gráfico D.1. Frequência relativa das espécies na caverna Alambari.

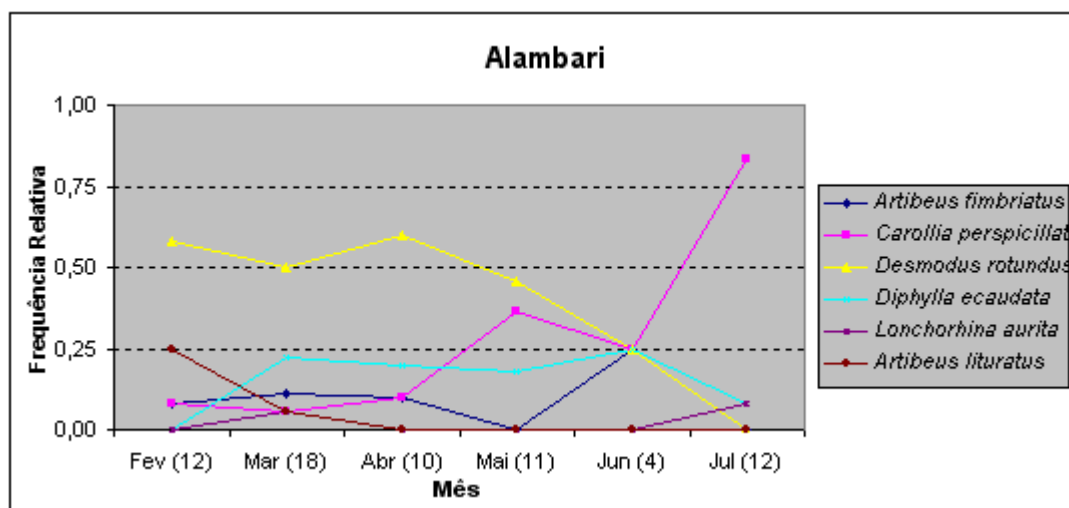


Gráfico D.2. Frequência relativa das espécies na caverna Águas Quentes.

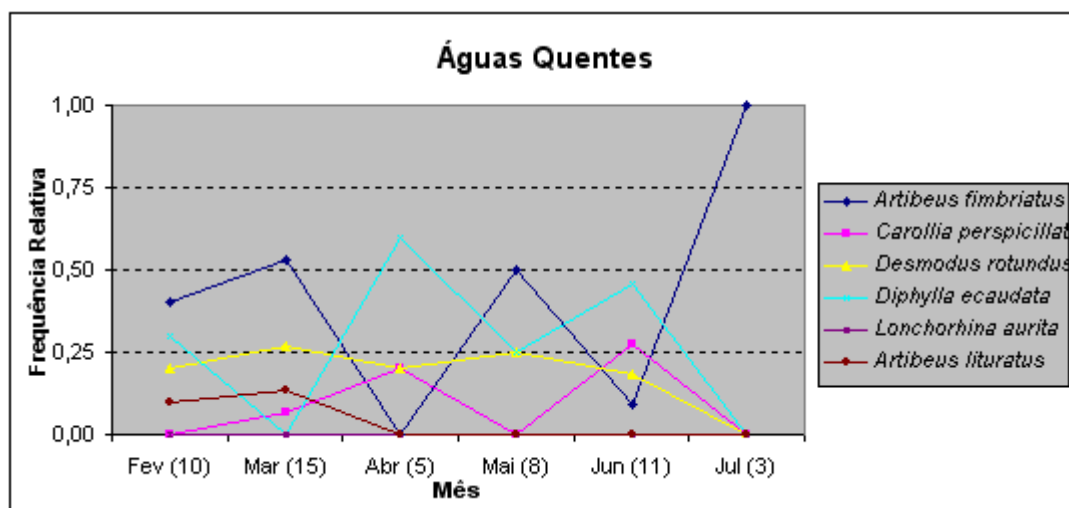


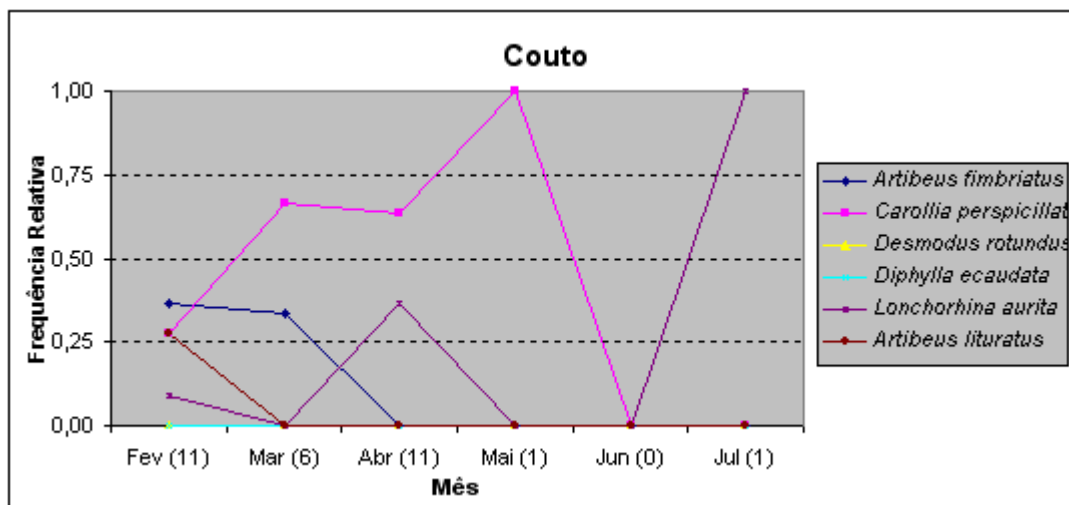
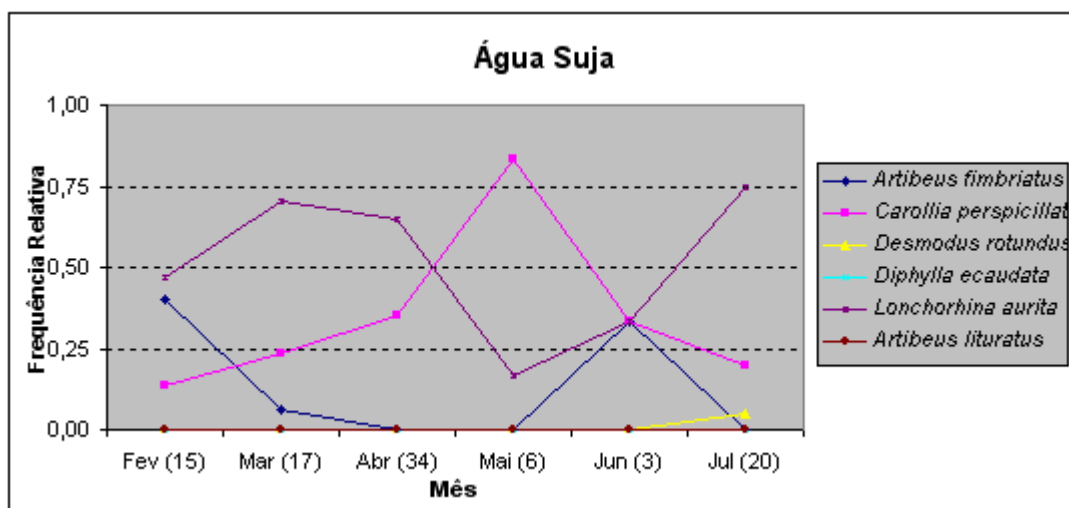
Gráfico D.3. Frequência relativa das espécies na caverna Couto.**Gráfico D.4.** Frequência relativa das espécies na caverna Água Suja.

Gráfico D.5. Frequência relativa das espécies na caverna Santana.

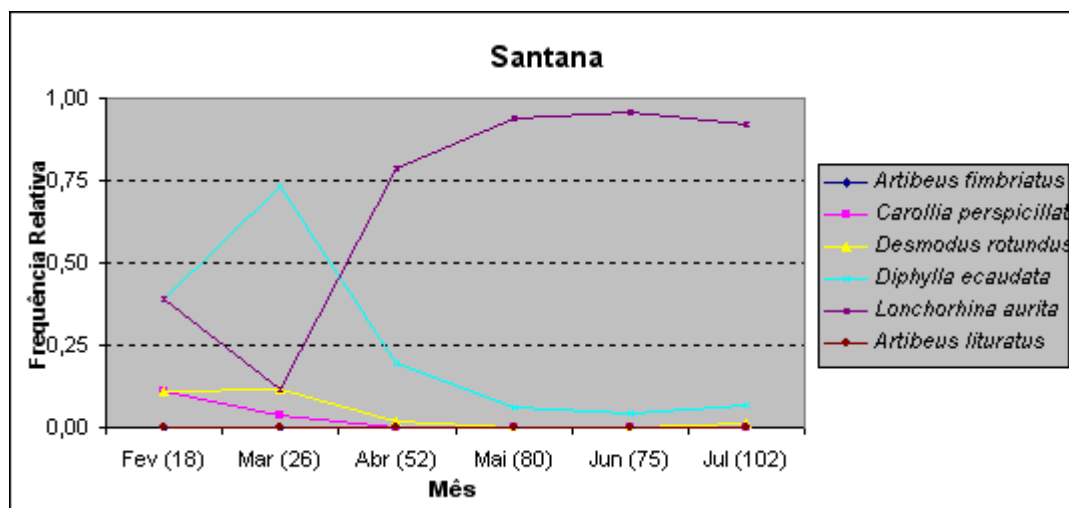


Gráfico D.6. Frequência relativa das espécies na caverna Córrego Seco.

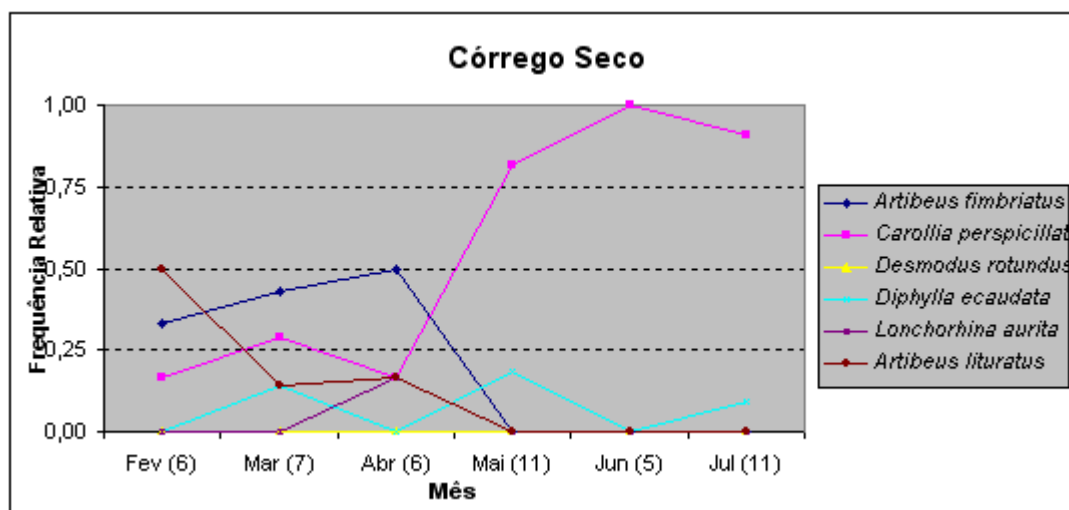


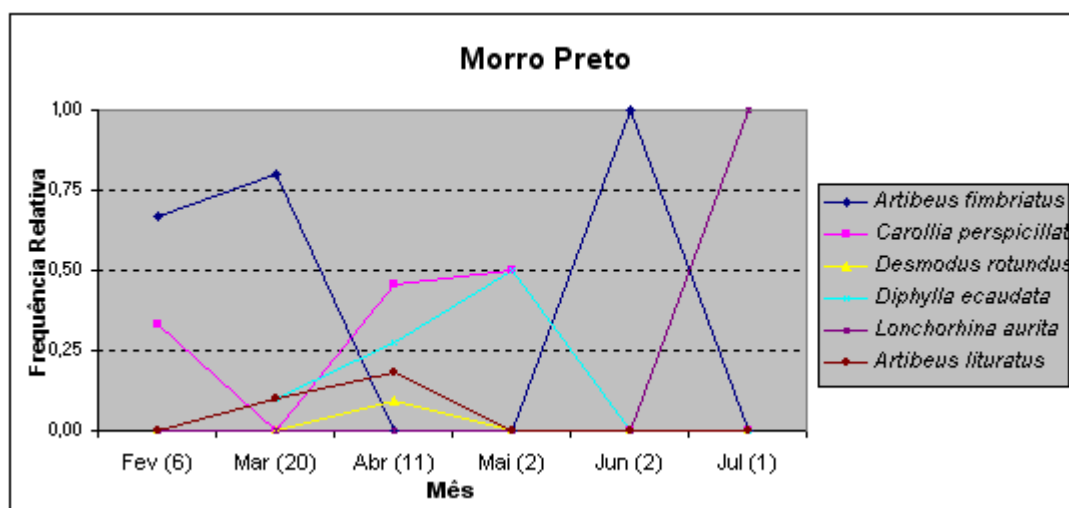
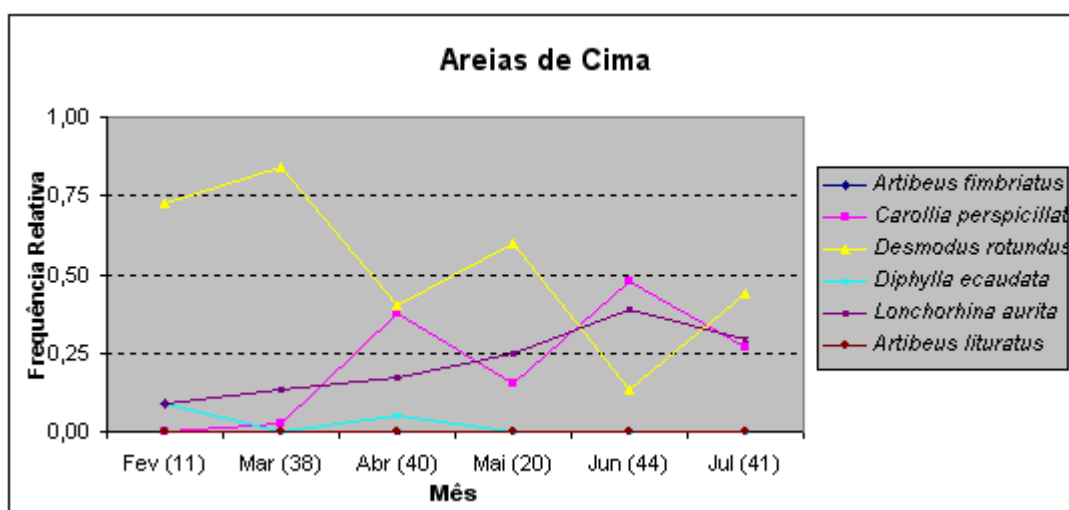
Gráfico D.7. Frequência relativa das espécies na caverna Morro Preto.**Gráfico D.8.** Frequência relativa das espécies na caverna Areias de Cima.

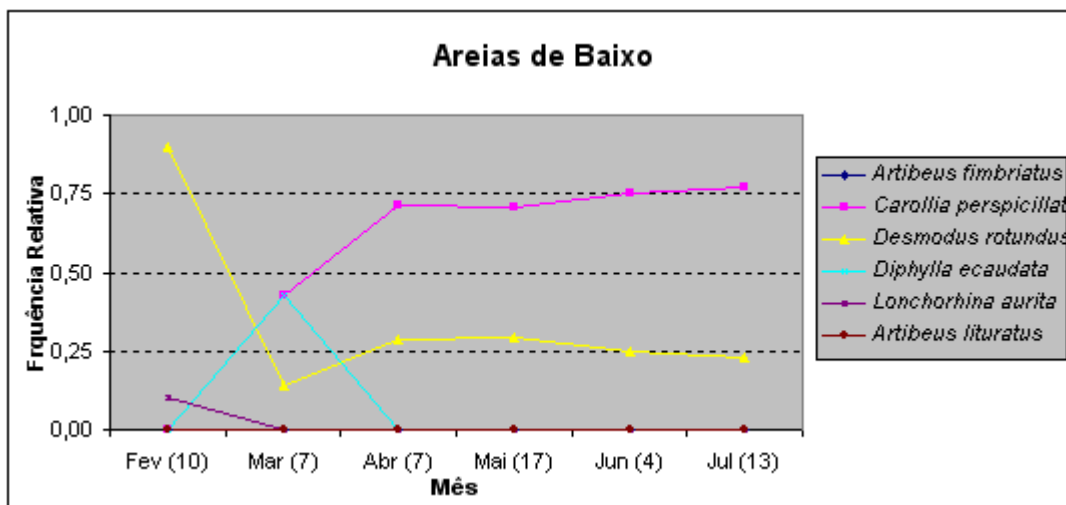
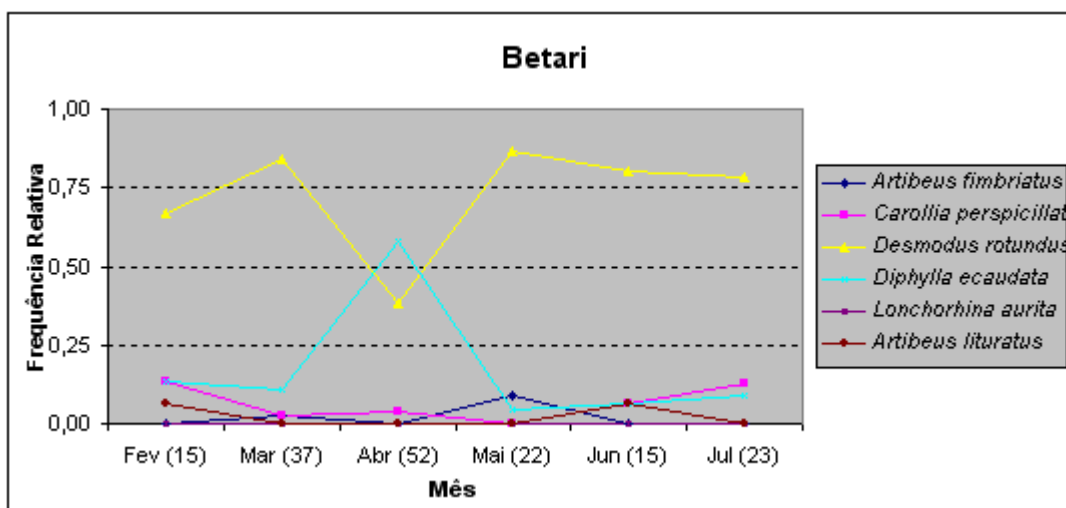
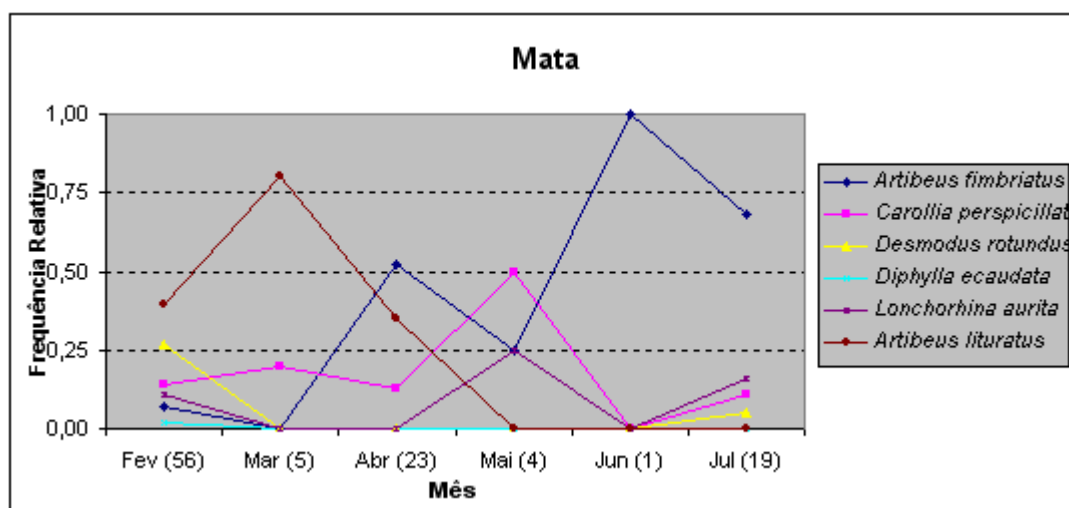
Gráfico D.9. Frequência relativa das espécies na caverna Areias de Baixo.**Gráfico D.10.** Frequência relativa das espécies na caverna Betari.

Gráfico D.11. Frequência relativa das espécies na mata.

Apêndice E – Gráficos da evolução das frequências relativas das espécies nas 10 cavernas e na mata.

Para os gráficos de E.1 a E.6, os números entre parênteses no eixo das abscissas representam o total de morcegos coletados no mês.

Gráfico E.1. Frequência relativa da espécie *Artibeus fimbriatus*.

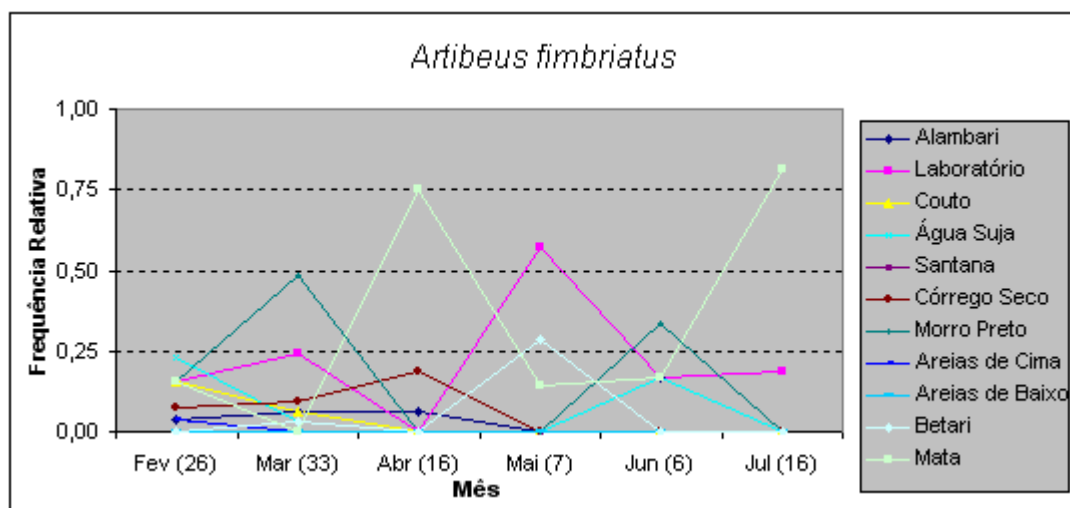


Gráfico E.2. Frequência relativa da espécie *Carollia perspicillata*.

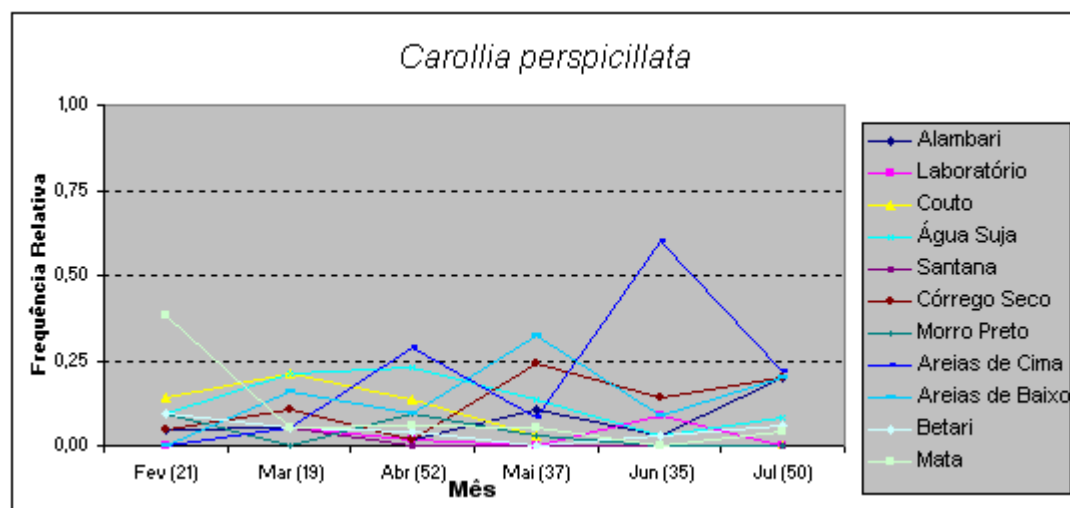
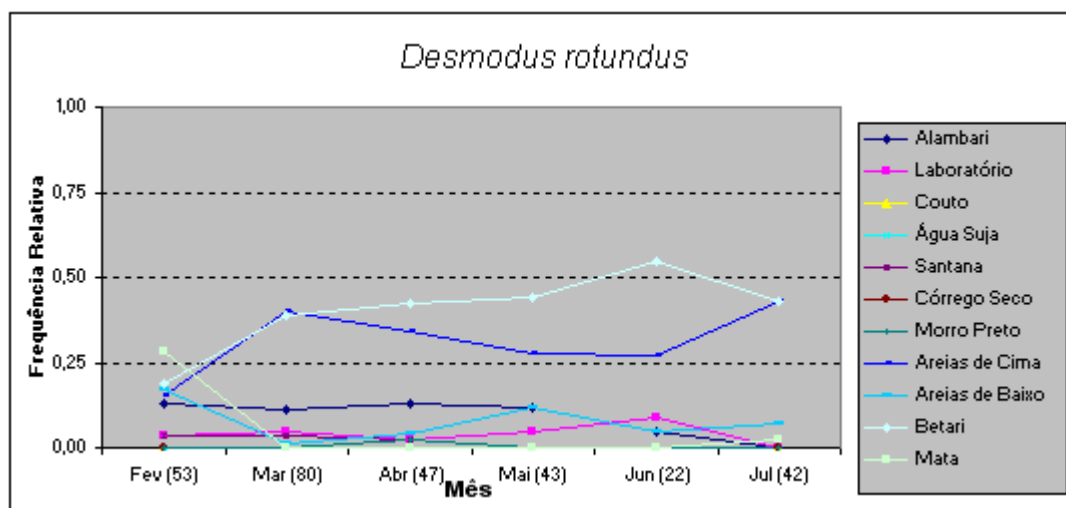
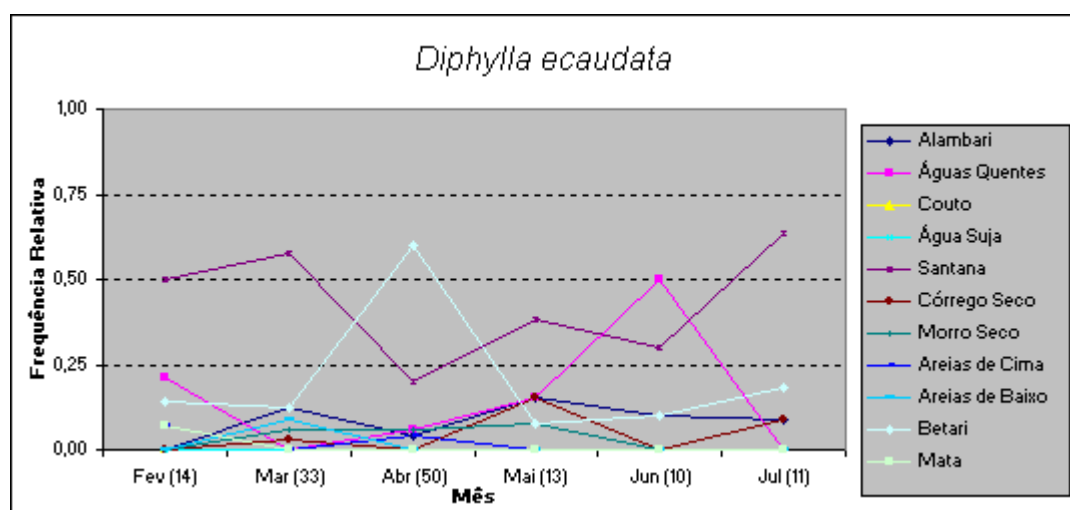


Gráfico E.3. Frequência relativa da espécie *Desmodus rotundus*.**Gráfico E.4.** Frequência relativa da espécie *Diphylla ecaudata*.

Apêndice F – Gráficos de diagnóstico e envelopes dos modelos testados

Gráfico F.1. Envelope da distribuição Poisson para o estudo comparativo.

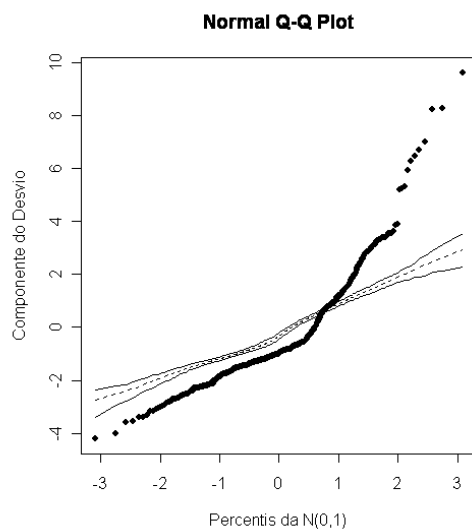


Gráfico F.2. Diagnósticos da distribuição Poisson para o estudo comparativo.

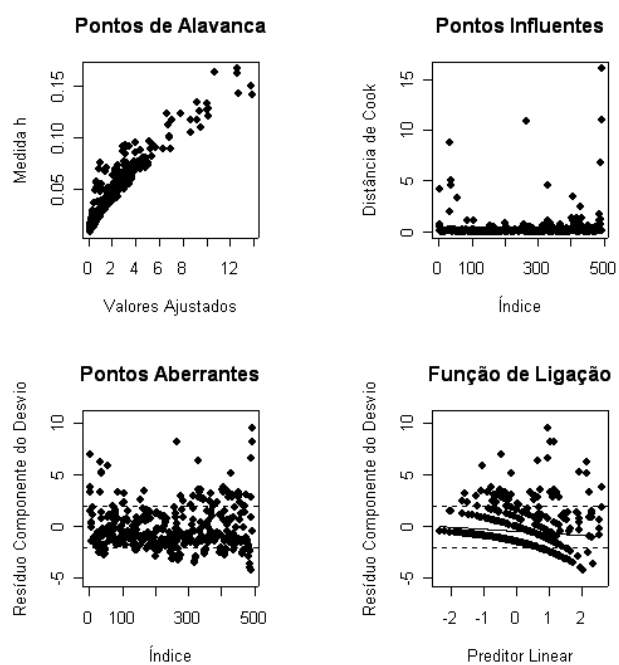


Gráfico F.3. Envelope da distribuição Binomial Negativa para o estudo comparativo.

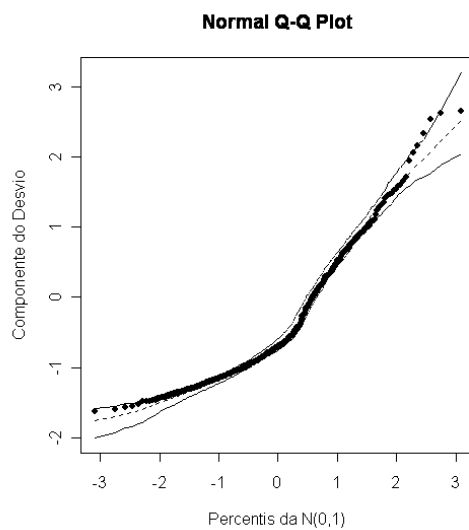


Gráfico F.4. Diagnósticos da distribuição Binomial Negativa para o estudo comparativo.

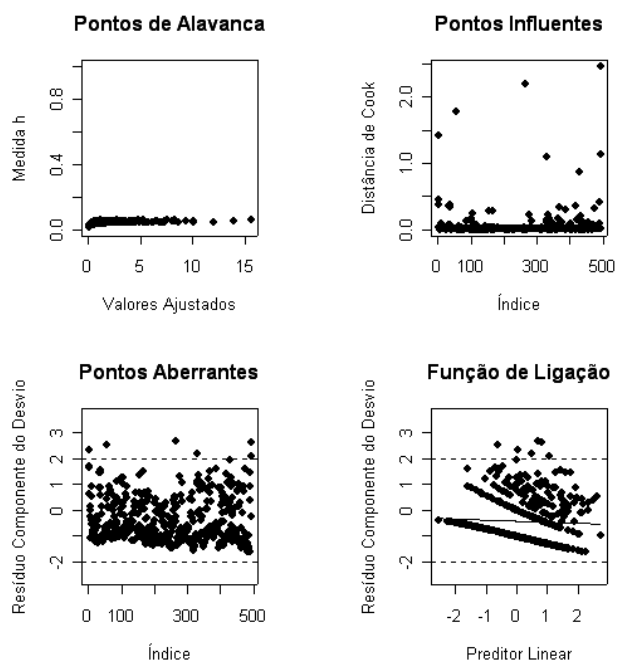


Gráfico F.5. Envelope da distribuição Poisson para o estudo da comunidade atual.

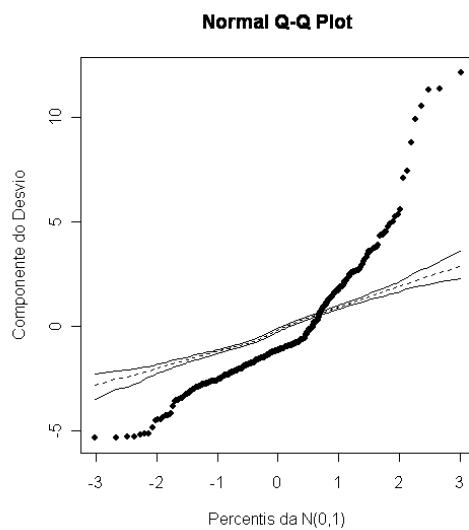


Gráfico F.6. Diagnósticos da distribuição Poisson para o estudo da comunidade atual.

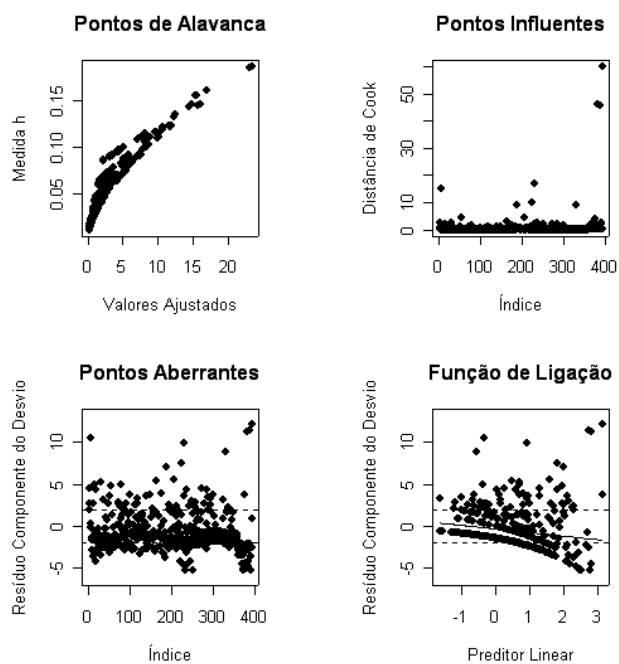


Gráfico F.7. Envelope da distribuição Binomial Negativa para o estudo da comunidade atual.

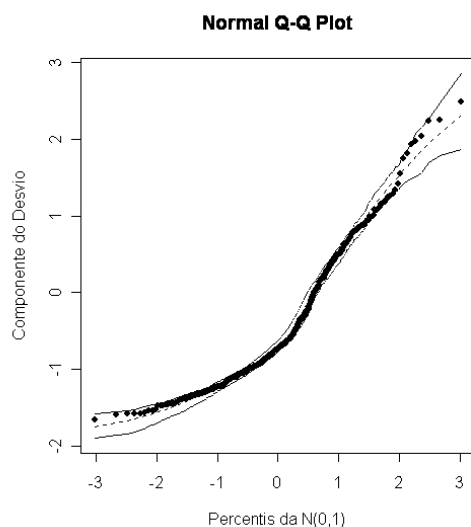
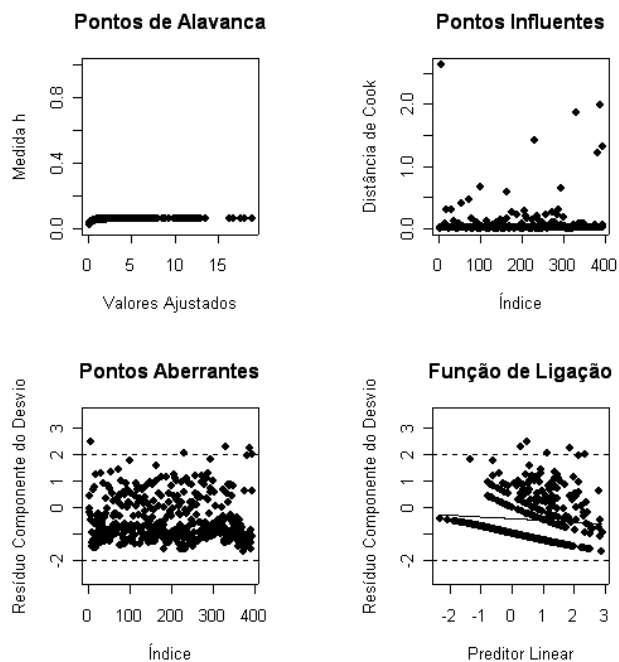


Gráfico F.8. Diagnóstico da distribuição Binomial Negativa para o estudo da comunidade.



Apêndice G – Modelo do estudo comparativo

O modelo a seguir foi usado na comparação entre os anos. Para mais detalhes matemáticos ver Paula (2004) e Verbeke e Molenberghs (2000).

Considera-se y_{ijkl} como o número de indivíduos coletados no i -ésimo local, no j -ésimo mês, da k -ésima espécie no l -ésimo ano, onde:

$i = \{\text{Alambari, Betari, Couto, Água Suja, Córrego Seco, Morro Preto, Areias de Cima, Areias de Baixo, Águas Quentes e Santana}\}.$

$j = \{\text{Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho e Julho}\}$

$k = \{\text{Artibeus sp, Carollia perspicillata, Desmodus rotundus, Diphylla ecaudata e Lonchorhina aurita}\}.$

$l = \{1979 \text{ e } 2006\}$

Considera-se que y_{ijkl} segue uma distribuição binomial negativa, com uma média λ_{ijkl} . Dessa forma, o modelo estimado é:

$$\log(\lambda_{ijkl}) = \alpha_0 + \beta_i + \gamma_j + \eta_k + \rho_l$$

onde as classes de referência são caverna Santana, mês de Fevereiro, espécie *Desmodus rotundus* e ano de 1979, e as interpretações dos parâmetros são:

α_0 é o efeito das classes de referência no logartimo da média do número de morcegos capturados;

β_i é o efeito do i -ésimo local com relação à caverna de referência – Santana;

γ_j é o efeito do j -ésimo mês com relação ao mês de referência – Fevereiro;

η_k é o efeito da k -ésima espécie com relação à espécie de referência – *Desmodus rotundus*;

ρ_l é o efeito do ano de 2006 com relação ao ano de referência – 1979.

É necessário também utilizar uma estrutura de correlação apropriada para as observações. Para isso, serão considerados 120 *clusters* (conjuntos de observações), que no caso são referentes aos dias de coleta dos estudos. Isto significa que o modelo considera que há dependências nas coletas que ocorrem num mesmo dia. O bom senso diz que deveríamos considerar outras dependências, como nas coletas em dias seguidos, mas não foi possível levar isto em conta por problemas de convergência do algoritmo de estimação, face aos dados disponíveis. A estrutura de correlação utilizada é a chamada permutável ou simétrica (*exchangeable*) dentro desses *clusters*. Com essa estrutura o modelo supõe que a correlação entre as observações dentro de cada *cluster* é a mesma, sendo estimada pelo modelo.

Tanto neste estudo como naquele descrito no apêndice H usou-se o pacote R para se fazer os diagnósticos das marginais. As estimativas dos parâmetros foram feitas com o pacote SAS – V8, usando procedure GENMOD.

Apêndice H – Modelo do estudo da comunidade atual de morcegos

Descreve-se em seguida o modelo usado para comparar as cavernas e a mata. Maiores detalhes do modelo são dados nas referências já citadas.

Considera-se y_{ijk} como o número de indivíduos coletados no i -ésimo local, no j -ésimo mês, da k -ésima espécie, onde:

$i = \{\text{Alambari, Betari, Couto, Água Suja, Córrego Seco, Morro Preto, Areias de Cima, Areias de Baixo, Águas Quentes, Santana e Mata}\}.$

$j = \{\text{Fevereiro, Março, Abril, Maio, Junho e Julho}\}$

$k = \{\text{Artibeus fimbriatus, Artibeus lituratus, Carollia perspicillata, Desmodus rotundus, Diphylla ecaudata e Lonchorhina aurita}\}.$

Considera-se que y_{ijk} segue uma distribuição para dados de contagem, com uma média λ_{ijk} . Dessa forma, o modelo estimado é:

$$\log(\lambda_{ijk}) = \alpha_0 + \beta_i + \gamma_j + \eta_k$$

onde as classes de referência são caverna Santana, mês de Fevereiro, espécie *Desmodus rotundus* e ano de 1979, e as interpretações dos parâmetros são:

α_0 é o efeito das classes de referência no logaritmo da média do número de morcegos capturados;

β_i é o efeito do i -ésimo local com relação ao local de referência – Mata;

γ_j é o efeito do j -ésimo mês com relação ao mês de referência – Fevereiro;

η_k é o efeito da k -ésima espécie com relação à espécie de referência – *Desmodus rotundus*.

Serão considerados 66 *clusters* (conjuntos de observações), referentes aos dias de coleta dos estudos. A estrutura de correlação utilizada é a simétrica.