



**Universidade Federal de Ouro Preto**  
**Instituto de Ciências Exatas e Biológicas**  
**Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente**  
**Laboratório de Zoologia de Vertebrados**

**Programa de Pós- Graduação em**  
**ECOLOGIA DE BIOMAS TROPICAIS**



**ANFÍBIOS ANUROS DE SERRAPILHEIRA DO PARQUE ESTADUAL DO RIO DOCE: resposta à disponibilidade de recursos e aos fatores climáticos,**

**Camila Rabelo Rievers**

**Orientadora: Maria Rita Silvério Pires**  
**Co-Orientadora: Paula Cabral Eterovick**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Biomas Tropicais, pela Universidade Federal de Ouro Preto.

**Ouro Preto**  
**Março de 2010**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**Universidade Federal de Ouro Preto**  
**Instituto de Ciências Exatas e Biológicas**  
**Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente**  
**Laboratório de Zoologia de Vertebrados**

**Programa de Pós- Graduação em**  
**ECOLOGIA DE BIOMAS TROPICAIS**



**ANFÍBIOS ANUROS DE SERRAPILHEIRA DO PARQUE ESTADUAL DO RIO DOCE: resposta à disponibilidade de recursos e aos fatores climáticos.**

**Camila Rabelo Rievers**

**Orientadora:** Maria Rita Silvério Pires

**Co-Orientadora:** Paula Cabral Eterovick

**Ouro Preto**  
**Março de 2010**

~ 2 ~

**Camila Rabelo Rievers**

**ANFÍBIOS ANUROS DE SERRAPILHEIRA DO PARQUE ESTADUAL  
DO RIO DOCE: resposta à disponibilidade de recursos e aos fatores  
climáticos.**

Tese de Mestrado apresentada ao curso de Pós- Graduação em Biomas  
Tropicais da Universidade Federal de Ouro Preto-Instituto de Ciências  
Biológicas, Ouro Preto, Minas Gerais, 2010.

**Dr<sup>a</sup>. Maria Rita Silvério Pires (Orientadora- UFOP)**

**Dr<sup>a</sup>. Paula Cabral Eterovick (Co- orientadora - PUC/MG)**

**Dr<sup>a</sup>. Monique Van Sluys (UERJ)**

**Dr. Renato Neves Feio (UFV)**

***“Se você quiser ir rápido, caminhe sozinho,***

***Se quiser ir longe, caminhe junto.”***

***(Provérbio africano)***

***“Dedico à Paula Cabral Eterovick e a Paulo Dias Rabelo”***

~ 5 ~

## ÍNDICE

Agradecimentos .....	8
Resumo .....	12
Abstract .....	13
Lista de Figuras .....	14
Lista de Tabelas .....	19
1. Introdução Geral .....	20
2. Objetivos .....	22
3. Revisão de Literatura .....	24
3.1 Conhecimento atual sobre anfíbios anuros de serrapilheira em florestas tropicais brasileiras .....	24
3.2 Comunidade de anfíbios anuros de serrapilheira: resposta à disponibilidade de recurso alimentar.....	26
3.2.1 Resposta à heterogeneidade do habitat .....	28
3.2.2 Resposta às variáveis climáticas.....	31
4. Métodos .....	34
4.1 Área de estudo .....	34
4.1.1 Áreas de amostragem .....	37
4.2 Coleta de dados .....	44
4.2.1 Anurofauna.....	45
4.2.2 Artrópodes .....	47
4.2.3 Serrapilheira .....	48
4.2.4 Variáveis climáticas .....	50
4.3 Análises estatísticas .....	50
5. Resultados .....	54
5.1 Composição e estrutura da anurofauna associada à serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce.....	54
5.2 Distribuição de artrópodes de serrapilheira nas áreas de amostragem.....	65
5.3 Caracterização da serrapilheira nas áreas de amostragem .....	69
5.4 Variáveis climáticas no Parque Estadual do Rio Doce .....	71

5.5 Teste de hipóteses: Resposta dos anfíbios anuros à disponibilidade de alimento, às características da serrapilheira e aos fatores climáticos .....	79
6. Discussão .....	83
6.1 Composição e estrutura das comunidades de anuros associadas à serrapilheira .....	83
6.2 Comunidade de artrópodes de serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce .....	90
6.3 Caracterização da serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce .....	91
6.4 Variáveis climáticas do Parque Estadual do Rio Doce .....	92
6.5 Resposta de anfíbios anuros à disponibilidade de alimento, às características da serrapilheira e aos fatores climáticos .....	93
7. Conclusões.....	97
8. Referências Bibliográficas .....	99
9. Anexo .....	113
9.1 Considerações Taxonômicas.....	113
9.2 Anexo Fotográfico.....	115



## AGRADECIMENTOS

Dedico esse trabalho para duas pessoas imprescindíveis nessa minha formação e processo, que me deram suporte logístico, psicológico, físico e emocional para transpor todas as dificuldades, mas que palavras não serão suficientes para refletir o tamanho da minha gratidão. Ao meu avô Paulo Dias Rabelo meus eternos agradecimentos por me ensinar a sabedoria de viver, por sempre ser o primeiro a me “dar mão a caminhar” e por ser fonte de admiração e exemplo de vida. À Paula Cabral Eterovick por ser muito mais que uma orientadora, ser uma amiga, uma mestra, uma mãe. Agradeço por me acompanhar e me incentivar em todas as minhas dúvidas e crises existenciais artísticas e profissionais. Por ser um exemplo de pessoa e profissional, de caráter e beleza imensuráveis.

Agradeço a Deus, a tudo que esta denominação de quatro letras significa para mim, e suas manifestações divinas, tais como a natureza, seus seres vivos, a música, a dança, o corpo, o espírito, os quais despertaram minha curiosidade por tão formosa complexidade e perfeição e me ajudaram, de várias formas, a alcançar meus objetivos e me tornar um “ser humano” melhor.

Todas as pessoas que passaram na minha vida durante estes difíceis e intensos anos deixaram contribuições para este trabalho, diretamente ou indiretamente. Como são muitas pessoas, peço desculpas caso esqueça de alguém.

Este estudo não seria realizado e concluído se não fosse a ajuda e cooperação de várias pessoas e instituições.

- Agradeço ao IEF e ao IBAMA por me concederem a licença para a pesquisa.
- Agradeço aos representantes do Projeto TEAM (Tropical Ecology Assessment and Monitoring), Luiz Gustavo Dias e Teresa Sposito, pelo auxílio durante a implantação do projeto.
- Agradeço à PUC-MG e à UFMG por ceder o espaço físico dos laboratórios para a triagem do material.

- À UFOP pela oportunidade de ingressar em um programa de Pós-Graduação e pela bolsa de estudo.
- Ao INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) pela liberação dos dados climáticos da subestação meteorológica do Parque Estadual do Rio Doce.
- Agradeço ao Parque Estadual do Rio Doce e a todos os seus trabalhadores, com muito carinho, pela amizade e companheirismo (Canela, Lúcia, Dora, Vinícius, Jailma, André, Adriano, Zé Maria, Nabuco, André, Éder, Geneci, Aldi, Giovanni, João Júlio, Rangel, Dutra, Quaresma) e em especial ao Diretor Marcus Vinícius pelo apoio a minha pesquisa, pelo carinho, amizade e ajuda em todos os momentos durante minha morada no PERD.

Posso me considerar uma pessoa de muita sorte, pelas grandes famílias que formei durante este estudo. Assim, agradeço a minha família biológica, meus pais pela base do meu caráter e pela confiança que “caçar perereca” dá futuro na vida. Ao meu pai, por me despertar o gosto pela natureza, a minha mãe por ser fonte de amor inesgotável que nos inspira a continuar sempre. Aos meus avôs, que são como pais para mim, pela confiança, criação e paciência. À minha avó por suportar meu mau humor, minhas bagunças, tralhas de campo, ao meu avô por ser referência de vida para mim, por me estender a mão sempre e por me ajudar a transpor todos os meus desafios. A minha Tia Neze, Tio Bigô e minha prima Preta Lú por me emprestarem o carro sempre que precisei levar mil bombonas e material biológico pelas universidades. A minha Tia Neze por ser um exemplo de pessoa, pois quando eu crescer quero ser igual a ela. Aos meus Tios Daniela e Cristiano por cuidarem com carinho dos meus cavalos e pelo incentivo.

À minha família do PERD, na qual eu tenho duas grandes mães, que me acolheram e me cuidaram como filha. À Naná e à Marly um profundo agradecimento por todo amor, carinho e preocupação. A minha avó Dona Maria pela sabedoria ensinada, amor e carinho. Aos meus pais Tião e Waltinho e irmãos Wellington, Davi e Nathália pelo carinho e amizade. Á minha irmã Carol pelo companheirismo, amizade, amor e diversão, por fazer a morada no PERD bem mais divertida.

Agradeço em especial com muita alegria essas seguintes pessoas que sem ela este estudo não passaria do papel:

- Ao meu amigo Ivanildo (Ivan Cordeiro) por cavar baldes, montar pitfalls, aguentar meu mau-humor e ser a pessoa mais companheira durante todo o projeto. Se não fosse o Ivan, meu mateiro eficiente, teria sido difícil passar pelas dificuldades e tocar este projeto para frente. Obrigada pelo carinho e pela imensa amizade.
- Aos meus companheiros do PERD Rogério (Cordim) pela amizade companheirismo e carinho, e pela ajuda com a montagem dos “Pitfalls”.
- Ao meu amigo Felipe Leite (Dr. Chefim) pela amizade, carinho, amor, pela ajuda na taxonomia, pelas diversas parcerias e por acreditar no meu trabalho.
- As minhas queridas estagiárias, Roberta Carmo, Luiza Passos, Sara Araújo, Adriane Ferreira, Karina Lima, Ludmila Faria, que sem elas esse estudo não poderia ser realizado, agradeço a ajuda em campo e em laboratório. Obrigado pela amizade e carinho!
- Aos amigos que me ajudaram em campanhas campo Leo Lobato, Camila, Alexandre Bahia (Zé), Aibo, Leandro Drummond (Difunto), Rafael Mourão, Débora, Arquimedes Ferreira, Michael Lindeman, Francisco (Chico) e Leonardo Salim.
- Aos meus amigos Canuto (Macus), Zé (Alexandre Bahia) e Fravim (Flávio Siqueira) pela amizade, apoio e companhia e pouso em Ouro Preto.
- À minha querida orientadora Maria Rita por confiar no meu trabalho, compreender os meus processos durante o mestrado, pelo carinho, doçura e orientação, os quais contribuirão imensamente para minha formação.
- A minha grande amiga Mari (Mariana Drummond) por ser uma “mãezona” durante toda a minha caminhada, que além da amizade sempre me confortava com palavras de que tudo ia dar certo. Agradeço principalmente pelas ajudas estatísticas via digital por msn, email, skype, por estar sempre pronta a me ajudar. Amiga, mãe da Fernandinha, obrigada!
- Ao meu amigo Felipe Madeira pela ajuda em comprar os baldes.
- À minha amiga Janaina pela ajuda com o material da liteira e amizade

- Aos meninos da entomologia, Raphael, Jugui e Batata (Rodolfo Raimundo) pela ajuda na triagem e identificação das amostras de invertebrados.
- Mamour bá e ao grupo Conexão African Beat , Cheik, Aziz, Titica (Frederico), Daniel, Gustavo e Zé Gabriel, pela amizade, carinho, ensinamentos e pela bela música que lava a alma e reforça nossas raízes e nos enche de esperança e fé.
- À minha amiga Tita (Cristina Tolentino) pela presença iluminada no PERD, pelos ensinamentos, amor e amizade.
- Ao meu amigo André (Dedé) pela hospedagem em Viçosa e amizade.
- Ao André Hirsch por ceder os mapas do PERD e áreas amostrais.
- Thiago Metsker pela amizade e companhia durante o projeto TEAM.
- Ao Rogério da PUC por sempre estar pronto para ajudar.
- À minha “irmã” Milena Wachlevski, pela amizade fraterna, pelas discussões e contribuições a este estudo.
- Aos coleguinhas Piu (Rafael Laia) e Fatorelli (Pedro Fatorelli) pelo companherismo, parcerias e diversão no processo “anuros do folhiço fase 2”.
- À minha amiga Rafa (Frangudinha), pela incrível ajuda em triar florzinhas, pelo amor, amizade incondicional.
- À minha amiga Carolzinha, pelo amor, incentivo, amizade e companherismo.
- À minha amiga Juju (Juliana Bernardes), por tudo, por tudo mesmo, por estar presente na minha vida, “soul sister”.
- Ao Bianco (Fabiano Siqueira), pelo amor sincero, compreensão e alegria.

Por fim, aos meus “coleguinhas” de sala pela amizade e companherismo durante todo esse processo e a todos os meus amigos, meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

A herpetofauna associada à serrapilheira apresenta características complexas e particulares quanto ao uso de recursos e estratégias reprodutivas. Ainda há muitas lacunas sobre os padrões de distribuição, abundância, riqueza e diversidade da herpetofauna e os fatores que os influenciam. A presente dissertação teve como objetivo estudar a comunidade de anuros associados à serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce (PERD), e sua relação com a heterogeneidade do habitat, a disponibilidade de alimento e as variáveis climáticas, de forma a entender padrões locais de distribuição, abundância e riqueza de espécies. O estudo foi realizado em três áreas (Preta, Central e Aníbal) de estruturas variáveis do habitat na Floresta Estacional Semidecidual no PERD. Foram realizadas campanhas mensais, no período de abril de 2007 a março de 2008, utilizando armadilhas de queda (“pitfall traps”) para a coleta de anfíbios anuros e artrópodes. Amostras de serrapilheira foram coletadas e analisadas. Foram registrados 326 anuros pertencentes a 15 espécies, representando oito famílias: Brachycephalidae (2 sp.), Bufonidae (1 sp.), Craugastoridae (1 sp.), Eleutherodactylidae (1 sp.), Hylidae (4 sp.), Leiuperidae (2 sp.), Leptodactylidae (2 sp.), Microhylidae (2 sp.). A serrapilheira é um habitat peculiar, disponibilizando ambientes e condições específicas que suportaram uma fauna abundante de espécies raras e menos abundante de espécies comuns. Do total de indivíduos amostrados, 117 (36%) foram registrados na Preta, 189 (58%) na Central e 20 (6%) na Aníbal. Houve uma maior similaridade entre as áreas Preta e Central. Essas áreas assemelham-se quanto às características estruturais, disponibilidade e heterogeneidade de habitat, composição florística, produção de serrapilheira e microclima, sustentando taxocenoses de anfíbios anuros de semelhante composição, riqueza, diversidade e abundância. As variáveis que explicaram significativamente a variação espacial da abundância, riqueza e biomassa de anuros no PERD foram a biomassa de serrapilheira, juntamente com a riqueza de taxa de artrópodes. A serrapilheira produzida é composta por diversos componentes vegetais, que disponibilizam uma grande quantidade e diversidade de habitats e microhabitats, sustentando uma diversa fauna de artrópodes, que por conseqüência dá suporte para uma comunidade abundante de anuros. A variação sazonal da abundância, riqueza e biomassa dos anuros não foi explicada de modo significativo pelas variáveis analisadas. Entretanto, a pluviosidade e a biomassa de serrapilheira estão associadas à variação sazonal da comunidade de anuros de serrapilheira do PERD.

## ABSTRACT

The leaf-litter herpetofauna has complex and particular characteristics concerning resource use and reproductive strategies. Many aspects of distribution, abundance, richness and diversity of the leaf litter herpetofauna and their influencing factors still remain to be understood. This thesis aims to study the leaf-litter frog communities at the Parque Estadual do Rio Doce (PERD), and their relation to habitat heterogeneity, food availability and climatic variables, in order to understand local patterns of distribution, abundance and species richness. This study was conducted at three areas (Preta, Central and Anibal) of different degrees of habitat structure in the Semideciduous Forest within the Park. Field work was carried out monthly, from April 2007 to March 2008, using the methodology of pitfall traps to sample anurans and arthropods. Leaf-litter samples were collected and analysed. We sampled 326 frogs belonging to 15 species from eight families: Brachycephalidae (2 sp.), Bufonidae (1 sp.), Craugastoridae (1 sp.), Eleutherodactylidae (1 sp.), Hylidae (4 sp.), Leiuperidae (2 sp.), Leptodactylidae (2 sp.), Microhylidae (2 sp.). The leaf-litter is a unique habitat, providing specific microhabitats and conditions that supported a fauna rich in rare species and a less abundant fauna of common species. Of all the individuals sampled, 117 (36%) were recorded in Preta, 189 (58%) in Central and 20 (6%) in Anibal. There was a greater similarity in species composition between structurally similar forests. Areas with similar habitat structure have similar characteristics, availability and variety of habitat, floristic composition, litter fall and microclimate, holding similar assemblages regarding composition, richness, diversity, and abundance of species. The variables that significantly explained the spatial variation of the frog's abundance, richness and biomass were leaf litter biomass and arthropod richness. The leaf-litter produced is composed of several parts of plants, which provide a great quantity and diversity of habitats and microhabitats, supporting a diverse arthropod fauna, which supports an abundant frog community. The seasonal variation of frog's abundance, richness and biomass was not significantly explained by the variables analyzed. However, rainfall and leaf litter biomass were associated with seasonal variation in litter frogs communities at PERD.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relevo e hidrografia da região do Parque Estadual do Rio Doce, mostrando a Depressão Interplanáltica do Rio Doce, MG (Hirsch, 2003) .....	34
Figura 2: Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo da região do Parque Estadual do Rio Doce, MG, segundo Hirsch (2003).....	35
Figura 3: Climatograma da região do PERD de acordo com os dados da estação meteorológica da ACESITA (1955-1974), Fonte Gilhuis (1986).....	36
Figura 4: Localização geográfica dos plots nas áreas Preta, Central e Anibal no Parque Estadual do Rio Doce, MG, segundo Hirsch (2003).....	38
Figura 5: Área de amostragem da Preta, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km <sup>2</sup> e a parcela de 10,000m <sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).....	39
Figura 6: Ortofotocarta da área de amostragem da Preta, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km <sup>2</sup> e a parcela de 10,000m <sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).....	40
Figura 7: Área de amostragem da Central, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km <sup>2</sup> e a parcela de 10,000m <sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).....	41
Figura 8: Ortofotocarta da área de amostragem da Central, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km <sup>2</sup> e a parcela de 10,000m <sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).....	42
Figura 9: Área de amostragem do Aníbal, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km <sup>2</sup> e a parcela de 10,000m <sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).....	43

Figura 10: Ortofotocarta da área de amostragem do Aníbal, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km <sup>2</sup> e a parcela de 10,000m <sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).....	44
Figura 11: Desenho amostral padrão realizado nos três locais de amostragem (parcelas), Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	45
Figura 12: Desenho esquemático de cada conjunto de armadilhas em disposição de “Y” (A) e foto de um conjunto de armadilhas instalado na parcela Preta (B) no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	46
Figura 13: Coleta dos artrópodes através da metodologia de “pitfalls” (A e B), triagem do material em lupa óptica (C), visualização de um pseudo-escorpião (D).....	48
Figura 14: Coleta de folhígio pelo coletor suspenso de serrapilheira (A); foto do conjunto do coletor suspenso de serrapilheira e parte do conjunto de armadilhas (“pitfall traps”) (B), no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	49
Figura 15: Curva de rarefação mostrando o número de indivíduos e de espécies registrados nas três áreas amostradas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	54
Figura 16: Abundância das espécies registradas na Preta, Central e Aníbal, de abril de 2007 a março de 2008, Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	58
Figura 17: Cluster obtido com base no Índice de Jaccard para os dados de presença e ausência de espécies, mostrando similaridade da composição da anurofauna entre as três áreas amostradas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG,.....	60
Figura 18: Cluster obtido com base no Índice de Sorensen, para os dados de abundância de espécies mostrando a similaridade entre as parcelas amostradas no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	60



Figura 19: Cluster obtido com base no Índice de Sorensen, para os dados de abundância de espécies, mostrando a similaridade entre as três parcelas amostradas, sem a presença da espécie dominante, <i>Physalaemus</i> sp. (cf. <i>crombiei</i> ), no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	61
Figura 20: Distribuição temporal da abundância de anuros associados à serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	62
Figura 21: Distribuição temporal da biomassa de anuros associados à serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	63
Figura 22: Distribuição temporal da riqueza de anuros associados à serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	64
Figura 23: Percentual das categorias de artrópodes registradas nas três parcelas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	66
Figura 24: Abundância das ordens de artrópodes que constituem presas potenciais para anfíbios anuros associados à serrapilheira dentro de cada parcela: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	68
Figura 25: Distribuição temporal da abundância de artrópodes de serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	69
Figura 26: Proporção dos componentes vegetais da serrapilheira nas três parcelas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	70
Figura 27: Distribuição temporal da biomassa seca de serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	71
Figura 28: Variação da pluviosidade (mm) medida pela sub-estação do INPE durante o período do estudo, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	72

Figura 29: Variação da temperatura do ar (°C) medida pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	73
Figura 30: Variação da umidade relativa (%) medida pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	74
Figura 31: Variação das temperaturas máximas e mínimas (°C) medidas pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	75
Figura 32: Variação da quantidade de água no solo (mm) medida pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	76
Figura 33: Variação da temperatura do solo (°C) medidas pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	77
Figura 34: Variação da temperatura nas três parcelas: Preta, Central e Aníbal, durante o período do estudo, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	78
Figura 35: Variação da umidade medida nas três parcelas: Preta, Central e Aníbal, durante o período do estudo, Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	79
Figura 36: Relação entre abundância de anuros, biomassa de serrapilheira produzida e riqueza de artrópodes, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	80
Figura 37: Relação entre abundância de anuros, biomassa de serrapilheira produzida e pluviosidade ao longo de 12 meses no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	81
Figura 38: <i>Leptodactylus marmoratus</i> (A); <i>Aparasphenodon brunoi</i> (B); <i>Dendropsophus anceps</i> (C); <i>Haddadus binotatus</i> (D); <i>Physalaemus cuvieri</i> (E);	

*Leptodactylus ocellatus* (F); *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*) (G); *Rhinella pombali* (H).....115

Figura 39: *Stereocyclops incrassatus* (I); *Dendropsophus decipiens* (J); *Ischnocnema* sp. (aff. *parva*) (K); *Ischnocnema* sp. nv. (aff. *verrucosa*) (L); *Trachycephalus mesophaeus* (M); *Chiasmocleis* sp. (aff. *schubarti*) (N); *Adelophryne* sp. nv. (O, P).....116

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de indivíduos registrados e abundância relativa, Índice de Dajoz de anfíbios anuros em três parcelas no Parque Estadual Rio Doce, MG, Preta, Central, Aníbal, F = frequente, O = ocasional, C = comum.....	56
Tabela 2: Distribuição temporal das espécies de anuros associados a serrapilheira no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	65
Tabela 3: Abundância dos artrópodes registrados nas três parcelas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.....	67
Tabela 4: Valores mensais da pluviosidade mensurada pela sub-estação do INPE no PERD, durante o período de abril 2007 a março de 2008.....	72

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os anfíbios anuros apresentam uma grande diversidade de estratégias reprodutivas, interações ecológicas e utilização de habitats. Esse grupo está presente nos locais mais inóspitos do planeta e apresenta inúmeras especializações (Duellman & Trueb, 1994; Beebee, 1996; Haddad & Prado, 2005; Pimenta *et al.*, 2005; Frost, 2009). A anurofauna de serrapilheira é composta por espécies especialistas em habitar o folhiço do solo das florestas.

A Mata Atlântica abriga uma grande biodiversidade (Tabarelli *et al.*, 2005). De acordo com o MMA (2000), a biodiversidade da Mata Atlântica tem sido bem estudada nos últimos anos. Entretanto, estudos sobre a anurofauna de serrapilheira ainda são escassos, contando com importantes trabalhos relativos ao sudeste do Brasil (Allmom, 1991; Giaretta *et al.*, 1997; Rocha *et al.*, 2001; Rocha *et al.*, 2007; Van Sluys *et al.*, 2007).

Por sua heterogeneidade fitofisionômica, geomorfológica e hídrica, o estado de Minas Gerais apresenta uma fauna de anfíbios bastante diversa, rica e endêmica (Drummond *et al.*, 2005). Devido a esta virtude, esse estado é bastante representativo para a conservação da biodiversidade brasileira.

Esse estudo foi realizado no Parque Estadual do Rio Doce (PERD), o maior remanescente preservado contínuo de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais. O PERD é indicado como área de extrema importância biológica e prioritária para conservação da biodiversidade e para investigação científica no estado (Biodiversitas, 2005; Drummond *et al.*, 2005).

A forma como as necessidades de cada espécie, juntamente com suas funções tróficas e as condições abióticas, interagem para determinar a coexistência de uma comunidade ainda é um enigma para a ecologia (Mikkelsen, 2005). O conhecimento das interações ecológicas intra e interespecíficas pode contribuir para a determinação de padrões de distribuição, abundância e riqueza de espécies. Neste sentido, no presente estudo, são abordadas as seguintes dimensões do nicho da

comunidade de anfíbios anuros de serrapilheira: recursos, representados aqui pela disponibilidade de habitat e fonte alimentar, e as condições climáticas.

## 2. OBJETIVOS

A presente dissertação teve como objetivo o estudo da comunidade de anuros associados à serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce e sua relação com heterogeneidade do habitat, disponibilidade de alimento e variáveis climáticas, visando conhecer os padrões locais de distribuição, abundância e riqueza de espécies.

Para a definição de alvos, citam-se os objetivos específicos:

- ✓ Fazer um levantamento sobre o atual conhecimento de anfíbios anuros de serrapilheira nas florestas tropicais brasileiras;
- ✓ Listar as espécies que compõem a comunidade de anfíbios anuros de serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce, MG;
- ✓ Explicar padrões locais de riqueza, abundância e biomassa de anuros em relação à disponibilidade de recurso alimentar, ou seja, abundância e riqueza de artrópodes;
- ✓ Explicar padrões locais de riqueza, abundância e biomassa de anuros em relação à disponibilidade e heterogeneidade dos habitats (biomassa da serrapilheira, heterogeneidade da serrapilheira, profundidade de serrapilheira);
- ✓ Definir padrões locais de riqueza, abundância e biomassa de anuros em relação a variáveis climáticas (umidade, temperatura, pluviosidade);

Para atingir os objetivos propostos, foram colocadas as seguintes hipóteses em forma de questões:

- ✓ A riqueza, abundância e biomassa de anuros variam:
  1. com a abundância e riqueza de artrópodes?
  2. com a biomassa da serrapilheira?
  3. com a heterogeneidade da serrapilheira?
  4. com as variáveis climáticas, tais como pluviosidade e temperatura?



### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Conhecimento atual sobre anfíbios anuros de serrapilheira em florestas tropicais brasileiras

A herpetofauna associada à serrapilheira é pouco amostrada, visto que os levantamentos e estudos de anfíbios concentram-se, em geral, próximos a corpos d'água incluindo poças, brejos, rios e riachos, e na estratificação vertical da vegetação em torno deles (Bastazini *et al.*, 2007; Eterovick *et al.*, 2008). No entanto, sabe-se que a fauna de serrapilheira possui características complexas e particulares quanto ao uso de recursos e estratégias reprodutivas, e muitas espécies não dependem diretamente de sítios reprodutivos aquáticos para completar seu ciclo de vida (Haddad *et al.*, 2008; Walting & Donnelly, 2002). Informações sobre a história natural dessas espécies contribuem para a compreensão dos processos ecológicos nos quais estão envolvidas e para a definição de estratégias sólidas para um planejamento eficiente de medidas conservacionistas.

A maioria dos estudos sobre anuros de serrapilheira foi conduzida no Brasil, na Costa Rica e na África (Wachlevski & Rocha, com. pess.). Para a herpetofauna brasileira destacam-se estudos na Floresta Amazônica (Allmon, 1991; Gascon, 1996) e nas florestas tropicais do sudeste (Rocha *et al.*, 2001; Dixo & Verdade, 2006; Van Sluys *et al.*, 2007). Entretanto, faltam diversas informações sobre as espécies de anfíbios anuros de serrapilheira, incluindo sua taxonomia, biologia, ecologia, distribuição geográfica, conservação, e padrões de estruturação de comunidades.

Os anfíbios podem estabelecer diversas formas de associação com a serrapilheira de acordo com sua morfologia, biologia, fisiologia, modo reprodutivo e estratégia de forrageamento (Donnelly & Crump, 1998; Toft, 1980; Toft, 1981). As espécies de anuros neotropicais que habitam a serrapilheira podem ser divididas em dois grupos distintos: espécies que depositam ovos no solo, na serrapilheira e espécies que formam congregações reprodutivas em poças (Donnelly & Crump, 1998).

As espécies que depositam ovos na serrapilheira compartilham características tais como: uso de habitat (serrapilheira) restrito, baixo poder de dispersão dos adultos para os sítios reprodutivos, sobreposição temporal e espacial dos estágios adulto e juvenil (Donnelly, 1989; Donnelly & Crump, 1998). Seus modos reprodutivos diferem drasticamente de outros anuros (Crump, 1974; Donnelly & Crump, 1998; Haddad *et al.*, 2008). Essas espécies de anuros de serrapilheira são independentes de corpos d'água para oviposição, portanto, não dependem exclusivamente desses ambientes, mas eles co-ocorrem na serrapilheira com os outros anuros que depositam seus ovos na água (bufonídeos, microhilídeos e leptodactilídeos) (Toft & Duellman, 1979; Donnelly & Crump, 1998). Muitas das espécies que reproduzem na serrapilheira depositam ovos grandes em ambientes úmidos no solo, dentro e embaixo de troncos, embaixo de musgos ou do folhíço; os ovos sofrem desenvolvimento direto e não existe estágio larval aquático (Donnelly & Crump, 1998; Haddad *et al.*, 2008). O cuidado parental dessas espécies tende a aumentar a taxa de sobrevivência dos descendentes contra predadores, patógenos e desidratação dos ovos (Crump, 1974). Essas espécies de anuros de serrapilheira exibem uma variedade de padrões quanto à sazonalidade de sua reprodução, podendo apresentar reprodução contínua ao longo do ano; oportunista, quando as condições são favoráveis; e esporádicas, podendo ter seu pico reprodutivo na estação seca ou na chuvosa (Crump, 1974; Donnelly & Crump, 1998; Haddad *et al.*, 2008).

As espécies que formam congregações reprodutivas em poças depositam seus ovos na água e podem ter girinos exotróficos (Donnelly & Crump, 1998). Poucas espécies que reproduzem em poças apresentam cuidado parental, como é o caso de alguns leptodactilídeos (Haddad *et al.*, 2008). Algumas espécies podem apresentar reprodução explosiva, ou seja, a reprodução completa acontece em um curto período de tempo (geralmente em alguns dias). Outras espécies apresentam reprodução prolongada, a qual se completa em um longo período de tempo (geralmente em várias semanas ou meses) (Crump, 1974; Donnelly & Crump, 1998). Geralmente a chuva é um fator que sincroniza as atividades reprodutivas das espécies que reproduzem em poças (Rievers & Eterovick, 2005; Rievers & Eterovick, 2006).

As diferenças na densidade e diversidade de anuros de serrapilheira podem ser explicadas por diferenças nas condições ambientais entre os locais de estudo (Toft, 1982; Van Sluys *et al.*, 2007). Entretanto, diferenças no desenho amostral e metodologia utilizada podem interferir nos padrões observados (Rocha *et al.*, 2001).

Alguns fatores são conhecidos por afetar as comunidades de anuros de serrapilheira, como: altitude (Scott-Jr, 1976; Fauth *et al.* 1989; Giaretta *et al.* 1999), clima (Lieberman, 1986; Allmon, 1991; Giaretta *et al.*, 1999; Walting & Donnelly, 2002; Urbina-Cardona & Londoño-Murcia, 2003; Gardner *et al.*, 2007), degradação do habitat (Lieberman, 1986; Urbina-Cardona & Londoño-Murcia, 2003; Gardner *et al.*, 2007), disponibilidade de recurso alimentar (Toft, 1980; Toft, 1981; Lieberman, 1986; Lima & Magnusson, 1998) e heterogeneidade do habitat (Lieberman, 1986; Allmon, 1991; Giaretta *et al.* 1999; Van Sluys *et al.*, 2007; Keller *et al.*, 2009). Contudo há ainda muitas lacunas sobre os padrões de distribuição, abundância, riqueza e diversidade da herpetofauna e como esses fatores os influenciam.

É importante determinar as estruturas e as interações dos membros das comunidades entre si e com o meio, já que estas interações são a base do conhecimento da distribuição das espécies em seu habitat (Urbina-Cardona & Londoño-Murcia, 2003).

### **3.2 Comunidades de anfíbios anuros de serrapilheira: resposta à disponibilidade de recurso alimentar**

Os artrópodes representam um grupo extremamente abundante e diversificado em ambientes terrestres e desempenham papéis chaves nos ecossistemas (Ferreira & Marques, 1998). A fauna de artrópodes de serrapilheira destaca-se no ecossistema florestal pela sua importância na ciclagem de nutrientes e degradação da matéria orgânica, já que esses organismos são os principais fragmentadores da serrapilheira (Moore *et al.*, 1991; Ferreira & Marques, 1998).

Os invertebrados de serrapilheira podem ser divididos em três grupos funcionais: (1) microbívoros, que são ácaros (Acari) e colêmbolos (Collembola), constituintes

dominantes na cadeia alimentar de detritos que podem influenciar o processo de decomposição e de mineralização de nutrientes através das atividades de regulação microbiana; (2) fragmentadores, que incluem miriápodes (Miriapoda), diplópodos (Diplopoda), e minhocas (Oligochaeta), que não consomem o folhizo diretamente, mas facilitam indiretamente a sua utilização por micro-organismos; e (3) predadores, como formigas (Formicidae), aranhas (Araneae), louva-deuses (Mantidae), que devem influenciar as teias alimentares detritívoras através do controle de suas presas, que podem fazer parte desta cadeia (Vossbrink *et al.*, 1979).

Em estudo com artrópodes de serrapilheira na região do PERD, Ferreira e Marques (1998) concluíram que a grande heterogeneidade na oferta de recursos proporcionados pela serrapilheira da mata, juntamente com a estabilidade ambiental da mesma, mantêm uma fauna rica e diversa de artrópodes.

A complexidade do ciclo de vida (fase larval aquática e fase adulta terrestre) da maioria das espécies de anuros resulta em uma grande complexidade ecológica, pois diferentes estágios na história de vida implicam na participação em diferentes teias alimentares (Donnelly & Crump, 1998). O nicho alimentar muda com a ontogenia, permitindo interações tróficas entre indivíduos de diferentes tamanhos e estágios de desenvolvimento (Lima & Magnusson, 1998).

Os artrópodes representam a principal fonte de recurso alimentar para a herpetofauna, assim, a avaliação da composição e distribuição dos mesmos em uma paisagem complexa é fundamental para a compreensão dos processos ecológicos na região (Tinôco, 2004). Anfíbios adultos são os maiores predadores de insetos e outros invertebrados, possuindo um papel ecológico importante na cadeia alimentar, onde afetam as populações de insetos e servem de presa para vários outros vertebrados (Toft, 1980; Toft, 1985). Os anfíbios de serrapilheira exercem um controle substancial sobre a flutuação das densidades de suas presas, assim agindo indiretamente na regulação da dinâmica dos nutrientes das florestas (Beard *et al.*, 2002; Huang *et al.*, 2007).

De acordo com os estudos de dieta de anuros de serrapilheira, as ordens mais encontradas nos estômagos desses animais foram: Hymenoptera, Acari, Isoptera,

Orthoptera, Coleoptera, Araneae, Hemiptera (Toft, 1980; Toft, 1981; Lieberman, 1986; Lima & Magnusson, 1998; Almeida-Gomes *et al.*, 2007). Estudos de dieta de anuros de serrapilheira vêm mostrando diferenças na dieta de espécies simpátricas (Toft, 1981; Lieberman, 1986; Lima & Magnusson, 1998). Toft (1980), em estudo na Amazônia peruana, mostrou que a maioria dos anuros de serrapilheira se alimenta de presas em proporções diferentes das disponíveis no folhíço. Lima e Magnusson (1998) concluíram que a dieta de anuros diurnos depende tanto da morfologia do indivíduo quanto do seu comportamento.

Toft (1981) avaliou, em floresta tropical do Panamá, a disponibilidade das presas no ambiente e a comparou com a dieta de anuros, estudando suas estratégias de forrageamento. Essa autora verificou que espécies especialistas quanto a sua estratégia alimentar possuem preferência alimentar por formigas e ácaros, e espécies generalistas evitam formigas e ácaros. Ainda no mesmo estudo, Brachycephalidae é classificada como generalista, Bufonidae como especialista em formigas e ácaros e Mycrohylidae como especialista em formigas. Lima & Magnusson (1998), estudando dieta de anfíbios anuros, observaram que espécies de Brachycephalidae demonstraram preferência alimentar por colêmbolos e Bufonidae, por cupins e formigas.

Vários estudos indicam que a distribuição e abundância de anuros de serrapilheira estão diretamente relacionadas à abundância de artrópodes (Scott-Jr, 1976; Allmon, 1991; Huang & Hou, 2004; Van Sluys *et al.*, 2007), porém poucos trabalhos comprovaram essa hipótese quantitativamente (Toft, 1980; Toft, 1981; Lieberman, 1986).

### 3.2.1 Resposta à heterogeneidade do habitat

O estado de Minas Gerais pode ser considerado privilegiado na composição de seus recursos naturais, pois inclui áreas cobertas pelos biomas da Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. Essa heterogeneidade se expressa em uma grande variedade de ambientes com diferentes formações vegetais, rochosas e sistemas hídricos (Drummond *et al.*, 2005). A Mata Atlântica é o mais rico bioma na composição da anurofauna, de onde são conhecidas mais de 380 espécies (Duellman, 1999) e muitas espécies ainda são descritas a cada ano neste bioma (Feio & Ferreira, 2005). Essa grande riqueza da Mata Atlântica é devida, em parte, à grande heterogeneidade de habitats que favorece a evolução de modos reprodutivos especializados (Haddad & Prado, 2005).

A serrapilheira é um importante componente do ecossistema florestal e compreende o material biológico precipitado no solo. Este material é composto principalmente por folhas, troncos, caules, raízes, fungos, sementes, flores, frutos e resíduos animais, constituindo habitat para muitas espécies de anuros (Crump, 1974; Dias & Oliveira-Filho, 1997). A quantidade de serrapilheira depositada pode variar dependendo do estágio de sucessão florestal, do grau de perturbação da área, da altitude, topografia, posição geográfica, umidade e outros fatores climáticos. As áreas de grande perturbação apresentam maior número de espécies pioneiras de crescimento rápido, que investem muito em produção de biomassa e acabam produzindo maior quantidade de serrapilheira. Em áreas menos perturbadas, o número de espécies de crescimento rápido é reduzido, portanto, apresentam menor biomassa (Araujo, 2002). De maneira geral, a produtividade das Florestas Tropicais é maior nas altitudes intermediárias, sendo que há uma maior variação e menor produtividade vegetal em áreas secas e de topografia irregular (Scott-Jr, 1976). Em uma floresta tropical no Panamá, a sincronização da queda do folhiço e a redução da decomposição na estação seca produzem mais habitats variáveis em termos de material de folhiço disponível para abrigo e suporte para a cadeia alimentar. Qualquer fator que afete a produtividade parece expandir seus efeitos através da cadeia alimentar até atingir a biomassa total da herpetofauna (Scott- Jr, 1976).

A decomposição da serrapilheira também é um fator importante no processo de ciclagem de energia dentro dos ecossistemas terrestres. Estudos mostram que a quantidade e a qualidade da serrapilheira, o clima e a fauna de folhiço exercem importante papel no processo de decomposição (Huang *et al.*, 2007). As florestas tropicais exibem uma flora composta de múltiplas espécies, fornecendo à serrapilheira composição diversificada e um ciclo de nutrientes mais estável estabelecendo, conseqüentemente, uma biota diversificada e de intensa dinâmica (Sanchez *et al.*, 2009). Janzen (1974) sugeriu que florestas tropicais de solos pobres em nutrientes podem ser estruturalmente similares a floresta de solos mais ricos, porém, o crescimento e desenvolvimento da vegetação são mais lentos, isto implica numa menor queda do folhiço e decomposição mais lenta. Nesses ambientes, os animais dependentes do fluxo de energia do folhiço são pouco abundantes.

A distribuição, diversidade e abundância das espécies nos ambientes florestais permanecem entre muitos dos questionamentos da ecologia. Não se consegue definir padrões para explicar como as espécies respondem à grande complexidade ambiental que as afeta. Entretanto, é conhecido que a heterogeneidade ambiental favorece o aumento da riqueza de espécies, visto que uma alta diversidade de microambientes e nichos ecológicos está disponível (MacArthur, 1968).

O conhecimento sobre a distribuição espacial e uso de microambientes por anuros é, muitas vezes, limitado aos sítios de reprodução dos adultos, não havendo muita informação sobre como as características da vegetação e da serrapilheira afetam as comunidades de anuros (Van Sluys *et al.*, 2007). Estudos que abordam aspectos comparativos da composição e diversidade de anuros entre áreas próximas em diferentes estados de conservação também são escassos (Lieberman, 1986; Heyer *et al.*, 1990; Heinen, 1992; Tocher, 1998; Bernarde *et al.*, 1999). Dixo e Verdade (2006) encontraram diferenças na composição da anurofauna entre florestas primárias e secundárias no sudeste do Brasil. Gardner *et al.* (2007) encontraram diferenças significativas na abundância da herpetofauna entre florestas primária, secundária e eucaliptais, e concluíram que as espécies com reprodução específica e necessidades especiais de microhabitat somam um terço das espécies encontradas na floresta primária.

Os anfíbios desempenham um papel chave na dinâmica das comunidades de serrapilheira (Van Sluys *et al.*, 2007; Allmon, 1991; Fauth *et al.*, 1989). A complexidade estrutural da serrapilheira das florestas tropicais pode ser um indicativo do número de espécies (Scott-Jr, 1976), sendo esperado que habitats estruturalmente mais simples contenham menos espécies (Ernest *et al.*, 2006). Locais de serrapilheira mais complexa, devido à maior disponibilidade de microambientes, permitem que mais indivíduos e mais espécies coexistam (Fauth *et al.*, 1989).

As variações na estrutura e composição florestal ao longo de gradientes topográficos geram variabilidade estrutural, que deve afetar os padrões demográficos das assembléias de animais (Vasconcelos *et al.*, 2003; Menin *et al.*, 2007). As densidades da herpetofauna são maiores em áreas úmidas e em terrenos planos do que em áreas secas em terrenos irregulares com encostas. Isto se deve ao fato da grande variação e da menor queda total de folhiço em áreas secas e/ou com encostas (Scott-Jr, 1976).

Os habitats devem providenciar recurso alimentar adequado e abrigo contra predadores potenciais (Donnelly & Crump, 1998). Espera-se que quanto maior a heterogeneidade da serrapilheira, ou seja, quanto mais complexa e diversa ela for, maior será a riqueza e abundância dos anuros, em função de maior disponibilidade de habitat, refúgios contra predadores, e maior disponibilidade de presas potenciais (Scott-Jr, 1976; Allmon, 1991; Huang & Hou, 2004; Van Sluys *et al.*, 2007).

### **3.2.2 Resposta às variáveis climáticas**

Componentes físicos e climáticos, considerados fatores abióticos, têm sua importância ligada tanto ao seu efeito direto na fisiologia e na distribuição das espécies, quanto ao seu efeito indireto na composição das assembléias (Gleason, 1917). As diferenças sazonais dos fatores abióticos influenciam as diferenças na composição, riqueza, diversidade, abundância relativa das espécies, enfatizando a



importância de amostragens estratificadas de longa duração para caracterização de fauna (Gardner *et al.*, 2007).

A estrutura da vegetação, apesar de não ser tipicamente um fator abiótico, afeta o microclima e influencia fortemente a biota local. Mudanças na exposição aos ventos e ao sol podem levar a uma diminuição da umidade, assim como o número de árvores caídas com implicações para a comunidade de anuros local (Silvano & Segalla, 2005).

As variáveis ambientais umidade e temperatura influenciam o comportamento dos anuros (Heyer *et al.*, 1994; Donnelly & Crump, 1998). A época do ano e a duração do período de atividade das espécies são determinadas principalmente pela temperatura nas regiões temperadas e pela precipitação nas regiões tropicais e subtropicais (Duellman & Trueb, 1994). Apesar de se assumir que a chuva é o primeiro fator que controla a atividade reprodutiva dos anuros, há poucas evidências concretas de que a pluviosidade atue como o fator principal na estruturação das comunidades de anuros em geral (Bastazini *et al.*, 2007). Keller *et al.* (2009) observaram que os fatores ambientais são menos importantes na definição da composição das assembléias de anuros de serrapilheira e de dossel em florestas antigas.

É esperado que os organismos respondam às mudanças climáticas de três formas: migrando para habitats mais adequados, e assim, mudando sua distribuição geográfica e sua ecologia; se adaptando rapidamente às novas condições para sobreviver no habitat atual; ou morrendo (Miles, 1994). Donnelly & Crump (1998) sugeriram quatro aspectos climáticos que afetam fortemente os anfíbios: aumento da temperatura, prolongamento da estação seca, diminuição da umidade do solo e aumento da variação das chuvas inter-anuais. Estudos discutem que o prolongamento da estação seca pode ter diversos efeitos sobre a herpetofauna, pois implica em alterações da umidade, que por sua vez pode ser um fator limitante para muitas espécies, através da disponibilidade de ambientes úmidos e por diminuir a produção primária e a taxa de decomposição da serrapilheira (Scott-Jr, 1976; Gardner *et al.*, 2007).

Hoje há uma grande preocupação acerca das mudanças climáticas, e os anfíbios são provavelmente o grupo de vertebrado mais sensível às condições adversas do clima (Donnelly & Crump, 1998). As mudanças de temperatura, provavelmente, afetam dois processos da biologia dos anuros: reprodução e desenvolvimento (Donnelly & Crump, 1998). As espécies de anuros possuem uma tolerância fisiológica as condições ambientais, seus habitats devem atender as necessidades básicas de temperatura e umidade (Donnelly & Crump, 1998). Três fatores fisiológicos são importantes nesses animais: balanço de água no corpo, termoregulação e regulação hormonal para reprodução. Em anuros Neotropicais, as taxas de perda de água estão relacionadas a temperatura, umidade relativa, e disponibilidade de ambientes úmidos.

## 4. MÉTODOS

### 4.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no Parque Estadual do Rio Doce (PERD), situado na porção sudoeste de Minas Gerais entre os meridianos 42° 28' 18" e 48° 38' 30" W e os paralelos 19° 48' 18" e 19° 29' 24" S. O PERD situa-se a 248 km de Belo Horizonte, na bacia do Rio Doce, abrangendo os municípios de Marliéria, Dionísio e Timóteo (IEF, 2008) (Figura 1).

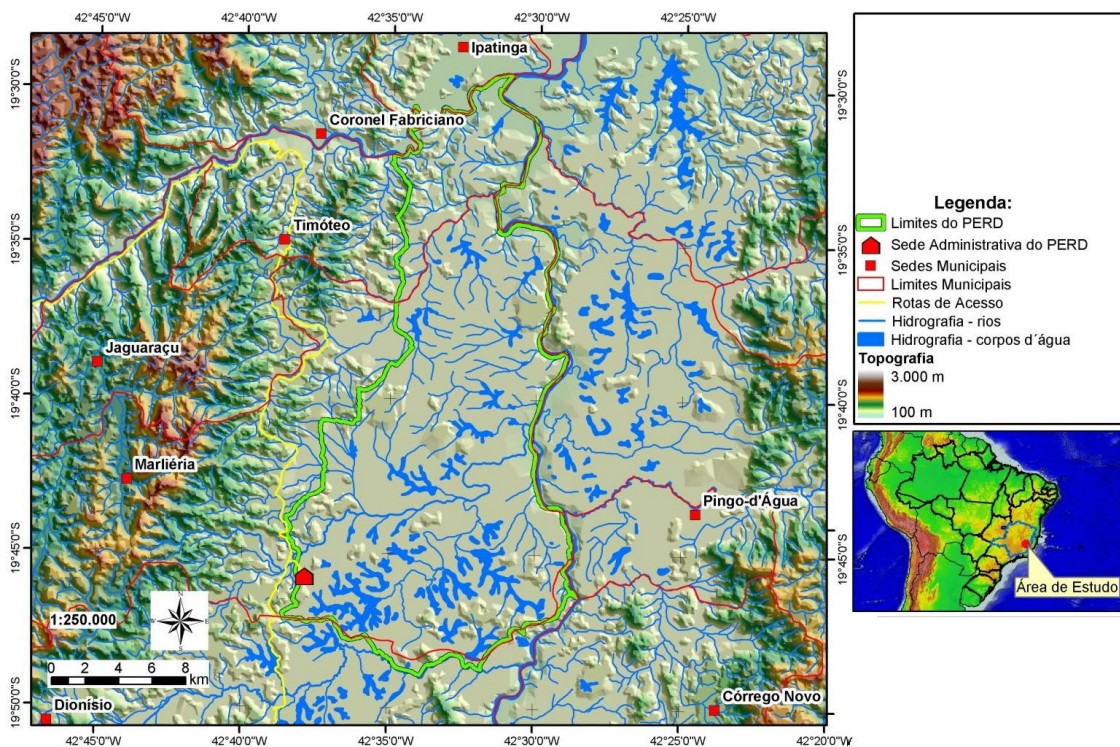


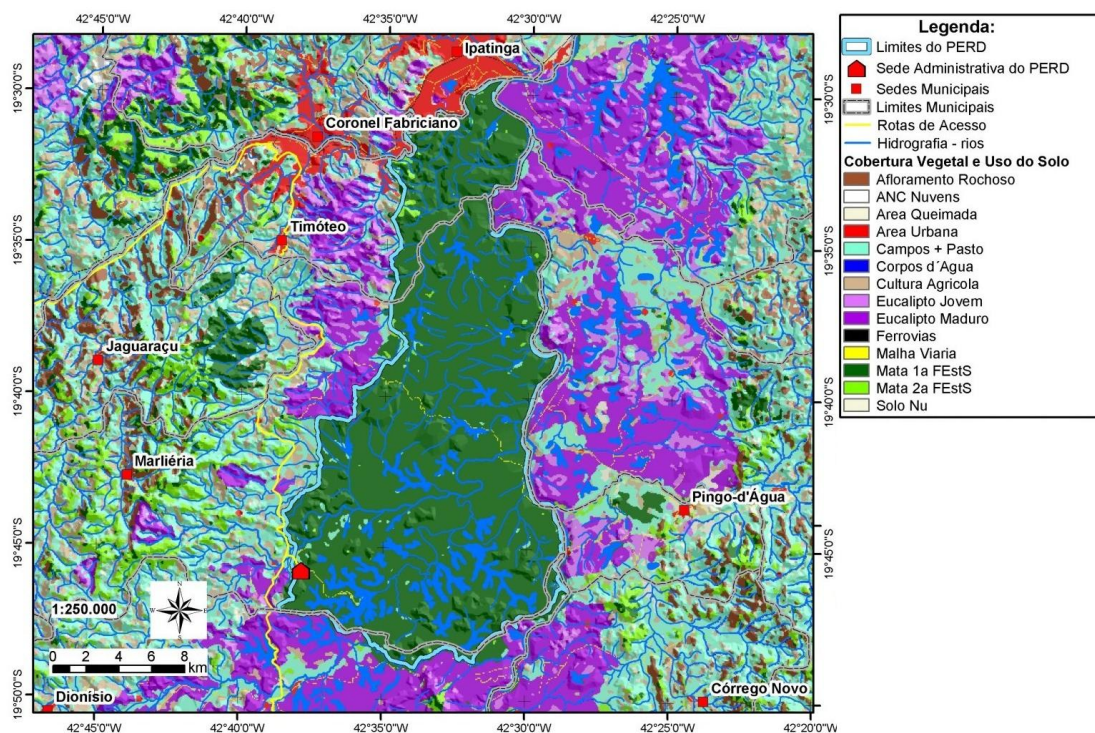
Figura 1: Relevo e hidrografia da região do Parque Estadual do Rio Doce, mostrando a Depressão Interplanáltica do Rio Doce, MG (Hirsch, 2003).

O Parque Estadual do Rio Doce é o maior e mais bem preservado remanescente contínuo de floresta do bioma de Mata Atlântica no estado de Minas Gerais, englobando uma área de 35.976,43 hectares de floresta nativa em vários estágios

de sucessão (Seeliger *et al.*, 2002). O PERD constitui o maior complexo lacustre da América Latina, com mais de 56 lagoas independentes (IEF, 2008) (Figura 2).

A cobertura vegetal do PERD é classificada como Floresta Tropical Estacional Semidecidual, a qual é constituída por árvores perenifólias, semicaducifólias e também apresenta lianas e epífitas (principalmente a mata ciliar).

Em 1967, ocorreu um incêndio que queimou cerca de 9,000 hectares do PERD. Após este ano, apenas incêndios de pequenas proporções foram registrados, o que possibilitou um processo de regeneração natural. Hoje, o PERD é constituído por partes florestais secundárias intercaladas por trechos com características ainda primárias (Metzker, 2007).



**Figura 2: Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo da região do Parque Estadual do Rio Doce, MG, segundo Hirsch (2003).**

O clima corresponde ao tipo Aw-Tropical Quente Semi-úmido, segundo a classificação de Köpen. Apresenta temperaturas médias entre 20°C e 22°C, e pluviosidade média anual variando entre 1,250 e 1,500mm, com chuvas concentradas nos meses de verão, diferenciando estações seca e chuvosa (IEF, 2008).

De acordo com os dados da estação meteorológica da ACESITA (19°32' S - 42°37' W, 261 m), aplicáveis à região do PERD, durante um período de 20 anos (1955 - 1974), a estação chuvosa dura seis meses, estendendo-se de outubro a março, sendo a precipitação acumulada neste período de 1.250,0mm (84,5%), e a temperatura média do mês mais quente (fevereiro) de 24,7°C. Por outro lado, a estação seca dura cinco meses, indo de maio a setembro, com apenas 134,9 mm (9,1%) de precipitação acumulada e uma temperatura média do mês mais frio (julho) de 18,8 °C. Segundo Gilhuis (1986), o mês de abril pode ser considerado como mês de transição entre a estação chuvosa e a estação seca.

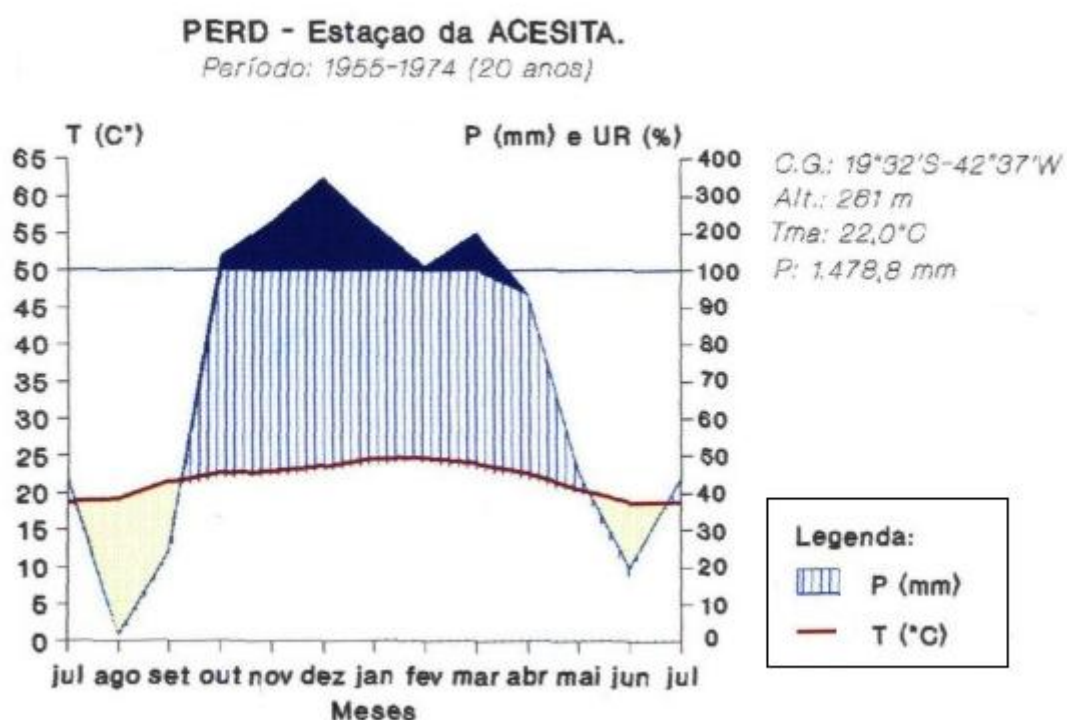


Figura 3: Climatograma da região do PERD de acordo com os dados da estação meteorológica da ACESITA (1955-1974). Fonte Gilhuis (1986).

O relevo da região é caracterizado pela presença de colinas com topos nivelados (relevo de “mar de morros”) e altitudes variando entre 200 e 500 m (IEF, 2008). No Parque Estadual do Rio Doce, prevalecem duas formas de relevo: as colinas, em sua maioria convexa, originada da dissecação fluvial de superfícies de aplainamento (datadas do Terciário Superior e Pleistoceno) e as planícies. Cerca de 21% da área do PERD correspondem à classe de relevo plano, 39% de relevo ondulado a montanhoso e 34% de fortemente ondulado a montanhoso (Cetec, 1981). Os solos do PERD são do tipo latossolo vermelho-amarelo que, de maneira geral, é ácido e com baixa fertilidade natural, características comuns aos solos da região do Vale do Rio Doce (Teixeira *et al.*, 1989; Metzker, 2007).

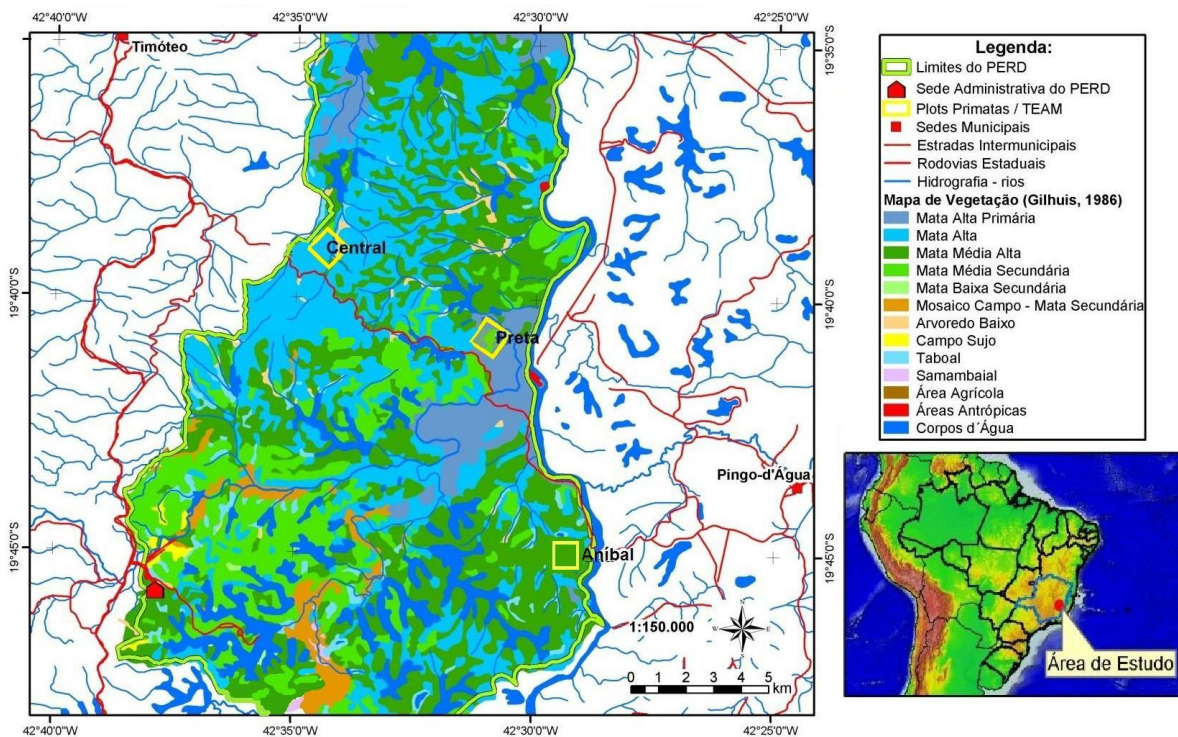
A fauna do PERD, ainda que pouco conhecida, apresenta altos índices de riqueza. Entre os vertebrados, mamíferos e aves foram os grupos mais estudados no parque, não havendo nenhum estudo sobre répteis e apenas um levantamento preliminar de anfíbios anuros (Feio *et al.*, 1998). Feio *et al.* (1998) descreveram 38 espécies para o PERD, o que pode ser considerado bastante significativo levando em consideração outras áreas da região, o tempo e os locais restrito das amostragens. A maioria das espécies de anuros registradas no PERD apresenta ampla distribuição geográfica, tendo sido amostradas espécies típicas das regiões litorâneas e de baixada de Mata Atlântica do sudeste do Brasil.

#### **4.1.1 Áreas de amostragem**

Foram selecionadas três áreas de amostragem ou plots em uma tentativa de amostrar a variação estrutural existente em termos de declividade e estágio sucessional: 1) Preta: S19° 40,855”/W42° 31,353” (alt. 254m), 2) Central: S19° 39,315”/W42° 34,378” (alt. 264m) e 3) Aníbal: S19° 45,147”/W42 29°,019” (alt. 325m) (Figura 4).

A área da Preta fica a uma distância, em linha reta, de 5,4km da área Central e 6,8km da área do Aníbal. A área da Central fica a 12,3km de distância da Aníbal.

Os locais de amostragem ou parcelas dentro das três áreas de amostragem (plots) foram escolhidos de modo a representar as características típicas da fitofisionomia presente, tendo sido selecionados locais sem perturbação antrópica e distantes de corpos d'água permanentes. Essas parcelas abrangeram 10,000m<sup>2</sup> e foram inseridas em um plot maior, de 1km<sup>2</sup>, marcado em cada área, correspondente a uma área de estudo de monitoramento de florestas tropicais demarcada para um projeto mais amplo (Tropical Ecology Assessment and Monitoring - TEAM, 2007) (Figuras 3 a 9).



**Figura 4: Localização geográfica dos plots nas áreas Preta, Central e Aníbal no Parque Estadual do Rio Doce, MG, segundo Hirsch (2003).**

## Preta

A parcela da Preta apresenta uma topografia representativamente plana (inclinação média de  $-2,6^\circ$ ). Sua vegetação é característica de matas altas primárias com poucas alterações antrópicas. O local de amostragem exibe árvores acima de 30m de altura com grande diversidade de espécies. A elevada abundância de epífitas vasculares é uma característica marcante dessa mata primária. A estrutura dessa fitofisionomia vegetal está relacionada principalmente à baixa inclinação, à proximidade do Rio Doce e de diversas lagoas, promovendo uma maior permanência e concentração de umidade na área (Metzker, 2007). As características descritas acima conferem a essa área amostral, um dossel coeso, sem presença de clareiras, com sub-bosque pouco denso, fatores que possibilitam uma umidade alta e temperaturas estáveis (Rievers, observação pessoal).

As armadilhas foram instaladas em uma área plana, de sub-bosque pouco denso, sem presença de clareiras, a uma distância média, em linha reta, de 370m do corpo d'água permanente mais próximo (Figuras 5 e 6).

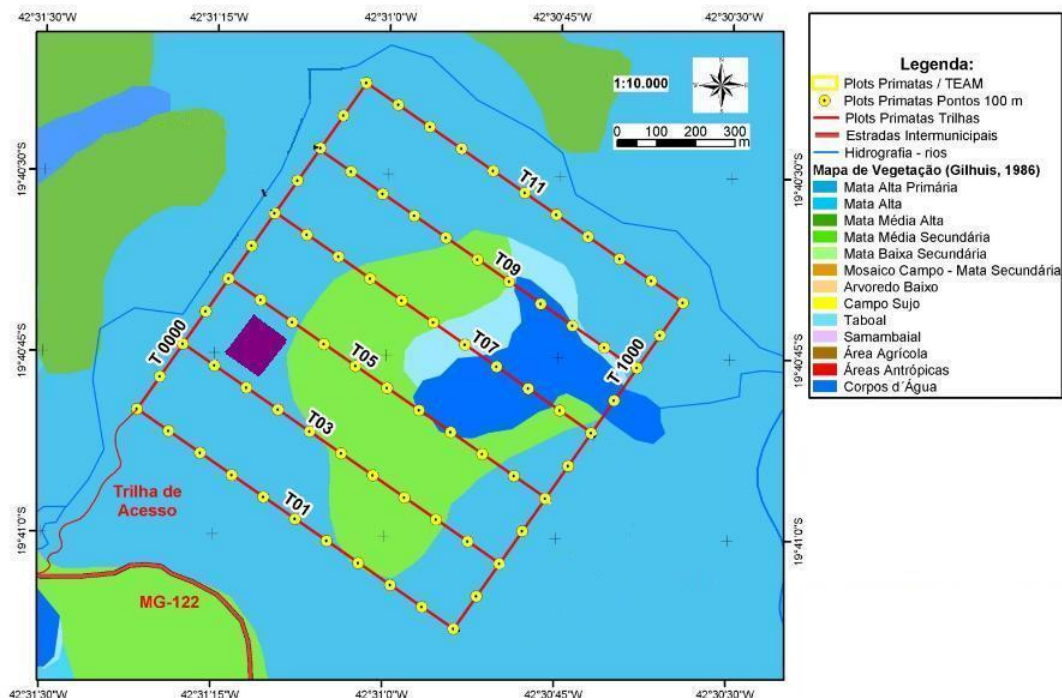
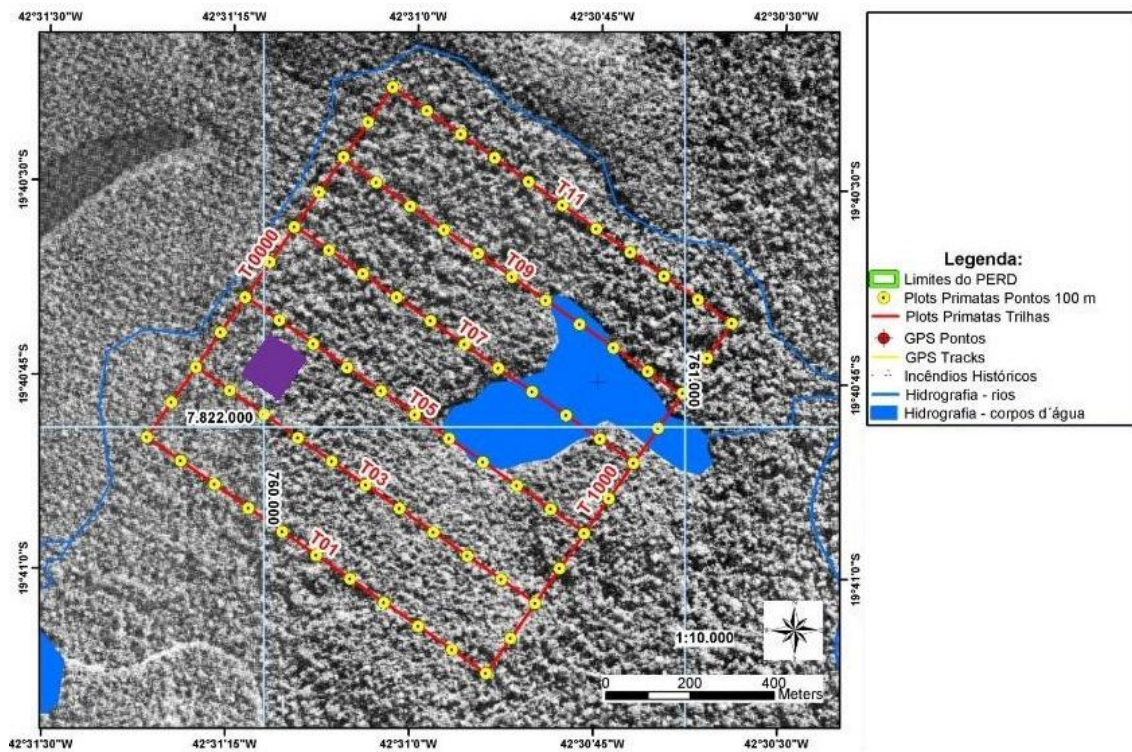


Figura 5: Área de amostragem da Preta, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de  $1\text{Km}^2$  e a parcela de  $10,000\text{m}^2$  inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).





**Figura 6: Ortofotocarta da área de amostragem da Preta, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km<sup>2</sup> e parcela de 10,000m<sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).**

## Central

A parcela da Central é constituída de topografia irregular, sendo uma área de encosta com inclinação bem acentuada, chegando a  $-22^\circ$ , sendo a média  $-19,6^\circ$ . A vegetação dessa parcela é caracterizada por uma estrutura semelhante à da parcela da Preta, porém exibe altura média menor (25m), sendo uma mata primária semi-decídua de encosta, com alta diversidade de espécies. Apresenta sub-bosque mais denso devido à presença de gramíneas e lianas de pequeno diâmetro (Metzker, 2007). A mata já sofreu efeito de fatores de degradação ambiental como incêndios. As características descritas acima conferem a essa área amostral dossel estratificado, ou seja, dossel fechado a semi-aberto, que possibilita a densidade do sub-bosque através da luminosidade incidente no interior da mata, assim como maior temperatura e menor umidade em relação a área da Preta (Rievers, observação pessoal).

As armadilhas foram instaladas a uma distância média, em linha reta, de 350 m do corpo d'água permanente mais próximo (Figuras 7 e 8), e dois pares delas foram instaladas em áreas de encosta (veja descrição da disposição espacial das armadilhas adiante).

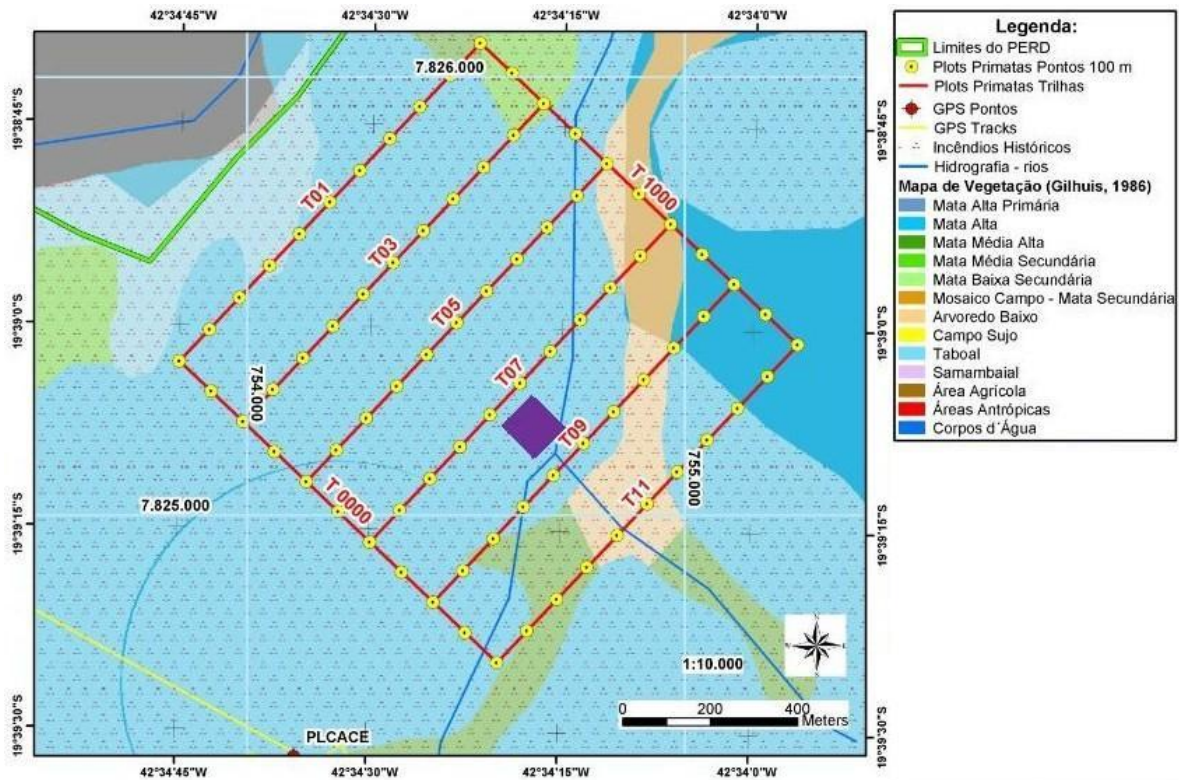
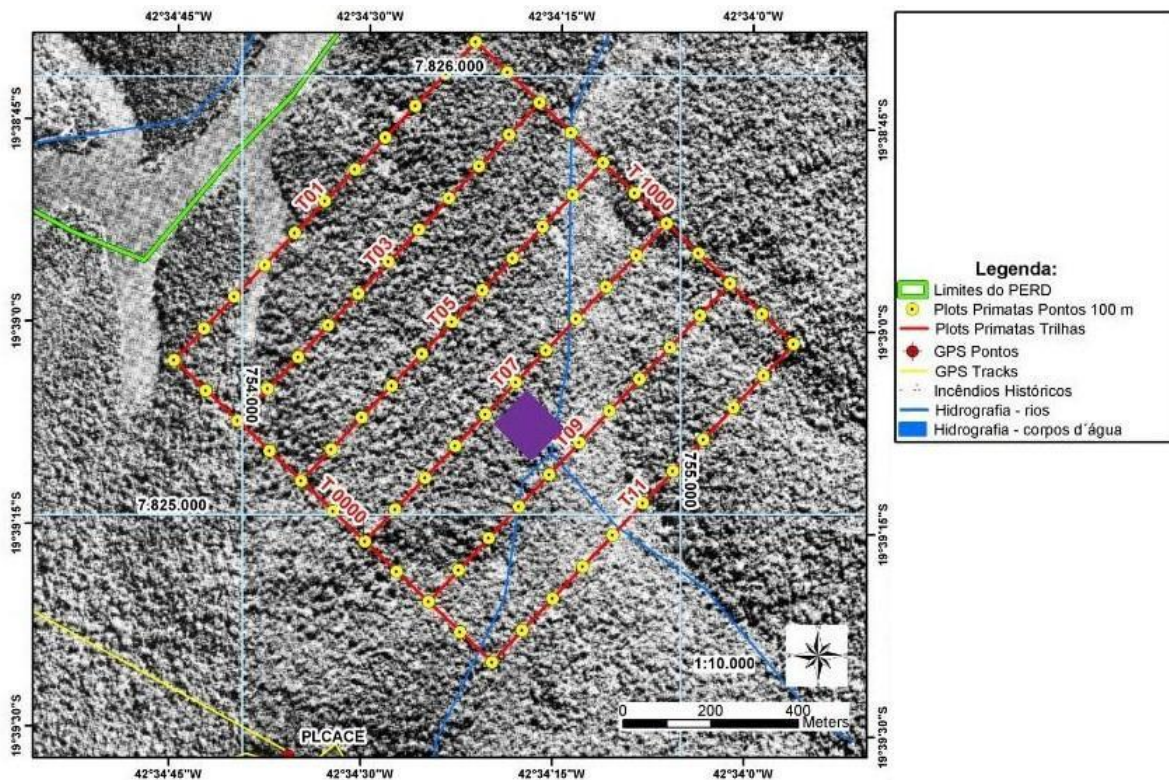


Figura 7: Área de amostragem da Central, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km<sup>2</sup> e a parcela de 10,000m<sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).

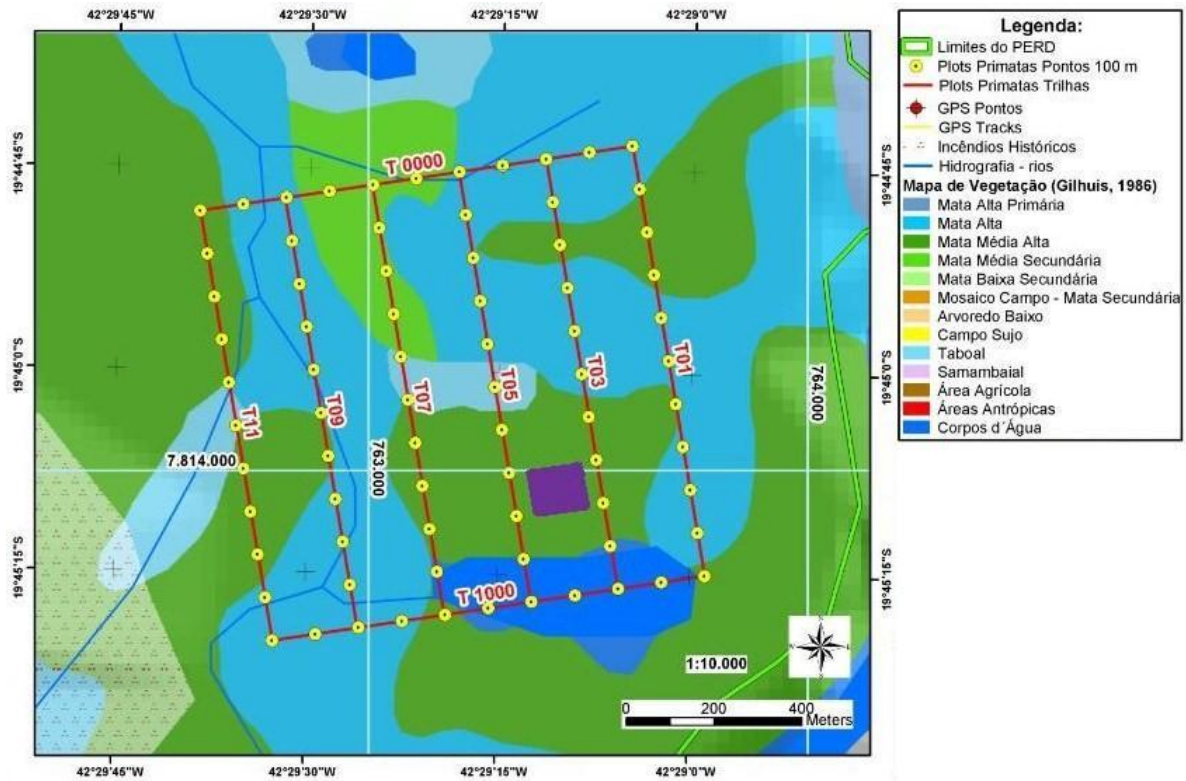


**Figura 8: Ortofotocarta da área de amostragem da Central, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km<sup>2</sup> e a parcela de 10,000m<sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).**

## Aníbal

A parcela do Aníbal é a que apresenta a encosta mais íngreme, chegando a  $-28^\circ$ , com média de  $-21,3^\circ$  de inclinação. Considerada floresta estacional secundária, a vegetação desta área apresenta altura média do estrato superior variando de 15 a 20m. O sub-bosque também se apresenta denso com alta densidade de lianas, bambus e gramíneas. É normal encontrar pequenas clareiras em meio à vegetação (Metzker, 2007). As características descritas acima conferem a essa área amostral um dossel fragmentado, ou seja, um dossel semi-aberto a aberto, com áreas de clareiras, possibilitando a colonização de bambus e gramíneas que formam um sub-bosque bastante denso. Assim, a área apresenta baixa umidade, temperatura instável e elevada e baixa umidade do solo, em comparação as demais áreas, possivelmente devido a sua alta inclinação (Rievers, observação pessoal).

As armadilhas foram instaladas a uma distância média, em linha reta, de 140m do corpo d'água permanente mais próximo (Figuras 9 e 10), estando todas em áreas de encosta com alta inclinação.



**Figura 9: Área de amostragem do Aníbal, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1Km<sup>2</sup> e a parcela de 10,000m<sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).**

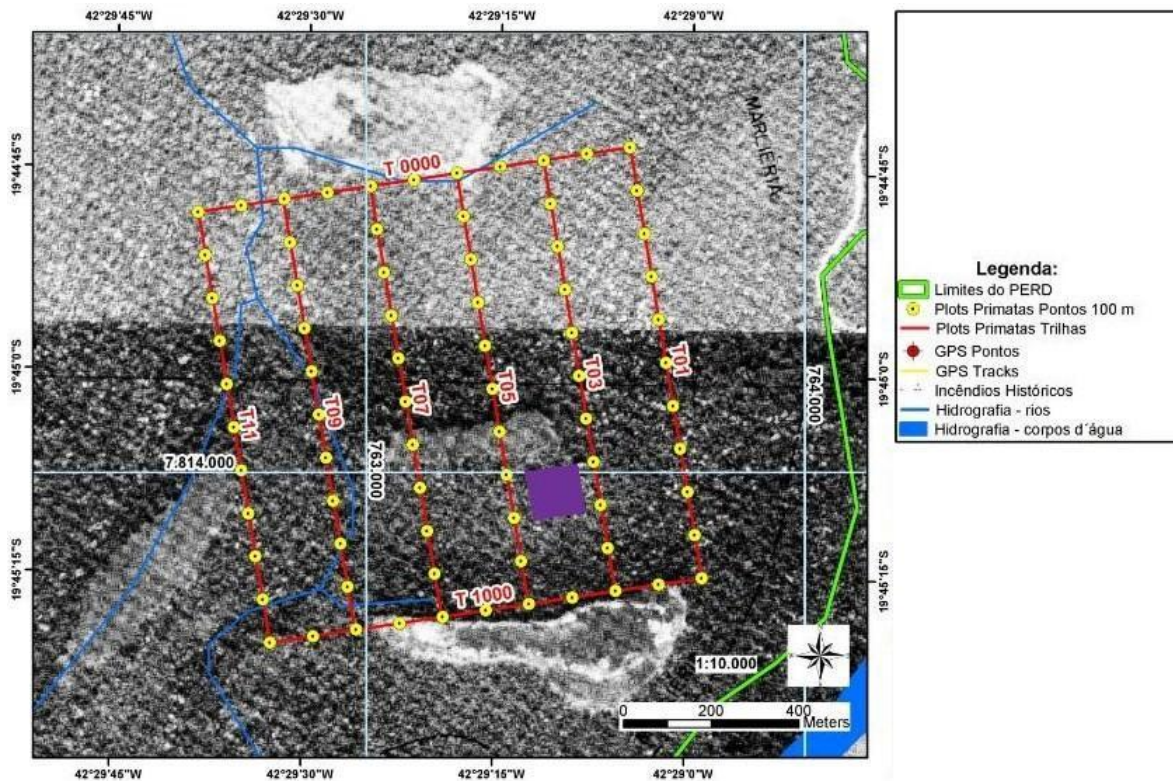


Figura 10: Ortofotocarta da área de amostragem do Aníbal, Parque Estadual do Rio Doce, mostrando o plot de 1km<sup>2</sup> e a parcela de 10,000m<sup>2</sup> inserida nele (em roxo), figura adaptada segundo Hirsch (2003).

## 4.2 Coleta de Dados

Foram realizadas campanhas mensais no período de abril de 2007 a março de 2008. As campanhas tiveram a duração de quatro dias por mês, totalizando 48 dias ao longo do ano de estudo. A metodologia de amostragem seguiu a mesma padronização nas três áreas amostradas (Preta, Central e Aníbal), assim como o número e disposição das armadilhas e coletores, de forma a permitir comparações entre elas (Magurran, 1988).

#### 4.2.1 Anurofauna

A captura de anfíbios anuros foi feita através de armadilhas de queda (“pitfall traps”) (Corn, 1994; Cechin & Martins, 2000). Cada parcela recebeu oito conjuntos de armadilhas, dispostos em dois pares, em cada lado do quadrante de 10,000m<sup>2</sup> (Figura 11). Cada conjunto de armadilhas foi disposto em formato de “Y”, composto por quatro baldes de 25L ligados por cercas guias de lona de dez metros de comprimento e 50cm de altura, totalizando 24 conjuntos de armadilhas e 96 baldes numerados (Figura 11 e 12).

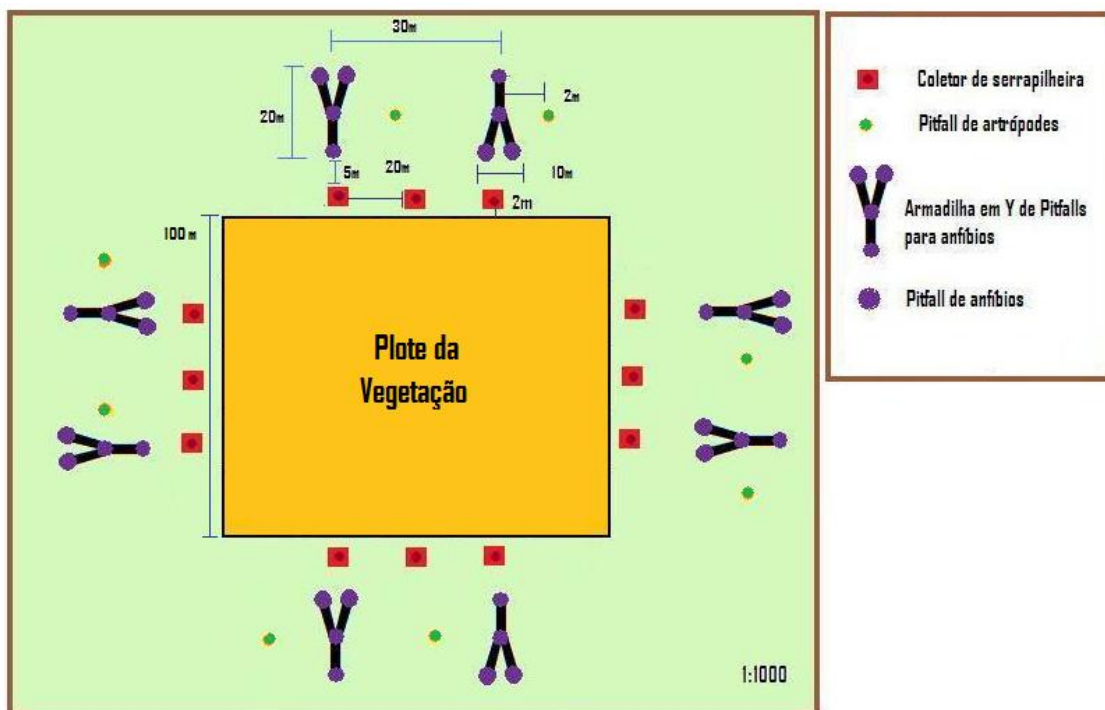
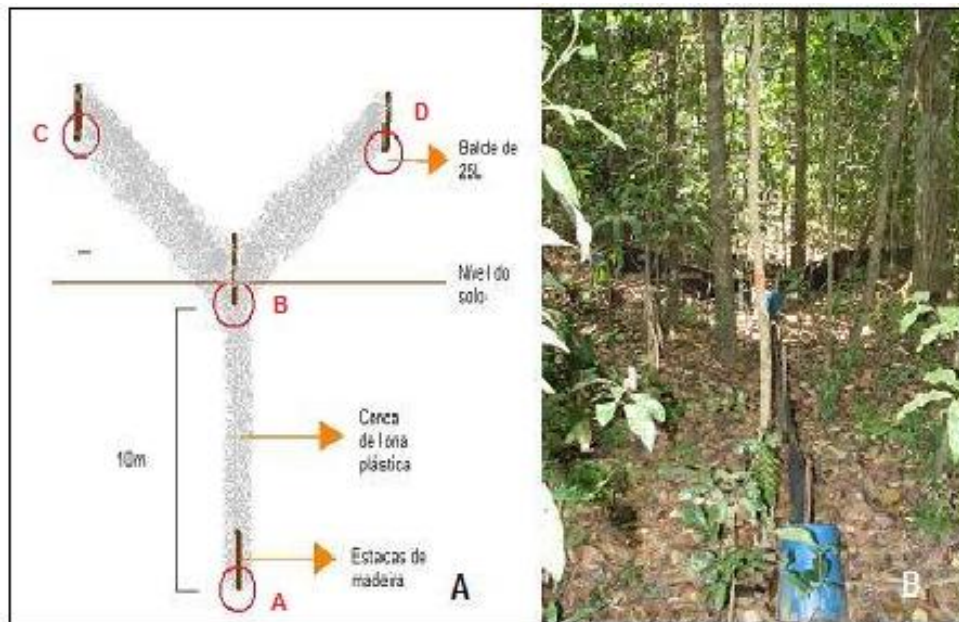


Figura 11: Desenho amostral representando a disposição dos conjuntos de armadilhas nos três locais de amostragem (parcelas), Preta, Central, Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.



**Figura 12: Desenho esquemático de cada conjunto de armadilhas em disposição de “Y” (A) e foto de um conjunto de armadilhas instalado na parcela Preta (B) no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

A metodologia de “pitfall traps” fornece uma estimativa da abundância relativa ou aparente (Gardner *et al.* 2007). É um método muito útil para comparação de abundâncias relativas entre diferentes áreas (Magurran, 1988; Heyer *et al.*, 1994). Muitos estudos vêm mostrando que esse método é muito eficiente na coleta de fauna de serrapilheira e nas avaliações de abundância ao longo do tempo (Lieberman & Dock, 1982; Corn, 1994; Celchin & Martins, 2000). Wachlevski & Rocha (com. pess.) sugerem que a combinação de mais de um método de amostragem pode aumentar o sucesso de captura dos anfíbios anuros de serrapilheira.

O tempo de abertura e exposição dos “pitfalls” foi de 48 h por campanha. A checagem diária das armadilhas não foi possível devido à distância entre as áreas de amostragem e o difícil acesso. Com o objetivo de não perder material biológico por predação, fuga e/ou ressecamento, foi utilizada solução de formol 5% nos “pitfalls” de anfíbios. Após a coleta, os anfíbios foram armazenados em álcool 70%. Os espécimes coletados foram depositados como material testemunho na coleção

de herpetologia do Departamento de Zoologia da Universidade Federal de Minas Gerais (DZUFMG).

A identificação dos anfíbios anuros em laboratório foi feita com auxílio de literatura especializada e comparação com material já existente em coleções científicas, e seguiu a nomenclatura de táxons proposta por Faivovich *et al.* (2005) e Frost (2009). Foi calculada a biomassa dos espécimes através da pesagem, utilizando-se uma balança de precisão de três casas decimais (Marte, 0,001 g).

#### **4.2.2 Artrópodes**

Para avaliar a disponibilidade de recurso alimentar para os anfíbios anuros, foram amostrados artrópodes através de armadilhas de queda tipo “pitfall traps” (Corn, 1994; Cechin & Martins, 2000) (Figuras 11 e 12). O recipiente para captura de artrópodes foi confeccionado com meia garrafa plástica (tipo “pet”) de 2L (Figura 13 A). Não foram usadas cercas guias. Para cada conjunto de armadilhas de anuros, foi instalado um “recipiente de pet” de artrópodes a 2m do balde de anuros central (balde B; ver Figura 11 e 12), totalizando 24 recipientes para artrópodes (oito para cada parcela; ver Figura 12).

O tempo de abertura e exposição dos baldes e recipientes foi idêntico e simultâneo para anfíbios anuros e artrópodes, respectivamente. Para evitar predação, fuga, e manter a integridade do exoesqueleto articulado dos artrópodes, foi utilizada uma solução de água com detergente nos recipientes. Após coletados, os artrópodes foram conservados em álcool 70%. A identificação dos artrópodes foi feita ao nível de ordem, em laboratório, com auxílio de lupa óptica (Opton 10X) (ver Figura 13 C e D), literatura especializada e chaves de identificação (Borror *et al.*, 1976; ITIS, 2000).

Para determinar quais táxons de artrópodes representam presas potenciais para os anuros, foi feita uma pesquisa na literatura científica sobre dieta de anuros que habitam o solo, ou seja, anuros que não apresentam adaptações para a vida arborícola (Lima & Magnusson, 1998; Lieberman & Dock, 1982; Lieberman, 1986; Toft, 1981; Toft, 1980; Solé *et al.*, 2002; Van Van Sluys & Rocha, 1998; Lima, 1998;



Juncá & Eterovick, 2007; Almeida-Gomes et al., 2007). Todos os táxons encontrados nos estômagos dos anuros foram considerados como presas potenciais.

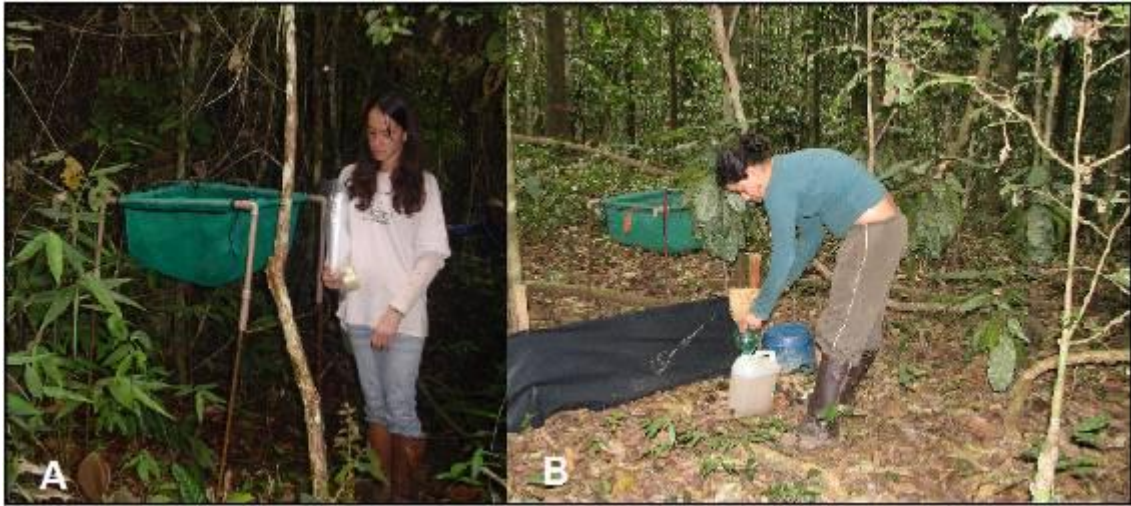


**Figura 13: Coleta dos artrópodes através da metodologia de “pitfalls” (A e B), triagem do material em lupa óptica (C), visualização de um pseudo-escorpião (D).**

#### **4.2.3 Serrapilheira**

Com o objetivo de avaliar a disponibilidade e heterogeneidade de habitats e microhabitats, para a composição espacial do nicho de anfíbios anuros e artrópodes, foram coletadas e analisadas amostras de serrapilheira.

A coleta de dados referente à serrapilheira foi embasada no protocolo da vegetação (Liteira) do projeto TEAM (Kuebler, 2003). Para a coleta de serrapilheira foram utilizados coletores suspensos confeccionados com tubos PVC e uma malha de fibra de vidro de 2mm. A área do coletor compreendeu 1m<sup>2</sup>, com uma profundidade de 23cm. Cada coletor foi suspenso do chão a uma altura de 80cm por barras de ferro (Figura 14 A e B).



**Figura 14: Coleta de folhiço pelo coletor suspenso de serrapilheira (A); foto do conjunto do coletor suspenso de serrapilheira e parte do conjunto de armadilhas (“pitfall traps”) (B), no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

Foram posicionados 12 coletores por parcela de 10,000m<sup>2</sup>, sendo três em cada lateral da parcela, espaçados por 20m entre eles e 5m da linha das armadilhas (Figura 11), totalizando 36 coletores. Mensalmente, toda matéria vegetal caída nos coletores era recolhida em sacos plásticos separados para cada coletor e levados ao laboratório, onde eram armazenados em refrigeradores, com a finalidade de parar o processo de decomposição até sua fase de processamento. A fase de processamento consiste na secagem, pesagem e triagem do material vegetal. O material retirado do refrigerador era transferido para sacos de papel e colocado em uma estufa (Orion 515 - Fanem), à temperatura de 65°C, para secagem. Após a secagem, o material vegetal de cada coletor foi triado e separado em quatro categorias: folha, galho, semente e flor. Para cada categoria, foi medido o peso seco, representando a biomassa seca, por uma balança de precisão de três casas decimais (Marte-capela, 0,001g).

A profundidade da serrapilheira foi medida a partir do mês de agosto, totalizando sete meses de amostragem. Para cada conjunto de armadilhas para anfíbios, foram padronizados quatro pontos de amostragem. Nesses pontos, a profundidade de serrapilheira foi medida mensalmente utilizando-se uma régua milimetrada.

#### **4.2.4 Variáveis Climáticas**

Os dados climáticos incluíram informações disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisa Espaciais (INPE), o qual mantém uma sub-estação meteorológica dentro do PERD, além de medidas feitas em campo com um termohigrômetro (Kestrel). As variáveis climáticas disponibilizadas pelo INPE incluíram quantidade de água no solo, pluviosidade, temperatura do ar, temperatura do solo e umidade relativa, as quais foram usadas para análises do efeito da sazonalidade. Temperatura do ar e umidade foram medidas em campo, mensalmente, próximo a cada conjunto de armadilhas em “Y” para anuros. As medidas foram feitas com o aparelho posicionado sobre a serrapilheira.

Para avaliar se há uma variação significativa da temperatura e da umidade mensuradas nas parcelas em cada conjunto de armadilhas em “Y”, através do Kestrel, realizou-se uma Análise de Variância e o Teste de Levene.

#### **4.3 Análises Estatísticas**

Para avaliar se o esforço de coleta (número de noites x número de conjuntos de armadilhas em Y) foi suficiente para estimar a real riqueza de anuros associados à serrapilheira das três parcelas, foram feitas curvas de rarefação com o auxílio do programa Ecosim (Gotelli & Entsminger, 2004).

Para testar a dependência espacial das amostras foi feito, primeiro, o teste de Mantel para avaliar se cada conjunto de armadilhas em “Y” poderia ser considerado uma unidade amostral independente. O teste de Mantel avalia a correlação da distância geográfica entre as armadilhas e a dissimilaridade da amostra de anuros coletada nas mesmas. Para realização desta análise, foi construída uma matriz de dissimilaridade (distância de Bray-Curtis) entre pares de armadilhas. A matriz de distância geográfica entre as armadilhas foi obtida pela plotagem e localização das armadilhas em uma base cartográfica (1:1000).

Os resultados indicaram estruturação espacial das amostras, então os conjuntos de armadilhas em Y foram agrupados aos pares, de modo que os dois conjuntos de cada lado da parcela consistiriam em uma unidade amostral. A combinação dos pares de unidades amostrais resultou em apenas duas distâncias possíveis correspondentes aos lados adjacentes ou opostos da parcela. Dessa forma, foi empregado o teste de Mann Whitney, para comparar os valores de dissimilaridade entre unidades amostrais mais próximas (lados adjacentes da parcela) e mais distantes (lados opostos da parcela). Considerou-se que um resultado significativo, com amostras mais próximas sendo mais similares, indicaria dependência espacial. Os testes de Mantel foram feitos para cada área amostral, utilizando-se o programa PC-Ord 4 (McCune & Mefford, 1999) e os testes de Mann Whitney também foram feitos para cada parcela, no programa Systat 12 (Wilkinson, 2007).

Para avaliar a frequência das espécies em cada parcela, usou-se um índice de constância de ocorrência de taxa, denominado Índice de Dajoz (Dajoz, 1973):

$$C = \frac{i \times 100}{L}$$

Onde C é o valor da constante de ocorrência; i é o número de dias ou amostras em que a espécie ocorreu; L é o número total de dias ou de amostras, O valor de C pode variar de 0 a 100%, sendo que valores acima de 50% representam as espécies comuns, valores de 25% a 50% representam as espécies frequentes e os valores menores que 25% representam as espécies ocasionais.

A diversidade de espécies de cada parcela foi calculada utilizando-se o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener (H') no programa Ecosim (Gotelli & Entsminger, 2004).

Para avaliar e comparar a composição de espécie entre as parcelas foi conduzida uma análise de agrupamento hierárquico (WPGMA), com Índice de Jaccard. O Índice de Jaccard é um índice de similaridade que foi utilizado para agrupar as áreas de acordo com a composição de espécies, considerando presença ou ausência nas

áreas amostradas. Esta análise foi conduzida no programa Systat 12 (Wilkinson, 2007).

Para analisar a abundância e composição das espécies nas três parcelas amostradas foi também realizada uma análise de agrupamento por índice de Sorensen (UPGMA), com base nas unidades amostrais (pares de conjuntos de armadilhas em “Y”). O Índice de Sorensen é um índice de similaridade que se baseia na média dos números de indivíduos coletados de cada espécie, ou seja, ele se baseia na abundância das espécies. Essa análise foi realizada por meio do programa PC-Ord 4 (McCune & Mefford, 1999).

Para selecionar quais foram as variáveis que melhor explicaram as variações espaciais das variáveis dependentes, consideradas como abundância (1), (2) riqueza e (3) biomassa de anuros, foram realizadas análises de regressão múltipla por seleção de modelos no programa Systat 12 (Wilkinson, 2007). Como variáveis independentes, foram consideradas (1) abundância e (2) riqueza de artrópodes, (3) abundância de presas potenciais de anuros (consideradas como os grupos taxonômicos mais consumidos, segundo literatura disponível), (4) profundidade e (5) biomassa da serrapilheira e (6) biomassa de folhas na serrapilheira. As três parcelas foram incluídas simultaneamente nesta análise e os dados do ano inteiro foram agrupados. As variáveis climáticas não foram incluídas por não apresentarem medidas individualizadas por plot. No caso de temperatura e umidade, que foram medidas junto a cada conjunto de armadilhas em “Y”, os dados também foram excluídos desta análise, devido à impossibilidade logística de se fazerem todas as medidas simultaneamente para evitar a influência de variações nestes parâmetros ao longo do dia.

Antes da seleção de modelos pelo critério de Akaike (AIC; Quinn & Keough, 2002), cada variável foi testada para normalidade e transformada (log) para normalização quando possível. Foram conduzidas correlações de Pearson ou de Spearman por meio do programa BioEstat 5,0 (Ayres *et al.*, 2005). Foi utilizada a correção de Bonferroni para evitar erros do tipo I (falsos positivos; Rice, 1989). As variáveis com alta correlação positiva significativa foram consideradas como fornecendo o mesmo

tipo de informação sobre a variação da comunidade de anuros e, assim, apenas uma foi incluída em cada modelo testado.

Para testar quais foram as variáveis que melhor explicaram a variação temporal da comunidade de anuros de folhiço, foi repetido o mesmo procedimento para realização de regressão múltipla por seleção de modelos. Neste caso, meses foram usados como unidade amostral e os dados de todas as armadilhas das três parcelas foram combinados. Além das variáveis dependentes e independentes usadas na análise anterior, para explicar a variação espacial, foram incluídas nesta análise, ainda, temperaturas (7) do ar e (8) do solo, (9) pluviosidade, (10) quantidade de água no solo e (11) umidade relativa do ar como variáveis independentes adicionais.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Composição e estrutura da anurofauna associada à serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce

Durante um ano de estudo, o esforço amostral foi de 576 conjuntos de armadilhas x noites, somando 2,304 pontos (baldes) de coleta x noites, sendo 192 baldes x noites mensais e 768 baldes x noites por área/ano. Ainda assim, a curva de rarefação de espécies evidenciou que o esforço amostral foi insuficiente para estimar a riqueza de espécies nas três parcelas (Preta, Central e Aníbal; Figura 15).

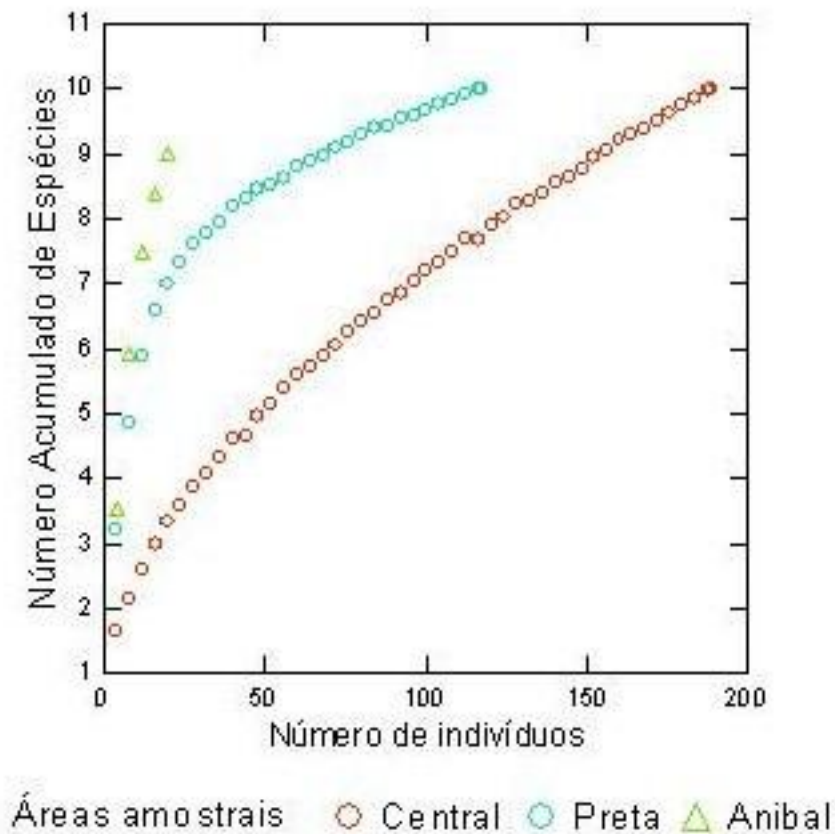


Figura 15: Curva de rarefação mostrando o número de indivíduos e de espécies registrados nas três áreas de diferentes estágios sucessionais, Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

Os testes de Mantel evidenciaram o efeito significativo das distâncias geográficas entre as armadilhas em cada uma das três parcelas, Preta ( $p = 0,02$ ), Central ( $p = 0,03$ ) e Aníbal ( $p = 0,04$ ). Portanto, existe uma associação entre a composição das amostras de anuros capturados nas armadilhas e as distâncias geográficas entre elas. O teste de Mann-Whitney, por outro lado, mostrou que a dependência espacial deixou de existir quando se agruparam os pares de armadilhas em “Y” (Preta:  $p = 0,355$ ;  $U = 2,000$ ; Central:  $p = 1,000$ ;  $U = 4,000$  e Aníbal:  $p = 0,814$ ;  $U = 3,500$ ). Portanto, para as análises posteriores, consideraram-se quatro unidades amostrais independentes (os pares de armadilhas em “Y” de cada lado do plot) em cada uma das três áreas amostrais.

Foram coletados nas armadilhas, ao longo de um ano de estudo, 326 anuros pertencentes a 15 espécies, representando oito famílias: Brachycephalidae (2 espécies), Bufonidae (1 espécie), Craugastoridae (1 espécie), Eleutherodactylidae (1 espécie), Hylidae (4 espécies), Leiuperidae (2 espécies), Leptodactylidae (2 espécies), Microhylidae (2 espécies) (Tabela 1). Do total de indivíduos amostrados, 117 (36%) foram registrados na parcela da Preta, 189 (58%) na parcela da Central e 20 (6%) na parcela do Aníbal. As famílias mais abundantes foram: Leiuperidae, Microhylidae, Craugastoridae e Brachycephalidae, respectivamente. Os microhilídeos foram fortemente representados, tanto na sua diversidade de espécies quanto na sua abundância, nas três parcelas.



**Tabela 1: Número de indivíduos registrados e abundância relativa, Índice de Dajoz de anfíbios anuros em três parcelas no Parque Estadual Rio Doce, MG, Preta, Central, Aníbal, F = frequente, O = ocasional, C = comum.**

Espécies	Preta	Central	Aníbal	Total	Índice de Dajoz (%)	Biomassa Total (g)	Biomassa média (g)
<b>Brachycephalidae</b>							
<i>Ischnocnema</i> sp. (aff. <i>parva</i> )	19	2	0	21	F	11,650	1,480
<i>Ischnocnema</i> sp. nv. (aff. <i>verrucosa</i> )	7	1	2	10	F	8,470	2,128
<b>Bufonidae</b>							
<i>Rhinella pombali</i>	16	1	0	17	F	229,470	7,420
<b>Craugastoridae</b>							
<i>Haddadus binotatus</i>	17	18	3	38	C	127,38	2,298
<b>Eleutherodactylidae</b>							
<i>Adelophryne</i> sp. nv.	0	2	0	2	O	0,530	0,265
<b>Hylidae</b>							
<i>Aparasphenodon brunoi</i>	0	0	1	1	O	13,290	13,290
<i>Dendropsophus anceps</i>	1	0	0	1	O	0,800	0,800
<i>Dendropsophus decipiens</i>	0	0	1	1	O	0,600	0,600
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>	1	0	0	1	O	2,970	2,970
<b>Leiuperidae</b>							
<i>Physalaemus cuvieri</i>	0	1	2	3	O	4,480	1,514
<i>Physalaemus</i> sp. (cf. <i>crombiei</i> )	2	156	3	161	C	213,220	2,133
<b>Leptodactylidae</b>							
<i>Leptodactylus marmoratus</i>	0	1	0	1	O	0,700	0,700
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	7	0	2	9	F	41,140	1,916
<b>Microhylidae</b>							
<i>Chiasmocleis</i> sp. (aff. <i>schubarti</i> )	15	6	2	23	F	35,050	2,314
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	32	1	4	37	F	208,38	2,259
<b>Total</b>	117	189	20	326	-	560,078	39,724

As famílias mais representativas, em termos de número de espécies, foram: Microhylidae (2 espécies), Brachycephalidae (2 espécies) e Hylidae (2 espécies), na parcela da Preta; Leiuperidae (2), Brachycephalidae (2) e Microhylidae (2), na parcela da Central e Hylidae (2), Microhylidae (2) e Leiuperidae (2) na parcela do Aníbal.

Em relação à abundância (número de indivíduos capturados), as famílias mais representativas foram: Microhylidae, Brachycephalidae e Craugastoridae, na parcela da Preta; Leiuperidae, Craugastoridae e Microhylidae, na parcela da Central e Microhylidae, Leiuperidae e Craugastoridae na parcela do Aníbal (Tabela 1).

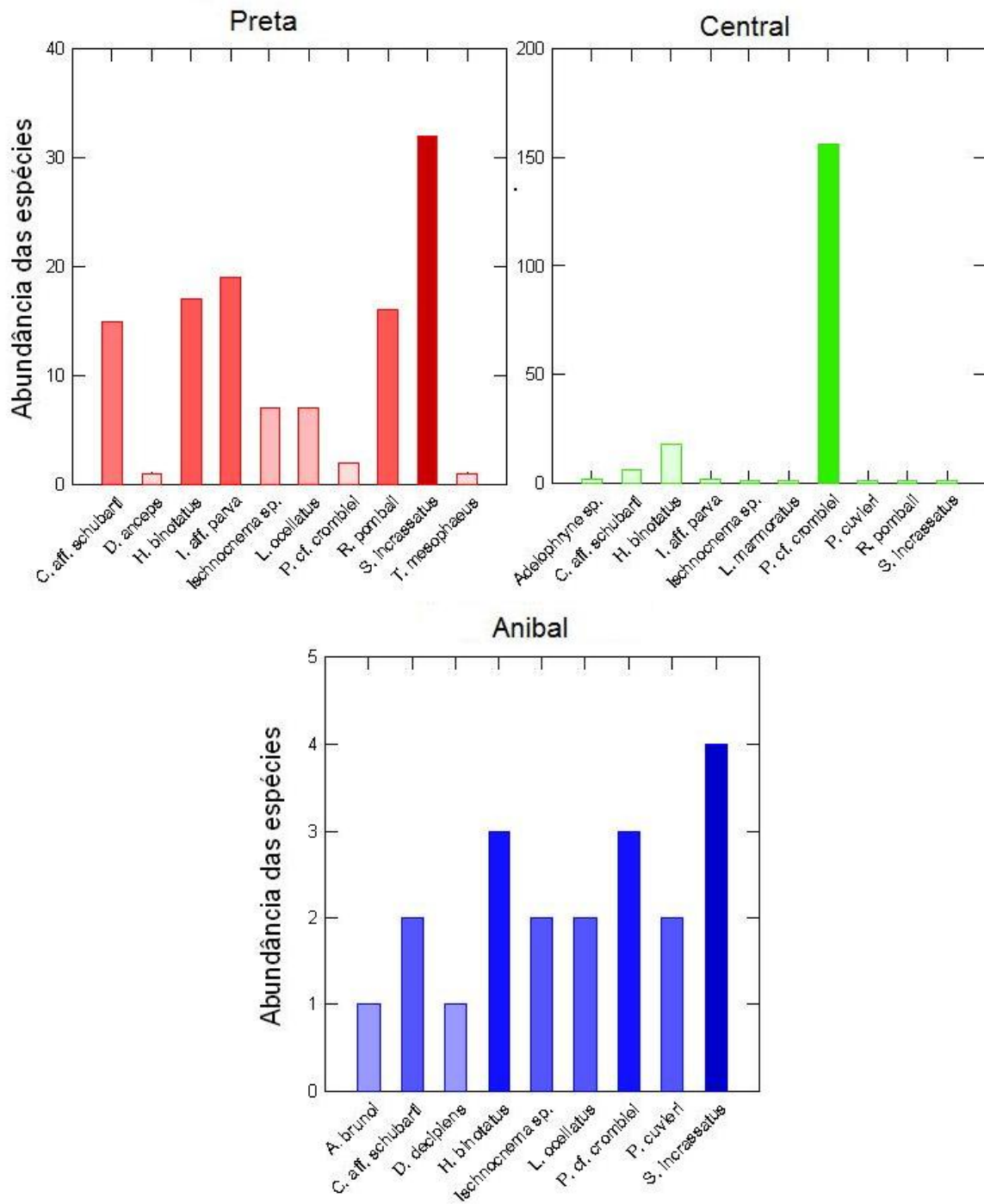


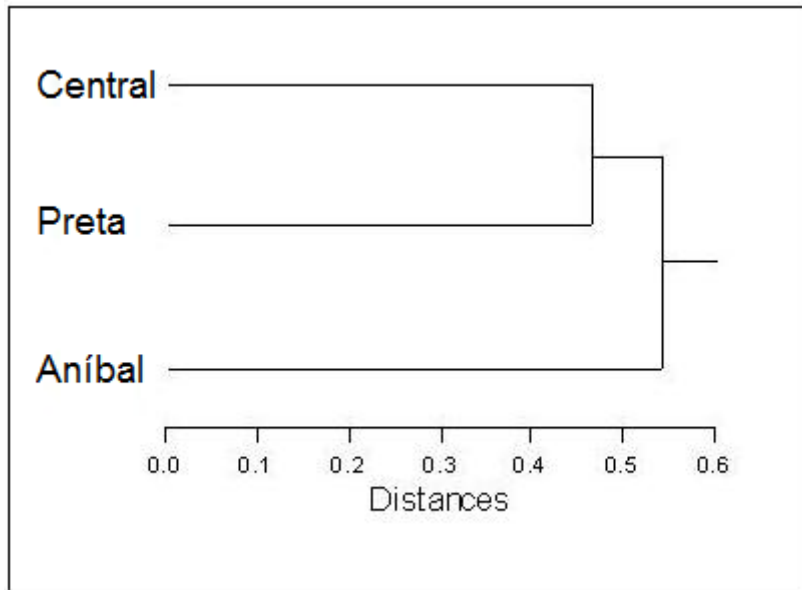
Figura 16: Abundância das espécies registradas na Preto, Central e Aníbal, de abril de 2007 a março de 2008, Parque Estadual do Rio Doce, MG.

A anurofauna de serrapilheira do PERD, de acordo com o Índice de Dajoz (Dajoz, 1973), é composta por poucas espécies comuns, como *Haddadus binotatus*; algumas espécies acessórias, como *Ischnocnema* sp. (aff. *parva*) e *Chiasmocleis* sp. (aff. *schubarti*) e muitas espécies ocasionais, como *Adelophryne* sp. nv., *Dendropsophus anceps* e *Aparasphenodon brunoi* (Tabela 1).

De acordo com o Índice de Shannon-Winner, a diversidade da anurofauna associada à serrapilheira registrada no PERD foi baixa ( $H' = 1,7328$ ). A parcela do Aníbal apresentou diversidade mais alta ( $H' = 2,111$ ), seguida pela parcela da Preta;  $H' = 1,953$ ) e pela parcela da Central ( $H' = 0,726$ ). O número de espécies registradas, no entanto, foi igual para Preta e Central (10 espécies) e menor para Aníbal (9 espécies).

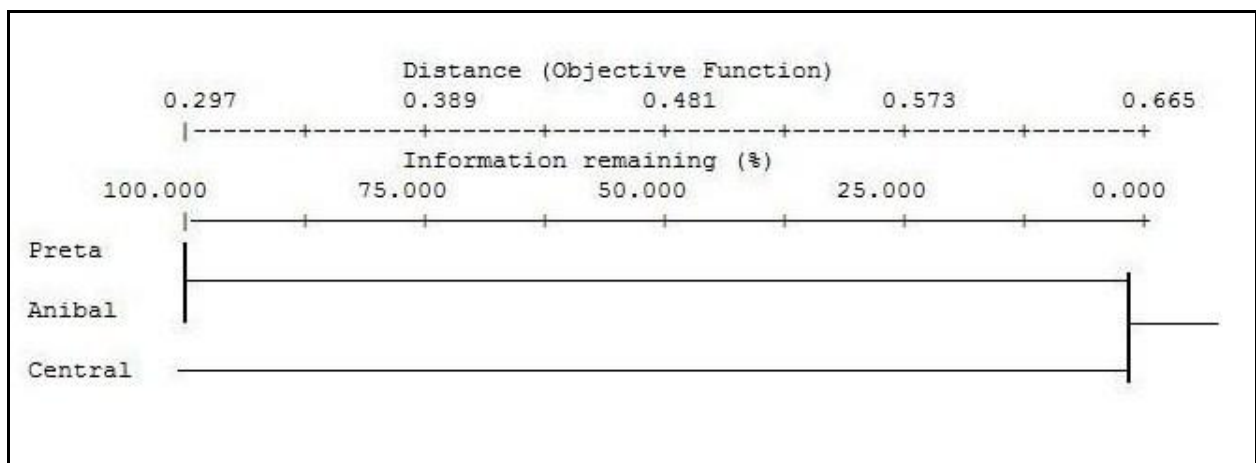
A parcela da Preta e a parcela da Central tiveram em comum muitas espécies com desenvolvimento direto, como *Adelophryne* sp. nv.; *Haddadus binotatus*, *Ischnocnema* sp. nv. (aff. *verrucosa*) e *Ischnocnema* (aff. *parva*). Porém, a parcela da Preta apresentou um maior número de indivíduos por espécie. A parcela da Central apresentou uma alta abundância da família Leiuperidae (Tabela 1).

A análise de agrupamento por Índice de Jaccard, que se baseia na composição da fauna, mostrou maior similaridade entre a parcela da Preta e a parcela da Central (Figura 17).



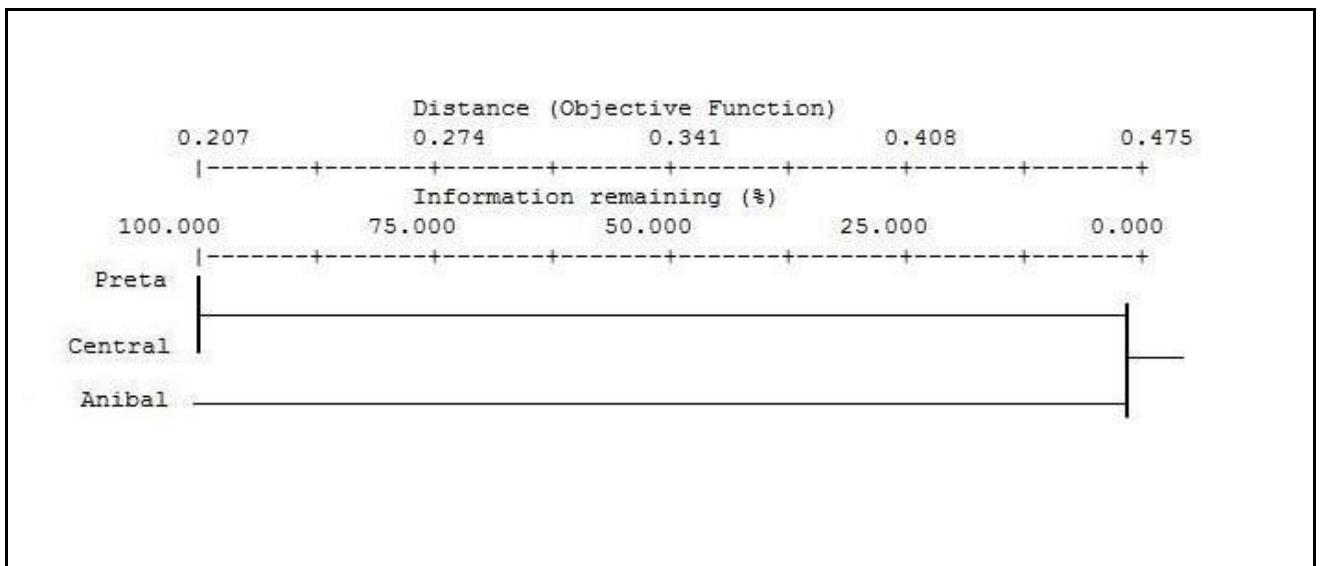
**Figura 17: Cluster obtido com base no Índice de Jaccard, para os dados de presença e ausência de espécies, mostrando similaridade da composição da anurofauna entre as três áreas amostradas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

A Análise de Agrupamento por Índice de Sorensen resultou em um padrão de agrupamento diferente do obtido com Índice de Jaccard, ou seja, a parcela da Preta e a parcela do Aníbal apresentando maior similaridade. Esse Índice trabalha a similaridade das áreas de acordo com a abundância das espécies (Figura 18).



**Figura 18: Cluster obtido com base no Índice de Sorensen, para os dados de abundância de espécies, mostrando a similaridade entre as parcelas amostradas no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

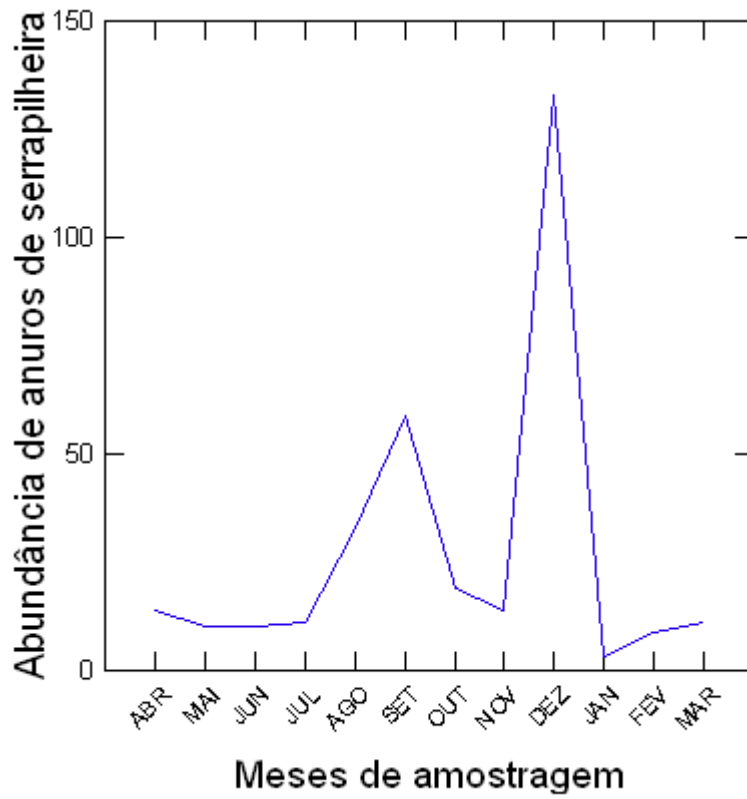
Devido à abundância de anuros da parcela da Central ser majoritariamente representada por uma única espécie, *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*), com 161 indivíduos registrados (49%), a análise de agrupamento por Índice de Sorensen foi refeita sem a influência dessa espécie, ou seja, sem os seus registros. Esta análise mostrou um resultado semelhante ao obtido pelo Índice de Jaccard, em relação à composição da anurofauna entres as três parcelas, confirmando maior similaridade entre Preta e Central (Figura 19).



**Figura 19: Cluster obtido com base no Índice de Sorensen, para os dados de abundância de espécies, mostrando a similaridade entre as três parcelas amostradas, sem a presença da espécie dominante, *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*), no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

A abundância e a biomassa dos anuros apresentaram um padrão semelhante ao longo do período de amostragem, seus maiores valores foram registrados nos meses de setembro e dezembro, início e meio da estação chuvosa, respectivamente (Figura 20 e 21). A biomassa de anuros teve um alto valor no mês de março. Em relação à abundância, 58% dos anuros foram coletados na estação chuvosa (Figura 19). Entre os registros durante a estação seca, 43% foram obtidos no mês de setembro, o qual pode ser considerado como mês de transição entre as estações seca e chuvosa. A maior abundância de indivíduos na estação chuvosa foi causada principalmente pelas espécies de reprodução explosiva [*Chiasmocleis* sp. (aff.

*schubarti*) e *Stereocyclops incrassatus*] e pela espécie mais abundante registrada [*Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*)].



**Figura 20:** Distribuição temporal da abundância de anuros associados à serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

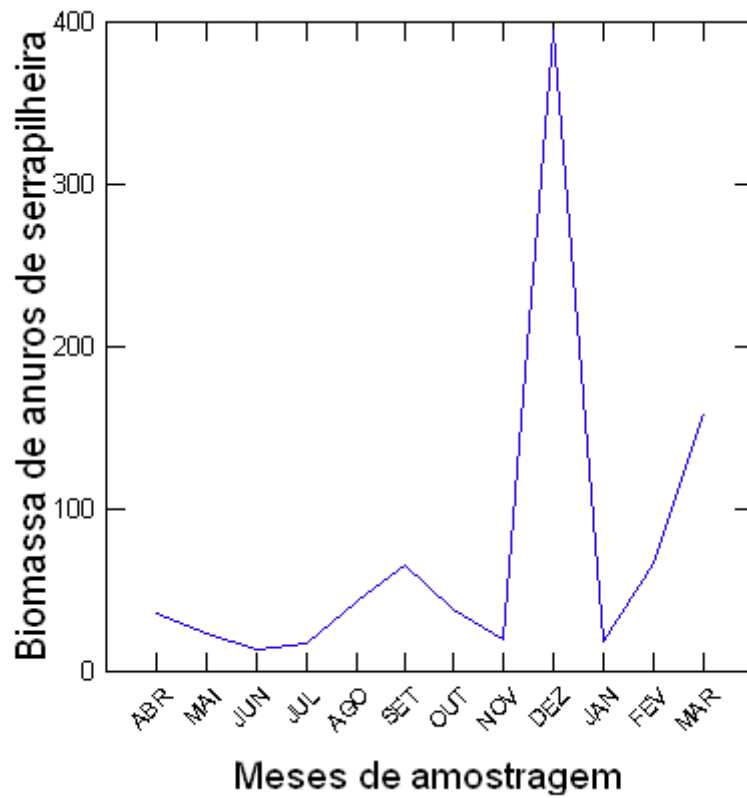
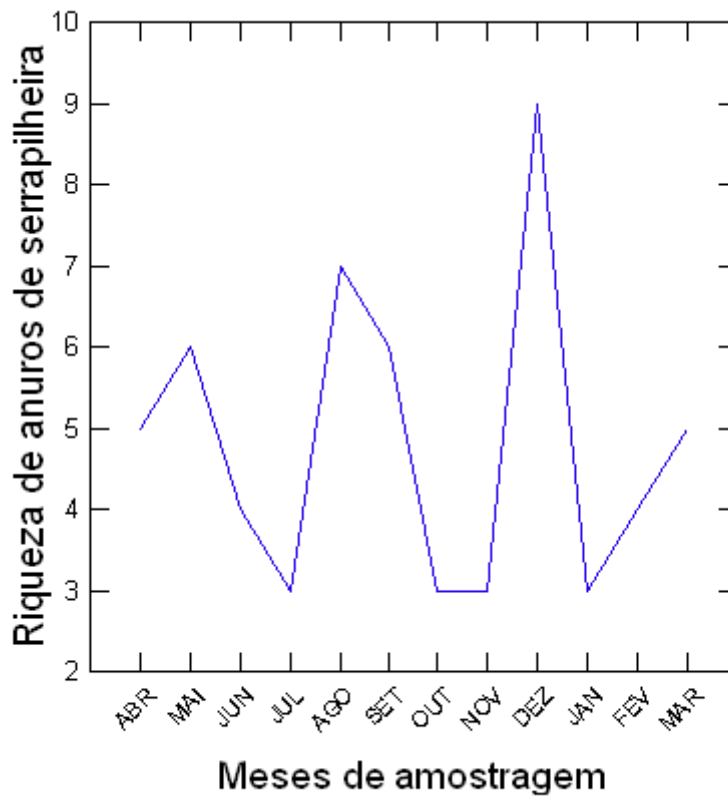


Figura 21: Distribuição temporal da biomassa de anuros associados à serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.



A riqueza de espécies de anuros associados à serrapilheira variou de três a nove espécies ao longo dos meses amostrados, ou seja, variou 40% entre o mês de menor riqueza e o mês de maior riqueza de espécies (Figura 22).



**Figura 22: Distribuição temporal da riqueza de anuros associados à serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

Analisando o conjunto de meses nas duas estações, seca e chuvosa, registrou-se uma maior riqueza de espécies na estação seca (12 espécies). Cinco espécies ocorreram exclusivamente na estação seca: as duas espécies de *Leptodactylus* e três espécies de Hylidae (Tabela 2). Todas as espécies registradas neste estudo apresentaram sua atividade reprodutiva na estação chuvosa (Haddad *et al.*, 2008).

**Tabela 2: Distribuição temporal das espécies de anuros associadas à serrapilheira no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

<b>Espécies</b>	<b>ABR</b>	<b>MAI</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SET</b>	<b>OUT</b>	<b>NOV</b>	<b>DEZ</b>	<b>JAN</b>	<b>FEV</b>	<b>MAR</b>
<i>Adelophryne</i> sp. nv.							X			X		
<i>Aparasphenodon brunoi</i>	X											
<i>Chiasmocleis</i> sp. (aff. <i>schubarti</i> )	X	X							X			X
<i>Dendropsophus anceps</i>				X								
<i>Dendropsophus decipiens</i>									X			
<i>Haddadus binotatus</i>	X	X	X	X	X	X		X		X	X	
<i>Ischnocnema</i> sp. (aff. <i>parva</i> )		X	X	X	X	X	X					
<i>Ischnocnema</i> sp. nv. (aff. <i>verrucosa</i> )	X	X			X		X	X		X		
<i>Leptodactylus marmoratus</i>		X										
<i>Leptodactylus ocellatus</i>	X	X	X		X							
<i>Physalaemus cuvieri</i>	X								X			
<i>Physalaemus</i> sp. (cf. <i>crombiei</i> )	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
<i>Rhinella pombali</i>								X	X	X	X	
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	X				X	X			X	X		
<i>Trachycephalus mesophaeus</i>		X										
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

## 5.2 Distribuição de artrópodes de serrapilheira nas áreas de amostragem

Quanto à composição de artrópodes de serrapilheira para análise de disponibilidade de recurso alimentar para os anuros, foi coletado um total de 14,015 indivíduos pertencentes a 27 grupos taxonômicos (Tabela 3). Foram retiradas das análises larvas e ninfas que não puderam ser identificadas com segurança, devido à falta de informação para identificação do estágio larval ou danos causados aos exemplares.

Um único recipiente de artrópodes contendo 30,195 indivíduos, entre estes 29,559 Collembola, e foi eliminado das análises por constituir um valor extremo ou “outlier”. A parcela da Preta apresentou a menor abundância de artrópodes (2,244 indivíduos), seguida pela parcela da Central, com 5,435 indivíduos, e pela parcela do Aníbal, com 6,336 indivíduos. A parcela da Preta apresentou maior riqueza de ordens de artrópodes (24), seguida da Central e Aníbal (22). As ordens mais encontradas nas três parcelas foram Collembola, Hymenoptera, Acari, Orthoptera,

Coleoptera e Diptera, sendo que na parcela Preta e Aníbal houve dominância de Hymenoptera e na Central, de Collembola e Acari (Tabela 3 e Figura 23).

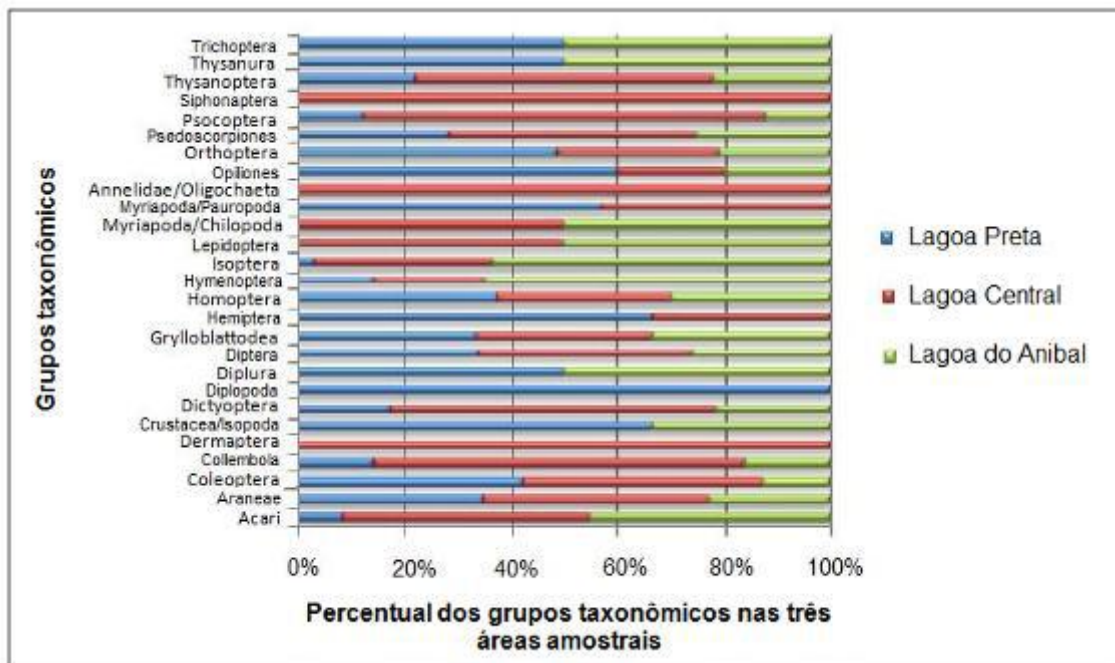


Figura 23: Percentual das categorias de artrópodes registradas nas três áreas amostradas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

**Tabela 3: Abundância dos artrópodes registrados nas três áreas amostradas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

	<b>Preta</b>	<b>Central</b>	<b>Aníbal</b>
<b>Arachnida</b>			
Acari	118	655	637
Araneae	56	69	37
Pseudoscorpiones	8	13	7
Opiliones	9	3	3
<b>Hexapoda</b>			
Collembola	560	2725	636
Diplura	1	0	1
<b>Insecta</b>			
Coleoptera	131	141	40
Dermaptera	0	1	0
Dictyoptera	4	14	5
Diptera	108	129	84
Grylloblattodea	1	1	1
Hemiptera	8	4	0
Homoptera	14	12	11
Hymenoptera	1051	1516	4737
Isoptera	3	31	59
Lepidoptera	0	1	1
Orthoptera	155	97	67
Psocoptera	2	6	1
Siphonaptera	0	1	0
Thysanoptera	4	10	4
Thysanura	1	0	1
Trichoptera	1	0	1
<b>Crustácea</b>			
Isopoda	4	0	2
<b>Myriapoda</b>			
Chilopoda	0	1	1
Diplopoda	1	0	0
Paupoda	4	3	0
<b>Annelidae</b>			
Oligochaeta	0	2	0
<b>Total</b>	<b>2244</b>	<b>5435</b>	<b>6336</b>

As ordens que foram consideradas como presas potenciais, ou seja, as ordens encontradas nos estômagos dos anuros em estudos de dieta alimentar são: Acari, Araneae, Coleoptera, Collembola, Diptera, Dictyoptera, Hemiptera, Homoptera, Isoptera e Orthoptera (Lima & Magnusson, 1998; Lieberman & Dock, 1982; Lieberman, 1986; Toft, 1981; Toft, 1980; Solé *et al.*, 2002; Van Sluys & Rocha, 1998; Lima, 1998; Juncá & Eterovick, 2007; Almeida-Gomes *et al.*, 2007).

Todas as ordens foram registradas nas três parcelas, exceto pela ordem Hemiptera, a qual não foi registrada na parcela do Aníbal (Figura 24). Na parcela da Preta, houve maior representatividade das ordens Hymenoptera e Collembola, respectivamente, na Central, de Collembola e Hymenoptera, e no Aníbal, de Hymenoptera e Collembola, respectivamente (Figura 24).

### Abundância de Presas Potenciais

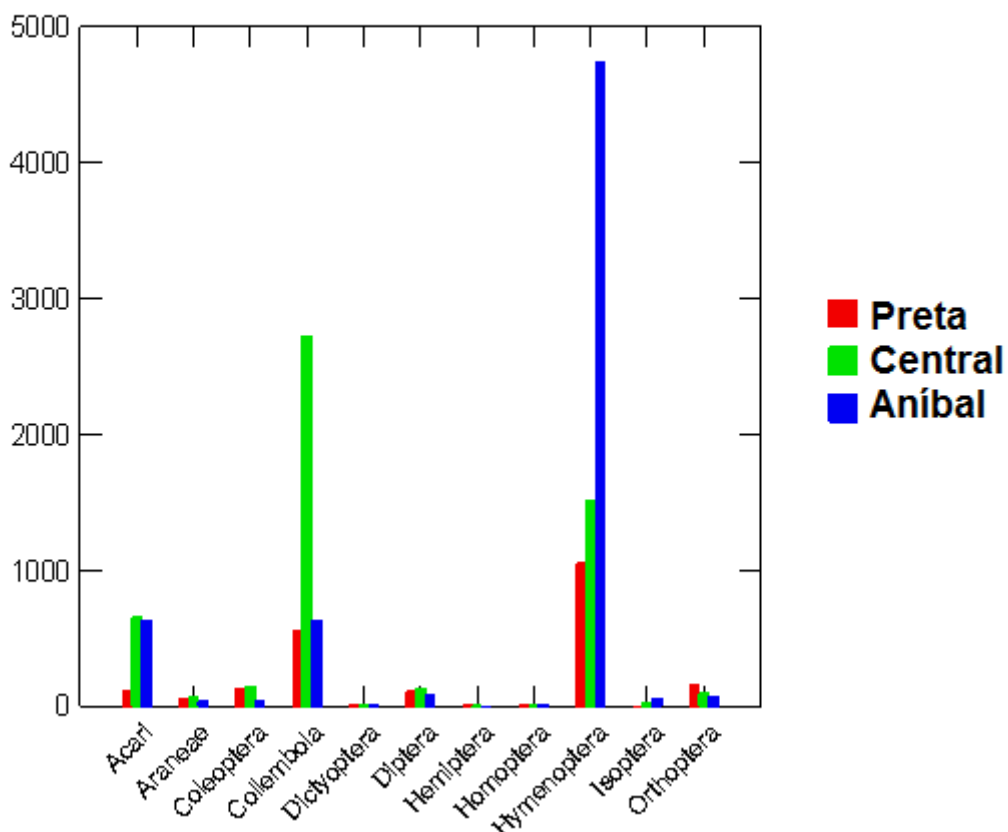


Figura 24: Abundância das ordens de artrópodes que constituem presas potenciais para anfíbios anuros associados à serrapilheira dentro de cada parcela: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

A abundância de artrópodes foi maior na estação chuvosa, com pico em dezembro e fevereiro (Figura 25).

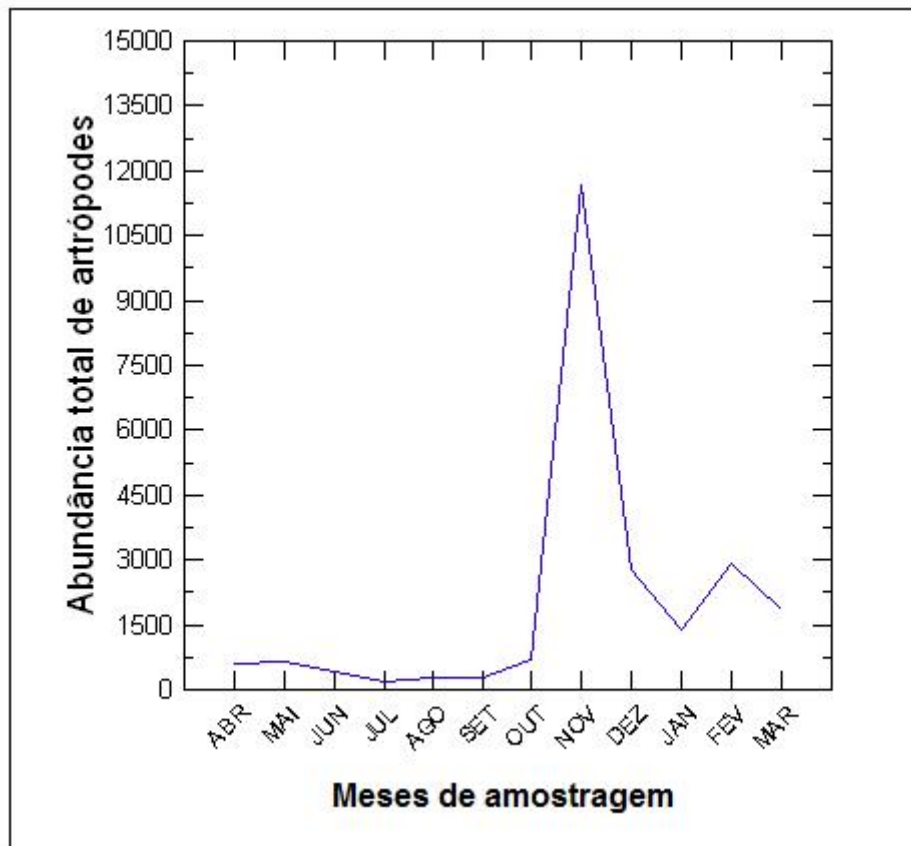
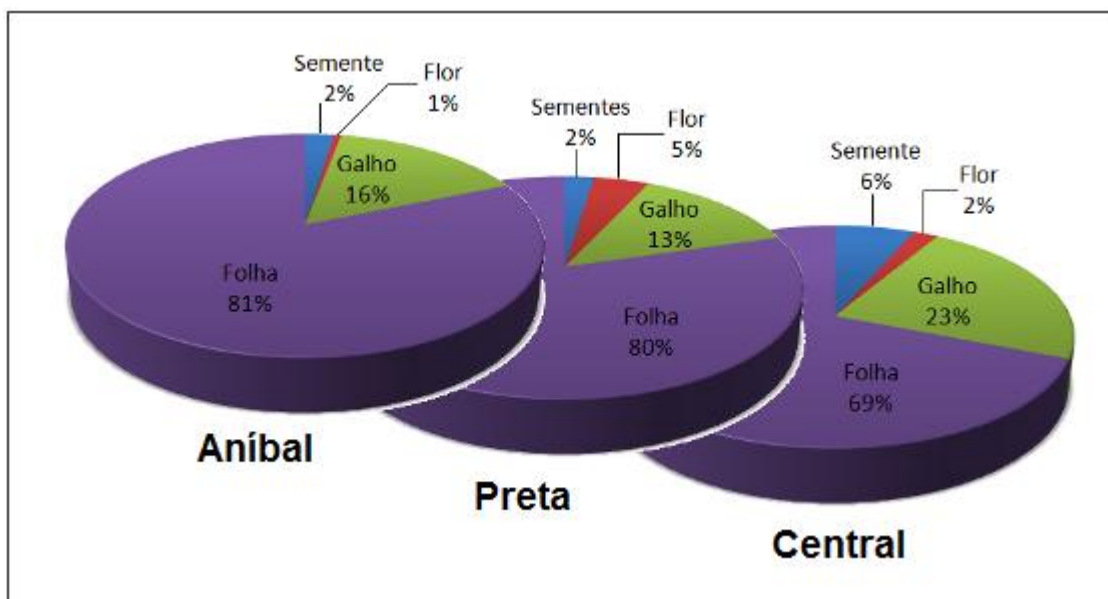


Figura 25: Distribuição temporal da abundância de artrópodes de serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

### 5.3 Caracterização da serrapilheira nas áreas de amostragem

Em relação à caracterização do habitat da serrapilheira das três parcelas, na Preta foram obtidos nos coletores 3.002,08g de material vegetal, na Central, 2.964,06g, e no Aníbal, 2.397,24g. A serrapilheira das três áreas teve maior representatividade de folhas e galhos, respectivamente (Figura 26).



**Figura 26: Proporção dos componentes vegetais da serrapilheira nas três parcelas: Preta, Central e Aníbal, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

Em sete meses de amostragem a profundidade da serrapilheira apresentou, em média, 1,873cm na parcela Preta, 2,659cm na Central e 2,416cm no Aníbal. A correlação entre a biomassa seca e a profundidade da serrapilheira não foi significativa ( $p = 0,5502$ ;  $F = 0,6334$ ;  $r = -0,0345$ ).

A biomassa de serrapilheira foi maior na estação chuvosa, com seus maiores valores compreendidos nos meses de outubro e novembro (Figura 27). Não houve variação significativa da biomassa ao longo dos meses ( $F = 0,596$ ;  $p = 0,557$ ) nem entre as unidades amostrais das três parcelas ( $F = 1,121$ ;  $p = 0,367$ ).

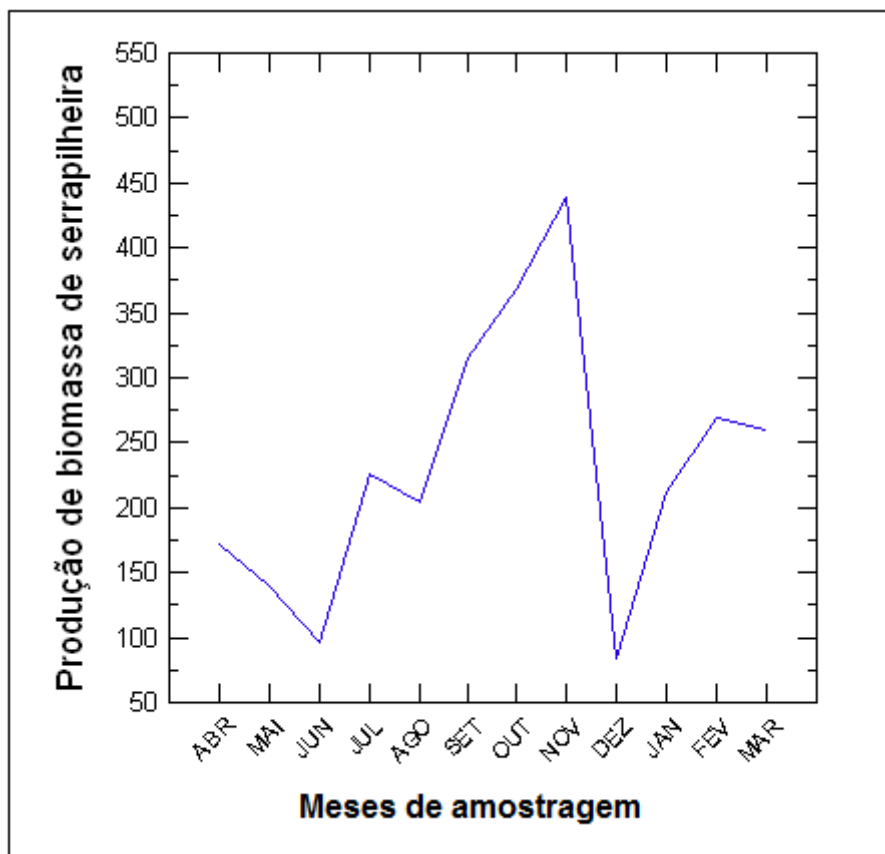


Figura 27: Distribuição temporal da biomassa seca de serrapilheira, no período de abril 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

#### 5.4 Variáveis climáticas no Parque Estadual do Rio Doce

Durante o período de estudo (abril de 2007 a março de 2008), a pluviosidade se mostrou atípica, as chuvas foram concentradas e mal distribuídas ao longo da estação chuvosa, com uma pluviosidade média anual de 63,06mm, a qual é bastante inferior as médias registradas nos anos anteriores (INPE, 2008, ver Tabela 4, Figura 28).



Tabela 4: Valores mensais da pluviosidade mensurada pela sub-estação do INPE no PERD, durante o período de abril 2007 a março de 2008.

Meses	Pluviosidade (mm)
Abril	21,48
Mai	2,02
Junho	2,22
Julho	0,26
Agosto	0,25
Setembro	12,64
Outubro	43,82
Novembro	58,60
Dezembro	320,14
Janeiro	61,80
Fevereiro	77,58
Março	150,06

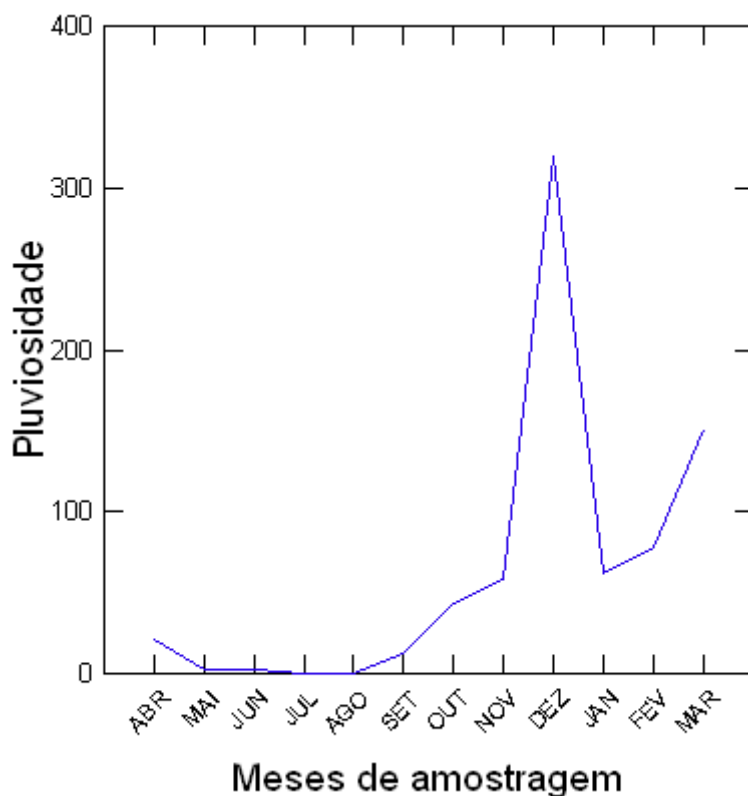


Figura 28: Variação da pluviosidade (mm) medida pela sub-estação do INPE durante o período do estudo, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

A temperatura e a umidade do PERD apresentaram grande variação ao longo do período do estudo, representando uma estação seca de baixas temperaturas de abril a setembro, e uma alta de temperatura na estação chuvosa, outubro a março (Figura 29). A umidade apresentou altos valores na estação chuvosa e menor valor no mês de julho, estação seca (Figura 30).

A temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura do solo e quantidade de água no solo não apresentaram grandes variações ao longo do período estudado (Figuras 31 a 33).

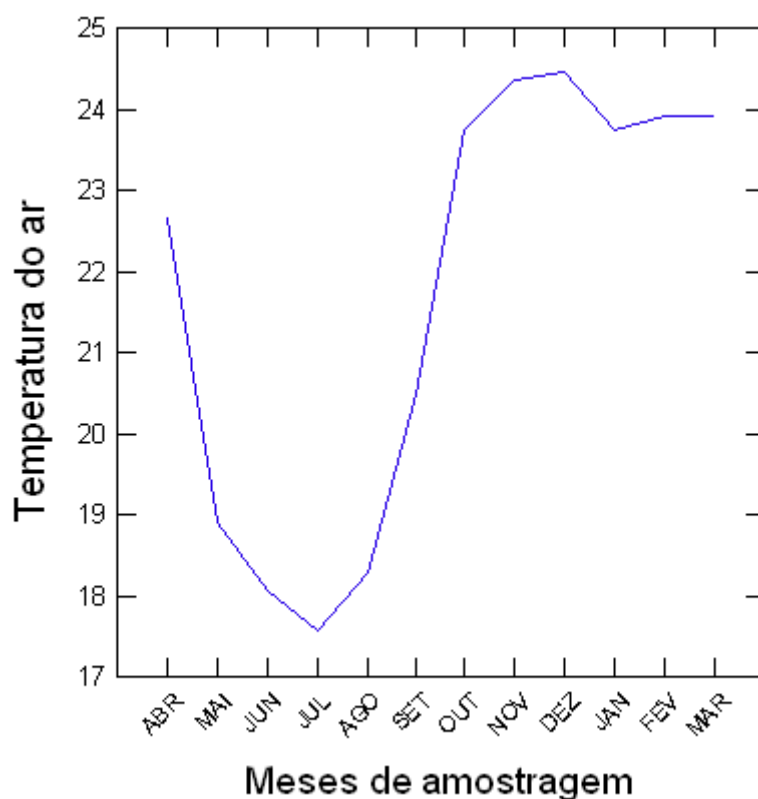


Figura 29: Variação da temperatura do ar (°C) medida pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

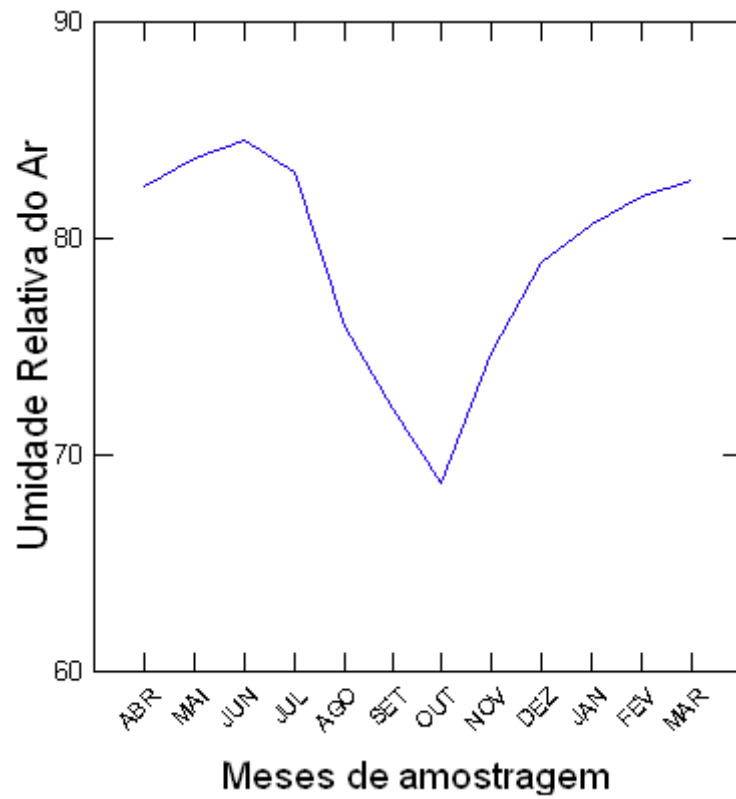
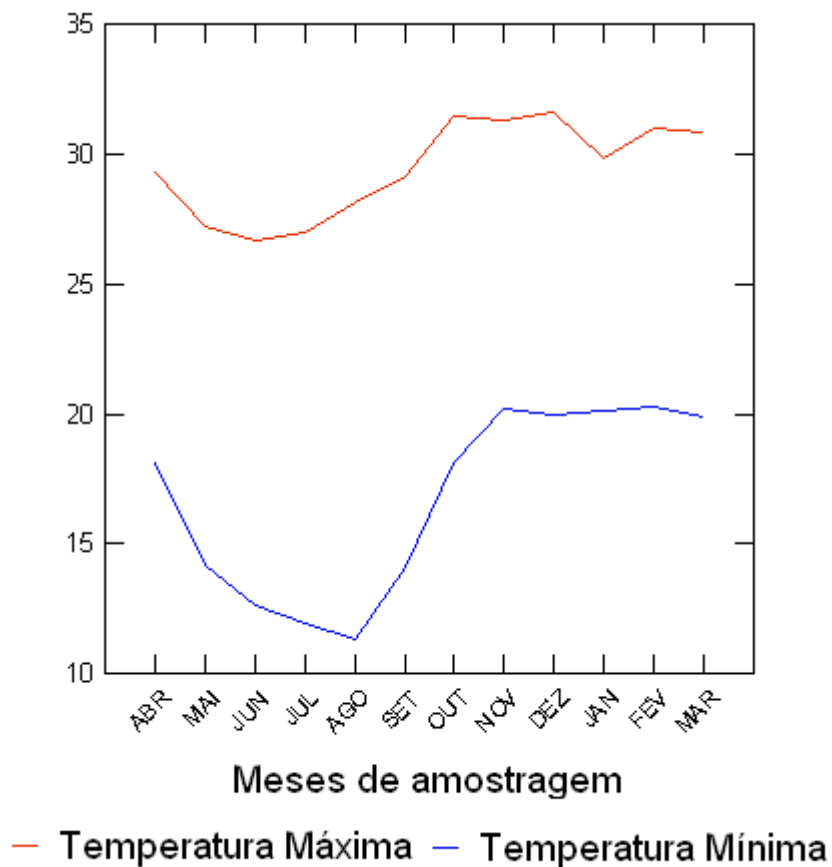
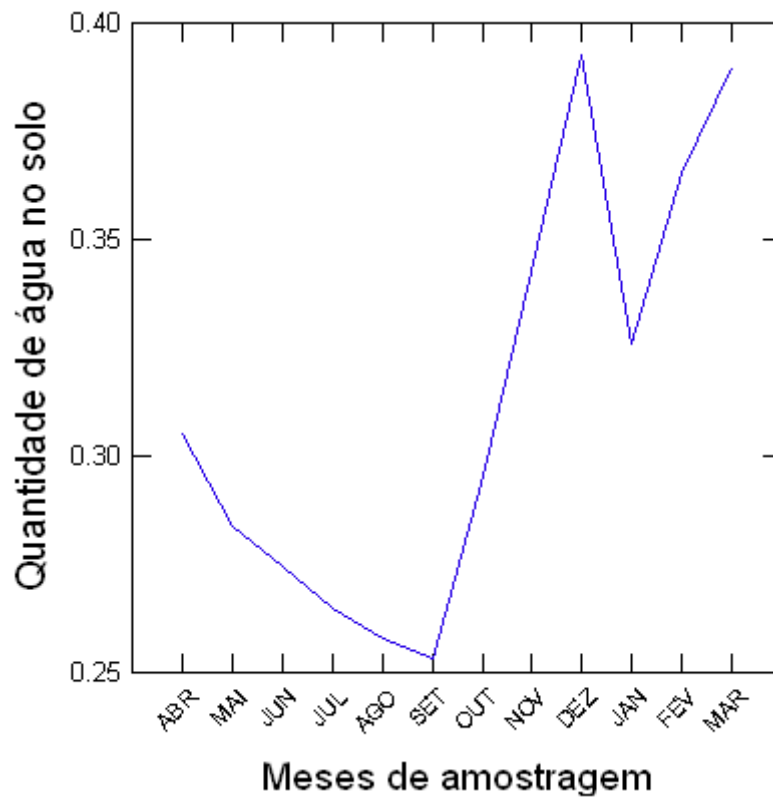


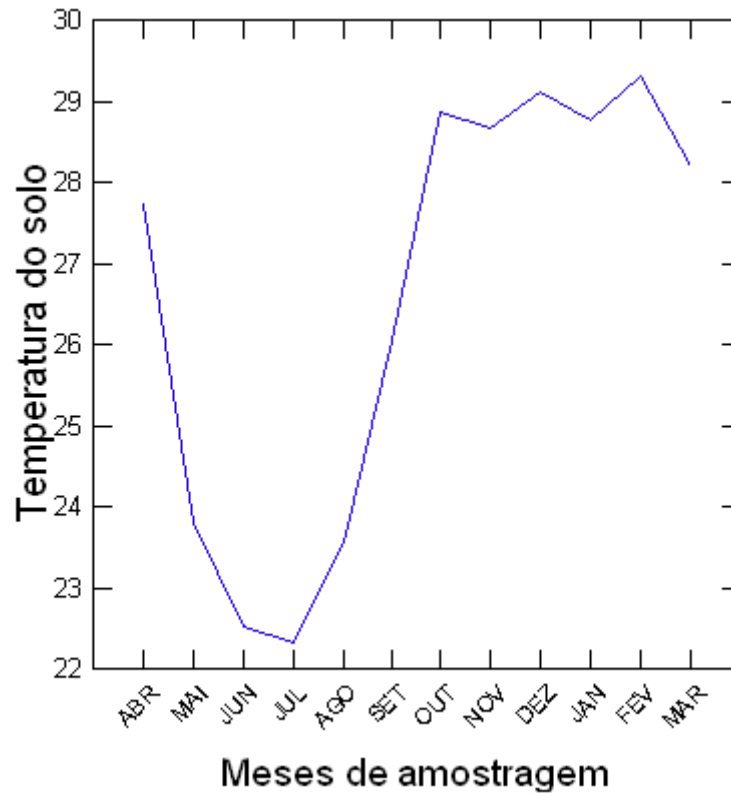
Figura 30: Variação da umidade relativa (%) medida pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.



**Figura 31: Variação das temperaturas máximas e mínimas (°C) medidas pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**



**Figura 32: Variação da quantidade de água no solo (mm) medida pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**



**Figura 33: Variação da temperatura do solo (°C) medidas pela sub-estação do INPE ao longo do período de amostragem, abril de 2007 a março de 2008, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

A parcela Preta apresentou uma temperatura média de 26,14°C e uma umidade de 80,11%, a Central apresentou uma temperatura média de 26,06°C e uma umidade de 77,90%, e a Aníbal apresentou uma temperatura média de 25,42°C e uma umidade de 75,35% (Figuras 34 e 35). Não houve variação significativa entre as áreas de estudo para temperatura ( $F = 0,361$ ;  $p = 0,699$ ) e nem para umidade ( $F = 0,255$ ;  $p = 0,776$ ).

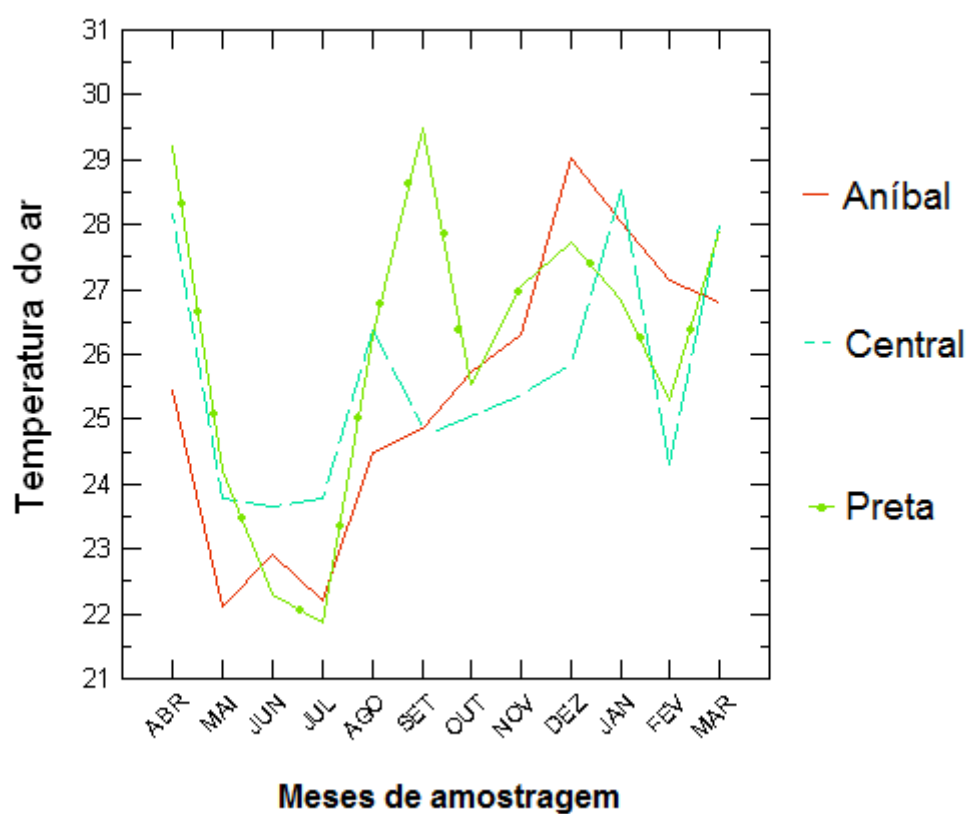


Figura 34: Variação da temperatura nas três parcelas: Preta, Central e Aníbal, durante o período do estudo, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

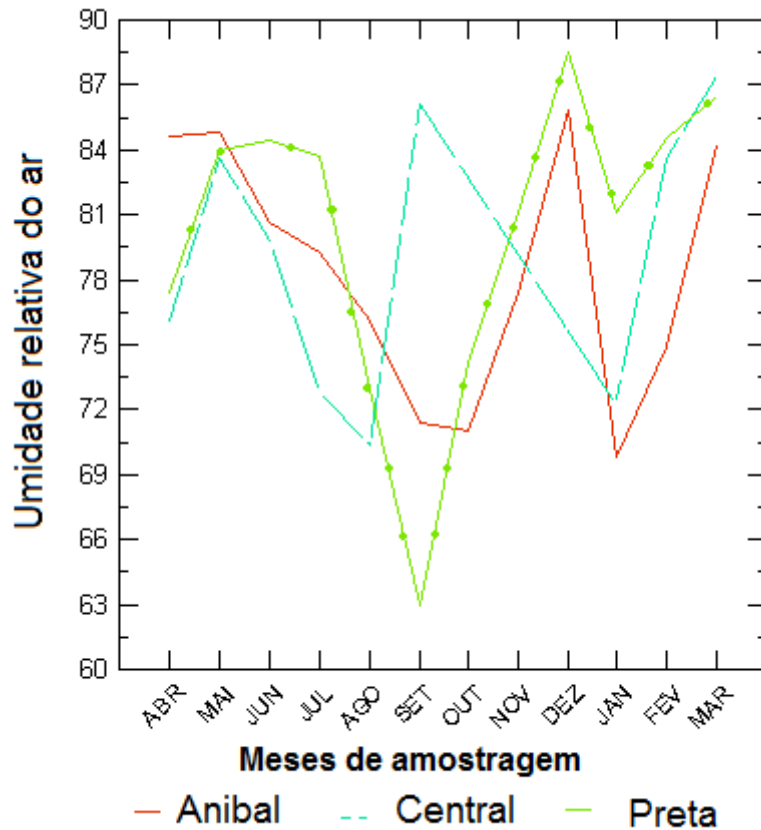


Figura 35: Variação da umidade medida nas três parcelas: Preta, Central e Aníbal, durante o período do estudo, Parque Estadual do Rio Doce, MG.

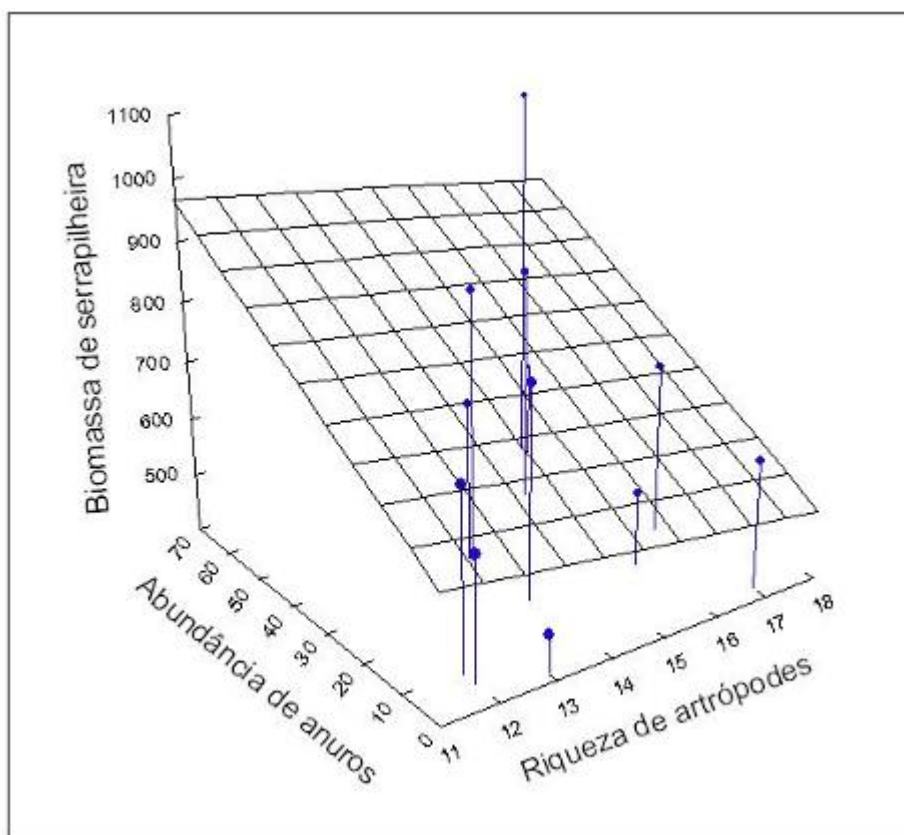
### 5.5 Resposta dos anfíbios anuros à disponibilidade de alimento, às características da serrapilheira e aos fatores climáticos,

Antes de analisar as respostas da comunidade de anfíbios anuros às variáveis ambientais de disponibilidade de alimento e serrapilheira, verificou-se que a biomassa de anuros está fortemente correlacionada com a abundância ( $r = 0,831$ ,  $p = 0,0008$ ). Portanto, a abundância de anuros foi usada como representativa também da biomassa. A riqueza de anuros também foi correlacionada com a abundância, de forma significativa, apesar da correlação não ter sido tão forte ( $r = 0,683$ ,  $p = 0,014$ ). Assim, a abundância de anuros foi usada como representativa também da riqueza de espécies. A abundância de artrópodes e a abundância de presas potenciais



também foram fortemente correlacionadas ( $r = 0,999$ ,  $p < 0,001$ ), assim como a biomassa de serrapilheira e a biomassa folhear ( $r = 0,805$ ,  $p = 0,0016$ ). As variáveis correlacionadas não foram incluídas simultaneamente no mesmo modelo, pois têm poder de explicação semelhante.

O modelo que melhor explicou a variação espacial da abundância, representando a riqueza e biomassa de anuros no PERD, incluiu a biomassa de serrapilheira, juntamente com a riqueza de taxa de artrópodes ( $r = 0,734$ ,  $p = 0,031$ ,  $AIC = 105,123$ ) (Figura 36).



**Figura 36: Relação entre abundância de anuros, biomassa de serrapilheira produzida e riqueza de artrópodes, no Parque Estadual do Rio Doce, MG.**

Ao analisar as respostas temporais da comunidade de anfíbios anuros de serrapilheira a disponibilidade de alimento, disponibilidade de habitat (exceto profundidade de serrapilheira, por causa da insuficiência amostral), e fatores climáticos, observou-se que a abundância ( $Y_1$ ), riqueza ( $Y_2$ ) e biomassa ( $Y_3$ ) de

anuros estão fortemente correlacionadas ( $Y_1$  e  $Y_2$ :  $r = 0,7713$ ,  $p = 0,0033$ ;  $Y_1$  e  $Y_3$ :  $r = 0,6686$ ,  $p = 0,0174$ ;  $Y_2$  e  $Y_3$ :  $r = 0,7113$ ,  $p = 0,0095$ ). Assim, utilizou-se a abundância de anuros como representativa também da riqueza e da biomassa, Houve um grande número de variáveis independentes correlacionadas mostrando a forte influência da sazonalidade na distribuição dos dados. A abundância de artrópodes foi correlacionada com a abundância de presas potenciais ( $r = 0,9992$ ;  $p < 0,0001$ ), com pluviosidade ( $r = 0,8735$ ;  $p = 0,0002$ ), e com a quantidade de água no solo ( $r = 0,9509$ ;  $p < 0,0001$ ). A abundância de presas potenciais foi correlacionada com a pluviosidade ( $r = 0,8714$ ,  $p = 0,0002$ ) e com a quantidade de água no solo ( $r = 0,9538$ ;  $p < 0,001$ ). A biomassa de serrapilheira foi correlacionada com a biomassa folhear ( $r = 0,9264$ ;  $p < 0,0001$ ) e com umidade ( $r = - 0,6706$ ;  $p = 0,0169$ ), a qual se correlacionou com a biomassa folhear ( $r = - 0,7624$ ;  $p = 0,0039$ ).

O modelo que chegou mais próximo de explicar a variação sazonal da abundância de anfíbios anuros de serrapilheira incluiu a biomassa de serrapilheira juntamente com a pluviosidade (AIC = 40,325). Porém, as variáveis independentes não explicaram a variação da variável dependente de modo significativo ( $r = 0,151$ ;  $p = 0,901$ ; Figura 37).

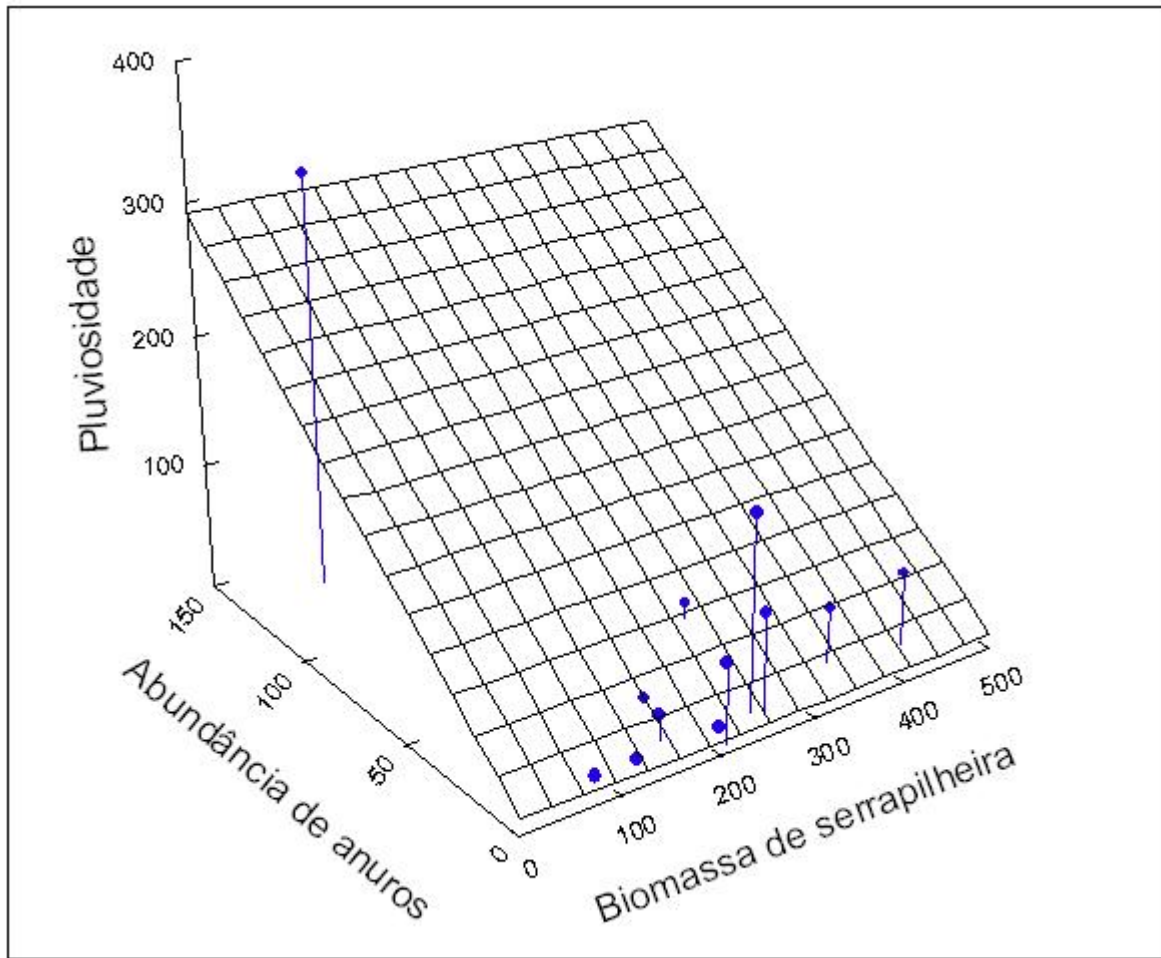


Figura 37: Relação entre abundância de anuros, biomassa de serrapilheira produzida e pluviosidade ao longo de 12 meses no Parque Estadual do Rio Doce, MG.

## 6. DISCUSSÃO

### 6.1 Composição e estrutura das comunidades da anurofauna associada à serrapilheira

As armadilhas do tipo “pitfall traps” são ideais e usualmente utilizadas para amostragem de fauna de serrapilheira e solo (Lieberman, 1986; Dixo & Verdade, 2006). Esse método de amostragem mostrou-se eficiente para estimar a abundância dos anuros de serrapilheira do PERD e permitir a comparação entre as parcelas, corroborando outros estudos (Magurran, 1988; Heyer *et al.*, 1994; Gardner *et al.*, 2007). O tempo de abertura dos “pitfalls” (48h/mês) foi aparentemente insuficiente para amostrar de modo representativo a grande quantidade de espécies de anuros locais. As características da taxocenose, a qual pode conter um grande número de espécies raras, difíceis de serem registradas na ausência de um enorme esforço amostral, contribuíram para isso. Rocha *et al.* (2001) determinaram que a metodologia de pequenas parcelas (2m x 1m) é mais robusta para estimar riqueza e diversidade de espécies de anuros de serrapilheira e que a metodologia de “pitfalls traps” tem seu sucesso de captura vinculado ao deslocamento dos animais pela serrapilheira (Rocha *et al.*, 2007). Assim, quanto mais ativos, maior a probabilidade de elas caírem nas armadilhas.

Dixo & Verdade (2006) e Keller *et al.* (2009) detectaram a influência da distância geográfica entre as áreas (unidades) amostrais e a abundância de anuros. Esses trabalhos corroboram os resultados obtidos com o teste de Mantel no presente estudo, indicando estruturação espacial das comunidades em pequena escala. Já Gardner *et al.* (2007) não encontraram relação significativa entre a distância geográfica das áreas amostrais e a abundância de anuros.

A riqueza de espécies de anuros de serrapilheira registradas no PERD se assemelhou às riquezas de espécies encontradas em outras localidades no Bioma de Mata Atlântica, estando entre oito e 16 espécies (Giaretta *et al.* 1997, Giaretta *et al.* 1999; Rocha *et al.* 2000; Rocha *et al.* 2001; Dixo & Verdade, 2006; Rocha *et al.*

2007; Van Sluys *et al.* 2007; Almeida-Gomes *et al.* 2008). Já a abundância de anuros é muito variável entre os diversos estudos, pois não depende apenas das características das comunidades de cada local, mas também do esforço amostral e método de amostragem utilizado.

Dentre as oito famílias registradas neste estudo, sete (Brachycephalidae, Bufonidae, Craugastoridae, Eleutherodactylidae, Leiuperidae e Leptodactylidae) representam espécies de serrapilheira e uma (Hylidae) representa espécies arborícolas. A família Hylidae foi representada por uma maior riqueza de espécies, porém com o registro de um único indivíduo por espécie. Resultado semelhante foi também observado por Dixo & Verdade (2006) em estudo na floresta tropical do estado de São Paulo. Apesar de serem arborícolas, os hílideos utilizam toda a dimensão do habitat, podem ser observados desde o solo ao dossel das florestas (Rievers, obs. pess.). Alguns estudos, utilizando a metodologia de amostragem por “plots”, também registraram a presença de hílideos na comunidade de serrapilheira (Giaretta *et al.*, 1997; 1999; Rocha *et al.*, 2007). Como os hílideos foram registrados neste estudo por “pitfall traps”, provavelmente, os quatro indivíduos capturados estavam utilizando o habitat da serrapilheira, seja para forragear, estivar, refugiar ou mesmo deslocar. Assim esses indivíduos foram incluídos nas análises por estarem utilizando a serrapilheira em algum momento de sua vida.

Segundo Wachlevski & Rocha (com. pess.), as famílias de anuros de serrapilheira de maior frequência nas florestas tropicais são Bufonidae, Craugastoridae, Leptodactylidae e Strabomantidae, não havendo grande frequência da família Microhylidae, como registrado neste estudo. Muitos estudos registram que a antiga família Eleutherodactylidae, representada neste estudo pelas famílias Brachycephalidae e Craugastoridae, é a mais comumente encontrada nas comunidades de serrapilheira (Scott-Jr, 1976; Fauth *et al.*, 1989; Heinen, 1992; Dixo & Verdade, 2006; Rocha *et al.*, 2007).

A biomassa das comunidades de anuros associados à serrapilheira depende do tamanho corpóreo dos indivíduos e da abundância de cada espécie. Apesar da baixa abundância neste estudo, *Rhinella pombali* representou a maior biomassa de anuros da comunidade de serrapilheira, devido a seu grande tamanho corporal.

Assim, a parcela da Preta apresentou maior biomassa devido a grande ocorrência de indivíduos de *Rhinella pombali*, *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*) apresentou a segunda maior biomassa, devido a sua grande abundância. Espécies de grande tamanho normalmente ocorrem em baixa densidade, enquanto as espécies pequenas não necessariamente ocorrem em altas densidades nas comunidades de anuros de serrapilheira (Rocha *et al.*, 2007).

Dentre as espécies registradas neste estudo, merecem atenção aquelas que constituem problemas taxonômicos e são novas para a ciência, pois pouco se sabe sobre sua biologia, ecologia e distribuição (Ver em anexo, 9,1 Considerações taxonômicas).

As espécies registradas neste estudo podem ser classificadas quanto ao seu nível de dependência da serrapilheira. Foram registradas espécies que são independentes da serrapilheira para reprodução, forrageamento e/ou refúgio, tais como as espécies da família Hylidae. Os hílideos são freqüentemente encontrados na estratificação vertical da vegetação (e.g, Rievers & Eterovick, 2006). São animais com estágio larval aquático dependendo, assim, de corpos d'água para o desenvolvimento dos girinos (Haddad *et al.*, 2008). Foram registradas espécies com nível intermediário de dependência, ou seja, que habitam a serrapilheira, tais como representantes das famílias Leiuperidae, Leptodactylidae, Microhylidae e Bufonidae. Estas não possuem adaptações para ocupação do estrato vertical da vegetação e utilizam a serrapilheira como refúgio e para forrageamento, sendo que algumas espécies utilizam áreas alagadas na serrapilheira como sítio reprodutivo. As espécies dessas famílias apresentam ciclo de vida com estágio larval aquático. E, finalmente, foram registradas espécies das famílias Brachycephalidae, Craugastoridae e Eleutherodactylidae, que dependem da serrapilheira para reprodução, alimentação e refúgio. Essas espécies são altamente especializadas ao uso desse habitat, apresentando desenvolvimento direto, ou seja, sem estágio larval. Depositam ovos sobre o solo e/ou em cavidades no meio do folhíço e os juvenis se desenvolvem diretamente dos ovos (Donnelly & Crump, 1998; Haddad *et al.*, 2008).

A anurofauna associada à serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce inclui várias espécies de anuros que são normalmente raras e de distribuição geográfica restrita

a florestas tropicais, segundo Haddad *et al.* (2008) e IUCN (2007), como *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*), *Stereocyclops incrassatus*, *Ischnocnema* sp. (aff. *parva*), *Chiasmocleis* sp. (aff. *schubarti*) que apresentaram abundância elevada no PERD. E poucas espécies que são comuns em outros ambientes, que apresentam ampla distribuição geográfica nos biomas brasileiros e alta resiliência a ambientes impactados (Haddad *et al.*, 2008; IUCN, 2007) tiveram baixa abundância no PERD, tais como *Physalaemus cuvieri*, *Leptodactylus marmoratus* e *Leptodactylus ocellatus* (Rievers, obs. pess.). Este padrão corrobora o encontrado em diversos estudos sobre a herpetofauna de serrapilheira (Scott-Jr, 1976; Fauth *et al.*, 1989; Heinen, 1992; Urbina-Cardona & Londoño-Murcia, 2003; Donnelly *et al.*, 2005; Dixo & Verdade, 2006) e provavelmente reflete o pouco conhecimento disponível sobre a distribuição desse grupo animal.

Utilizando o índice de Dajoz para avaliar a frequência de encontros de cada espécie na área, *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*) e *Haddadus binotatus* foram espécies “comuns”. De fato, estas estiveram bem distribuídas e abundantes no PERD. Contudo, *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*) é uma espécie de distribuição rara nas florestas tropicais brasileiras e, até pouco tempo, só era conhecida na sua localidade tipo (Santos *et al.*, 2009). *Haddadus binotatus* é uma espécie comum apenas em matas primárias e secundárias das regiões sul, sudeste e no sul da Bahia (IUCN, 2007). As espécies categorizadas como “ocasionais” pelo índice de Dajoz podem ser divididas em dois grupos: 1) espécies raras, as quais apresentam distribuição geográfica restrita, como *Leptodactylus marmoratus* e baixa abundância no PERD como, *Physalaemus cuvieri* ou são novas para a ciência, como *Adelophryne* sp. nv. e 2) espécies acidentais, aquelas que apresentam alta abundância no PERD, mas não no ambiente de serrapilheira, como *Aparasphenodon brunoi*, *Dendropsophus anceps*, *Dendropsophus decipiens*, *Trachycephalus mesophaeus*. As demais espécies registradas foram categorizadas como “frequentes” pelo índice de Dajoz e foram representadas por *Stereocyclops incrassatus*, *Rhinella pombali*, *Leptodactylus ocellatus*, *Ischnocnema* sp. nv. (aff. *verrucosa*), *Ischnocnema* sp. (aff. *parva*), *Chiasmocleis* sp. (aff. *schubarti*).

A diversidade da anurofauna associada à serrapilheira foi baixa e apresentou padrões diferentes do esperado com base na hipótese de que florestas mais maduras, de topografia menos acidentada, de estágios tardios de sucessão e/ou menos perturbadas suportariam uma fauna mais diversa, devido a sua maior heterogeneidade de habitats, maior produtividade e menor distúrbio. Os resultados de alguns estudos nas florestas tropicais da América Central corroboram essa hipótese (Heinen, 1992; Lieberman, 1986). No PERD, a parcela do Aníbal, caracterizada por uma floresta de estágio sucessional mais tardio, de baixo dossel e topografia mais acidentada apresentou maior diversidade por ter uma taxocenose mais homogênea em relação à dominância de suas espécies, ou seja, uma taxocenose com pouca variação entre as abundâncias interespecíficas, sem dominância entre elas.

As parcelas, Preta e Central, estudadas apresentaram uma fauna mais rica, porém menos diversa, devido à grande variação das abundâncias entre as espécies, em relação à parcela do Aníbal. Estas duas áreas possivelmente têm características semelhantes, tais como alta disponibilidade de microhabitats e microclima, de modo a suportar a mesma riqueza de espécies de anuros. Segundo MacArthur & Wilson (1967), a complexidade estrutural do habitat pode estar associada ao elevado número de espécies nas florestas tropicais. A complexidade estrutural das parcelas Preta e Central deve disponibilizar condições únicas e ideais que permitem às espécies raras e de estratégia reprodutiva especializada, ou seja, de desenvolvimento direto, obter maior sucesso reprodutivo. Pearman (1997) classificou que as espécies do antigo gênero *Eleutherodactylus*, o qual compreende os atuais gêneros *Brachycephalus*, *Ischnocnema*, *Haddadus* e *Eleutherodactylus* (Hedges *et al.*, 2008), como extremamente sensíveis a distúrbios florestais. Essas espécies depositam seus ovos no solo, não dependendo de corpos d'água para reprodução, por isso são extremamente sensíveis a mudanças microclimáticas. Por outro lado, Dixo & Verdade (2006) observaram que as espécies que usam ambientes aquáticos para reprodução parecem preferir florestas de estágios sucessionais mais tardios. Ainda assim, Whitfield & Pierce (2005), em estudo na floresta tropical da Costa Rica, e Dixo & Verdade (2006), na floresta tropical



brasileira, não acharam diferença significativa da riqueza de espécies entre diferentes tipos de floresta, como no presente estudo.

Apesar da composição da anurofauna ser, em geral, semelhante nas três parcelas estudadas. A análise de agrupamento pelo Índice de Jaccard mostrou uma maior similaridade entre a Preta e a Central, sendo a primeira uma floresta mais estruturada e a segunda, uma floresta com grau intermediário de estruturação do habitat. Ambas áreas diferem quanto à composição florística das espécies arbóreas dominantes, substrato herbáceo e arbustivo, topografia e fatores de perturbação antrópica (Metzker, 2007). Entretanto, áreas geograficamente próximas, geralmente, apresentam características estruturais semelhantes, as quais dão suporte a comunidades semelhantes em sua riqueza, abundância, diversidade e densidade (Dixo & Verdade, 2006). Mesmo não favorecendo espécies com necessidades mais restritas, as florestas com menor complexidade estrutural são relativamente favoráveis para a migração de anfíbios e répteis nativos, contribuindo para a preservação da diversidade regional em mosaicos de áreas degradadas (Gardner *et al.*, 2006).

O padrão observado neste estudo, no qual a abundância das espécies foi maior nas parcelas com habitat estruturalmente mais complexo, de florestais mais maduras e menos perturbadas, também foi observado em outros estudos (*e.g.*, Heinen, 1992; Dixo & Verdade, 2006). Entretanto, Gardner *et al.* (2006) não acharam diferença significativa na abundância das espécies entre áreas de diferentes estágios sucessionais. Enquanto que Lieberman (1986) constatou diferença significativa entre áreas de diferentes estágios sucessionais e graus de perturbação na Costa Rica registrando menor abundância da herpetofauna na floresta primária. Este autor atribuiu a menor abundância de anuros na floresta primária à grande abundância de espécies dominantes.

Na parcela da Central foi registrada uma maior abundância de espécies, devido à forte influência da espécie dominante, *Physalaemus* sp. (*cf. crombiei*). Os padrões gerais de abundância de anfíbios anuros podem ser mascarados pela resposta das espécies dominantes à estrutura do habitat. A análise de agrupamento pelo índice de Sorensen mostrou um padrão diferente do agrupamento obtido pelo Índice de

Jaccard, demonstrando maior similaridade entre a parcela de estrutura mais complexa, Preta, e a de estrutura mais simples, Aníbal. A expressão deste padrão foi influenciada pela grande abundância da espécie dominante, *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*) na parcela Central. Dixo & Verdade (2006) também observaram que a diferença na abundância de anuros entre diferentes tipos de florestas foi fortemente influenciada pela espécie mais abundante. Áreas de estágio sucessional mais recentes são pobres em espécies e são dominadas por espécies generalistas de ampla distribuição (Gardner *et al.*, 2006).

Os valores máximos de biomassa e abundância de anuros associados à serrapilheira foram registrados nos meses mais chuvosos. A biomassa de anuros foi alta no mês de março devido ao número de registros de indivíduos de *Rhinella pombali*, de grande tamanho corporal. Os anuros costumam ser mais ativos durante a estação reprodutiva e a maioria das espécies de anuros apresenta pico reprodutivo na estação chuvosa (Duellman & Trueb, 1994). O pico reprodutivo das espécies de serrapilheira do PERD ocorreu na estação chuvosa, já que dependem de umidade ideal para desenvolvimento dos ovos terrestres, ou de ambientes alagados temporários para desenvolvimento de girinos. Portanto, na estação chuvosa é provável que haja um maior deslocamento e dispersão de indivíduos pela serrapilheira e, assim, maior probabilidade de registros. Os registros na estação chuvosa compreenderam espécies que formam aglomerações reprodutivas e apresentam reprodução explosiva (*sensu* Wells, 1977), como *Chiasmocleis* sp. (aff. *schubarti*) e *Stereocyclops incrassatus*, e espécies com reprodução prolongada, como *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*) e *Rhinella pombali* (Donnelly & Crump, 1998; Haddad *et al.*, 2008).

Em alguns estudos foram registradas maiores abundância e biomassa de anuros de serrapilheira na estação seca na América Central (Lieberman, 1986; Walting & Donnelly, 2002) e na África (Gardner *et al.*, 2007). Enquanto que valores superiores foram encontrados na estação chuvosa na Amazônia (Allmon, 1991) e na Costa Rica (Heinen, 1992). Por outro lado Scott-Jr., (1976) e Giaretta *et al.* (1999) não encontraram diferença sazonal da abundância de anuros.

Allmon (1991) registrou um padrão fortemente sazonal da diversidade de anfíbios anuros, com pico no fim da estação chuvosa, na Amazônia. O oposto foi observado por Walting & Donnelly (2002), que registraram uma maior riqueza de espécies na estação seca, a qual é um importante período no recrutamento juvenil para muitas espécies de anfíbios anuros de serrapilheira.

## **6.2 Comunidade de artrópodes de serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce**

A composição e estrutura das comunidades de artrópodes de serrapilheira são dependentes de vários fatores, como tipo de formação vegetal, solo, microclima e diversidade de habitats (Schowalter & Sabin, 1991). Janzen (1973), estudando artrópodes neotropicais, definiu que padrões de riqueza e abundância em comunidades desses invertebrados são afetados tanto por interações ecológicas entre espécies, quanto por fatores históricos.

Nos trópicos, a composição de artrópodes de serrapilheira pode ser influenciada pelo estágio sucessional e pelos recursos disponíveis (Lieberman & Dock, 1982). Em ecossistemas tropicais muito alterados há menor disponibilidade de nichos e menor previsibilidade ambiental, resultando em menor abundância e riqueza de táxons (Lieberman & Dock, 1982). No presente estudo, no entanto, a abundância de artrópodes foi inversamente proporcional ao estado de conservação. A riqueza de táxons, por outro lado, foi maior na floresta mais madura. Os padrões de abundância de artrópodes também podem ser mascarados pela grande variação da abundância dos taxa e pelos taxa dominantes.

Lieberman (1986) observou dominância de Hymenoptera e Orthoptera em áreas amostradas na Costa Rica. Segundo Lieberman & Dock (1982), estes taxa são mais sensíveis a perturbação ambiental, enquanto ácaros possuem uma capacidade maior de explorar ambientes mais perturbados. Essa observação corrobora os resultados obtidos no presente estudo, ou seja, predominância de himenópteros na Preta e predominância de ácaros na Central e Aníbal.

Estudos revelam que oscilações nas populações de insetos tropicais podem ser atribuídas à relação presa-predador, à pluviosidade e à disponibilidade de alimento (Wolda, 1979). É difícil, porém, estabelecer um padrão sobre como as comunidades de artrópodes nos trópicos respondem aos fatores sazonais. Lieberman & Dock (1982) encontraram uma maior riqueza de taxa na estação chuvosa, mas ausência de diferença significativa na abundância de artrópodes entre as estações seca e chuvosa. Wolda (1979), por outro lado, encontrou uma maior abundância de artrópodes na estação chuvosa, enquanto outros estudos registraram maior abundância de artrópodes na estação seca (Toft, 1980; Lieberman 1986; Guyer, 1990).

### **6.3 Caracterização da serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce**

A produtividade de serrapilheira apresentou uma relação positiva com o grau de complexidade do habitat nas três parcelas, corroborando a predição de Schamp *et al.* (2002) e Metzker (2007), de que florestas mais maduras (mais complexas), de estágios sucessionais mais avançados e habitats menos perturbados apresentam maiores produtividades. Inger (1980) não achou diferença na produção de folhiço entre florestas tropicais asiáticas. Em florestas tropicais mais recentes, o crescimento e o desenvolvimento das plantas são mais lentos, com isso há uma menor queda do folhiço, cuja decomposição também é lenta (Janzen, 1974). Mas essas áreas podem ser estruturalmente semelhantes a florestas mais maduras (Janzen, 1974). No presente estudo, as florestas estruturalmente mais complexas quanto à composição florística, topografia, dossel e fatores microclimáticos produziram maior biomassa vegetal seca. A parcela da Central, com grau intermediário de complexidade, apresentou um percentual de biomassa seca e uma composição de serrapilheira bem semelhante ao da Preta, que foi a parcela com o maior grau de complexidade, provavelmente por serem estruturalmente semelhantes. Fauth *et al.* (1989) e Rocha *et al.* (2007) acharam uma variação considerável na composição de serrapilheira em áreas de diferentes estados de conservação na Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro.

No presente estudo, a correlação entre a produção de folhiço e a profundidade da serrapilheira não foi significativa, sendo que as parcelas Central e Aníbal apresentaram maior profundidade e menor biomassa produzida. A decomposição da serrapilheira e o tamanho amostral podem ser a causa desse resultado. Lieberman (1986) não testou a relação entre profundidade e biomassa de serrapilheira, mas registrou maior profundidade da serrapilheira e maior produção de biomassa vegetal em florestas mais maduras. A profundidade de serrapilheira pode variar de acordo com o clima, altitude, fitofisionomia, grau de preservação, topografia e tipo de solo (Scott-Jr., 1976; Fauth *et al.*, 1989; Urbina-Cardona & Londoño-Murcia, 2003; Menin *et al.*, 2007). Ocasionalmente, a profundidade de serrapilheira pode ser maior em ambientes mais perturbados do que em áreas florestais mais preservadas (*e.g.*, Lieberman, 1986; Heinen, 1992). Apesar das florestas primárias serem mais produtivas, a taxa de decomposição da serrapilheira deve ser mais alta, em função da alta umidade e da maior abundância de artrópodes decompositores, reduzindo assim a profundidade da serrapilheira.

As florestas tropicais úmidas com solos pobres em nutrientes podem ser estruturalmente similares a florestas com solos mais ricos, mas o crescimento da vegetação e suas taxas de desenvolvimento são mais lentos. Sendo assim, em florestas tropicais mais recentes a queda do folhiço é menor e a decomposição de serrapilheira é também mais lenta, e os animais dependentes do ciclo energético do folhiço são escassos (Janzen, 1974). As três áreas estudadas no PERD podem apresentar uma semelhança, pois suportam uma produção espacial de biomassa de serrapilheira homogênea.

#### **6.4 Variáveis climáticas do Parque Estadual do Rio Doce**

A temperatura e a umidade apresentaram uma relação diretamente proporcional ao grau de complexidade estrutural das áreas, sendo que a área com dossel mais coeso e topografia menos acentuada apresentou uma maior temperatura média e maior umidade. O esperado era que florestas mais maduras, com dossel mais coeso, devido à densidade, estrutura e a altura do seu estrato arbóreo, e topografia

mais plana, retivessem uma maior umidade e menor amplitude térmica. Urbina-Cardona & Londoño-Murcia (2003) observaram que áreas mais perturbadas apresentam temperaturas mais altas e que a temperatura apresentou uma forte associação com a distribuição da herpetofauna.

Lieberman (1986) observou que as variáveis climáticas, temperatura e umidade, foram similares áreas no Panamá, e não achou uma relação significativa da abundância e riqueza de anuros com essas variáveis climáticas. De acordo com Dixo & Verdade (2006), a umidade pode ser um fator limitante para o desenvolvimento das espécies, e talvez a umidade supostamente maior dentro de floresta mais madura favoreça a maior abundância de espécies.

Vargas & Bolaños (1999) encontraram condições microclimáticas semelhantes entre áreas de floresta semelhantes, e atribuíram a este fato a grande semelhança na composição de fauna registrada entre as mesmas

### **6.5 Resposta dos anfíbios anuros à disponibilidade de alimento, às características da serrapilheira e aos fatores climáticos**

A abundância, assim como a biomassa e a riqueza, das espécies de anuros associados à serrapilheira, entre as áreas estudadas no PERD, variou em função da oferta de presas e da biomassa de serrapilheira produzida. A biomassa de serrapilheira é composta por diversos componentes vegetais, que disponibilizam uma quantidade e diversidade de habitats e microhabitats, sustentando uma rica fauna de artrópode e de anuros. A complexidade estrutural da serrapilheira das florestas tem sido um bom fator preditivo do número de espécies encontradas (McArthur, 1972). A elevada densidade vegetal pode aumentar a heterogeneidade da serrapilheira, oferecendo mais microhabitats para os anuros (Huang & Hou, 2004).

Vários pesquisadores procuram explicar os padrões de abundância e distribuição de anfíbios com base na disponibilidade de suas presas (Jordan, 1971; Janzen, 1973; Fauth *et al.*, 1989; Lima & Magnusson, 1998; Walting & Donnelly, 2002), mas poucos testaram esta relação (Toft, 1980; Lieberman & Dock, 1982; Lieberman,

1986; Giaretta *et al.*, 1999). Alguns estudos registraram uma correlação positiva entre a abundância de anuros e a abundância de artrópodes (Toft 1980; Lieberman, 1986; Giaretta *et al.*, 1999). O presente estudo mostrou uma correlação significativa entre abundância de anuros de serrapilheira e riqueza de artrópodes. Segundo Toft (1980), muitas espécies de anuros de serrapilheira se alimentam de presas em diferentes proporções das encontradas no ambiente da serrapilheira, indicando que essas espécies são especialistas quanto ao seu hábito alimentar. Muitos estudos indicam também que a maioria dos anuros encontrados na serrapilheira tem preferências alimentares por determinados tipos de presas (Toft, 1980, 1981; Lieberman, 1986; Lima & Magnusson, 1998). Assim, para as espécies especialistas e/ou seletivas, em um habitat com alta variedade de alimentos disponíveis, a probabilidade de se encontrar os tipos de presas preferidos é maior do que em um habitat com poucos tipos de presas, mesmo que estes tipos ocorram em grande abundância.

Poucos estudos avaliaram a herpetofauna em relação à biomassa vegetal produzida nas áreas amostradas (Scott-Jr., 1976; Giaretta *et al.*, 1999; Whitfield & Pierce, 2005; Van Sluys *et al.*, 2007). Whitfield & Pierce (2005), na Costa Rica e Allmon (1991), na Amazônia, não encontraram relação significativa entre a abundância de anuros e a biomassa de serrapilheira produzida, já outros autores encontraram relação significativa, na Mata Atlântica do sudeste do Brasil (Giaretta *et al.*, 1999; Van Sluys *et al.*, 2007), e no sudeste da Ásia (Scott-Jr., 1976). O tipo e quantidade de folhiço produzido podem afetar a disponibilidade de artrópodes na serrapilheira (Heinen, 1992). A fauna de artrópodes por sua vez pode estar fortemente relacionada à decomposição da serrapilheira (Hou *et al.*, 2005), afetando assim a disponibilidade de microhabitats para os anuros. Scott-Jr, (1976) afirmou que há uma relação entre a queda do folhiço e sua decomposição que influenciam a diversidade de habitats na serrapilheira das florestas, afetando a cadeia alimentar, que inclui os anfíbios.

As diferenças na distribuição e abundância das populações de artrópodes podem afetar diretamente os anuros que os consomem (Donnelly, 1998). Giaretta *et al.* (1999) registrou comunidades de anuros mais diversas e de maior biomassa onde a abundância de presas potenciais foi maior. No presente estudo, também foi

registrada uma maior densidade de presas onde a taxocenose de anuros foi mais diversa, porém o mesmo não ocorreu com a biomassa de anuros, que foi menor.

Dentre todas as variáveis estudadas nenhuma explicou, significativamente, as variações temporais da abundância, riqueza e biomassa de anuros. Porém, é possível também que uma grande quantidade de fatores influenciando simultaneamente a abundância, riqueza e biomassa de anuros reduza a probabilidade de fatores isolados explicarem de forma significativa as variações observadas. O modelo que mais se aproximou de explicar gradientes de abundância de anuros incluiu como variáveis independentes a biomassa de serrapilheira e a pluviosidade. A pluviosidade está diretamente relacionada com a umidade do habitat, essencial para o metabolismo dos anuros, e para a formação de ambientes reprodutivos para muitas espécies (Duellman & Trueb, 1994). Alguns estudos mostram relação positiva entre a pluviosidade, a abundância e a riqueza de espécies (Scott- Jr., 1976; Allmon, 1991; Rievers & Eterovick, 2005). Em ambientes que não sofrem variações sazonais marcantes, no entanto, a pluviosidade pode não ter um efeito marcante na distribuição temporal dos anuros (Afonso & Eterovick, 2007).

Assim como no presente estudo, muitos autores concluem que os anfíbios são sensíveis a mudanças da estrutura da vegetação e ao microclima (Whitfield & Pierce, 2005; Dixo & Martins, 2008; Keller *et al.* 2009). Urbina-Cardona & Londoño-Murcia (2003), afirmam que a maioria das espécies de anuros florestais é localmente mais abundante em áreas com densa cobertura vegetal, serrapilheira profunda, grande umidade e temperatura estável. Entretanto, Allmon (1991), não achou nenhuma relação significativa entre variáveis do habitat, como profundidade e biomassa da serrapilheira, estrutura da vegetação, microclima (umidade e precipitação) e atributos da comunidade de anfíbios. Lieberman (1986) interpretou a sazonalidade dos anfíbios como uma resposta à variabilidade da temperatura do ar e da umidade, ou a mudanças da biomassa e profundidade da serrapilheira. Segundo Donnelly *et al.*, (2005), as flutuações sazonais da chuva na Costa Rica afetam a comunidade de artrópodes, podendo criar uma escassez sazonal de presas para os anuros de serrapilheira, afetando assim sua distribuição, abundância e diversidade. Provavelmente as variáveis climáticas temperatura do ar, temperatura



do solo, umidade e pluviosidade influenciam simultaneamente a sazonalidade da anurofauna de serrapilheira do PERD.

## 7. CONCLUSÕES

A anurofauna de serrapilheira é constituída por espécies com diversos graus de dependência deste habitat. A serrapilheira é um habitat peculiar, disponibilizando ambientes e condições específicas que sustentam uma fauna rica em espécies raras e também algumas espécies comuns.

A abundância, riqueza e biomassa de anuros associados à serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce variaram entre as áreas amostrais de diferentes graus de complexidade estrutural, assim como os parâmetros ambientais estudados, ou seja, biomassa e profundidade da serrapilheira, umidade, temperatura e pluviosidade.

A anurofauna de serrapilheira do PERD é influenciada pelas características sucessionais, topografia, fatores microclimáticos e produtividade vegetal. Contudo, áreas de uma mesma fitofisionomia, de estágios sucessionais próximos se assemelham quanto às características estruturais, disponibilidade e heterogeneidade de habitat, composição florística, produção de serrapilheira e microclima, sustentando taxocenoses semelhantes quanto a composição, riqueza, diversidade e abundância de espécies de anuros.

A abundância, riqueza e biomassa de anuros associados à serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce variaram em função da riqueza de taxa de artrópodes e da biomassa seca de serrapilheira produzida. A serrapilheira produzida no PERD foi composta por diversos componentes vegetais, que disponibilizam uma grande quantidade e diversidade de habitats e microhabitats, suportando uma diversa fauna artrópode, que por conseqüência dá suporte para uma comunidade de anuros abundante. O que influenciou a abundância dos anuros de serrapilheira registrados neste estudo foi, provavelmente, a variedade de presas disponíveis, e não a sua quantidade. Este resultado evidencia a especificidade das espécies de anuros quanto ao seu alimento e habitat.

A abundância dos anuros varia relativamente de acordo com o período amostrado. Contudo, entre as variáveis analisadas, fatores isolados não foram capazes de explicar de forma significativa as variações sazonais (temporais) observadas. Entretanto, a pluviosidade e a biomassa de serrapilheira estão associadas à variação sazonal da abundância, riqueza e biomassa de anuros de serrapilheira do PERD.

O conhecimento sobre as comunidades brasileiras de anfíbios anuros de serrapilheira nos permite dizer que não existem padrões gerais sobre as respostas das comunidades às variáveis do seu habitat, pois as comunidades de anfíbios anuros respondem localmente às variações ambientais, tanto espacialmente quanto temporalmente. Assim, estudos de longo prazo sobre riqueza, diversidade e abundância de anuros de serrapilheira serão importantes para se encontrarem e confirmarem certos padrões para diferentes localidades.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, L. G. & ETEROVICK, P. C. 2007. *Spatial and temporal distribution of breeding anurans in streams in southeastern Brazil*. **Journal of Natural History** v. 41, 949-963 p.
- ALLMON, W. D. 1991. *A Plot Study of Forest Floor Litter Frogs, Central Amazon, Brazil*. **Journal of Tropical Ecology**. 7: 503-522p.
- ALMEIDA-GOMES, M.; VAN SLUYS, M. V. & ROCHA, C. F. D. 2007. *Ecological Observations on the Leaf-Litter Frog, *Adenomera marmorata*, in a Atlantic Rainforest Area of Southeastern Brazil*. **Herpetological Journal**, 17: 81-85p.
- ARAUJO, R. S. 2002. *Chuva de Sementes e Deposição de Serrapilheira em Três Sistemas de Revegetação de Áreas Degradadas na Reserva Biológica de Poço das Antas, Silva Jardim, RJ*. Dissertação submetida para obtenção de Magister Scientiae em Ciências Ambientais e Florestais, **UFRJ**.
- AYRES, M.; AYRES-JR, M.; AYRES, D. L. & SANTOS, A. S. 2005. *Bioestat 5.0. Aplicações Estatísticas nas Áreas das Ciências Biológicas e Médicas*. Sociedade Civil. **Mamirauá/MCT-CNPq**. 259 p
- BASTAZINI, C. V.; MUNDURUCA, J. F. V.; ROCHA, P. L. B. & NAPOLI, M. F. 2007. *Which Environment Variables Better Explain Changes in Anuran Community Composition? A Case Study in the Restinga of Mata de São João, Bahia, Brazil*. **Herpetologica**, 63 (4): 459-471p.
- BEARD, K.H., VOGT, K.A. & KULMATISKI, A. 2002. *Top-down effects of a terrestrial frog on nutrient dynamics*. **Oecologia**, 133: 583–593P.
- BEEBEE, T. J. C. 1996. *Ecology and conservation of amphibians*. Chapman & Hall. London, 214 p.

- BERNARDE, P. S.; KOKUBUM, M. N. C. MACHADO, R. S. & ANJOS, L. 1999. *Uso de Habitats Naturais e Antrópicos pelos Anuros em um Localidade no Estado de Rondônia, Brasil (Amphibia: Anura)*. **Acta Amazônica**, 29: 555- 562p.
- BOKERMANN, W.C. A. 1966. *Two new species of Physalaemus from Espirito Santo, Brasil (Amphibia, Leptodactylidae)*. **Physis**. Buenos Aires, 26: 193-202p.
- BORROR, D.J.; TRIPLEHORN, C. A. & JOHNSON, N.F. 1976. *An Introduction to the Study of Insects*, 4th ed. **Harcourt Brace College Publishers**, Fort Worth, Texas.
- CANEDO, C.; PIMENTA, B. V. S.; LEITE, F. S. F. & CARAMASCHI, U. 2009. *Nova Espécie de Ischnocnema com Comentários sobre a Composição da Série de Espécies de I. verrucosa*. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Herpetologia, Soc. Bras. Herp.** Pirinópolis, Goiás.
- CECHIN, S. Z. & MARTINS, M. 2000. *Eficiência de Armadilhas de Aueda (Pitfall Traps) em Amostragens de Anfíbios e Répteis no Brasil*, **Rev, Bras, Zool**, 17: 729-740p.
- CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS (CETEC). 1981. *A Vegetação do Parque Estadual do Rio Doce*. In Programas de Pesquisas Ecológicas no Parque Estadual do Rio Doce. **Relatório Final não publicado**. Belo Horizonte, MG.
- CORN, P. S. 1994. *Standard Techniques for Inventory and Monitoring- Straight-line Drift Fences and Pitfalls Traps*, In *Measuring and Monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians*. **Smithsonian Institution Press. Washington**, 118-124p.
- CRUMP, M. L. 1974. *Reproductive Strategies in a Tropical Anuran Community*. **Misc. Publ. Univ. Kansas Mus. Nat. Hist.** 61: 1-68p.
- CRUZ, C. A. G.; BERTOLUCI, J. & NASCIMENTO, L. B. 2004. *Physalaemus obtectus*. In: *IUCN 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.1*. Disponível em: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Acessado em 06 de julho de 2009.

- DAJOZ, R. 1973. *Ecologia Geral*. 2ed. **Editora Vozes**, São Paulo.
- DIAS, H. C. T. & OLIVEIRA-FILHO, A.T. 1997. *Variação Temporal e Espacial da Produção de Serapilheira em uma Área de Floresta Estacional Semidecídua Montana em Lavras- MG*. **Revista Árvore**, 21 (1): 11-26p.
- DIXO, M. & VERDADE, V. K. 2006. *Herpetofauna de Serrapilheira da Reserva Florestal de Morro Grande, Cotia, São Paulo*. **Biota Neotrópica**, 6 (2): 1-20p.
- DIXO, M. & MARTINS, M. 2008. *Are Leaf-Litter Frogs and Lizards Affected by Edge Effects due to Forest Fragmentation in Brazilian Atlantic Forest?* **Journal of Tropical Ecology**, 24: 551-554p.
- DONNELLY, M. A. 1989. *Demographic Effects of Reproductive Resource Supplementation in a Territorial Frog, *Dendrobates pumilio**, **Ecol. Monogr.**, 59: 207: 221p.
- DONNELLY, M. A. & CRUMP, M. L. 1998. *Potential Effects of Climate Change on Two Neotropical Amphibia Assemblages*. **Climatic Change**, 39: 541-561p.
- DONNELLY, M. A.; CHEN, M. H. & WATKINS, G. G. 2005. *Sampling Amphibians and Reptiles in the Iwokrama Forest Ecosystem*. **Proc. Acad. Nat. Scien. PhiladePretahia**, 154: 55-69p.
- DRUMMOND, G. M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F. A. & ANTONINI, Y. (orgs.) 2005. *Biodiversidade em Minas Gerais - um atlas para sua conservação*. 2ª ed, Belo Horizonte, **Fundação Biodiversitas**.
- DUELLMAN, W. E. 1999. *Global Distribution of Amphibians: Patterns, Conservation and Future Challenges*. In: *Patterns of Distribution of Amphibians, a Global Perspective*. **The Johns Hopkins University Press**. Baltimore, MD, 1–30p.
- DUELLMAN, W. E. & TRUEB, L. 1994. *Biology of Amphibians*. New York, **McGraw-Hill Book Company**, 670p.

- ERNEST, R.; LINSENMAIR, K. E. & RÖDEL, M-O. 2006. *Diversity Erosion Beyond the Species Level: Dramatic Loss of Functional Diversity after Selective Logging in Two Tropical Amphibian Communities*. **Biological Conservation**. 133: 143-155p.
- ETEROVICK, P. C.; RIEVERS, C. R.; KOPP, K. ; WACHLEVSKI, M.; FRANCO, B. P.; DIAS, C. J.; BARATA, I. M.; FERREIRA, A. D. M.; AFONSO, L. G.; 2008. *Lack of phylogenetic signal in the variation in anuran microhabitat use in southeastern Brazil*. **Evolutionary Ecology**, v. 22, 24p.
- FAIVOVICH, J., HADDAD, C.F.B., GARCIA, P.C.A., FROST, D.R., CAMPBELL, J.A. & WHEELER, W.C. 2005. *Systematic Review of the Frog Family Hylidae, with Special Reference to Hylinae: Phylogenetic Analysis and Taxonomic Revision*. **Bull. Am. Mus. Nat. Hist.** 294: 1-294p.
- FAUTH, J. E.; CROTHER, B.I. & SLOWINSKI, J. B. 1989. *Elevational Patterns of Species Richness, Evenness, and Abundance of Costa Rican Leaf-Litter Herpetofauna*. **Biotropica**. 21(2): 178- 185p.
- FEIO, R. N.; BRAGA, U. M. L.; WIEDERHECKER, H. & SANTOS, P. S. 1998. *Anfíbios do Parque Estadual do Rio Doce (Minas Gerais)*. **Universidade Federal de Viçosa e IEF**, 32p.
- FEIO, R. N. & FERREIRA, P. L. 2005. *Anfíbios de dois fragmentos de Mata Atlântica na Zona da Mata de Minas Gerais*. **Revista Brasileira de Zociências**. Juiz de Fora - MG, 7 (1): 121-128p.
- FERREIRA, R. L. & MARQUES, M. M. G. S. M. A. 1998. *Fauna de Artrópodes de Serrapilheira de Áreas de Monocultura com Eucalyptus sp. e Mata Secundária Heterogênea*. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, 27 (3) 395-403p.
- FROST, D. 2009. *Amphibian Species of the World. Version 5.3*. Disponível: <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. Acessado em junho, 2009.

- FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS, 2005. *Lista de fauna brasileira ameaçada de extinção*. Disponível em: [http://www.biodiversitas.org.br/f\\_ameaca/](http://www.biodiversitas.org.br/f_ameaca/). Acessado em 20 de julho de 2009.
- GARDNER, T. A.; RIBEIRO-JÚNIOR, M. A.; BARLOW, J; ÁVILA-PIRES , T. C. S.; HOOGMOED, M. S. & PERES, C. A. 2006. *The Value of Primary, Secondary, and Plantation Forest for a Neotropical Herpetofauna*. **Conservation Biology**. 21(3) 775-787p.
- GARDNER, T. A.; FITZHERBERT, E. B.; DREWES, R. C.; HOWELL, K.M.; & CARO, T. 2007. *Spatial and Temporal Patterns of Abundance and Diversity of an East African Leaf Litter Amphibian fauna*. **Biotropica**, 39 (1): 105-113p.
- GASCON, C. 1996. *Amphibia Litter Fauna and River Barriers in Flooded and Non-flooded Amazonian Rain Forest*. **Biotropica**, 28 (1) 136-140p.
- GIARETTA, A. A.; SAWAYA, R. J.; MACHADO, G.; ARAÚJO, M. S.; FACURE, K. G.; MEDEIROS, H. F. & NUNES, R. 1997. *Diversity and Abundance of Litter Frogs na Altitudinal Sites at Serra do Japi, Southeastern Brazil*. **Revista Brasileira de zoologia**. 14 (2): 341-346p.
- GIARETTA, A. A.; FACURE, K. G.; SAWAYA, R. J.; De M. MEYER, J. H. and CHEMIM, N. 1999. *Diversity and Abundance of Litter Frogs in a Montane Forest of Southeastern Brazil: Seasonal and Altitudinal Changes*. **Biotropica**, 31 (4): 669-674p.
- GILHUIS, J. P. 1986. *Vegetation survey of the Parque Florestal do Rio Doce, MG, Brazil*. **Dissertação de Mestrado**. Viçosa: Pós-graduação da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.
- GLEASON, H. 1917. *The Structure and Development of Plant Association*. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, 44: 463-481p.
- GOTELLI, N.J. & G.L. ENTSMINGER. 2004. *EcoSim: Null models software for ecology*. Version 7. **Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear**. Jericho, VT



05465. Disponível em: <http://garyentsminger.com/ecosim/index.htm>. Acessado em: maio de 2009.

GUYER, C. 1990. *The Herpetofauna of La Selva, Costa Rica*. In: A. H. Gentry (Ed.) Four Neotropical Rainforests. **Yale University Press**. New Haven, Connecticut. 371- 285p.

HADDAD, C. F. B. & PRADO, C. P. A. 2005. *Reproductive Modes in Frogs and Their Unexpected Diversity in the Atlantic Forest of Brazil*. **BioScience**. 55 (3): 207-217p.

HADDAD, C. F. B.; TOLEDO, L. F. & PRADO, C. P. A. 2008. *Anfíbios da Mata Atlântica*. **Editora Biotrópica**. 1<sup>a</sup> Ed. São Paulo. 234p.

HEDGES, S.B.; DUELLMAN, W.E. & HEINICKE, M.P. 2008. *New World direct-developing frogs (Anura: Terrarana): Molecular phylogeny, biogeography. And conservation*. **Zootaxa**. Magnolia Press, New Zealand. 182 p.

HEINEN, J. T. 1992. *Comparisons of the Leaf Litter Herpetofauna in Abandoned Cacao Plantations and Primary Rain Forest in Costa Rica: Some Implications for Faunal Restoration*. **Biotropica**, 24 (3): 431-439p.

HEYER, W. R., & WOLF, A. J. 1989. *Physalaemus crombiei (Amphibia: Leptodactylidae), a new frog species from Espírito Santo, Brazil with comments on the P. signifer group*. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, 102: 500-506p.

HEYER, W. R.; RAND, A. S.; CRUZ, C. A. G.; PEIXOTO, O. L. & NELSON, C. E. 1990. *Frogs of Boracéia*. **Arquivos de Zoologia**. São Paulo. 31: 231-410p.

HEYER, W. R.; DONNELLY, M. A.; MCDIARMID, R. W.; HAYER, L. A. C. & FOSTER, M. S. 1994. *Measuring and monitoring Biological Diversity, Standard Methods for Amphibians*. **Smithsonian Institution Press**. Washington and London.

- HOU, P.C. L.; ZOU, X.; HUANG, C. Y.; & CHIEN, H. J. 2005. *Plant litter decomposition influenced by soil animals and disturbance in a subtropical rainforest of Taiwan*. ***Pedobiologia***, 49:539–547p.
- HUANG, C. Y. & HOU, P-C. L. 2004. *Density and Diversity of Litter Amphibians in a Monsoon Forest of Southern Taiwan*. ***Zoological Studies***, 43 (4): 795-802p.
- HUANG, C. Y.; WANG, C. P. & HOU, P. C. L. 2007. *Toads (*Bufo bankorensis*) Influence Litter Chemistry but Not Litter Invertebrates and Litter Decomposition Rates in a Subtropical Forest of Taiwan*. ***Am. Nat.***, 93: 145-159p.
- INGER, R. F. 1980. *Densities of Floor-Dwelling Frogs and Lizards in Lowland Forest of Southeast Asia and Central America*. ***Am. Nat.*** 115: 761-770p.
- INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTA (IEF). 2008. *Plano de Manejo do Parque Estadual do Rio Doce*. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/component/content/306?task=view>. Acessado em abril de 2008.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). 2008 *Monitoramento da Floresta Amazônica por Satélite*. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**.
- INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM (IT IS). 2000. Disponível em: <http://www.itis.gov/>. acesso em 03 de maio de 2008.
- INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE (IUCN). 2007 *IUCN red list of threatened species*. **IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland and Cambridge**. United Kingdom. Disponível em: <http://www.redlist.org>. Acesso: julho de 2009.
- JANZEN, D. H. 1973. *Sweep Samples of Tropical Foliage Insects : Description of Study Site, with Data on Species abundances and Size Distribution*. ***Ecology***, 54 : 659-686p.

- JANZEN, D. H. 1974. *Tropical Blackwater Rivers , Animals, and Mast Fruiting by Dipterocarpaceae*. **Biotropica**, 6: 64-69p.
- JORDAN, C. F. 1971. *A World Pattern in Plant Energetics*. **Am. Scient**, 59: 425-433p.
- JUNCA, F. A. & ETEROVICK, P. C. 2007. *Feeding Ecology of Two Sympatric Species of Aromobatidae, Allobates marchesianus and Anomaloglossus stepheni, in Central Amazon*. **Journal of Herpetology**, 41 (2) 301-308p.
- KELLER, A.; RÖDEL, M-O.; LINSENMAIR, K. E. and GRAFE, T. U. 2009. *The Importance of Environment Heterogeneity for Species Diversity and Assemblage Structure in Bornean Stream Frogs*. **Journal of Animal Ecology**, 78: 305- 314p.
- KUEBLER, C. 2003. *Litterfall and Phenology Standardized Monitoring Protocol*. **Tropical Ecology Assessment and Monitoring**. Washington D. C. USA.
- LIEBERMAN, S. S. 1986. *Ecology of the leaf litter herpetofauna of a neotropical rain forest: La Selva, Costa Rica*. **Acta Zoologica Mexicana**. Nueva Serie, 15: 1-72p.
- LIEBERMAN, S. & DOCK, C.F. 1982. *Analysis of the Leaf-Litter Arthropod Fauna of a Lowland Tropical Evergreen Forest Site (La Selva, Costa Rica)*. **Rev. Biol. Trop.**, 30 (1): 27-34p.
- LIMA, A. P. 1998. *The Effects of Size on the Diet of Six Sympatric Species of Postmetamorphic litter Anurans in Central Amazônia*. **Journal of Herpetology**, Estados Unidos, 32 (3) 392-399 p.
- LIMA, A. P. & MAGNUSSON, W. E. 1998. *Partitioning Seasonal Time: Interactions among Size, Foraging Activity and Diet in Leaf-Litter Frogs*. **Oecologia**, 116: 259-266p.
- MACARTHUR, R. H. 1968. *The Theory of the Niche*. In R. C. Lewontin (ed.). **Population Biology and Evolution**. Syracuse Univ. Press, Syracuse, N.Y.

- MACARTHUR, R. H. 1972. *Geographical Ecology. Patterns in the Distribution of Species*. **Harpes and Row**, New York. 269p.
- MACARTHUR, R. H. & WILSON, E. O. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. **Princeton Univ. Press**. Princeton, N.J. 203p.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its measurement*, **Princeton University Press**. **Princeton**.
- MCCUNE, B. & MEFFORD, M. J. 1999. *PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version 4*. **MjM Software Design**, Gleneden Beach, OR.
- MENIN, M.; LIMA, A. P.; MAGNUSSON, W. E. & WALDEZ, F. 2007. *Topographic and Edaphic Effects on the Distribution of Terrestrially Reproducing Anurans in Central Amazonia: Mesoscale Spatial Patterns*. **Journal of Tropical Ecology**, 23: 539-547p.
- METZKER, T. I. F. 2007. *Estudos sobre a Dinâmica e os Estoques de Carbono da Mata Atlântica do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil*. Dissertação de Mestrado apresentada ao ECMVS, **Universidade Federal de Minas Gerais**, 79p.
- MIKKELSON, G. M. 2005. *Niche-based vs. Neutral Models of Ecological Communities*. **Biology and Philosophy**, 20:557-566p.
- MILES, D. B. 1994. *Population Differentiation in Locomotor Performance and the Potential Response of a Terrestrial Organism to Global Environmental Change*. **Amer. Zool.**, 34: 422-436p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 2000. *AVALIAÇÃO e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos*. Brasília.
- MOORE, J. C.; HUNT, H. W. & ELLIOTT, E. T. 1991. *Interactions between Soil Organisms and Herbivores*. In: P. Barbosa, V. Kirschik and C.Jones (eds.)

**Multitrophic-Level Interactions among Microorganisms, Plants and Insects.**

Jonh Wiley, New York, 385p.

QUINN, G. P. & KEOUGH, M. J. 2002. Experimental design and data analysis for biologists. Cambridge University Press, Cambridge.

PEARMAN, P. B. 1997. *Correlates of Amphibian Diversity in an Altered Landscape of Amazonian Ecuador*. **Conservation Biology**, 11: 1211-1225p.

PIMENTA, B. V.; HADDAD, C. F. B.; NASCIMENTO, L. B.; CRUZ, C. A. G. & POMBAL-Jr, J. P. 2005. Comment on “*Status and Trends of Amphibian Declines and Extinctions Worldwide*”. **Science**, 309:1999.

REINHARDT, J. & LÜTKEN, C. 1862. *Bidrag Til Kundskab om Brasiliens Padder og Krybdyr*. **Vid. Medd. Naturhist. Foren. Kjoben.**, 3: 143-242p.

RICE, W. R. 1989. *Analyzing tables of statistical tests*. **Evolution**, 43:223-225p.

RIEVERS, C. R. & ETEROVICK, P. C. 2005. *Distribuição Temporal e Espacial dos Anuros da Serra de Ouro Branco, Sul da Cadeia do Espinhaço, Minas Gerais*. Monografia apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da **PUC-MG**.

RIEVERS, C. R. & ETEROVICK, P. C. 2006. *Uso de Microambientes e do Espaço Acústico por Anuros (Amphibia) Durante Atividade Reprodutiva*. **Revista do CNPQ – Destaques da Produção Científica de 2005, Minas Gerais**.

ROCHA, C. F. D. ; VAN SLUYS, M. V. ; ALVES, M. A. S. ; BERGALLO, H. G. ; VRCIBRADIC, D . 2000. *Activity of leaf-litter frogs: When should frogs be sampled*. **Journal of Herpetology**, Estados Unidos, v. 34, n. 2, 285-287 p.

ROCHA, C. F. D.; VAN SLUYS, M. V.; ALVES, M. A. S.; BERGALLO, H. G. & VRCIBRADIC, D. 2001. *Estimates of Forest Floor Litter Frog Communities: A Comparison of Two Methods*. **Austral Ecology**, 26, 14-21p.

ROCHA, C. F. D.; VRCIBRADIC, D.; KIEPER, M. C.; ALMEIDA- GOMES, M.; BORGES- JUNIOR, V. N. T.; CARNEIRO, P. C. F.; MARRA, R. V.; ALMEIDA-

- SANTOS, P.; SIQUEIRA, C. C.; GOYANNES-ARAÚJO, P.; FERNANDES, C. G. A.; RUBIÃO, E. C. N. & VAN VAN SLUYS, M. 2007. *A Survey of the Leaf-Litter Frog Assembly from an Atlantic Forest Area (Reserva Ecológica de Guapiaçu) in Rio de Janeiro State, Brazil, with an estimate of frogs densities.* **Tropical Zoology**, 20: 99-108p.
- SANCHES, L.; VALENTINI, C. M. A.; BIUDES, M. S. & NOGUEIRA, J. S. 2009. *Dinâmica Sazonal da Produção e Decomposição de Serrapilheira em Floresta Tropical de Transição.* Campina Grande. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 13(2): 183–189p.
- SANTOS, F. M.; LEITE, F. S. F. & GARCIA, P. C. A. 2009. *Ocorrência de Descrição do Canto de *Physalaemus* sp. (aff. *obtectus*) em Minas Gerais.* **Anais de IV Congresso Brasileiro de Herpetologia.** Soc. Bras. Herp. Pirinópolis, Goiás.
- SEELIGER, U.; CORDAZZO, C. & BROWN, F. 2002. *Os Sites e o Programa Brasileiro de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração.* Belo Horizonte, 184p.
- SILVANO, D. L. & SEGALLA, M. V. 2005. *Conservação de Anfíbios no Brasil, Megadiversidade*, 1 (1): 79-86 p.
- SCHAMP, B. S.; LAIRD, R. A. & AARSSSEN, L. W. 2002. *Fewer Species Because of Uncommon Habitat? Testing the Species Pool Hypothesis for Low Plant Species Richness in Highly Productive Habitats.* **Oikos**, 97:1, 145-151p.
- SCHOWALTER, T. D. & SABIN, T. E. 1991. *Litter Microarthropod Responses to Canopy Herbivory, Season and Decomposition in Litterbags in a Regenerating Conifer Ecosystem in Western Oregon.* **Biol. & Fertil. Soils**, 11: 93-96p.
- SCOTT-JR., N. J. 1976. *The Abundance and Diversity of the Herpetofaunas of Tropical Forest Litter.* **Biotropica**, 8 (1): 41- 58p.
- SOLÉ, M.; KETTERL, J.; DI-BERNARDO, M. & KWET, A. 2002. *Ants and Termites are the Diet of the Microhylid Frog *Elachistocleis ovalis* (Schneider, 1799) at an*

- Araucarian Forest in Rio Grande do Sul, Brazil. Herpetological Bulletin*, 79 14-17p.
- TABARELLI, M.; PINTO, L. P.; SILVA, J. P. C.; HIROTA, M. M. & BEDÊ, L. C. 2005. *Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira. Megadiversidade*. Vol.1, n., 132-138 p.
- TEIXEIRA, J. L.; BARROS, N. F. & COSTA, L. M. 1989. *Biomassa e Conteúdo de Nutrientes de Duas Espécies de Eucalipto em Diferentes ambientes do Rio Doce-MG. Revista Árvore*, 1 (13): 34-50p.
- TINÔCO, M. S. 2004. *Variação da Composição da Comunidade de Artrópodes nas Formações Florestadas do Extremo Sul da Bahia: Disponibilidade de Recursos Alimentares para Lagartos e Anuros de Serrapilheira*, Dissertação (mestrado) - **Universidade Federal da Bahia, Instituto de Biologia**, 95 p.
- TOCHER, M. 1998. *A Comunidade de Anfíbios da Amazônia Central: Diferenças na Composição Específica entre a Mata Primária e Pastagens. Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo. National Institute for Amazonian Research (INPA)*, Manaus, Brazil.
- TOFT, C. A. 1980. *Feeding Ecology of Thirteen Syntopic Species of Anurans in a Seasonal Tropical Environment. Oecologia*, 45, 131- 141p.
- TOFT, C. A. 1981. *Feeding Ecology of Panamanian Litter Anurans: Patterns in Diet and Foraging Mode. Journal of Herpetology*. 15 (2): 139-144p.
- TOFT, C. A. 1982. *Community Structure of Litter anurans in a Tropical Forest, Makokou, Gabon- a preliminary analysis in the minor dry season. Revue D. Ecologie-La Terre Et La Vie*. 36 (2): 223-232p.
- TOFT, C. A. 1985. *Resource Partitioning in Amphibians and Reptiles. Copeia*, 1-20p.

- TOFT, C. A. & DUELLMAN, W. E. 1979. *Anurans of the Lower Río Lullapichis, Amazonia, Peru: a Preliminary Analysis of Community Structure*. **Herpetologica**, 35: 71-77p.
- TROPICAL ECOLOGY ASSESSMENT AND MONITORING (TEAM). 2007. Disponível em: <http://www.teamnetwork.org/pt-br/>. Acessado em janeiro de 2008.
- URBINA-CARDONA, J. N. & LONDOÑO-MURCIA, M.C. 2003. *Distribución de la Comunidad de Herpetofauna Asociada a Cuatro Áreas con Diferente Grado de Perturbación em la Isla Gorgona, Pacífico Colombiano*. **Rev. Acad. Colomb. Cienc.** 27 (102): 105-113p.
- VAN SLUYS, M. & ROCHA, C. F. D. 1998. *Feeding Habits And Microhabitat Utilization By Two Syntopic Brazilian Amazonian Frogs (Hyla Minuta And Pseudopaludicola Sp.(Gr. FaCentralipes)*. **REVISTA BRASILEIRA DE BIOLOGIA**, v. 58, n. 4, 559-562 p.
- VAN SLUYS, M. V.; VRCIBRADIC, D.; ALVES, M. A. S.; BERGALLO, H.G. & ROCHA, C. F. D. 2007. *Ecological Parameters of the Leaf-Litter Frog Community of an Atlantic Rainforest Area at Ilha Grande, Rio de Janeiro State, Brazil*. **Austral Ecology**. 32, 354-260p.
- VARGAS, F. & BOLAÑOS, M. E. 1999. *Anfibios y Reptiles Presentes em Hábitats Perturbados de Selva Lluviosa Tropical en el Bajo Anchicayá Colombiano*. **Rev. Acad. Col. Cien. Ex. Fis.Nat.**, 23: 499-511p.
- VASCONCELOS, H. I.; MACEDO, A. C. C. & VILHENA, J. M. S. 2003. *Influence of Topography on the Distribution of Ground-Dwelling Ants in an Amazonia Forest*. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 38: 115-124p.
- VOSSBRIMCK, C. R.; COLEMAN, D. C. & WOOLLEY, T. A. 1979. *Abiotic and Biotic Factors in Litter Decomposition in a Semiarid Grassland*. **Ecology**, 60: 265–271p.



- WALTING, J.I. & DONNELLY, M. A. 2002. *Seasonal Patterns of Reproduction and Abundance of Leaf Litter Frogs in a Central American Rainforest*. **J. Zool., Lond**, 258: 269-276p.
- WELLS, K. D. 1977. *The social behaviour of anuran amphibians*. **Animal Behaviour**, 25: 666-693P.
- WILKINSON, L. 2007. *SYSTAT: The System for Statistics*. **SYSTAT Inc, Evanston, IL**.
- WHITFIELD, S. M. & PIERCE, M. S. F. 2005. *Tree Buttress Microhabitat Use by a Neotropical Leaf-Litter Herpetofauna*. **Journal of Herpetology**, 39 (2): 192-198p.
- WOLDA, H. 1979. *Abundance and Diversity of Homoptera in the Canopy of a Tropical Forest*. **Ecol. Ent.** 4: 181-190p.

## 9. ANEXO

### 9.1 Considerações Taxonômicas

Dentre as espécies registradas neste estudo, merecem atenção aquelas que apresentam problemas taxonômicos e são novas para ciência, pois pouco se sabe sobre sua biologia, ecologia e distribuição:

➤ Família Brachycephalidae

O gênero *Ischnocnema* (Reinhardt & Lütken, 1862) é composto por 30 espécies organizadas nos grupos de *I. ramagii*, *I. lactea*, *I. guentheri*, *I. parva*, e *I. verrucosa*. Este gênero é constituído de espécies pouco conhecidas pela ciência, e recentemente sofreu processo de revisão taxonômica (Hedges *et al.*, 2008). As espécies desse gênero apresentam estratégias reprodutivas especializadas, incluindo desenvolvimento direto, e são altamente dependentes da complexidade estrutural da serrapilheira das áreas florestais e da vegetação rasteira dos ambientes campestres (Haddad *et al.*, 2008). As espécies deste gênero são de difícil identificação devido a vários fatores: grande número de padrões de coloração, ausência de estágio larval, difícil visualização e coleta, distribuição restrita ou rara, baixa abundância, baixa atividade de vocalização e curto período reprodutivo.

*Ischnocnema* sp. (aff. *parva*): espécie pertencente ao grupo *parva*, mas sua taxonomia não está definida. Assemelha-se morfologicamente a *I. parva*. Porém, são necessárias mais informações para identificação da espécie.

*Ischnocnema* sp. nv. (aff. *verrucosa*): espécie nova pertencente ao grupo *verrucosa*. O grupo de *I. verrucosa* atualmente inclui apenas *I. verrucosa* e *I. juipoca*, *Ischnocnema* sp. nv. (aff. *verrucosa*) é bem semelhante morfologicamente a *I. verrucosa*, mas com uma característica morfológica discrepante: a espécie registrada nesse estudo apresenta membrana e anel timpânicos indistintos externamente e intumescências nupciais no primeiro

dedo dos machos, ao contrário das demais espécies do grupo de *I. verrucosa* (Canedo *et al.*, 2009). A nova espécie, além de ocorrer no PERD, ocorre nos municípios de Ouro Preto, Rio Piracicaba e Santa Bárbara.

➤ Família Eleutherodactylidae

*Adelophryne* sp. nv.: espécie nova do gênero, possivelmente ocorrem outras populações nas florestas semidecíduais do estado de Minas Gerais, como no município de Catas Altas. Porém, é preciso uma melhor amostragem local dessa espécie para confirmar se ela constitui a mesma espécie de Catas Altas ou se é uma nova espécie endêmica do PERD.

➤ Família Leiuperidae

*Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*): O grupo de *P. signifer* é atualmente composto por 11 espécies, distribuídas ao longo da Mata Atlântica, *P. obtectus* apresenta registros nos municípios de Linhares/ES (Bokermann, 1966); Marliéria/MG (Feio *et al.*, 1998) e Caratinga/MG (Cruz *et al.*, 2004). *P. crombiei* é conhecido apenas para a sua localidade tipo no município de Santa Tereza/ES (Heyer & Wolf, 1989). Santos *et al.* (2009) encontraram diferenças significativas entre o canto de anúncio de *Physalaemus* sp. (aff. *obtectus*) e o canto de *P. obtectus*, indicando que os mesmos constituem espécies distintas. E acharam que o canto de *Physalaemus* sp. (aff. *obtectus*) se assemelha ao canto de *P. crombiei*. Assim, neste estudo denominamos essa espécie *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*) e não *Physalaemus obtectus*.

➤ Família Microhylidae

*Chiasmocleis* sp. (aff. *schubarti*): é possível que o lote coletado represente duas espécies, no entanto sua identificação não foi possível devido a falta de informação taxonômica disponível. Os indivíduos não possuem membranas interdigitais, assemelhando-se morfológicamente a *Chiasmocleis schubarti*, mas apresentam protuberâncias na pele que os diferenciam desta espécie.

## 9.2 Anexo Fotográfico



Figura 38: *Leptodactylus marmoratus* (A); *Aparasphenodon brunoi* (B); *Dendropsophus anceps* (C); *Haddadus binotatus* (D); *Physalaemus cuvieri* (E); *Leptodactylus ocellatus* (F); *Physalaemus* sp. (cf. *crombiei*) (G); *Rhinella pombali* (H).



Figura 39: *Stereocyclops incrassatus* (I); *Dendropsophus decipiens* (J); *Ischnocnema* sp. (aff. *parva*) (K); *Ischnocnema* sp. nv. (aff. *verrucosa*) (L); *Trachycephalus mesophaeus* (M); *Chiasmocleis* sp. (aff. *schubarti*) (N); *Adelophryne* sp. nv. (O, P).

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)