



UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE A
FAUNA DE PEQUENOS MAMÍFEROS E SUAS TAXAS DE INFECÇÃO
POR *Trypanosoma cruzi* E HANTAVÍRUS NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DA USINA HIDRELÉTRICA ESPORA, APORÉ – GO**

FLÁVIO CÉSAR GOMES DE OLIVEIRA

GOIÂNIA – GOIÁS

2008



MESTRADO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E SAÚDE

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E SAÚDE

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE IMPACTO AMBIENTAL SOBRE A
FAUNA DE PEQUENOS MAMÍFEROS E SUAS TAXAS DE INFECÇÃO
POR *Trypanosoma cruzi* E HANTAVÍRUS NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DA USINA HIDRELÉTRICA ESPORA, APORÉ – GO**

FLÁVIO CÉSAR GOMES DE OLIVEIRA

Orientador: Dr. Paulo Sergio D'Andrea

Co-orientador: Dr. Nelson Jorge da Silva Júnior

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Saúde, da Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa da Universidade Católica de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais e Saúde.

GOIÂNIA – GOIÁS

2008

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação à minha mãe, Marilda F. G. Oliveira, que sempre me mostrou o caminho da educação e da verdade. Dedico também ao meu Pai que sempre me protegeu e me guiou pelos caminhos corretos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar ao Dr. Paulo Sergio D'Andrea pela orientação e parceria firmada para a execução deste estudo.

Ao Dr. Nelson Jorge da Silva Júnior pela orientação acadêmica e profissional desde o período da graduação.

A CTE – Centro Tecnológico de Engenharia Ltda., empresa responsável pela execução do Programa de Monitoramento de Fauna da UHE Espora, que propiciou a execução desta dissertação.

A Espora Energética por permitir a realização e divulgação deste estudo.

A Fundação Oswaldo Cruz, pela parceria firmada para execução desta dissertação.

As pesquisadoras Dra. Ana Jansen, Dra. Cibele Bonvicino e Dra. Elba Lemos pelas análises realizadas nos laboratórios de suas responsabilidades.

A todos colaboradores da Fundação Oswaldo Cruz, em especial a Cristianne Ferro, Marconny e Bernardo.

Aos amigos Willian Vaz, Gustavo Aloísio e Conrado Spínola, pelo auxílio nas análises, e Marivone e Raquel Lima pelo auxílio e dicas na formatação.

A Ana Paula Nascimento Sperandio pelo auxílio nas traduções e apoio para execução da dissertação.

Ao Vitor Rademarker pela transcrição do resumo em inglês.

Ao Dr. David Jendiroba e Dra. Marli Maria Lima pelas críticas na dissertação.

Ao Fausto Nieri, Heloiza Gusmão e José Olímpio, diretores da CTE, que apoiaram a execução desta dissertação.

À minha mãe e irmãos pelo apoio.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os possíveis impactos ambientais sobre a fauna de pequenos mamíferos e suas taxas de infecção por *Trypanosoma cruzi* e hantavírus, causados pela construção e enchimento do reservatório da Usina Hidrelétrica Espora, localizada nos municípios de Aporé, Serranópolis e Itarumã – GO, Brasil. Pequenos mamíferos foram capturados nos períodos pré e pós-enchimento do reservatório entre 2003 e 2007. A identificação taxonômica foi realizada por morfologia e cariotipagem. O diagnóstico sorológico da infecção por hantavírus foi realizado por Imunoensaio Enzimático (ELISA) IgG (antígeno Andes), e para infecção por *T. cruzi* por Imunofluorescência Indireta (RIFI) e hemocultivos. Um total de 358 espécimes foram capturados entre roedores e marsupiais, resultando em uma riqueza total de 17 espécies. As espécies mais abundantes de marsupiais foram *Didelphis albiventris*, *Gracilinanus agilis* e *Marmosa murina*, representando 94,5% dos espécimes capturados. Entre os roedores *Hylaeamys megacephalus*, *Calomys tener* e *Necomys lasiurus* representaram 44,04% dos espécimes capturados. Do total de espécimes capturados, 145 foram analisados quanto à soro-prevalência para infecção por *T. cruzi*, sendo que 33,8% apresentaram-se positivos. Dos 104 hemocultivos realizados para pesquisa de *T. cruzi*, 10 foram positivos. De um total de 193 roedores capturados em todo o estudo, 26,4% foram testados quanto a soro-prevalência para hantavírus, sendo que apenas dois espécimes de *Rattus rattus* estavam positivos. Considerando os períodos pré e pós-enchimento, foi observado uma diminuição na proporção de espécimes de roedores capturados em relação a de marsupiais no período pós enchimento, bem como alterações na proporção sexual de machos e fêmeas das espécies de *G. agilis*, *M. murina* e *N. lasiurus*. A riqueza de espécies de pequenos mamíferos na área de estudo permaneceu a mesma após o enchimento do reservatório. Em relação as taxas de infecção por *T. cruzi* (soroprevalência e hemocultivos) e por hantavírus (soroprevalência) não foram observadas alterações estatisticamente significativas entre os períodos pré e pós-enchimento. Os resultados obtidos indicam uma baixa probabilidade de emergência de hantavirose e da doença de chagas após a implantação do empreendimento, considerando a manutenção da alta diversidade de pequenos mamíferos e das baixas taxas de infecção pelos agentes etiológicos estudados, no período pós-enchimento do reservatório.

Palavras chave: Usina hidrelétrica; impacto ambiental; pequenos mamíferos; coença de chagas e hantavirose.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate possible environmental impacts caused by the construction and filling of the Espora hydroelectric power plant's reservoir (localized in Aporé, Serranópolis and Itarumã – GO, Brasil) on small mammal fauna and their Hantavirus and *Trypanosoma cruzi* infection rates. Small mammals were captured in periods pre- and post-filling of the reservoir between 2003 and 2007. The taxonomic identification of rodents and marsupials was performed through morphology and karyotyping. Serological diagnostic of Hantavirus infection was performed through IgG (Andes antigen) Enzyme Immunoassay (ELISA), while indirect immunofluorescence (RIFI) and hemoculture were used to diagnose *T. cruzi* infection. In total, among rodents and marsupials, 358 specimens were captured, resulting in a total species richness of 17 species. *Didelphis albiventris*, *Gracilinanus agilis* and *Marmosa murina* were the most abundant marsupial species, being responsible for 94.5% of the captures. Among rodents, *Hylaeamys megacephalus*, *Calomys tener* and *Necromys lasiurus* were the most abundant, representing 44.04% of the captures. Of all captured specimens, 145 were serologically tested for *T. cruzi* infection, being 33.8% found positive. Out of 104 hemoculture testing performed for *T. cruzi* infection 10 were positive. Of the 193 rodents captured, 26.4% were tested for Hantavirus serum prevalence, from which only 2 specimens of *Rattus rattus* were found positive. In the post-filling period, there was a reduction in the proportion of captured rodents in relation to captured marsupials, and also in male to female ratio of *G. agilis*, *M. murina* and *N. lasiurus*. Species richness did not change with reservoir filling. *T. cruzi* and Hantavirus infection rates in the post-filling period were not statistically different than in the pre-filling period. The small mammals' low infection rates, by either etiological agent, after filling the reservoir indicate a low probability of Hantavirus and Chagas Disease emergence after implementation of the Espora hydroelectric power plant in the area. Also, our results indicate that this undertaking does not cause a great impact on small mammal fauna, considering the relatively high species richness after filling the reservoir.

Keywords: Hydroelectric power plant; environmental impact; small mammals; Chagas Disease; Hantavirus.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	ii
AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xiv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
2.1. Construção de hidrelétricas e seus impactos ecológicos	6
2.1.1. Impactos sobre a fauna de reservatórios e conseqüências na epidemiologia de zoonoses.....	6
2.1.2. Pequenos mamíferos atuando como reservatórios	8
2.1.3. <i>Trypanosoma cruzi</i> como agente infeccioso	10
2.1.4. Hantavírus como agente infeccioso e situação no Brasil	13
3. OBJETIVOS	17
3.1. Objetivo geral	17
3.2. Objetivo específico	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. Área de estudo	18
4.2. Coleta de dados	19
4.2.1. Métodos de captura dos pequenos mamíferos	19

4.2.1.1. Etapa 1 – Captura de espécimes com instalação de armadilhas no período pré-enchimento do	20
4.2.1.2. Etapa 2 - Captura de espécimes durante o resgate da fauna	21
4.2.1.3. Etapa 3 – Captura de espécimes no período pós-enchimento	22
4.2.2. Triagem, coleta de dados e material biológico em campo.....	26
4.2.2.1. Fluxograma das atividades.....	26
4.2.2.2. Biossegurança.....	26
4.2.2.3. Coleta de sangue para exames sorológicos e hemocultivos.....	27
4.2.2.4. Coleta de dados morfométricos.....	28
4.2.2.5. Cariótipo	29
4.2.2.6. Amostras de tecidos para diagnóstico de hantavírus	29
4.2.2.7. Banco genético.....	29
4.3. Análises de laboratório – FIOCRUZ	30
4.3.1. Técnicas Citogenéticas – Cariótipo	30
4.3.2. Diagnósticos laboratoriais de infecção por hantavírus	30
4.3.3. Diagnósticos laboratoriais de infecção por <i>Trypanosoma cruzi</i>	31
4.4. Estimativas ecológicas e parasitológicas	32
4.4.1. Diversidade de espécies	32
4.4.2. Período reprodutivo	33
4.4.3. Tamanho da ninhada (médio e variação).....	33
4.4.4. Proporção sexual	34
4.4.5. Distribuição temporal de população	34
4.4.6. Detecção das taxas de infecção por hantavírus e <i>Trypanosoma cruzi</i>	34
4.4.7. Análises estatísticas	34
5. RESULTADOS	36
5.1. Riqueza de espécies	36
5.2. Análise dos dados obtidos antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé –GO, no período entre 2003 e 2007	44
5.2.1. Riqueza de espécies	44
5.2.2. Proporção de espécimes e número absoluto de espécies de roedores e marsupiais antes e depois do enchimento do reservatório	44

5.2.3. Proporção sexual antes e depois do enchimento do reservatório	46
5.2.4. Taxa de infecção por <i>Trypanosoma cruzi</i> antes e depois do enchimento do reservatório	48
5.2.4.1. Detecção de infecção por <i>T. cruzi</i> através de exames sorológicos antes e depois do enchimento do reservatório.....	48
5.2.4.2. Detecção de infecção por <i>T. cruzi</i> através de hemocultivos antes e depois do enchimento do reservatório	51
5.2.5. Taxa de infecção por hantavírus	51
5.3. Distribuição temporal de pequenos mamíferos	52
5.4. Reprodução.....	55
5.5. Avaliação das capturas segundo modelo de armadilhas utilizadas na UHE Espora, Aporé – GO.....	57
6. DISCUSSÃO	58
6.1. Caracterização da fauna de Pequenos Mamíferos na área de influência da UHE Espora	58
6.2. Considerações sobre os resultados obtidos Antes e Depois do enchimento do reservatório	62
6.3. Considerações metodológicas para análise de impacto ambiental em empreendimentos hidrelétricos	68
7. CONCLUSÕES	70
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Fluxograma das atividades desenvolvidas em campo na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....26
- FIGURA 2.** Riqueza estimada de espécies de marsupiais capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....37
- FIGURA 3.** Riqueza estimada de espécies de roedores capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....37
- FIGURA 4.** Riqueza estimada de espécies de pequenos mamíferos capturadas na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....38
- FIGURA 5.** Freqüência relativa das espécies capturadas na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....40
- FIGURA 6.** Sucesso de captura de pequenos mamíferos obtido nas oito campanhas de captura e resgate, realizados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....40
- FIGURA 7.** Riqueza de espécies obtida na UHE Espora, Aporé-GO, no período entre 2003 e 2007.....41
- FIGURA 8.** Número absoluto de roedores e marsupiais capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....41
- FIGURA 9.** Evolução da curva do coletor durante as campanhas de captura

realizadas na UHE Espora, Aporé-GO, no período entre 2003 e 2007.....42

FIGURA 10. Índice de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade (J') obtidos por campanha de captura, realizadas na UHE Espora, Aporé-GO, no período entre 2003 e 2007.....43

FIGURA 11. Riqueza de espécie de pequenos mamíferos nos períodos pré e pós enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....44

FIGURA 12. Proporção de espécimes de roedores e marsupiais antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....45

FIGURA 13. Número de espécies de roedores e marsupiais antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....45

FIGURA 14. Razão sexual de marsupiais, antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....46

FIGURA 15. Razão sexual de *G. agilis* capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....47

FIGURA 16. Razão sexual de roedores capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....47

FIGURA 17. Razão sexual de *N. lasiurus* capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....48

FIGURA 18. Proporção de espécimes com soropositividade para infecção por *T.*

cruzi antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....50

FIGURA 19. Número de espécies com soroprevalência positiva para *T. cruzi* antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....50

FIGURA 20. Distribuição temporal de *D. albiventris*, *G. Agilis* e *M. murina* na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....53

FIGURA 21. Distribuição temporal dos marsupiais *C. philander* e *C agricolai*, capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....54

FIGURA 22. Roedores mais abundantes durante o estudo realizado na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....55

FIGURA 23. Número absoluto de fêmeas com filhotes de *D. albiventris* por campanha de captura na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....56

FIGURA 24. Número absoluto de fêmeas com filhotes (FF) e machos escrotados (ME) de *H. megacephalus* por campanha de captura na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....56

FIGURA 25. Sucesso de captura das seis espécies mais abundantes segundo o modelo de armadilhas utilizadas nas campanhas de captura na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....57

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Etapas do estudo e os respectivos períodos de execução na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....18
- TABELA 2.** Esforço extra de armadilhas por campanhas no período pré-enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé –GO, no período entre 2003 e 2007.....21
- TABELA 3.** Caracterização, localização e esforço de captura na primeira campanha de campo pós-enchimento da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 31/07 a 04/08/2006.....24
- TABELA 4.** Caracterização, localização e esforço de captura na segunda campanha de campo pós-enchimento da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 28/05 a 01/06/2007.....24
- TABELA 5.** Inventário geral de espécies e número de capturas (n) por espécie, de pequenos mamíferos, na área de influência da UHE – Espora – GO, considerando as oito campanhas de captura e o resgate de fauna durante o enchimento do reservatório. Também estão apresentadas a riqueza total e o número total de espécimes capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....39
- TABELA 6.** Constância das espécies presentes na área de estudo da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....43
- TABELA 7.** Número de espécimes capturados por espécie e número de espécimes soropositivos para infecção por *T. cruzi* em relação ao número de espécimes

testado, no período de pré e pós enchimento do reservatório e resgate de fauna da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....49

TABELA 8. Resultados dos hemocultivos para infecção por *T. cruzi* em marsupiais capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....51

TABELA 9. Número de análises por espécie e resultados obtidos quanto a sorologia para hantavírus obtidos na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.....52

LISTA DE ABREVIATURAS

AGMA - Agencia Goiana de Meio Ambiente

CTE – Centro Tecnológico de Engenharia Ltda.

EPI's – Equipamento de Proteção Individual

FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz

LBPMRSR - Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia

SPH – Síndrome Pulmonar por Hantavirus

SVS – Secretária de Vigilância em Saúde

UHE – Usina Hidrelétrica

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vem passando por uma crescente demanda por energia elétrica em função do crescimento econômico, resultando na elaboração e implantação de vários projetos hidrelétricos, sendo essa a matriz energética mais explorada.

Segundo Silva Jr. *et al* (2005) a construção de usinas hidrelétricas causa impactos ambientais inevitáveis. O reservatório criado pela barragem transforma ambientes terrestres em aquáticos, lóticos em lênticos, gerando assim significativa perturbação em um ambiente antes considerado “equilibrado”, como o favorecimento de algumas espécies tanto da fauna quanto da flora em detrimento de outras, possibilitando o surgimento ou favorecimento de espécies exóticas, pragas, emergência ou re-emergência de doenças e alterações microclimáticas. Alho *et al.* (2000) ressalta que a formação do lago provoca perda de habitats e desloca os animais silvestres de suas áreas naturais. Nessas situações que possam comprometer os recursos naturais, há sempre grandes expectativas voltadas à necessidade de as empresas de empreendimento do setor energético realizar estudos de qualidade com pelo menos dois objetivos: (1) contribuir para o conhecimento técnico-científico sobre o ambiente afetado pela obra e (2) servir de ferramenta para o planejamento e a implementação de ações mitigadoras que compensem as possíveis perdas causada pelos danos ambientais do empreendimento, como recomenda a legislação.

A entrada do homem no ambiente silvestre e seu contato com ciclos parasitários já estabelecidos entre animais silvestres e agentes zoonóticos, muitas vezes capazes de infectar e causar doença no homem, tem despertado a atenção de pesquisadores e profissionais de saúde pela sua estreita relação com a

emergência e/ou re-emergência de várias doenças infecciosas (Kruse *et al.*, 2004). Segundo Cleaveland *et al.* (2001), das 1400 espécies de agentes infecciosos que acometem o homem, 870 (61%) são responsáveis por zoonoses. Considerando-se apenas as doenças emergentes ou re-emergentes alguns autores mostram que 70% são zoonoses, tendo os animais silvestres (reservatórios) importante papel na manutenção do ciclo enzoótico (Taylor *et al.*, 2001). Essas doenças vêm reforçar a importância do estudo da macro e micro biota silvestre e sua repercussão na saúde humana e animal, nos processos evolutivos e, de modo mais amplo, nos mecanismos de conservação ambiental (D'Andrea *et al.*, 2005).

A Medicina da Conservação, ou Medicina Ambiental, vem se destacando como elemento de integração entre a conservação ambiental (preservação da biodiversidade), a saúde humana e a saúde dos animais. Seu caráter multidisciplinar inclui desde a pesquisa básica em parasitologia, ecologia, genética, biologia molecular até educação ambiental, epidemiologia e saúde pública. Nesse contexto, duas premissas são fundamentais: (i) A importância de se integrar os estudos patógeno-hospedeiro-ambiente; (ii) A necessidade de intervenção em momentos críticos, ou de forma preventiva (D'Andrea *et al.*, 2005).

Outro aspecto relevante é o fato do não conhecimento da história natural das populações animais silvestres. Desde que grande parte dos mamíferos silvestres são reservatórios naturais de zoonoses, esses dados seriam de extrema valia para uma atuação preventiva, monitorando-se essas populações.

Os dados ecológicos, se combinados com estudos sobre a ocorrência, e taxas de infecção de patógenos em populações das diversas espécies silvestres e

exóticas, permitiriam uma estratégia de prevenção e controle baseada em um diagnóstico seguro. A lógica seria o cruzamento de informações sócio-ambientais com as de saúde pública, em uma sinergia que promova o conhecimento dos problemas humanos e epidemiológicos e privilegie o controle fundamentado em fatos e desmistifique os vilões da natureza (Silva Jr. *et al.*, 2005).

Outro ponto que deve ser focado e que reforça a necessidade de estudos envolvendo parasitas e seus hospedeiros silvestres (naturais) refere-se ao parasitismo como regulador de populações de animais silvestres e seu papel na conservação das espécies (Grenfell & Gulland, 1995; Koella *et al.*, 1998; Thomas *et al.*, 2000; Agnew *et al.*, 2000). O manejo para conservação da fauna silvestre freqüentemente inclui introdução, retirada e translocação de animais sem que sejam considerados os parasitas destes, bem como as peculiaridades desta interação. O conhecimento mais detalhado da taxonomia, biologia e interação parasitária em animais silvestres é de fundamental importância na determinação do potencial de reservatório e em programas de manejo e conservação da fauna de um modo geral (D'Andrea *et al.*, 2005).

Para a construção da Usina Hidrelétrica Espora (UHE Espora), hoje já implantada no rio Corrente, nos municípios de Aporé, Serranópolis e Itarumã, no Sudoeste Goiano, a CTE - Centro Tecnológico de Engenharia Ltda. foi contratada para executar o gerenciamento ambiental e implantar os programas ambientais exigidos pela Agência Goiana de Meio Ambiente, órgão responsável pelo licenciamento e fiscalização da referida usina, dentre eles o Programa de Monitoramento da Fauna na área de influência da obra. Os pequenos mamíferos das ordens Rodentia e Didelphimorphia foram os grupos da fauna escolhidos para o monitoramento no período pré e pós-enchimento do reservatório em função de

serem considerados bons bioindicadores de qualidade ambiental, serem de grande importância na cadeia trófica e possuírem curta geração, possibilitando mais facilmente a detecção de impactos sobre seus ciclos de vida.

Segundo Gastal (1997), pequenos mamíferos têm importância fundamental na dinâmica dos ecossistemas, sobre pelo menos três de seus componentes: o solo, a vegetação e os predadores. Podem também alterar a composição florística, já que sua atividade pode resultar em uma série de sucessões secundárias, bem como a escavação e a formação de “trilhas” cria caminhos livres de vegetação. Sobre as populações de gramíneas, podem exercer controle através do corte de plantas adultas, do consumo de brotos ou do consumo de sementes, e em relação a sementes em geral, podem se constituir em importantes agentes dispersantes. Funcionam, ainda, como armazenadores de energia em biomassa, de forma a mediar o ciclo produtores-decompositores, e é provável que atuem como reguladores de populações de invertebrados, especialmente insetos (Hayward & Phillipson, 1979). Além disso, podem exercer a função de polinizadores de várias espécies de plantas (Gribel, 1988). Pequenos mamíferos constituem um dos principais itens alimentares para os predadores do topo de cadeia alimentar, especialmente na Região Neotropical (Bisbal, 1986; Emmons, 1987, Konecny, 1989), sobre os quais os efeitos de fragmentação dos habitats são mais violentos, podendo, portanto, contribuir para a manutenção de cadeias alimentares mais ricas.

Cooperação CTE – Fundação Oswaldo Cruz

A CTE iniciou em 2003 os trabalhos de monitoramento dos referidos grupos. Após a realização da primeira etapa de campo, verificou-se a necessidade de se

realizar um estudo mais aprofundado para a identificação das espécies e do seu potencial como reservatórios de zoonoses. Para essa finalidade foi contactada a Fundação Oswaldo Cruz – RJ, através do pesquisador Dr. Paulo Sérgio D'Andrea, para o estabelecimento de uma cooperação entre CTE e FIOCRUZ para a execução do Programa de Monitoramento dos Pequenos Mamíferos na Área de Influência da UHE Espora. Para o monitoramento da fauna de pequenos mamíferos e seu potencial zoonótico, decidiu-se, como modelo de estudo, avaliar as taxas de infecção por hantavírus e por *Trypanosoma cruzi* pré e pós a formação do reservatório. Em setembro de 2004, foi realizada a primeira campanha de campo com a participação efetiva de pesquisadores da FIOCRUZ, sendo estabelecida uma rede de cooperação com os laboratórios de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Silvestres Reservatórios, de Biologia de Tripanossomatídeos e de Hantaviroses e Ricketisioses, todos do Instituto Oswaldo Cruz.

A parceria entre a CTE e a FIOCRUZ, unindo uma empresa privada á uma entidade pública para a geração em conjunto de conhecimento a cerca dos possíveis impactos causados pela construção de uma usina hidrelétrica, mostrou-se bastante eficiente, já que estudos deste cunho são muito dispendiosos e necessitam da participação de pesquisadores que estejam realmente envolvidos com a problemática, como a equipe da FIOCRUZ.

Este trabalho objetivou a realização de uma análise sobre a fauna de pequenos mamíferos e suas taxas de infecção por *T. cruzi* e hantavírus na área de influência da UHE Espora, Aporé – GO, confrontando os dados obtidos *a priori* e *a posteriori* do enchimento do reservatório.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Construção de hidrelétricas e seus impactos ecológicos

O barramento de rios para construção de reservatórios com diversos fins é uma das grandes experiências humanas na modificação dos ecossistemas naturais. O represamento e a mudança de um ambiente lótico para lântico pode acarretar uma série de transformações nos sistemas biológicos, alterações no clima e nos principais mecanismos condicionantes da qualidade da água (Tundisi, 1988). Essa mudança brusca de condições é responsável por uma situação de instabilidade ambiental que pode demandar vários anos para que se tenham comunidades ajustadas às novas condições (Silva Jr. *et al.*, 2005).

As modificações ambientais causadas pelo homem (antropizações), sejam pelo avanço da fronteira agrícola, por transformações profundas no cultivo da terra (mecanização e monocultuismo), pela urbanização desorganizada ou pela implementação de empreendimentos de alto impacto ambiental local e regional (como usinas hidrelétricas), têm importância nos aspectos epidemiológicos das zoonoses. Avaliações sobre a ocorrência e a prevalência de zoonoses, sobretudo nos países tropicais e subtropicais, são importantes para ações preventivas ou mesmo dimensionadoras de epidemias (Gordis, 2000; Greenberg, 2001; Rothman, 2002).

2.1.1. Impactos sobre a fauna de reservatórios e conseqüências na epidemiologia de zoonoses

A construção de barragens pode gerar uma zona de distúrbios ecológicos em função da formação do lago e conseqüentemente a fragilização das comunidades faunísticas na área de influência do empreendimento (Müller, 1995). As represas e os sistemas de irrigação introduzem no meio profundas modificações que

alteram toda a ecologia, fazendo desaparecer ecossistemas inteiros, como submersão e decomposição de mata de galeria. Dessa forma ocorre a redução das áreas disponíveis para a fauna. Como consequência pode ocorrer o deslocamento da fauna e possivelmente um adensamento populacional de algumas espécies nas áreas de vegetação remanescente, inclusive para áreas habitadas e fazendas na região. No caso de vertebrados, principalmente mamíferos, muitas dessas espécies são reservatórios naturais de zoonoses (Silva Jr. *et al.*, 2005). Também pode haver o desaparecimento de algumas espécies da respectiva fauna, com redução da diversidade, ou mesmo a substituição de comunidades nativas por exóticas. Estas alterações na ecologia local podem afetar a prevalência de doenças infecciosas entre as espécies reservatórios, provocando mudanças na dinâmica de transmissão do ciclo silvestre de parasitas e facilitando a emergência e/ou re-emergência de doenças infecciosas (Kessing *et al.*, 2006).

Essas alterações têm sido relacionadas, por exemplo, a aumentos do número de casos de raiva em herbívoros. É o caso do Estado de Sergipe que registrou, nos últimos três anos, um aumento no número de casos de raiva em herbívoros, nos municípios atingidos pelo enchimento da UHE de Xingó ocorrido em setembro de 1994 (EMDAGRO/SE, 1996).

Um outro motivo do aumento de zoonoses na região da construção de usinas hidrelétricas (UHE) é o aumento do fluxo de trabalhadores, principalmente migrantes expostos aos riscos de infecção, segundo Vasconcelos *et al.* (2006), ou portadores de parasitas de origem zoonótica que poderão ser introduzidos no meio caso haja a ocorrência nestas áreas de hospedeiros/reservatórios compatíveis com o ciclo de transmissão destes parasitas (Teles *et al.*, 1991). Silva

Jr. *et al.* (2005), relatam que com o processo de construção da UHE Corumbá IV, criou-se uma população flutuante de trabalhadores variando entre 600 e 1500, e com a formação do reservatório, uma série de fatores poderia se combinar em um cenário epidemiológico preocupante. Os animais silvestres, sendo importantes reservatórios de enfermidades, aliado ao fato da grande diversidade de vetores e o não monitoramento eficiente da incidência dessas enfermidades na população migrante, poderiam fechar um ciclo e criar sérios problemas de saúde pública.

Outro fator é a influência das represas na qualidade da água, principalmente em áreas de floresta devido à decomposição da enorme quantidade de biomassa submersa, quando esta não é retirada previamente ao fechamento da barragem. A liberação de nutrientes causa a eutrofização no ambiente aquático, resultando no crescimento de macrófitas, vegetação aquática adequada à formação de criadouros de mosquitos que são vetores de diversas doenças (Junk, 1996). Um exemplo é o aumento de *Anopheles*, mosquito transmissor da malária como ocorreu na UHE de Serra da Mesa, GO como apresentado em Consolim & Torres, (1990), e na UHE Itaipu, PR por Flavigna-Guilherme *et al.*, (2005), sendo responsável pela ocorrência de surtos de malária em ambas localidades.

2.1.2. Pequenos mamíferos atuando como reservatórios

Os pequenos mamíferos, principalmente os de hábitos sinantrópicos, são facilmente afetados por modificações do ambiente, podendo ter um aumento desordenado das suas populações, o que pode contribuir para aumento da interface ambiente silvestre e doméstico (Ferro, 2006).

Perturbações na demografia das populações naturais causadas essencialmente pela ocupação humana de ambientes silvestres podem promover o contato de populações humanas com epizootias, antes restritas ao ciclo silvestre. Nestas situações, muitas espécies de pequenos mamíferos têm sido apontadas como reservatórios naturais de agentes infecciosos que afetam o homem (Rey, 1993). Portanto, além das questões relativas à biodiversidade e ecologia das populações, deve-se avaliar o potencial das espécies como reservatório, determinar as cepas dos parasitos e suas distribuições geográficas, relacionar as cepas adaptadas ao homem e às relacionadas aos mamíferos silvestres.

O estudo da diversidade e ecologia dos pequenos mamíferos (roedores e marsupiais) é essencial para o monitoramento de certas zoonoses. Os pequenos mamíferos são considerados importantes para estudos eco-epidemiológicos das zoonoses, pois são fontes de infecção de vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos que acometem o homem (Mello, 1977; Mello & Moojen, 1979).

Pequenos mamíferos são modelos adequados para estudos do fenômeno parasitismo, se considerarmos que: (a) são freqüentemente apontados como reservatórios de diversos patógenos de caráter zoonótico (Mills & Childs, 1998; Pinho *et al.*, 2000); (b) são o grupo de mamíferos com maior biomassa em qualquer ecótopo silvestre; (c) incluem gêneros com comportamento nômade, amplificando a área de dispersão do parasita; (d) são os principais alvos de predação na natureza, possibilitando uma via alternativa para dispersão de várias espécies de parasitas; (e) embora silvestres, alguns se adaptam bem à presença do homem, o que favorece a formação de um gradiente contínuo de transmissão entre os ambientes silvestre e doméstico (Deem *et al.*, 2000; Fayer, 2000).

Neste tipo de estudo, um ponto essencial e freqüentemente negligenciado por muitos grupos de pesquisa é a determinação do status taxonômico correto dos animais a nível específico. No caso de roedores, a diversidade de espécies é ainda pouco conhecida e a sistemática apresenta-se, para muitos grupos, bastante confusa. Apesar de trabalhoso e demorado, freqüentemente faz-se necessário a utilização de técnicas citogenéticas (cariotipagem), uma vez que a identificação específica nem sempre é possível considerando-se somente os caracteres morfológicos e morfométricos (Barros *et al.*, 1992; Bonvicino *et al.*, 1996; Silva & Yonenaga-Yassuda, 1998). Vale ressaltar que hospedeiros com identificação incorreta ou incompleta resultam em falhas na interpretação de dados ecológicos e epidemiológicos e, portanto, em medidas de controle inadequadas (D'Andrea *et al.*, 2005).

2.1.3. *Trypanosoma cruzi* como agente infeccioso

Causador no homem da doença de Chagas, o *Trypanosoma cruzi* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) é um protozoário flagelado digenético que circula na natureza entre dezenas de espécies de mamíferos distribuídos em oito diferentes ordens e centenas de espécies de vetores, triatomíneos da família Reduviidae (Pinto, 2000).

Existem dois ciclos epidemiológicos que garantem a circulação do parasita nos diferentes ecossistemas. No ciclo silvestre ocorre a transmissão entre triatomíneos e animais silvestres no seu hábitat natural. No ciclo doméstico/peridoméstico os animais domésticos e o próprio homem constituem as fontes de infecção, atuando como reservatórios (Macedo *et al.*, 2004)

Os marsupiais do gênero *Didelphis* são apontados como um dos principais reservatórios silvestres deste parasita, sendo que estes animais apresentam características biológicas importantes que os credenciam como bons alvos em estudos epidemiológicos, tais como: hábitos onívoros, alta longevidade, são animais nômades, apresentam uma estreita história evolutiva com o parasita, são capazes de manter altas taxas de infecção sem desenvolver nenhuma sintomatologia aparente de infecção, são importantes elos de ligação entre o ciclo silvestre e o ciclo doméstico de transmissão do parasita por freqüentarem e colonizarem habitações humanas, e em seus ninhos podem ser encontrados triatomíneos (Jansen *et al.*, 1999).

Segundo Rey (2001) e Macedo *et al.* (2004) a principal via de transmissão da doença em humanos é a via vetorial. O triatomíneo evacua enquanto suga o sangue, e ao coçar a picada, ocorre a penetração do parasito, porém a transmissão pode ser de outras formas: 1) Via Oral – recentemente têm-se registrado casos na região amazônica com o consumo do suco de açaí, em Santa Catarina, pela ingestão de caldo de cana-de-açúcar e no Ceára, mais recentemente, pelo consumo de sopa de legumes (Barbosa, 2006) ; 2) Congênita – por transfusão sanguínea; 3) Transplante de órgãos, e por acidentes laboratoriais (Macedo *et al.*, 2004). Além dessas formas de contaminação, devido à manutenção do ciclo silvestre e as modificações ambientais, não se pode descartar a possível domiciliação de algumas espécies de triatomídeos silvestres e por conseqüência o surgimento de novos casos através da via clássica de transmissão.

Apesar de a doença de Chagas estar controlada em muitas regiões do país devido, principalmente, a políticas de combate aos triatomíneos vetores nas

casas, casos de emergência ou re-emergência da doença, por transmissão oral, foram registrados em diversas localidades como supracitado (Barbosa, 2006)

Os recentes surtos de doença de Chagas por via oral vêm demonstrando o quanto são complexos os ciclos de transmissão desse parasito, evidenciando que as características epidemiológicas dessas parasitoses vêm adquirindo um novo perfil (Jansen *et al.*, 2007).

Segundo Jansen *et al.* (2007), apesar de os vetores domiciliares estarem controlados na maior parte do país, a transmissão entre animais silvestres continua ativa, sendo que um fator complicador é a destruição de habitats naturais, gerando conseqüentemente perda da biodiversidade e entrada do homem em ecótopos silvestres, que são apontados por Schmidt & Ostfeld (2001), como principais responsáveis por um fenômeno conhecido como efeito diluidor (“dillution effect”). Neste fenômeno, quanto menor a biodiversidade local, maiores as chances de se selecionar animais mais competentes na manutenção do ciclo silvestre desse parasita. Assim, quanto maior a taxa de infecção dos animais, maiores serão os riscos de transmissão dos parasitas envolvidos no ciclo silvestre e destes para os humanos, como pudemos observar nos casos recentemente avaliados.

O conhecimento do ciclo silvestre de transmissão de determinada localidade, e o monitoramento sistemático e periódico de animais silvestres frente à infecção pelo *T. cruzi* são medidas importantes para a capacidade de previsão e tomada de decisões preventivas e profiláticas frente a possíveis alterações ambientais que levem ao aparecimento de casos humanos da doença (Jansen *et al.*, 2007).

2.1.4. Hantavírus como agente infeccioso e situação no Brasil

As hantavirose constituem infecções zoonóticas amplamente distribuídas em todo mundo, causadas por vírus do gênero *Hantavirus* (Bunyaviridae). Sua transmissão ao homem ocorre pela inalação de secreções ou excretas aerolizados de roedores silvestres de diferentes espécies, principais reservatórios do vírus. Até hoje, somente uma percentagem pequena de espécies de roedores foram examinadas quanto à presença de material genético do Hantavirus (D'Andrea *et al.*, 2005).

Na natureza, cada espécie de *Hantavirus* estabelece infecções persistentes e assintomáticas em espécies particulares de roedores, contribuindo para manutenção de um ciclo enzoótico do vírus.

A epidemiologia da hantavirose está diretamente relacionada à ecologia dos roedores hospedeiros. Surtos de infecções por hantavírus têm sido associados a mudanças na densidade da população de roedores. Todos os *Hantavirus* que causam Síndrome Pulmonar por Hantavírus (SPH) no continente americano estão ligados a roedores da subfamília Sigmodontinae. Em relação às prováveis espécies de roedores associadas com a SPH no Brasil, Suzuki e colaboradores (2003) comprovaram a associação dos vírus Araraquara com roedor da espécie *Necromys (Bolomys) lasiurus* e o vírus Juquitiba-like ao roedor *Oligoryzomys nigripes*. No Brasil, até o momento, os vírus Juquitiba (JUQ), Castelo dos Sonhos (CAS) e Araraquara (ARA) foram identificados em casos humanos de SPH.

O primeiro caso no Brasil em 1993 ocorreu no município de Juquitiba, SP, e foi causado por um vírus similar ao *Sin Nombre*, descrito pela primeira vez no mesmo ano nos EUA. Relacionou-se a ocorrência dos casos humanos de

hantavirose à de um fenômeno natural conhecido como “ratada”, tratando-se do aumento da população de roedores devido a maior oferta de sementes produzidas durante a floração e frutificação cíclica (a cada dez anos) de determinadas espécies de taquaras nativas da mata Atlântica. O segundo fator foi relacionado ao desmatamento recente das áreas naturais de ocorrências de ratadas para construção de habitações precárias. Estudos realizados indicaram os roedores rato-da-mata (*Akodon cursor*) e o ratinho-do-arroz (*O. nigripes*) como possíveis hospedeiros (Pereira *et al.*, 1998). A partir deste caso, vários novos surtos humanos de hantavirose têm sido registrados no Brasil, incluindo muitas áreas da região centro-oeste do país citado por Elkhoury *et al.* (2004), onde *Necromys lasiurus* e *O. nigripes* foram apontados como os principais reservatórios (Suzuki *et al.* 2004). De acordo com dados registrados pela Secretaria de Vigilância em Saúde (MS/SVS), o primeiro caso de hantavírus no Centro Oeste ocorreu em 1999 no Mato Grosso, sendo que em Goiás o primeiro caso foi registrado no ano seguinte, chegando em julho de 2007 a 25 casos de um total de 188 na região Centro Oeste.

Surtos de infecções por hantavírus têm sido associados a mudanças na densidade da população de roedores, a qual pode variar de forma importante no decorrer do tempo, sazonalmente e anualmente. Essas grandes oscilações demográficas podem ser decorrentes de ações antrópicas no meio, ou devido a fatores extrínsecos naturais como, competição interespecífica, mudanças climáticas, ações predatórias, e outros, que podem influenciar no tamanho da população dos roedores, assim como em mudanças na estrutura etária da população. Esses ciclos populacionais, particularmente nos momentos de pico

populacional são determinantes na transmissão do hantavírus (Schamalijohn & Hjelle, 1997).

Mendes *et al.* (2004), através de pesquisas de soroprevalência de hantavírus de habitantes de uma área rural de Anajatuba no estado do Maranhão, realizou análises do fator de risco de infecção por hantavírus por exposição ocupacional e em casa. Dos 535 residentes de Quebra e São Jerônimo, área rural de Anajatuba, 398 participaram do estudo, sendo encontrada uma alta prevalência (13.3%) assim como descrito em outras regiões das Américas (região norte da Argentina; Chile e Paraguai). A única variável comportamental independentemente associada com a infecção por hantavírus foi vista em ratos de campos de agriculturas acrescentando a evidência à teoria que esta doença poderia estar ligada a exposição ocupacional.

Rosa *et al.* (2005), após a primeira ocorrência confirmada de SPH no estado do Maranhão, realizaram a coleta de sangue de 104 roedores, sendo que 21 (20,2%) foram caracterizados soropositivos. O RNA do *Hantavirus* foi amplificado por PCR de dois *Oligoryzomys fomesi*, designado Anajatuba (ANAJ) e quatro de *Holochilus sciureus*, designado Rio Mearim (RIME). Análises filogenéticas do segmento N se mostraram em ambas as viroses serem mais próximas relacionadas ao vírus Rio Mamoré, sendo este associado com *Oligoryzomys microtis* da Bolívia e Peru, mas não achadas no norte do Brasil. *O. fomesi* foi frequentemente capturado ao redor e dentro de habitações humanas. *H. sciureus*, é um roedor semi-aquático capturado somente em áreas raramente freqüentadas por pessoas. Este estudo resultou na primeira descoberta de uma espécie de *Holochilus* envolvido como reservatório de hantavírus.

Raboni *et al.* (2005) realizaram o completo sequenciamento do segmento S de *Hantavirus* identificados em 12 pacientes com SPH no estado do Paraná. Esta análise filogenética identificou que as formas de hantavírus pertencem a um distinto clade daqueles circulando na América do sul e do norte, outras hantavírus do Brasil não foram colocadas no mesmo clade. Associações foram encontradas no Paraguai, as quais as hantavírus pertenciam ao mesmo clade das hantavírus do Paraná. O Paraguai e o Paraná estão localizados na mesma latitude e alguns dos ecossistemas são similares em ambos os lugares, sendo que a posição geográfica e a localização de roedores comuns poderiam explicar esta relação filogenética.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo Geral

Avaliar o nível de impacto ambiental gerado pela implantação da UHE Espora, Aporé – GO, sobre a fauna de pequenos mamíferos e sobre suas taxas de infecção por *Trypanosoma cruzi* e hantavírus.

3.2. Objetivos específicos

- Avaliar a riqueza da fauna de pequenos mamíferos na área de influência da UHE Espora, antes e depois do enchimento;
- Avaliar a reprodução e razão sexual das espécies capturadas;
- Avaliar as taxas de infecção por *T. cruzi* e hantavírus;
- Comparar a riqueza de espécies, reprodução e taxas de infecção por *T. cruzi* e hantavírus nos pequenos mamíferos nos períodos pré e pós-enchimento do reservatório da UHE Espora;
- Contribuir para definição de metodologias de estudo em empreendimentos hidrelétricos, quanto às análises de impacto ambiental sobre as comunidades de pequenos mamíferos e suas taxas de infecção por patógenos causadores de zoonoses.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi dividido em três etapas: Etapa 1 – Realização de um diagnóstico da riqueza de espécies de pequenos mamíferos e suas taxas de prevalência de infecção por hantavírus e *T. cruzi* no período de pré-enchimento do reservatório; Etapa 2 – Levantamento faunístico complementar realizado durante resgate de fauna no período de enchimento do reservatório, sendo também realizado os diagnósticos de hantavírus e *T. cruzi* e Etapa 3 – Realização de um diagnóstico da riqueza de espécies de pequenos mamíferos e suas taxas de prevalência de infecção por hantavírus e *T. cruzi* no período de pós-enchimento do reservatório. Na Tabela 1 estão apresentados os meses em que foram realizadas as campanhas.

Tabela 1. Etapas do estudo e os respectivos períodos de execução na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

ETAPA 1 Pré – enchimento						ETAPA 2 Enchimento				ETAPA 3 Pós - enchimento	
2003	2004	2005				2006				2006	2007
Campanhas						Resgate				Campanhas	
Abr	Set	Jan	Mai	Jul	Set	Mai	Jun	Jul	Ago	Ago	Mai

4.1. Área de estudo

Situada no sudoeste do Estado de Goiás, ocupando áreas nos municípios de Aporé, Serranópolis e Itarumã, a UHE Espora foi construída no rio Corrente, afluente do rio Paranaíba, bacia do Paraná, formado pelo encontro dos rios Formoso e Jacuba, cujas nascentes se localizam nos contrafortes da Serra do Caiapó, a cerca de 900 metros de altitude, na área do Parque Nacional das Emas.

A barragem está localizada nas coordenadas 18°40' de latitude sul e 51°51' de longitude oeste de Greenwich a aproximadamente 455 km de Goiânia,

distando 225 km da sua foz. O reservatório formado ocupa uma área de 30,66 km² com 32 MW de potência instalada.

A vegetação primitiva que ocorre na região faz parte do domínio ou bioma Cerrado (Ribeiro & Walter, 2001). Em sua maior porção constituiu feições ou fisionomias da Região Fitoecológica da Savana (Cerrado), com as formações de Savana Florestada (Cerradão), Savana Arborizada (Cerrado típico) com ou sem floresta-de-galeria e Savana Parque (Cerrado ralo) com ou sem floresta de galeria, conforme mapeamento em escala regional do Projeto (RADAMBRASIL, 1981).

A região onde foi inserida a UHE Espora possui duas estações climáticas definidas, sendo a estação seca de maio a setembro e chuvosa de outubro a abril, com médias anuais de temperatura e pluviosidade de 23,7°C ($\pm 2,03$) e 1338 mm ($\pm 130,59$) respectivamente, segundo dados obtidos da Estação Meteorológica do município de Jataí – GO (INMET, 2005).

A UHE Espora foi inserida em uma área já bastante antropizada, em sua margem direita pelo domínio da pecuária e em sua margem esquerda prevalecendo à agricultura, sendo que em sua área de influência direta (canteiro de obras e reservatório), pequenos resquícios de matas ainda prevaleciam antes da implantação do empreendimento. Foi observado que em grande parte do rio Corrente já se fazia ausente a ocorrência de Matas ciliares.

4.2. Coleta dos dados

4.2.1. Métodos de captura dos pequenos mamíferos

Para a captura dos espécimes alvos do estudo, foram utilizadas duas metodologias: Etapa 1 e 3 - captura com instalação de armadilhas no período pré

e pós-enchimento do reservatório; Etapa 2 -Coleta de espécimes durante a operação resgate da fauna. Ver Tabela 1.

4.2.1.1. Etapa 1 – Captura de espécimes com instalação de armadilhas no período pré-enchimento

No período pré-enchimento do reservatório foram realizadas seis campanhas de campo. Para o levantamento da fauna de pequenos mamíferos e seleção de áreas permanentes de coleta, foram realizadas as campanhas de 2003 e 2004. Em 2003 foram estabelecidas cinco linhas de captura de 20 armadilhas cada, e sete estações de “pit-fall” com quatro baldes de 20 litros cada, durante cinco noites, totalizando um esforço de captura de 500 armadilhas-noite e 140 “pit-fall”-noite. Em 2004, foram estabelecidas 20 linhas de captura de 20 armadilhas cada, durante quatro noites, totalizando 1600 armadilhas-noite. Em ambas ocasiões as armadilhas estiveram distantes entre si 10 metros, sendo amostradas áreas de cerrado, cerradão, mata de galeria e pastagens. Foram utilizadas armadilhas do tipo “live trap” apropriadas para captura de animais com até 3kg., modelos tomahawk, sherman e armadilhas de gancho (medidas específicas citadas no item 4.2.1.3).

A partir de 2005 foram definidas quatro localidades permanentes, representando os macro-habitats: cerradão – correspondente à área A, cerrado – área B e mata de galeria – C e D, sendo estabelecidas linhas de captura com 100 pontos de captura em cada macro-habitat (na mata de galeria cada localidade possuía 50 armadilhas), durante cinco noites, totalizando um esforço de captura de 1500 armadilhas-noite por expedição. Foram ainda estabelecidas linhas de captura extras com esforço variável de captura em cada expedição, sendo que

estas compreendiam diferentes situações eco-epidemiológicas próprias para cada área, e visavam complementar o levantamento de fauna. Ver Tabela 2.

Tabela 2. Esforço extra de armadilhas-noite por campanhas no período pré-enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé –GO, no período entre 2003 e 2007.

Campanha	Esforço extra de armadilhas
2005 – janeiro	290
2005 – maio	320
2005 – setembro	200
Total	810

4.2.1.2. Etapa 2 - Captura de espécimes durante o resgate da fauna

Durante a operação de resgate de fauna, denominada “Operação Tamanduá Mirim”, realizada entre os dias 12/05 e 30/08/2006, em função do enchimento do reservatório, 5 barcos com 4 pessoas a bordo, sendo 1 biólogo, 1 estagiário, 1 resgatador e um barqueiro, percorriam diariamente o reservatório para a captura de animais que necessitassem ser resgatados, geralmente encontrados em ilhas temporárias, árvores em submersão ou mesmo nadando. Os pequenos mamíferos encontrados na situação acima descrita eram capturados, anotado a data, área de captura e a margem do lago que estava mais próxima, e levados ao Centro de Triagem de Fauna da CTE, localizado as margens do reservatório no canteiro de obras do empreendimento. O centro de triagem era composto por 4 recintos para acomodar os espécimes capturados, 1 biotério para manuseio dos animais, 2 laboratórios, 1 sala tipo estufa e um escritório, estrutura suficiente para a realização de triagem, coleta de dados e material biológico em campo com condições de biossegurança e conforto para os animais.

Cada pequeno mamífero capturado era mantido individualmente em caixas próprias de contenção de polipropileno, sendo para os roedores de 41cm x 34cm x 17cm, e para os marsupiais de 66cm x 57cm x 23cm, ambas forradas com

maravalha de *Pinnus* sp. esterilizada. Nestas caixas eram coladas etiquetas contendo o número de registro do animal, além do número do transecto e da estação de captura, sendo oferecidos ração de roedor tipo pellet e água *ad libitum* para os roedores. Para os marsupiais eram oferecidas banana, laranja e água *ad libitum*. As caixas com os animais ficavam no centro de triagem de fauna em local isolado, protegido do sol e chuva, com ventilação natural, para posteriormente serem encaminhados para a triagem e coleta de dados e amostras de tecidos e órgãos.

4.2.1.3. Etapa 3 – Captura de espécimes no período pós-enchimento.

Foram realizadas duas campanhas de campo pós-enchimento do reservatório, uma logo após a estabilização da cota máxima de enchimento, entre os dias 31/07 e 04/08/2006, e outra aproximadamente 10 meses depois, entre os dias 28/05 e 01/06/2007, utilizando-se como base o mesmo centro de triagem do período de resgate da fauna.

Para a captura dos pequenos mamíferos, foram utilizados três tipos de armadilhas “live trap”, apropriadas para captura de animais com até 3kg., modelos Tomahawk (40,64cm x 12,70cm x 12,70cm), Sherman (30,48 x 7,62cm x 9,53cm) e armadilhas de gancho (29cm x 11cm x 14,5cm). Foi utilizado como isca uma pasta composta de abacaxi, paçoca de amendoim e óleo de fígado de bacalhau.

Nas duas campanhas, foram realizadas cinco noites consecutivas de esforço de captura, sendo que pela manhã as armadilhas eram percorridas para averiguar se houvera alguma captura e fechadas. No final da tarde as armadilhas eram re-iscadas e abertas para a captura.

Durante a averiguação, os espécimes capturados eram levados ao centro de triagem dentro da própria armadilha na qual foi capturado. Imediatamente após a detecção da presença de animal na armadilha, ainda no transecto de captura, a mesma era colocada em um saco preto individual, amarrado na sua extremidade, para assim evitar o estresse do animal e também uma possível contaminação da equipe técnica envolvida, por patógenos (vírus e bactérias) transmitidos por aerossóis provenientes principalmente das fezes e urina dos animais (procedimento de biossegurança, segundo as normas estabelecidas pela Comissão Interna de Biossegurança do Instituto Oswaldo Cruz, CIBIOC/FIOCRUZ).

Após serem capturados e contidos, os espécimes foram encaminhados ao centro de triagem da CTE em veículos tipo camionetes com carroceria ou carros equipados com carretinha. Os sacos com os animais capturados nas armadilhas permaneciam fechados até toda equipe estar paramentada com EPI's de nível 3 de segurança, quando então dava-se o início da triagem para a coleta de dados e material biológico, no laboratório de campo.

Foi despendido um esforço total de 1850 e 2000 armadilhas noite, na primeira e segunda campanha, respectivamente. As áreas amostradas, sua caracterização fitofisionômica e o esforço por campanha por cada área, encontram-se nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Caracterização, localização e esforço de captura na primeira campanha de campo pós-enchimento da UHE Espora, Aporé – Go, no período entre 31/07 a 04/08/2006.

Área	Disposição das armadilhas	Caracterização	n.a.n*	n.n**	e.t.c.a***	Coordenadas
A	Grade	Cerradão	100	5	500	22k 0397750 / 7935807
B	Grade	Cerradão	100	5	500	22k 0405312 / 7937108
C	transecto	Mata de Galeria	50	5	250	22k 0407957 / 7939930
S	transecto	Mata de Galeria	50	5	250	22k 0407988 / 7940143
U	transecto	Cerrado	40	5	200	22k 0400242 / 7941392
T	transecto	Plantação****	30	5	150	22k 0401385 / 7941148
Esforço total de captura					1850	

*n.a.n – número de armadilhas por noite / **n.n – número de noites / ***e.t.c.a – esforço total de captura por área / **** Banana (*Musa sp.*) e Guariroba (*Syagrus oleracea*).

Tabela 4. Caracterização, localização e esforço de captura na segunda campanha de campo pós-enchimento da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 28/05 a 01/06/2007.

Área	Disposição das armadilhas	Caracterização	n.a.n*	n.n**	e.t.c.a***	Coordenadas
A	Grade	Cerradão	100	5	500	22k 0397750 / 7935807
B	Grade	Cerradão	100	5	500	22k 0405312 / 7937108
C	transecto	Mata de Galeria	50	5	250	22k 0407957 / 7939930
S	transecto	Mata de Galeria	50	5	250	22k 0407988 / 7940143
U	transecto	Cerrado	40	5	200	22k 0400242 / 7941392
T	transecto	Plantação****	30	5	150	22k 0401385 / 7941148
V	transecto	Pasto	15	5	75	22k 0407989 / 7940012
X	transecto	Plantação*****	15	5	75	22k 0408197 / 7939802
Esforço total de captura					2000	

*n.a.n – número de armadilhas por noite / **n.n – número de noites / ***e.t.c.a – esforço total de captura por área / **** banana (*Musa sp.*) e guariroba (*Syagrus oleracea*) / ***** soja (*Glicinis sp.*) e sorgo (*Pennisetun sp.*).

Nas áreas denominadas A e B, as armadilhas foram distribuídas em grade, composta por 10 linhas com espaço entre elas de 10 metros, cada linha possuía 10 pontos de captura com armadilha, sendo cada ponto espaçado um do outro por 10 metros, totalizando 100 armadilhas e abrangendo uma área de 100 m². A implantação destas grades foi realizada no início das campanhas de monitoramento dos pequenos mamíferos, onde foram realizadas 5 campanhas no período de pré-enchimento do reservatório. A localização e marcação foram

realizadas juntamente com uma equipe de topografia, sendo que em cada ponto de captura foi cravado um piquete no chão para que em todas as campanhas de campo os pontos de captura fossem exatamente os mesmos. As armadilhas de gancho e sherman foram colocadas alternadamente nos pontos.

Já nas demais áreas, denominadas de “transecto”, as armadilhas foram distribuídas em linhas (C e S – 1 linha com 50 armadilhas; U – 2 linhas com 20; T – 3 linhas com 10 e V e X – 3 linhas com 5), sendo a distância entre os pontos também de 10 metros. As armadilhas Tomahawk e sherman foram colocadas alternadamente nestes pontos.

Tanto nas áreas com distribuição das armadilhas em grade quanto em transectos, foram utilizadas fitas sinalizadoras vermelhas para facilitar a localização das armadilhas nos pontos, estas fitas eram amarradas em algum galho acima do ponto de captura, sendo que cada fita possuía a numeração do ponto e a área. Todas as armadilhas em todas as etapas estavam posicionadas sobre o solo.

4.2.2. Triagem, coleta de dados e material biológico em campo

4.2.2.1. Fluxograma das atividades

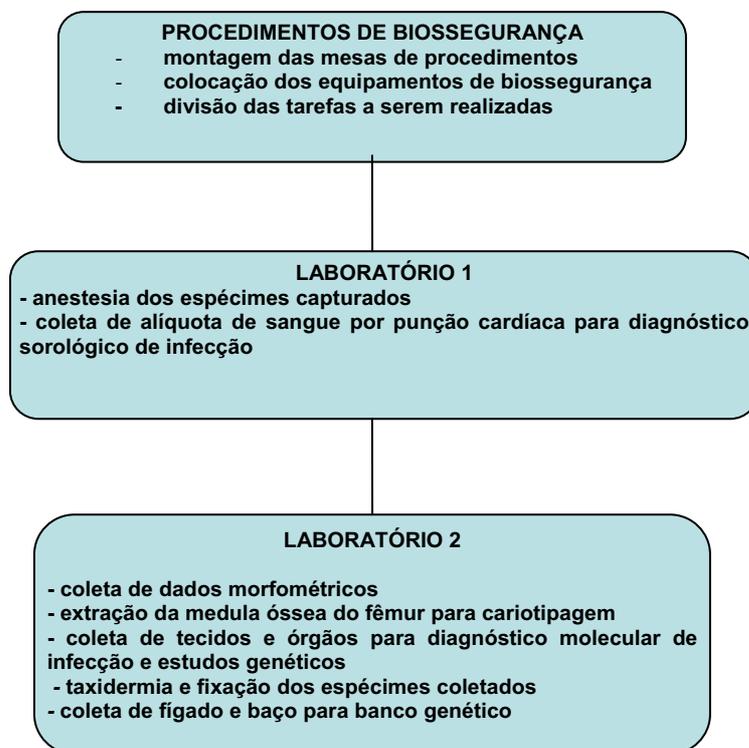


Figura 1. Fluxograma das atividades desenvolvidas em campo na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

4.2.2.2. Biossegurança

Após a chegada dos indivíduos capturados no centro de triagem, os mesmos eram mantidos nos sacos pretos até que toda equipe de laboratório estivessem devidamente paramentados segundo as Normas de Biossegurança Nível 3, sendo utilizado o equipamento Air-Mate da 3M, com traquéia e capuz com viseira, jaleco e dois pares de luvas uma sobre outra, diminuindo assim o risco de contaminação. Todos os membros da equipe foram treinados para observar os protocolos de biossegurança no manuseio de animais silvestres preconizados

pela Comissão de Biossegurança do Instituto Oswaldo Cruz, incluindo treinamento para a utilização de equipamentos de proteção individual e de proteção respiratória (EPI's Nível 3).

Após a organização dos laboratórios, biotério e recintos e toda equipe paramentada, as armadilhas com os animais eram retiradas dos sacos pretos e organizadas, onde já recebiam a numeração de LBCE (sigla de campo utilizada pelo Laboratório de Biologia e Parasitologia de Mamíferos Reservatórios - BPMSR, FIOCRUZ).

Antes do início dos trabalhos de laboratório as mesas de procedimentos eram criteriosamente preparadas com todo o material permanente, equipamentos e material descartável necessários, e dispunham ainda de recipientes para perfuro cortantes, sacos resistentes para descarte biológico, lixo comum, desinfetantes, etc.

Após o término do trabalho, antes da equipe retirar os equipamentos de biossegurança, era realizada a desinfecção das armadilhas, equipamentos, laboratórios e ambientes utilizados e também a desinfecção das roupas e equipamentos de biossegurança, utilizando-se o desinfetante Lysol®.

4.2.2.3. Coleta de sangue para exames sorológicos e hemocultivos

No "Laboratório 1" (laboratório em condições de isolamento e acesso restrito) era realizada a coleta das amostras de sangue durante a realização dos hemocultivos para isolamento de *T. cruzi*). Os espécimes eram anestesiados para manipulação segura, utilizando-se injeção intradérmica de Ketamina nas seguintes dosagens: marsupiais: 30,0 mg/Kg; roedores caviomorfos: 25-30 mg/ Kg IM e roedores Muridae: 60 mg/kg. A eutanásia dos animais era realizada por exanguinação

(sangria total), preferencialmente, sendo que no caso de impossibilidade de sua realização, era realizada inoculação intra-cardíaca de Cloridrato de Ketamina, numa super-dosagem acima de 50 mg/Kg de peso.

Para a realização dos exames sorológicos e parasitológicos foi feita a coleta de alíquota de sangue através de punção cardíaca. Objetivando evitar uma possível contaminação das amostras, seringas, boca e tampa de tubos foram flambados com o auxílio de um mini-fogareiro antes e após as coletas. Para as análises de infecção por tripanosomatídeos, foram inoculados dois tubos contendo meio de NNN (Nicolle, Novy and Mc Neal) com LIT (Liver Infusion Tryptose) com 0,3ml de sangue por espécimes, e obtida uma segunda alíquota para a realização de sorologia, através da pesquisa de anticorpos séricos por reação de Imunofluorescência Indireta – RIFI. Extraíu-se também uma alíquota de sangue específica para a realização de sorologia através de detecção de anticorpos anti-hantavírus da classe IgG por imunoenensaio enzimático (ELISA).

4.2.2.4. Coleta de dados morfométricos

Após a extração das alíquotas de sangue acima descritas, os espécimes eram encaminhados para o “Laboratório 2” para triagem e coleta de dados morfométricos (comprimento cabeça-corpo; comprimento da cauda; orelha interna e comprimento do pé com e sem unha). Para todos os espécimes coletados eram anotados os dados de captura como, por exemplo: data, sexo, estágio reprodutivo, grau de erupção e funcionalidade dos dentes para marsupiais.

Todos os espécimes coletados foram pré-identificados em nível de gênero usando morfologia externa.

4.2.2.5. Cariótipo

A preparação dos cromossomos mitóticos foi obtida para a caracterização do número diplóide cromossômico e o número fundamental autossômico dos indivíduos capturados com vistas à confirmação de identificação morfológica.

Para a realização de cariotipagem foi realizada uma incisão na região ventral do indivíduo para a retirada de um dos fêmures, sendo realizada sua limpeza (descarnado) e o corte da cabeça do fêmur, e com a utilização de uma seringa de 3ml, meio de cultura e uma placa de pétri era extraída a medula. As preparações cromossômicas foram realizadas através de cultura da medula óssea extraída em meio contendo RPMI 1640 suplementado com 20% de soro bovino fetal, colchicina (10^{-6} M) e brometo de etídeo ($5\mu\text{g/ml}$) incubado à 37°C por duas horas. Posteriormente o material celular sofreu choque hipotônico em solução de KCl ($0,075\text{ M}$) durante 30 minutos e fixado em Carnot (3:1 metanol / ácido acético – Merca).

4.2.2.6. Amostras de tecidos para diagnóstico de hantavírus

Após a retirada do fêmur, o espécime era encaminhado a outro pesquisador, também no “Laboratório 2”, para a coleta de amostras de órgãos (fragmentos de pulmão, rim, coração, fígado e baço) que foram criopreservados.

4.2.2.7. Banco genético

Com a finalidade de obtenção de um banco genético, era retirada uma amostra de fígado e baço de cada indivíduo, que eram picotadas, fixadas e armazenadas em eppendorfs com etanol absoluto.

4.3. Análises de laboratório – FIOCRUZ

4.3.1. Técnicas Citogenéticas – Cariótipo

Para a realização da cariotipagem foram preparadas as lâminas utilizando-se o material biológico obtido em campo (cultura de medula óssea em meio contendo RPMI 1640), sendo que as lâminas foram coradas com Giemsa sendo então levadas ao microscópio óptico munido de câmera fotográfica, onde foram capturadas as imagens das metáfases. Depois de revelado (revelador Technidol-Kodak) e ampliado o filme (Pan Technical Film), os cariótipos foram montados seguindo uma ordem decrescente de tamanho dos autossomos, sendo que os cromossomos sexuais foram colocados separados.

As análises cariotípicas foram realizadas no laboratório do Instituto Nacional do Câncer, Coordenadoria de Pesquisa, Divisão de Genética, sob a supervisão da Dra. Cibele Rodrigues Bonvicino.

4.3.2. Diagnósticos laboratoriais de infecção por hantavírus

Para o diagnóstico da infecção por hantavírus, todo soro obtido dos roedores foram submetidos ao imunoenensaio enzimático (ELISA) para detecção de anticorpos anti-hantavírus da classe IgG utilizando o antígeno Andes (Argentina), constituído pelo antígeno específico (nucleoproteína Andes recombinante) e pelo antígeno inespecífico recombinante, seguindo as recomendações do protocolo descrito em Padula *et al.* (2000).[citação deverá ficar toda entre parênteses, por isso deverá mudar o texto do final desse parágrafo]

Foram utilizadas a imunoglobulina anti-IgG (*Peromyscus leucopus*) produzida em cabra e o substrato para peroxidase ABTS da Kirkegaard and Perry Laboratories, Maryland (KPL).

O diagnóstico molecular, detecção de RNA viral, nas amostras de fígado, rim, coração, pulmão e baço crío preservados, somente era realizado nas amostras de animais com sorologia positiva para hantavírus.

O diagnóstico sorológico da infecção por hantavírus foi realizado pela equipe do Laboratório de Referência em Rickettsioses e Hantaviroses do Departamento de Virologia-IOC, sob a coordenação da Dra. Elba Regina Sampaio de Lemos.

4.3.3. Diagnósticos laboratoriais de infecção por *Trypanosoma cruzi*

Para a detecção de infecção por *T. cruzi*, foram realizados exames sorológicos e hemoculturas. Os hemocultivos foram mantidos em estufa a 27°C, onde foram feitos exames quinzenais por pelo menos três meses para pesquisa do parasito no sangue. As amostras positivas foram ampliadas para novos tubos com o meio de crescimento para que fosse possível a análise da cepa do protozoário encontrado. A sorologia, pesquisa do nível de anticorpos séricos, foi feita através da Reação de Imunofluorescência Indireta (RIFI), segundo Camargo (1966). [citação deverá ficar toda entre parênteses, por isso deverá mudar o texto do final dessa frase]. Em síntese, os soros foram diluídos serialmente em uma proporção decrescente de 2x (1:10 – 1:1280) e testado com Kit de Diagnóstico IFI-Chagas – Bio-Manguinhos adaptado. Os soros de roedores da Família Muridae foram testados com IgG anti-rato conjugado a Isotiocianato de Fluoresceína (Sigma®), enquanto que os roedores da Família Echimyidae e os marsupiais foram testados com anticorpos intermediários específicos anti-*Thrichomys* e anti-gambá obtido em coelhos, esta reação era revelada por IgG anti-coelho conjugado a Isotiocianato de Fluoresceína da Sigma®. O ponto de corte para os títulos

sorológicos em roedores era $\geq 1:10$, visto que este foi o menor valor de diluição do soro para um animal com hemcultivo positivo; e de 1:40 para soro de marsupiais (Jansen *et al.*, 1985).

O diagnóstico sorológico da infecção por *T. cruzi* por RIFI e hemocultivos foram realizados pela equipe do Laboratório de Biologia de Tripanosomatídeos do Departamento de Protozoologia – IOC, sob a supervisão da Dra. Ana Maria Jansen.

4.4. Estimativas ecológicas e parasitológicas

As estimativas abaixo relacionadas foram realizadas confrontando os dados obtidos no período de pós-enchimento (resgate, julho de 2006 e maio de 2007) com os dados obtidos no período de pré-enchimento do reservatório (abril de 2003, setembro de 2004 e janeiro, maio e setembro de 2005).

4.4.1. Diversidade de espécies

Foi realizado um inventário geral das espécies no período pré e pós-enchimento. A frequência relativa foi estimada pelo número total de capturas de cada espécie / número total de espécimes capturadas de todas as espécies. A riqueza de espécies foi estimada pelo número de espécies capturadas em cada etapa. Foi também calculada a diversidade pelo índice de Shannon (H') e equitabilidade (índice de Hill modificado) (Ludwig e Reynolds, 1988). A abundância (= sucesso de captura) foi estimada considerando-se o esforço de captura ((número de animais capturados / esforço de captura) x 100). Todos esses índices foram calculados para todo o período, por macro-habitat, e por expedição.

A “curva do coletor” foi traçada através da incidência de novas espécies a cada campanha de campo.

A constância das espécies presentes foi separada em categorias, conforme a classificação proposta em Dajoz (1983), onde W refere-se a espécies constantes (presentes em mais de 50% das coletas), Y refere-se a espécies acessórias (presentes entre 25% a 50% das coletas) e Z refere-se a espécies acidentais (presentes em menos de 25% das coletas). A constância c é a relação expressa em forma de porcentagem $c = p \times 100 / P$ na qual p é o número de coletas contendo a espécie estudada e P o número total de coletas efetuadas.

Foram realizadas análises comparativas entre os dados obtidos no período de pós e pré-enchimento, levando-se em consideração as estações climáticas (seca e chuva, definidas pela análise do gráfico ombrotérmico), e entre os macrohabitats (cerradão, cerrado e mata de galeria) em relação à riqueza, diversidade e equitabilidade.

4.4.2. Período reprodutivo

Determinada pela condição reprodutiva das fêmeas observando-se a frequência de fêmeas grávidas por espécie no caso de roedores e pela frequência de fêmeas lactantes com filhotes na bolsa para marsupiais. Foi calculada através do percentual total obtido em cada excursão. O número total para o cálculo percentual foi obtido através do somatório de espécimes grávidas coletadas.

4.4.3. Tamanho da ninhada (médio e variação)

Foi estimado através da distribuição de frequência dos tamanhos das ninhadas (número de embriões por fêmea) por espécie. Foram realizadas análises comparativas entre os dados obtidos no período de pós e pré-enchimento.

4.4.4. Proporção sexual

Foi estimada a proporção sexual de cada espécie calculada como sendo a proporção de machos/fêmeas em relação ao total de capturas. Somente as espécies mais abundantes foram testadas.

4.4.5. Distribuição temporal de população

A distribuição temporal foi estimada utilizando-se as espécies mais abundantes e com ocorrência regular ao longo do estudo, nas linhas de captura permanentes. As espécies selecionadas para essas análises populacionais foram: *Gracilinanus agilis*, *Didelphis albiventris*, *Marmosa murina*, *Cryptonanus agricolai*, *Caluromys philander*, *Hylaeamys megacephalus*, *Calomys tener* e *Necomys lasiurus*.

As análises foram feitas utilizando o número de espécimes capturados por expedição (durante os meses de janeiro, maio e setembro de 2005) nas linhas de captura permanentes. Foram feitas análises associativas entre os tamanhos populacionais de captura com as estações seca e chuvosa. Foram confrontados os dados obtidos entre os períodos de pós e pré-enchimento do reservatório.

4.4.6. Detecção das taxas de infecção por hantavírus e *Trypanosoma cruzi*

Foram calculadas as prevalências (número de indivíduos infectados / número total de indivíduos analisados) de infecção por hantavírus e *T. cruzi* nas populações de pequenos mamíferos, considerando-se as expedições de setembro de 2004, janeiro, maio e setembro de 2005 (pré-enchimento) e resgate, julho de 2006 e maio de 2007 (pós-enchimento).

4.4.7. Análises estatísticas

Os dados de proporção das espécies e espécimes nos períodos pré e pós-enchimento do reservatório foram testadas utilizando-se o teste t de Student (Zar,

1996). A riqueza de espécies de roedores e marsupiais foi estimada pelo método de Jack-kniffe. Para a realização das análises foram utilizados os softwares EstimateS® versão 7.5.2 e Statistica® versão 6.0.

5. RESULTADOS

5.1. Riqueza de espécies

Considerando-se as capturas obtidas nas oito campanhas de campo realizadas para o Monitoramento dos Pequenos Mamíferos da área de influência da UHE Espora e os espécimes capturados durante os quatro meses de resgate (2006 – maio a agosto), foi coletado um total de 358 espécimes, sendo 165 marsupiais, representados por 5 espécies, e 193 roedores, representados por 12 espécies, resultando em uma riqueza total de 17 espécies catalogadas durante os cinco anos de estudo, 2003 a 2007 (Tabela 5 e Figura 5). A riqueza estimada para os marsupiais foi a mesma observada ($S_{\text{jack}} = 5$) e para os roedores foi $S_{\text{jack}} = 17,67 \pm 4,35$ (Figura 2 e 3). Em termos gerais para pequenos mamíferos a riqueza observada foi de 17 e a estimada foi de $22,67 \pm 4,35$ (Figura 4).

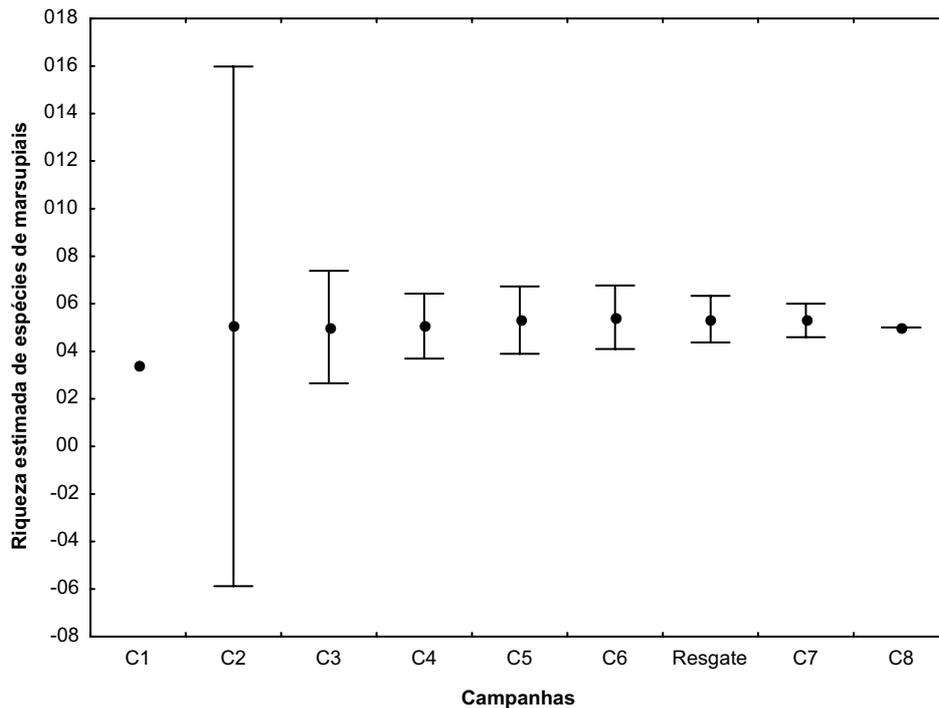


Figura 2. Riqueza estimada de espécies de marsupiais capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

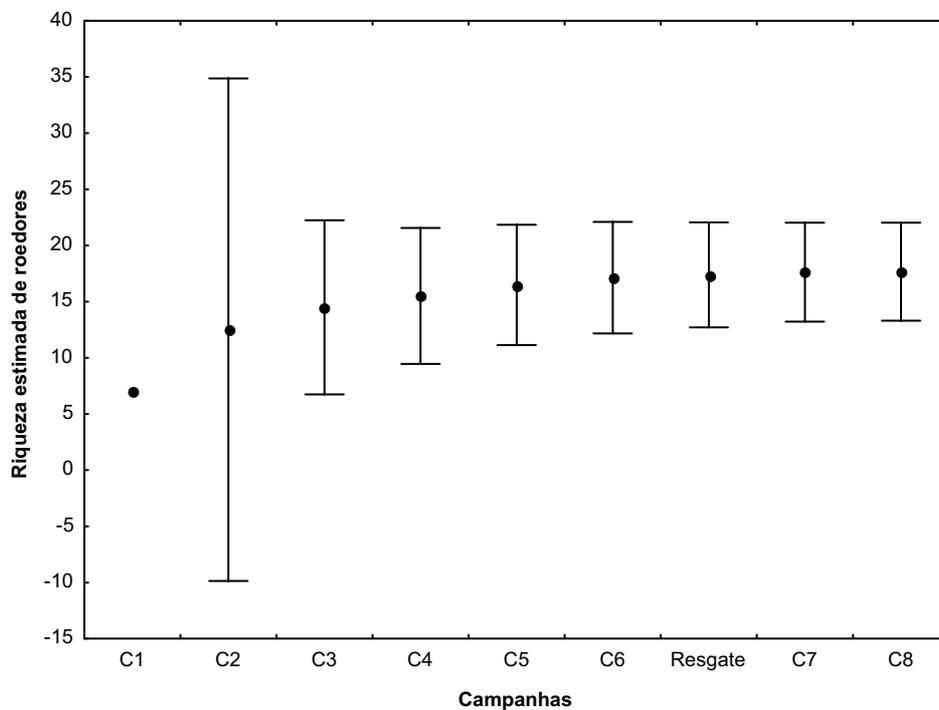


Figura 3. Riqueza estimada de espécies de roedores capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

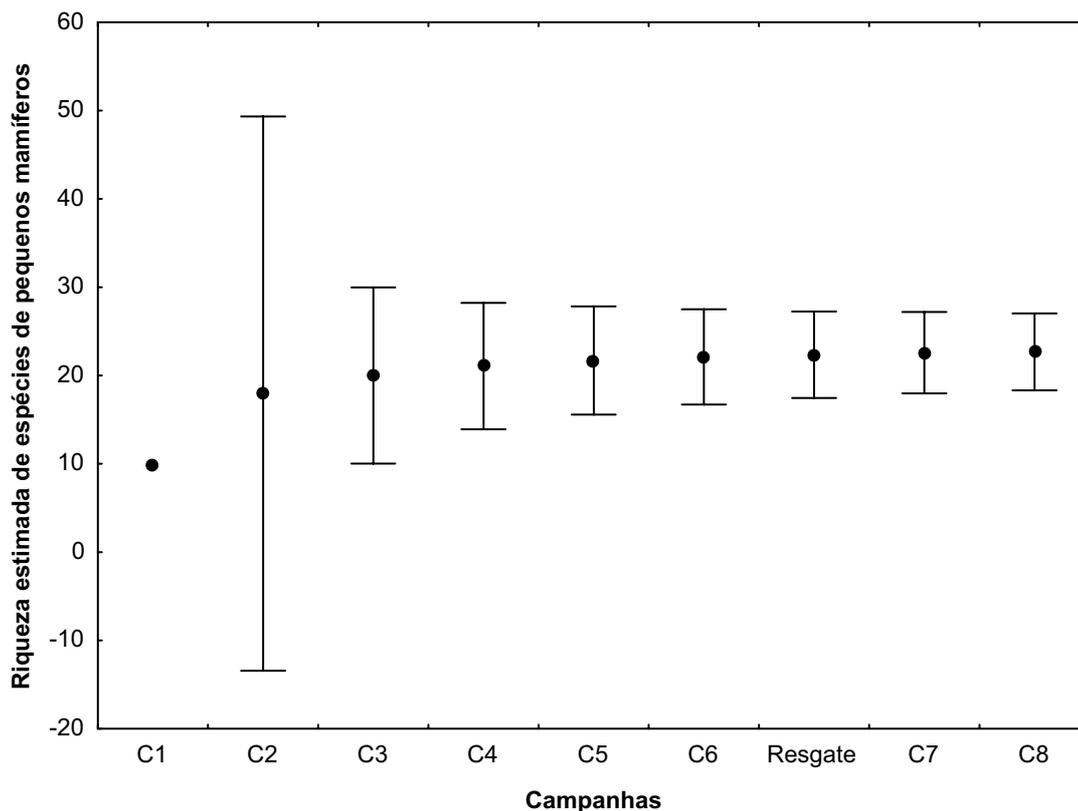


Figura 4. Riqueza estimada de espécies de pequenos mamíferos capturadas na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

As espécies mais abundantes de marsupiais foram: *Didelphis albiventris*, *Gracilinanus agilis* e *Marmosa murina*, representando 94,5% dos marsupiais capturados. Os roedores foram principalmente representados por: *Hylaeamys megacephalus*, *Calomys tener* e *Necomys lasiurus*, responsáveis por 44,04% dos roedores capturados (Figura 5).

Considerando todas as campanhas de captura, exceto resgate, foi obtido um sucesso de captura de 2,96%, sendo que 2005 (janeiro) e 2003 (abril) foram as campanhas em que foram obtidos os valores extremos, mínimo e máximo de 0,72% e 11,4%, respectivamente (Figura 6).

As campanhas de 2003 (abril), resgate e 2007 (maio) foram as que obtiveram maior índice de riqueza, com 12 espécies capturadas, e as campanhas

de 2005 (janeiro) e 2005 (julho), foram as que obtiveram a menor riqueza, ambas com 7 espécies (Figura 7).

Tabela 5. Inventário geral de espécies e número de capturas (N) por espécie, de pequenos mamíferos, na área de influência da UHE – Espora – GO, considerando as oito campanhas de captura e o resgate de fauna durante o enchimento do reservatório. Também estão apresentadas a riqueza total e o número total de espécimes capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

Táxon	Espécies	N
Didelphimorphia	<i>Caluromys philander</i>	6
	<i>Cryptonanus agricolai</i>	3
	<i>Didelphis albiventris</i>	66
	<i>Gracilinanus agilis</i>	50
	<i>Marmosa murina</i>	40
Sigmodontinae	<i>Calomys tener</i>	27
	<i>Calomys expulsus</i>	7
	<i>Calomys</i> sp.	9
	<i>Cerradomys scotti</i>	2
	<i>Cerradomys marinhui</i>	10
	<i>Cerradomys</i> sp.	9
	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	33
	<i>Necomys lasiurus</i>	25
	<i>Nectomys rattus</i>	14
	<i>Oecomys bicolor</i>	14
	<i>Oligoryzomys fornesi</i>	16
	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1
<i>Oligoryzomys</i> sp.	6	
Echimyinae	<i>Proechimys roberti</i>	15
Murinae	<i>Rattus rattus</i>	5
TOTAL ESPÉCIMES		358
RIQUEZA		17

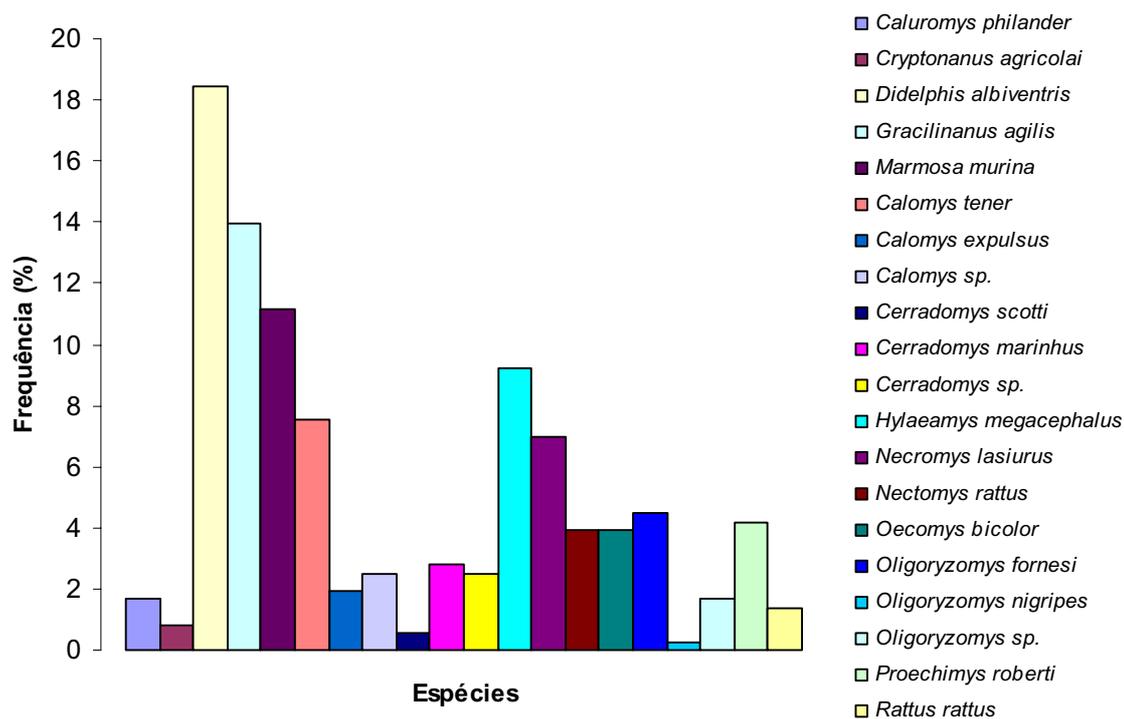


Figura 5. Frequência relativa das espécies capturadas na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

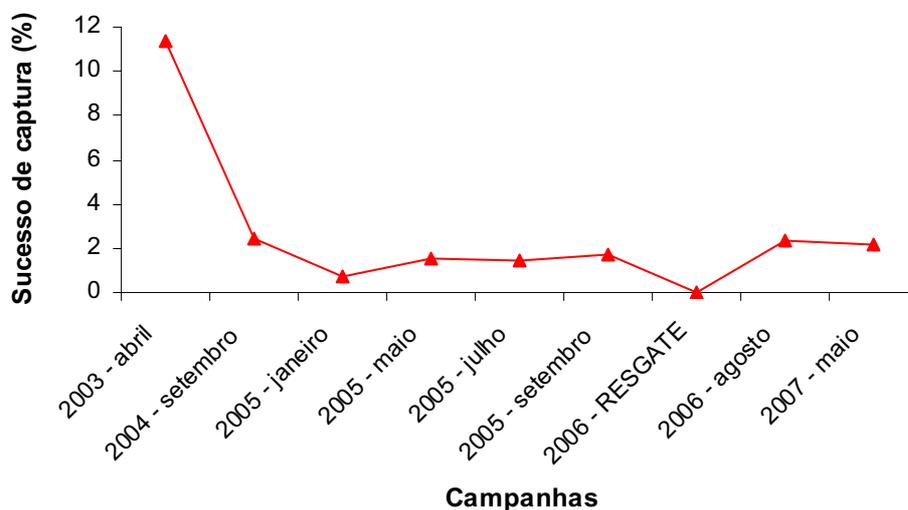


Figura 6. Sucesso de captura de pequenos mamíferos obtido nas oito campanhas de captura e resgate, realizados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

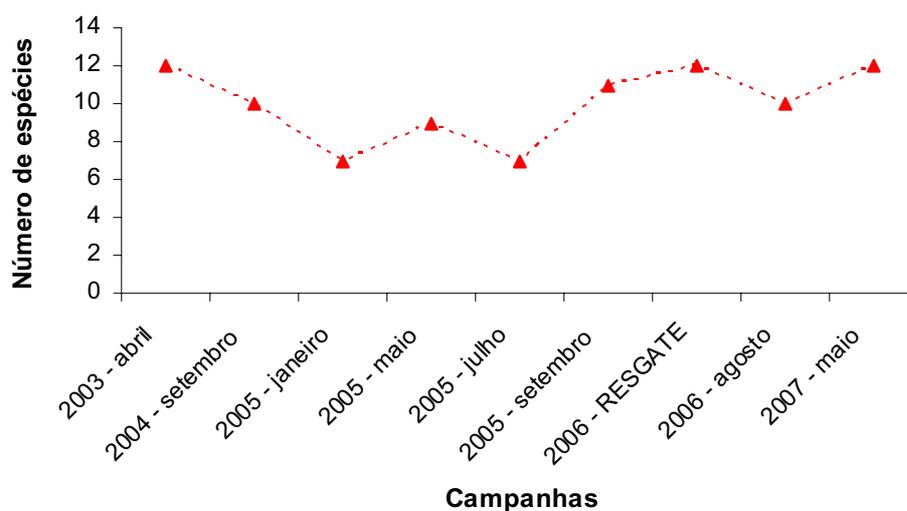


Figura 7. Riqueza de espécies obtida na UHE Espora, Aporé-GO, no período entre 2003 e 2007.

O número absoluto de espécimes capturados durante todo o estudo foi maior para roedores (Figura 8), sendo que a campanha 2003 – abril foi a que obteve a maior disparidade, onde foi obtido um total de 18 espécimes de marsupiais, contra 55 de roedores.

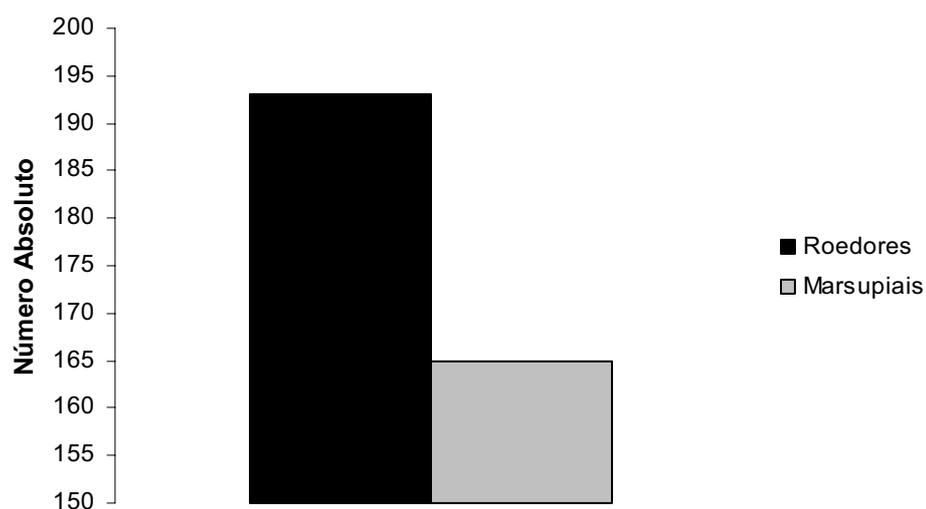


Figura 8. Número absoluto de roedores e marsupiais capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

Durante os cinco anos de estudo (2003 a 2007), a *curva do coletor* (número de espécies novas detectadas ao longo do tempo) apresentou um acréscimo esperado nas primeiras campanhas de captura, atingindo a assíntota a partir do resgate (Figura 9).

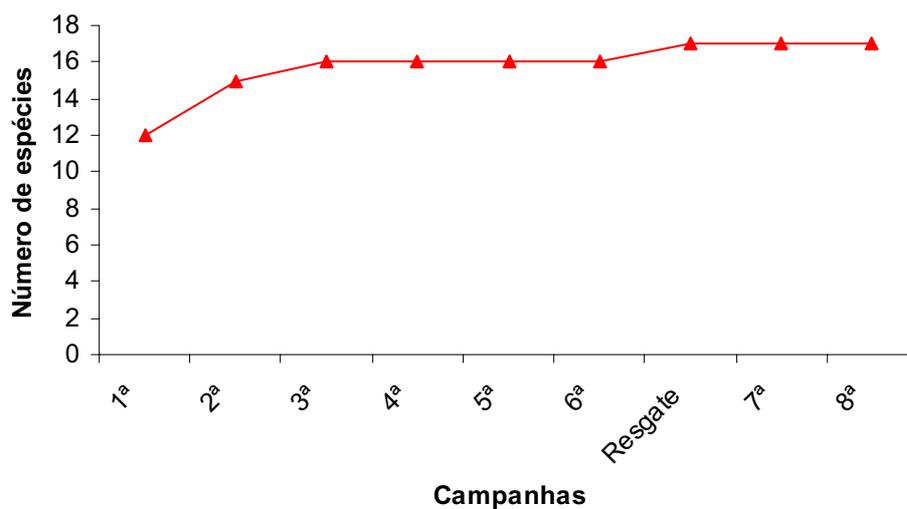


Figura 9. Evolução da *curva do coletor* durante as campanhas de captura realizadas na UHE Espora, Aporé-GO, no período entre 2003 e 2007.

O índice de diversidade de Shannon e a equitabilidade obtidos por campanhas estão apresentados na Figura 10. A constância calculada para as espécies catalogadas na área de estudo estão apresentadas na Tabela 6.

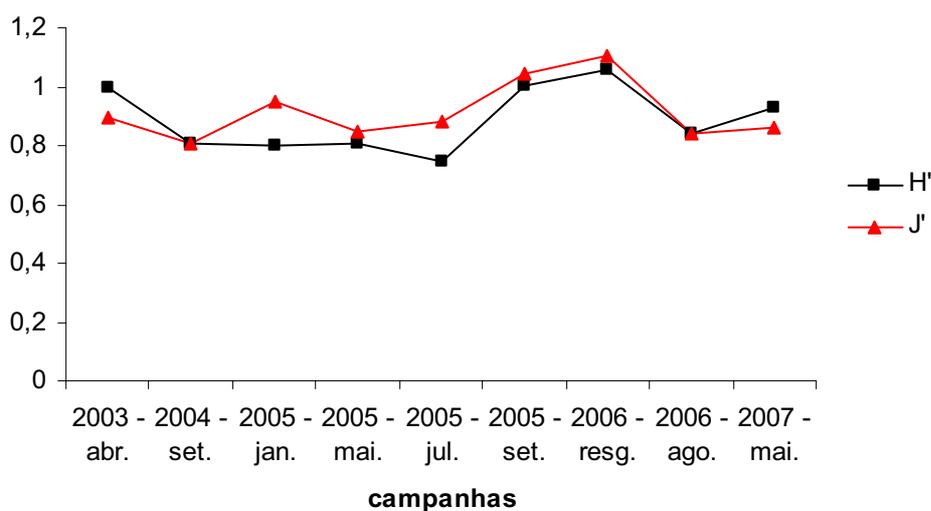


Figura 10. Índice de Diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade (J') obtidos por campanha de captura, realizadas na UHE Espora, Aporé-GO, no período entre 2003 e 2007.

Tabela 6. Constância das espécies presentes na área de estudo da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

Táxon	Espécie	C (%)	C (categoria)
Didelphimorphia	<i>Caluromys philander</i>	33	Y
	<i>Cryptonanus agricolai</i>	33	Y
	<i>Didelphis albiventris</i>	100	W
	<i>Gracilinanus agilis</i>	77	W
	<i>Marmosa murina</i>	88	W
Sigmodontinae	<i>Calomys tener</i>	100	W
	<i>Calomys expulsus</i>	44	Y
	<i>Calomys sp.</i>	22	Z
	<i>Cerradomys scotti</i>	22	Z
	<i>Cerradomys marinhos</i>	44	Y
	<i>Cerradomys sp.</i>	33	Y
	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	88	W
	<i>Necomys lasiurus</i>	77	W
	<i>Nectomys rattus</i>	66	W
	<i>Oecomys bicolor</i>	66	W
	<i>Oligoryzomys fornesi</i>	66	W
	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	11	Z
	<i>Oligoryzomys sp.</i>	22	Z
Echimyinae	<i>Proechimys roberti</i>	11	Z
Murinae	<i>Rattus rattus</i>	22	Z

C = constância; W = espécies constantes; Y = espécies acessórias e Z = espécies acidentais

5.2. Análise dos dados obtidos antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé –GO, no período entre 2003 e 2007.

5.2.1. Riqueza de espécies

Não houve diferença significativa na riqueza de espécies de pequenos mamíferos na área de estudo após o enchimento do reservatório (Figura 11).

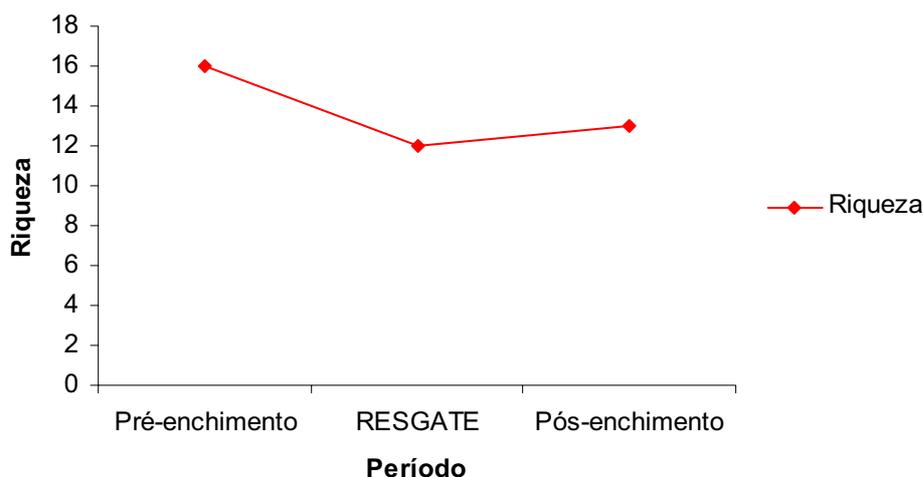


Figura 11. Riqueza de espécie de pequenos mamíferos nos períodos pré e pós-enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

5.2.2. Proporção de espécimes e número absoluto de espécies de roedores e marsupiais antes e depois do enchimento do reservatório

Houve diferença significativa entre a proporção de espécimes de marsupiais e roedores após o enchimento do reservatório ($t = 3,12$; $gl = 18$; $P < 0,05$), onde foi observada uma diminuição na proporção de roedores capturados em relação a de marsupiais (Figura 12). Foi observado um aumento no número de espécies de marsupiais em detrimento de roedores no período de pós-enchimento (Figura 13), não havendo diferença estatística significativa entre a riqueza de marsupiais ($t = -$

1,22; gl = 6; $P > 0,05$) e de roedores ($t = -0,61$; gl = 6; $P > 0,05$) antes e após o enchimento.

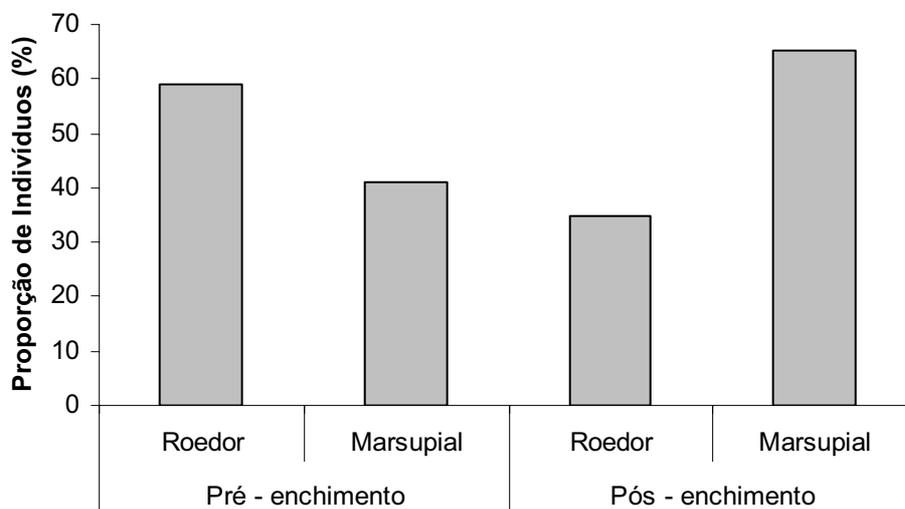


Figura 12. Proporção de espécimes de roedores e marsupiais antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

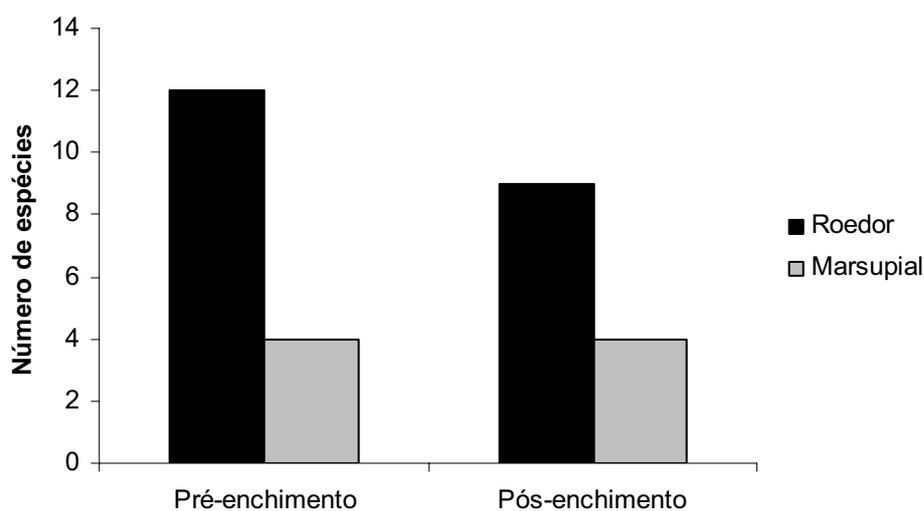


Figura 13. Número de espécies de roedores e marsupiais antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

5.2.3. Proporção sexual antes e depois do enchimento do reservatório

Em relação à proporção sexual das espécies de marsupiais capturadas, observou-se uma relativa igualdade entre as proporções de machos e fêmeas das espécies analisadas no período de pré-enchimento, sendo que *M. murina*, apresentou uma superioridade de 28% de indivíduos machos no período pós enchimento do reservatório. Quando analisado por campanhas, *G. agilis* apresentou o desvio mais considerável, com 68% de machos e 32% de fêmeas. Analisando a proporção sexual de *G. agilis* por campanha, observou-se que das seis campanhas em que a espécie esteve presente, em quatro o número de machos representou pelo menos o dobro do número de fêmeas, chegando ao triplo na campanha de setembro de 2004 (Figura 14 e 15).

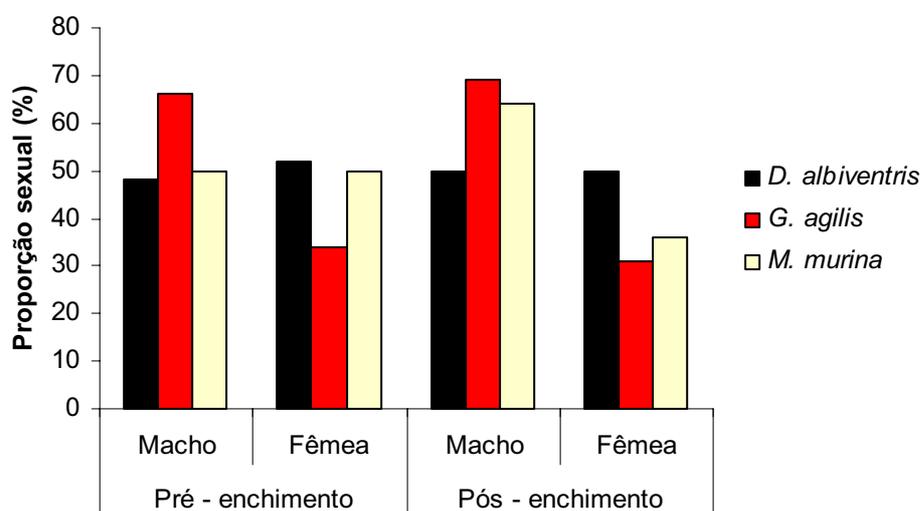


Figura 14. Proporção sexual de marsupiais, antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

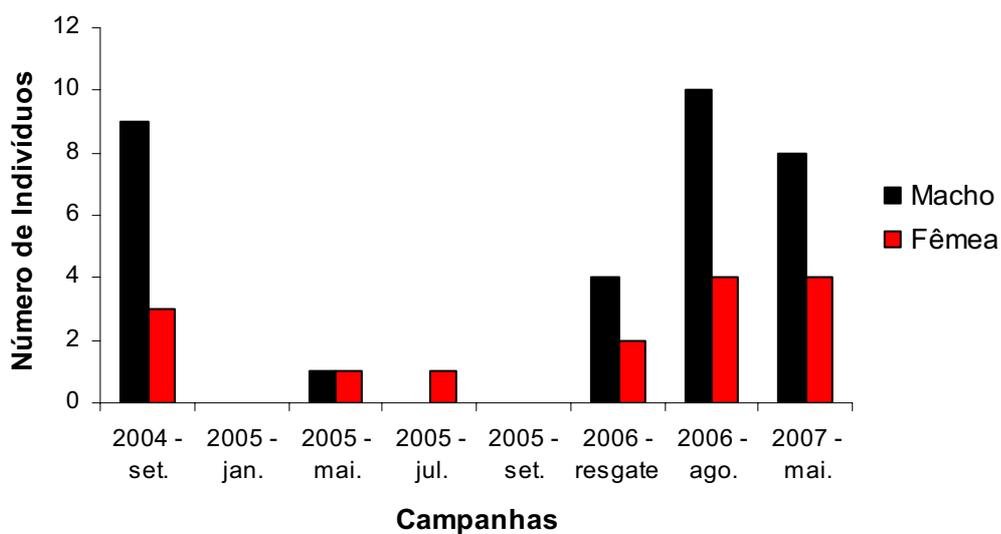


Figura 15. Proporção sexual de *G. agilis* capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

Quando analisado por campanhas, o número de espécimes machos de *N. lasiurus* capturados no período de pós-enchimento do reservatório manteve-se sempre acima do número de fêmeas (Figuras 16 e 17).

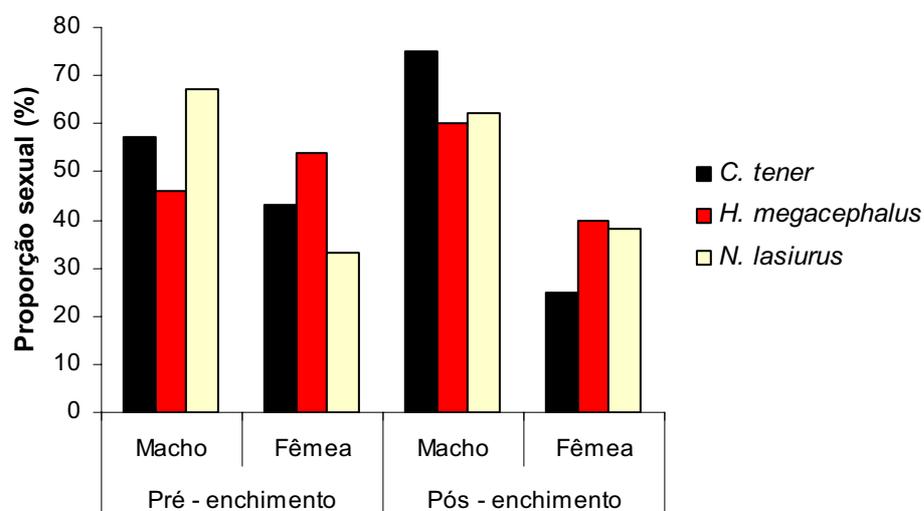


Figura 16. Proporção sexual de roedores capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

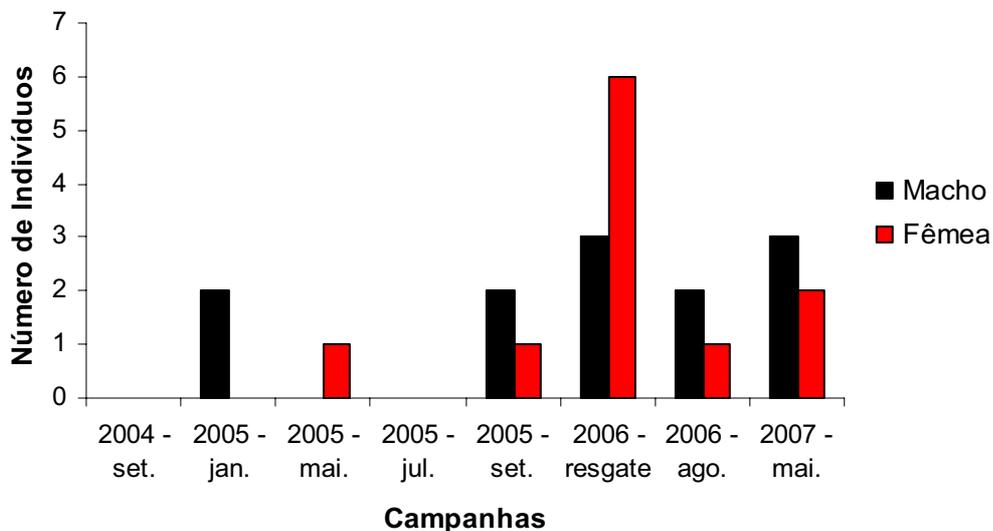


Figura 17. Proporção sexual de *N. lasiurus* capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

Houve diferença significativa entre a proporção de machos e fêmeas das espécies de *G. agilis* ($t = 10,46$; $gl = 2$; $P < 0,05$), *M. murina* ($t = 9,89$; $gl = 2$; $P < 0,05$) e *N. lasiurus* ($t = 6,12$; $gl = 2$; $P < 0,05$) no período pós-enchimento.

5.2.4. Taxa de infecção por *Trypanosoma cruzi* antes e depois do enchimento do reservatório

5.2.4.1. Detecção de infecção por *T. cruzi* através de exames sorológicos antes e depois do enchimento do reservatório

Dos 358 espécimes capturados durante os cinco anos de estudo, 145 (40,5%) foram analisados quanto à soropositividade para infecção por *T. cruzi*. Do total de espécimes analisados, 33,8% apresentaram soropositividade para infecção por *T. cruzi*, sendo 49% no período pré-enchimento do reservatório, 8% durante o resgate e 43% no período pós-enchimento (Tabela 7).

Tabela 7. Número de espécimes capturados por espécie e número de espécimes soropositivos para infecção por *T. cruzi* em relação ao número de espécimes testado, no período de pré e pós enchimento do reservatório e resgate de fauna da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

Táxon	Frequência	N	SOROLOGIA - <i>T. cruzi</i>		
			Pré-enchimento	Resgate	Pós-enchimento
Didelphimorphia	<i>Caluromys philander</i>	6	0\0 (0%)	0\2 (0%)	2\2 (100%)
	<i>Cryptonanus agricolai</i>	3	0\2	0\0	0\0
	<i>Didelphis albiventris</i>	66	13\19 (68%)	2\2 (100%)	6\13 (46%)
	<i>Gracilinanus agilis</i>	50	3\8 (37%)	0\0 (0%)	2\21 (9%)
	<i>Marmosa murina</i>	40	1\6 (16%)	0\2 (0%)	4\9 (44%)
Sigmodontinae	<i>Calomys tener</i>	27	0\6 (0%)	0\0 (0%)	1\4 (25%)
	<i>Calomys expulsus</i>	7	0\1	0\0	0\1
	<i>Calomys</i> sp.	9	0\0	0\1	1\1
	<i>Cerradomys scotti</i>	2	0\0	0\0	0\1
	<i>Cerradomys marinhui</i>	10	1\1	0\0	0\2
	<i>Cerradomys</i> sp.	9	0\0	0\1	1\1
	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	33	1\6 (16%)	0\1 (0%)	3\5 (60%)
	<i>Necomys lasiurus</i>	25	2\4 (50%)	0\1 (0%)	1\7 (14%)
	<i>Nectomys rattus</i>	14	1\1	1\2	0\0
	<i>Oecomys bicolor</i>	14	0\4	0\0	0\1
	<i>Oligoryzomys fornesi</i>	16	0\1	0\0	0\1
	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	0\0	0\0	0\0
	<i>Oligoryzomys</i> sp.	6	0\0	1\1	0\0
Echimyinae	<i>Proechimys roberti</i>	15	0\0	0\0	0\0
Murinae	<i>Rattus rattus</i>	5	2\4	0\0	0\0
TOTAL ESPÉCIMES		358	24\63 (38%)	4\13 (30%)	21\69 (30%)
RIQUEZA		17			

Em relação à proporção de espécimes soropositivos para infecção por *T. cruzi* na área de influência da UHE Espora, foi observado que em marsupiais houve uma diminuição nesta proporção, ao contrário dos roedores onde observou-se um aumento de 4% (Figura 18), no entanto, as diferenças encontradas não foram estatisticamente significativas tanto para marsupiais ($t = -0,71$; $gl = 8$; $P > 0,05$) quanto para roedores ($t = 0,08$; $gl = 28$; $P > 0,05$).

Já em relação ao número de espécies com soropositividade para infecção por *T. cruzi*, foi observado o aumento de uma espécie infectada após o enchimento do reservatório para marsupiais, enquanto para roedores o número de espécies no pré e pós-enchimento foi o mesmo. (Figura 19).

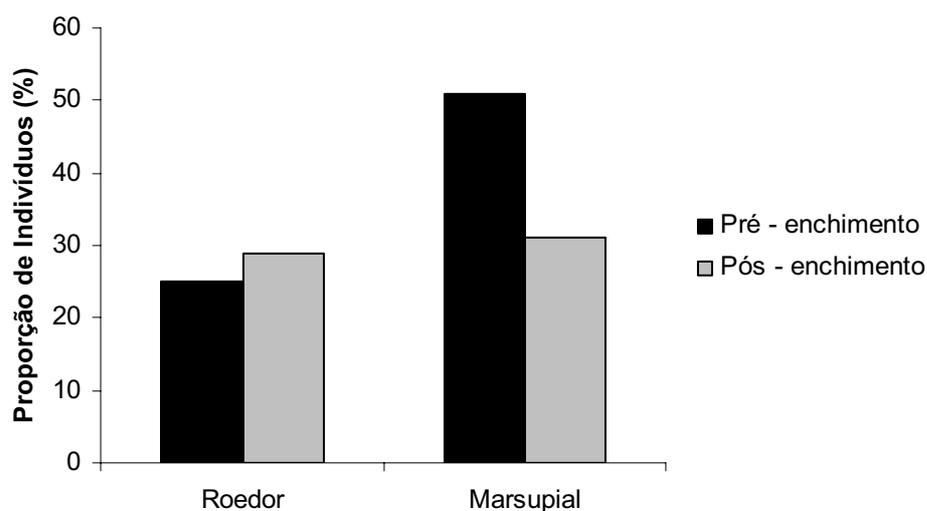


Figura 18. Proporção de espécimes com soropositividade para infecção por *T. cruzi* antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

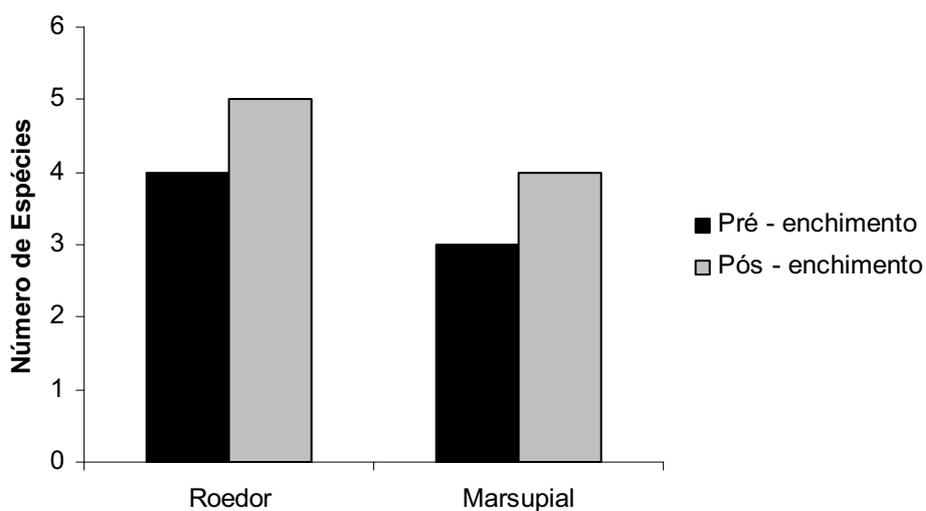


Figura 19. Número de espécies com soroprevalência positiva para *T. cruzi* antes e depois do enchimento do reservatório da UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

5.2.4.2. Detecção de infecção por *T. cruzi* através de hemocultivos antes e depois do enchimento do reservatório

Foram realizados 104 hemocultivos para pesquisa de *T. cruzi*, sendo que 10 foram positivos, abrangendo duas espécies, *H. megacephalus* e *D. albiventris* (Tabela 8).

Tabela 8. Resultados dos hemocultivos para infecção por *T. cruzi* em marsupiais capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

Táxon	Frequência	N	HEMOCULTIVO – <i>T. cruzi</i>		
			Pré-enchimento	Resgate	Pós-enchimento
Didelphimorphia	<i>Caluromys philander</i>	6	0\0	0\1	0\1
	<i>Cryptonanus agricolai</i>	3	0\2	0\0	0\0
	<i>Didelphis albiventris</i>	66	4\20 (20%)	1\6 (16%)	2\9 (22%)
	<i>Gracilinanus agilis</i>	50	0\7	0\1	0\13
	<i>Marmosa murina</i>	40	0\7	0\3	0\7
Sigmodontinae	<i>Calomys tener</i>	27	0\5	0\0	0\1
	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	33	3\7	0\1	0\4
	<i>Necromys lasiurus</i>	25	0\5	0\1	0\3

A\B = número de animais soropositivos em relação ao número de animais examinados

5.2.5. Taxa de infecção por hantavírus

Dos 193 roedores capturados em todo estudo, 26,4% foram testados quanto à soropositividade para hantavírus. De todas as análises realizadas, apenas dois espécimes de *R. rattus* estavam positivos (Tabela 9).

Tabela 9. Número de análises por espécie e resultados obtidos quanto à sorologia para hantavírus obtidos na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

Sub-família	Frequência	SOROLOGIA – Hantavirus		
		N	Análises	Resultado
Sigmodontinae	<i>Calomys tener</i>	27	10	--
	<i>Calomys expulsus</i>	7	3	--
	<i>Calomys</i> sp.	9	2	--
	<i>Cerradomys scotti</i>	2	1	--
	<i>Cerradomys marinhos</i>	10	4	--
	<i>Cerradomys</i> sp.	9	1	--
	<i>Hylaeamys megacephalus</i>	33	8	--
	<i>Necomys lasiurus</i>	25	9	--
	<i>Nectomys rattus</i>	14	1	--
	<i>Oecomys bicolor</i>	14	6	--
	<i>Oligoryzomys fornesi</i>	16	2	--
	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	--	--
	<i>Oligoryzomys</i> sp.	6	--	--
Echimyinae	<i>Proechimys roberti</i>	15	--	--
Murinae	<i>Rattus rattus</i>	5	4	2+
	TOTAL ESPÉCIMES	193	51	
	RIQUEZA	12		

5.3. Distribuição temporal de pequenos mamíferos

A distribuição temporal das três espécies mais abundantes de marsupiais, *D. albiventris*, *G. agilis* e *M. murina* está apresentada na Figura 20.

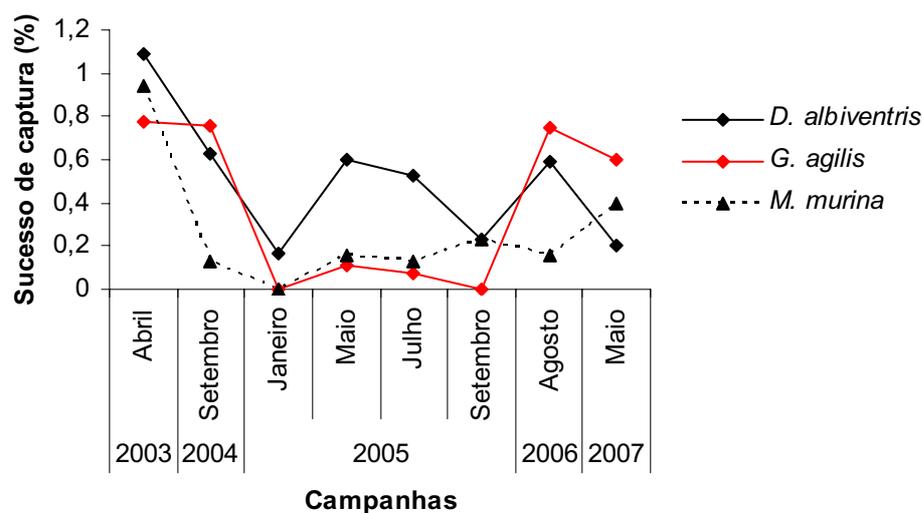


Figura 20. Distribuição temporal de *D. albiventris*, *G. agilis* e *M. murina* na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

As outras duas espécies de marsupiais catalogadas, *C. philander* e *C. agricolai*, apresentaram padrões antagônicos, sendo que o primeiro só obteve seu registro confirmado a partir da realização do resgate, mantendo o mesmo número de espécimes capturados nas campanhas pós-enchimento do reservatório. *C. agricolai* não obteve registro a partir da realização do resgate, mantendo sua ausência nas campanhas pós-enchimento do reservatório (Figura 21).

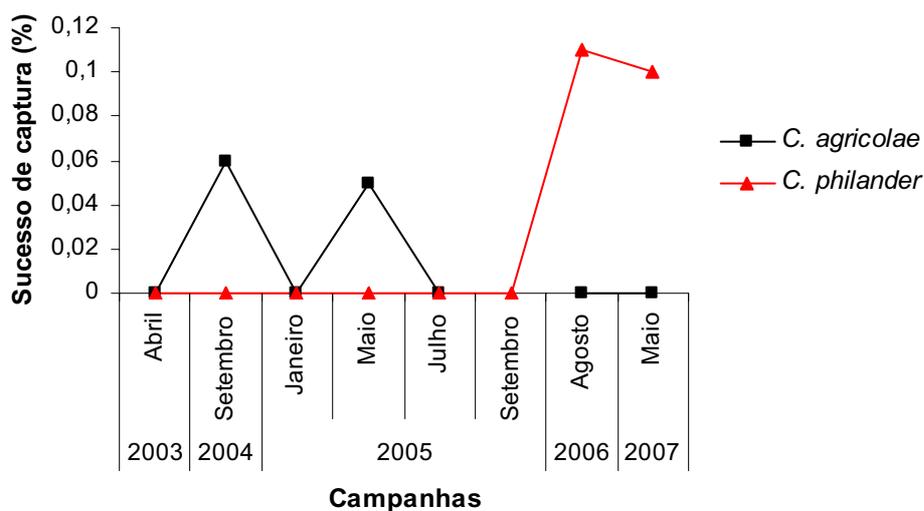


Figura 21. Distribuição temporal dos marsupiais *C. philander* e *C. agricolae*, capturados na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

As três espécies de roedores mais abundantes, *C. tener*, *H. megacephalus* e *N. lasiurus*, representando 44,04% de todos os roedores capturados apresentaram padrão de variação no tamanho populacional semelhantes. Entretanto, *H. megacephalus* teve uma diminuição ao longo das campanhas, enquanto que *N. lasiurus* obteve o maior número de espécimes capturados durante o resgate, mantendo nas campanhas pós-enchimento, um valor igual ou superior aos obtidos no período pré-enchimento do reservatório (Figura 22).

P. roberti e *O. nigripes* foram catalogados apenas na primeira campanha de captura (2003 – abril), com 15 e um espécime capturados, respectivamente.

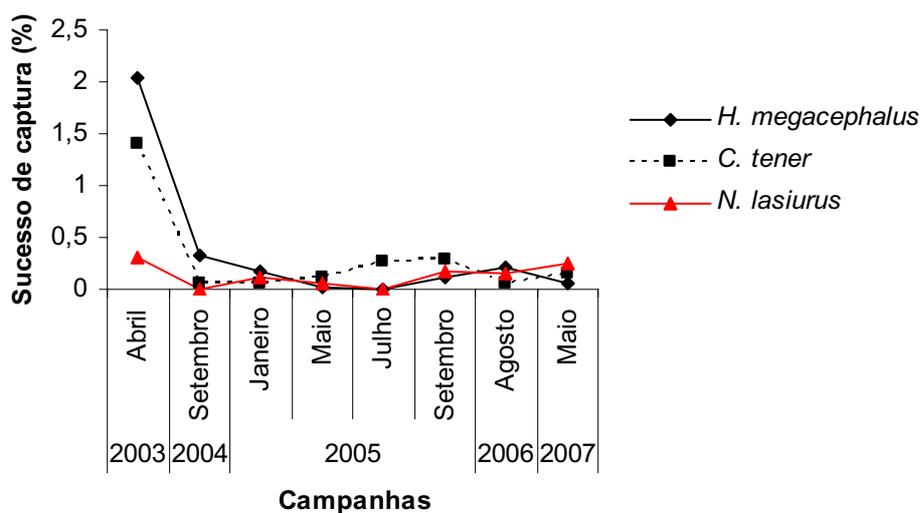


Figura 22. Roedores mais abundantes durante o estudo realizado na UHE Espora, Aporé – Go, no período entre 2003 e 2007.

5.4. Reprodução

De todas as espécies catalogadas, apenas em *D. albiventris* e *H. megacephalus* foi possível analisar os dados obtidos para reprodução, já que na maioria, poucos espécimes foram capturados apresentando indícios de atividade reprodutiva (Figura 23 e 24).

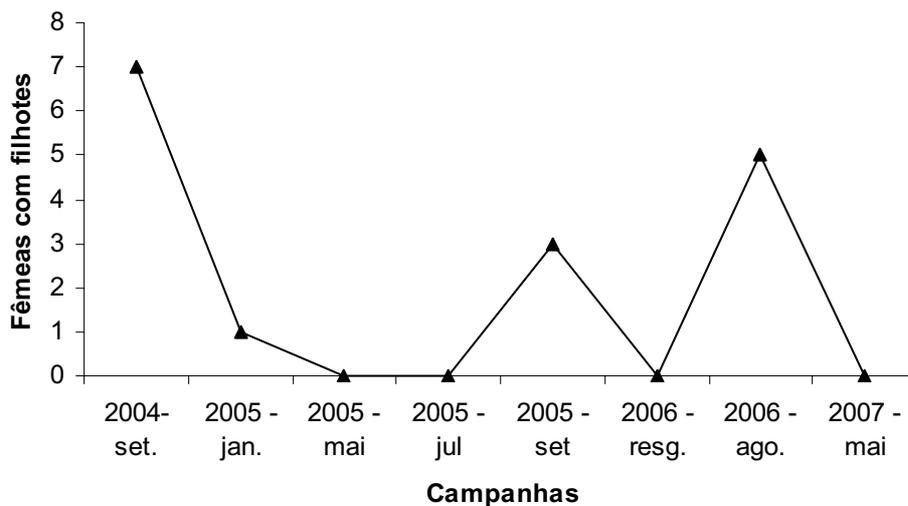


Figura 23. Número absoluto de fêmeas com filhotes de *D. albiventris* por campanha de captura na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

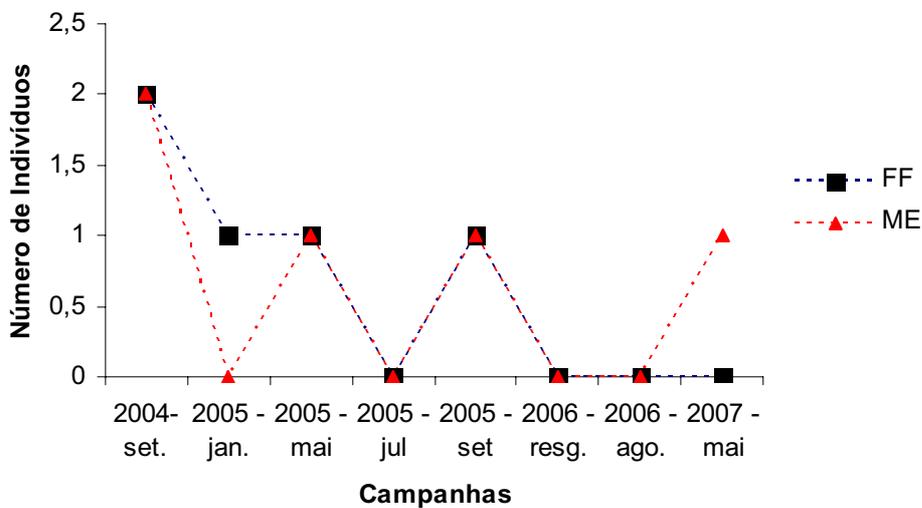


Figura 24. Número absoluto de fêmeas com filhotes (FF) e machos escrotados (ME) de *H. megacephalus* por campanha de captura na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

5.5. Avaliação das capturas segundo modelo de armadilhas utilizadas na UHE Espora, Aporé – GO.

Das 17 espécies catalogadas, 11 apresentaram os maiores números de captura para armadilhas do tipo Sherman. Entre as seis espécies mais abundantes, cinco obtiveram mais espécimes capturados por este modelo. *G. agilis* e *M. murina* foram as espécies que apresentaram maior disparidade entre capturas realizadas com armadilhas Sherman e os outros tipos utilizados (Figura 25).

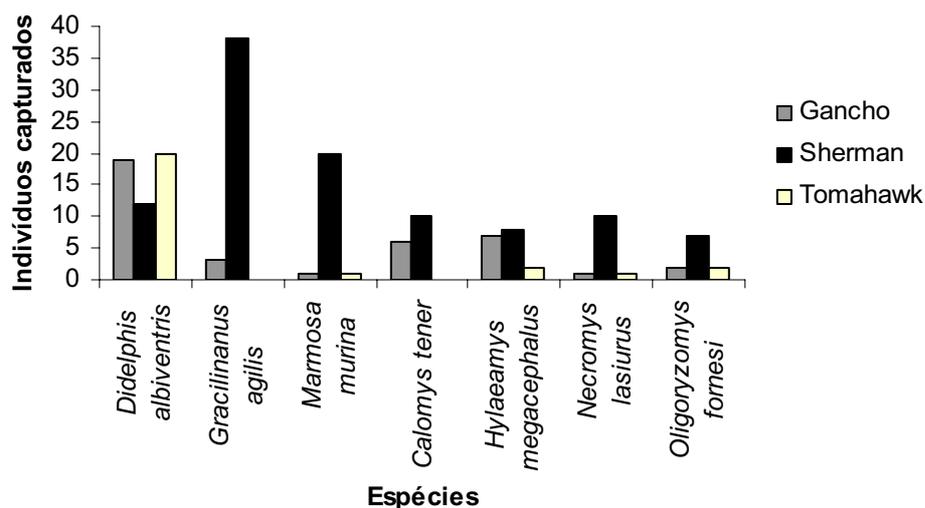


Figura 25. Sucesso de captura das seis espécies mais abundantes segundo o modelo de armadilhas utilizadas nas campanhas de captura na UHE Espora, Aporé – GO, no período entre 2003 e 2007.

6. DISCUSSÃO

6.1. Caracterização da fauna de Pequenos Mamíferos na área de influência da UHE Espora

A fauna de pequenos mamíferos tanto na região de estudo, quanto no restante do estado de Goiás é pouco conhecida, pois além do fato de extensas áreas nunca terem sido amostradas, a maioria dos trabalhos de levantamento de espécies foi baseada apenas em métodos clássicos de taxonomia morfológica, insuficientes para a identificação correta em nível específico para muitos gêneros de roedores (Bonvicino *et al.*, 2005). A utilização neste trabalho de técnicas citogenéticas complementares possibilitou a identificação de 17 espécies de pequenos mamíferos, inclusive de espécies crípticas congêneras e simpátricas de difícil distinção, como por exemplo, *Oligoryzomys nigripes* X *O. fornesi*, *Calomys tener* X *C. expulsus*, *Cerradomys scotti* X *C. marinhui*. Dessa maneira, os resultados aqui obtidos representam importante contribuição para o conhecimento do status taxonômico das espécies de pequenos mamíferos não voadores da região.

Considerando o estado geral de degradação da vegetação da região estudada, a riqueza de espécies de pequenos mamíferos observada (n = 17) foi bastante elevada quando comparada com outros estudos semelhantes, desenvolvidos em áreas de vegetação conservada do Cerrado: Mello (1977) – 8 espécies; Mello & Moojen (1979) – 26 espécies; Mello (1980) – 14 espécies; Vieira & Baumgarten (1995) – 8 espécies; Bonvicino *et al.* (2002) – 22 espécies; Vieira (2002) – 4 espécies; Bonvicino & Bezerra (2003) – 13 espécies; Bonvicino *et al.* (2005) – 19 espécies. Johnson *et al.* (1999) apresentou um inventário geral para o Cerrado listando 54 espécies, entretanto, esta revisão reuniu vários

trabalhos publicados na literatura, realizados em diversas áreas do cerrado, o que explica a enorme diversidade de espécies apresentada pelo autor.

O número superior de roedores coletados, tanto em número de espécies quanto em número de espécimes está de acordo com o esperado, já que na ordem Rodentia há 235 espécies catalogadas para o território brasileiro, enquanto que na ordem Didelphimorphia são catalogadas apenas 92 espécies (Reis *et al.*, 2006). A superioridade numérica de roedores (número absoluto de espécimes) em relação aos marsupiais pode ser também explicada por diferenças marcantes em suas estratégias reprodutivas, pois enquanto os marsupiais apresentam em geral reprodução sazonal bem definida, a maioria das espécies de roedores reproduz em todas as estações do ano (Reis *et al.*, 2006), como é o caso do gênero *Calomys*, que possui uma alta taxa de reprodução durante o ano todo, mesmo em períodos prolongados de escassez de água (neste estudo, *C. tener* foi a segunda espécie mais abundante entre os roedores).

A presença marcante de *D. albiventris* tanto em termos de abundância relativa (66 espécimes) como na frequência de ocorrência (C= 100%), deve-se à grande capacidade de esta espécie se adaptar a ambientes antropizados e peridomiciliares, sendo freqüentemente relacionada à predação de aves doméstica e utilização de lixo humano como recurso alimentar (Cabrera & Yepes, 1960). Sua superioridade em número de indivíduos coletados pode também ser explicada por outros fatores, como: ser uma espécie frugívora-onívora, segundo Fonseca *et al.* (1996), ter alta longevidade, produzir 2 a 3 ninhadas por período reprodutivo, com vários filhotes por gestação - quatro a 14 de acordo com Reis *et al.* (2006), estar no topo de cadeia alimentar entre os pequenos mamíferos, alimentando-se até mesmo de roedores e aves de pequeno porte, como citado

por Lange & Jablonski, (1998), e beneficiar-se da extinção ou drástica diminuição dos seus predadores naturais (felinos e outros carnívoros) em ambientes degradados.

O alcance da assíntota na curva do coletor demonstra que o esforço de captura das campanhas somado ao resgate de fauna durante o enchimento do reservatório foi suficiente para detectar a grande maioria das espécies presentes na área de estudo. O sucesso de captura geral obtido (2,96%) enquadra-se no padrão alcançado na maioria dos estudos, variando normalmente entre 2% e 3%. Entretanto, na campanha de abril de 2003 foi obtido um sucesso de captura com alta disparidade em relação aos valores obtidos nas outras campanhas, ou mesmo em relação a maioria dos trabalhos já realizados, sendo alcançado 11,4%. Este resultado pode ser atribuído ao período de coleta, já que esta campanha foi realizada no final do período chuvoso, sendo este um período abundante em alimentos e conseqüentemente favorável para explosão de populações (observação pessoal) e em função da maior variedade de habitats amostrados, pois além das formações de Cerrado, foi possível coletar-se em Mata Ciliar bem preservada, já que no início do empreendimento estas áreas não tinham sido ainda desflorestadas. Este tipo de habitat é o mais impactado, já que ocorre às margens dos rios e córregos, sendo as primeiras áreas a serem desflorestadas ou inundadas. *P. roberti* e *O. nigripes* foram catalogados apenas nesta primeira campanha de captura (2003 – abril), com 15 e um espécimes capturados, respectivamente. A ausência destas espécies nas campanhas posteriores pode estar relacionada à remoção completa da área específica onde foram amostradas, caracterizada como de Mata Ciliar, sendo que nas campanhas posteriores não

foram amostrados habitats com características semelhantes, podendo ter ocorrido conseqüentemente a extinção local destas espécies.

Todas as espécies catalogadas neste estudo já foram citadas para Goiás, segundo pesquisa em (Reis *et al.*, 2006).

C. philander é citado como quase ameaçado na lista da IUCN (2006) e considerado com dados insuficientes no estado do Paraná (Margarido & Braga, 2004).

N. lasiurus e *D. albiventris* são consideradas espécies muito comuns e geralmente abundantes em todo o bioma Cerrado (Fonseca *et al.*, 1996).

Silva Jr. (2005) realizou estudos sobre a Fauna de Vertebrados do Vale do Alto Rio Tocantins em Áreas de Usinas Hidrelétricas no norte do estado de Goiás, Brasil. Das 21 espécies de pequenos roedores e 13 de marsupiais contidas no *checklist* geral da fauna de vertebrados, não foram catalogadas as seguintes espécies identificadas no estudo na UHE Espora: *O. fornesi*; *O. nigripes*; *C. scotti*; *C. marinhui*; *C. expulsus*; *N. rattus* e *C. agricolai*.

Alho (2003) avaliou o possível efeito de adensamento de populações de roedores e marsupiais, induzido pelo enchimento do reservatório do APM Manso, Chapada dos Guimarães – MT, Brasil. Com um esforço de 8.432 armadilhas/noite foram obtidas 166 capturas de pequenos mamíferos sendo obtida uma riqueza de 12 espécies. Não foram catalogadas neste estudo: *D. albiventris*; *C. agricolai*; *C. philander*; *M. murina*; *O. fornesi*; *C. scotti*; *C. marinhui*; *C. expulsus*; *C. tener*; *N. rattus*; *P. roberti*; *O. bicolor*; *H. megacephalus* e *R. rattus*.

Alho (2000), em estudo da Fauna Silvestre da Região do Rio Manso – MT, Brasil, elaborou uma lista de espécies de mamíferos registradas na área de influência da APM Manso e entorno. Das espécies listadas não esteve presente

neste estudo: *C. agricolai*; *O. fornesi*; *C. scotti*; *C. marinhui*; *C. expulsus*; *C. tener*; *N. rattus*; *P. roberti*; *H. megacephalus* e *R. rattus*.

De acordo com os estudos supracitados e com demais estudos realizados no Cerrado, pode-se observar que apesar de a fauna de pequenos mamíferos catalogada para a área de influência da UHE Espora ter citações para Goiás, e ser considerada comum para o Cerrado, estas espécies não têm sido comumente catalogadas em outros trabalhos, destacando portanto a importância da realização deste estudo no que diz respeito à caracterização da fauna de pequenos mamíferos para o Estado de Goiás e Cerrado.

6.2. Considerações sobre os resultados obtidos Antes e Depois do enchimento do reservatório

Segundo Ferrete *et al.* (2004), a construção de uma usina hidrelétrica, como qualquer outra atividade humana pode provocar impactos ao ambiente e à fauna em diferentes níveis, dependendo do tamanho do empreendimento. Quadros (2003), por exemplo, verificou que a distribuição das lontras ao longo do rio Iguaçu e afluentes, no trecho do reservatório da Usina Hidrelétrica de Salto Caxias, comparada entre a fase pré e pós-enchimento mostrou alterações significativas. A maioria dos parâmetros quantitativos de avaliação da presença e atividade das lontras analisados apresentaram redução no pós-enchimento. Bértoli & Moitinho (2001) verificou o surgimento e aumento no número de casos de malária a partir de 1986, inclusive autóctones, na região circunvizinha ao lago da hidrelétrica de Itaipu. Entre os fatores de risco responsáveis pelos casos de malária na região de Itaipu está o desenvolvimento de criadouros de anofelinos, favorecido pela formação do lago de Itaipu.

A simples entrada do homem no ambiente silvestre e seu maior contato com ciclos de transmissão já estabelecidos entre animais silvestres e seus parasitas, muitas vezes capazes de infectar e causar doenças humanas, pode também resultar na emergência ou re-emergência de zoonoses. Mills (2006) ressalta que a perda de biodiversidade é uma das principais questões ligadas à emergência ou re-emergência de novas doenças infecciosas.

A hantavirose e a doença de chagas são exemplos clássicos de emergência e re-emergência de doenças infecciosas, respectivamente, devido a alterações ambientais provocadas por ações antrópicas.

A emergência da hantavirose, desconhecida até a década de 90 nas Américas, está intrinsecamente ligada a essas alterações ambientais que favorecem espécies de roedores silvestres mais competentes, principalmente sigmodontíneos, para a transmissão dos vírus. Esta competência é caracterizada principalmente em função das altas densidades populacionais que estes roedores podem atingir, provocadas geralmente pela mudança do habitat e maior oferta de alimentos. O aumento da densidade pode gerar uma maior porcentagem de espécimes infectados e maior dispersão dos roedores para o peridomicílio e áreas rurais, aumentando, dessa forma, as chances de contato com o homem e por consequência levando a um maior risco de transmissão da virose.

A inversão de predominância na proporção de espécimes de roedores e marsupiais (ou seja, maior proporção de marsupiais no período pós-enchimento), sugere uma possibilidade de impacto da construção da hidrelétrica sobre a densidade de algumas populações e na estruturação da comunidade de pequenos mamíferos da área de influência do empreendimento. Entretanto, a manutenção da riqueza de espécies identificada antes e depois do enchimento do

reservatório indica não terem ocorrido alterações substanciais na composição da comunidade de pequenos mamíferos na área estudada após a construção da barragem.

Considerando seu potencial como reservatório de hantavírus em áreas de Cerrado no Brasil, é importante apontar que *N. lasiurus* obteve o maior número de espécimes capturados durante o resgate, mantendo nas campanhas pós-enchimento, um valor igual ou superior aos obtidos no período pré-enchimento do reservatório. Entretanto, não se observou tendência a picos populacionais ou mesmo tendência a adensamentos substanciais desta espécie até o período de 12 meses após a formação do reservatório.

Os surtos de infecções por hantavírus podem também estar associados a mudanças na estrutura demográfica das populações dos roedores, decorrentes de causas naturais ou de ações antrópicas no meio. Por exemplo, um desequilíbrio na proporção sexual tendenciado para machos pode ser um fator importante do ponto de vista epidemiológico, já que uma população com um número maior de machos pode favorecer as chances de transmissão intra-populacional dos hantavírus, em função do aumento de comportamentos agonísticos entre os mesmos, segundo Mills & Childs (1998), e conseqüentemente maiores chances do contato do homem com espécimes infectados. Entre as espécies de roedores mais abundantes, apenas em *N. lasiurus* foram observadas diferenças estatísticas entre a proporção de machos e fêmeas no período de pós-enchimento.

Apesar de ter sido observado um pequeno aumento na abundância de *N. lasiurus* e alterações na proporção sexual desta espécie, a partir do período de resgate de fauna, a não ocorrência de picos populacionais extremos e a

manutenção da ausência de infecção por hantavírus para todos espécimes testados, descartou-se a possibilidade de aumento do risco de emergência da hantavirose na área de estudo, no período pós-enchimento da barragem. Entretanto, considerando a natureza dinâmica destes parâmetros populacionais e parasitológicos, torna-se imperativa a manutenção em longo prazo da vigilância epidemiológica dessas áreas impactadas, a fim de se detectar possíveis alterações nos padrões observados. O monitoramento desses parâmetros podem fornecer ferramentas importantes na previsão e controle de surtos da hantavirose entre a população humana da região.

Entre todos os exames sorológicos realizados para avaliar a infecção por hantavírus, apenas dois espécimes de *R. rattus* foram detectados como soropositivos. Estes espécimes foram coletados na mesma campanha (2005 – setembro) em área peridomiciliar, próximo a uma sede de Fazenda. Não foi possível tipificar o vírus presente nestes espécimes, porém, diversos estudos associam o vírus *Seoul* ao gênero *Rattus* sp., sendo este o principal tipo de hantavírus causador da Febre Hemorrágica com Síndrome Renal (FHSR) nos continentes Europeu e Asiático. Apesar da alta incidência, essa hantavirose apresenta baixa taxa de letalidade (cerca de 2%) (Ferreira, 2003). No Brasil, evidências sorológicas da circulação do vírus *Seoul* foram comprovadas em Recife – PE em pacientes com suspeita inicial de leptospirose (Ferreira, 2003). Iversson (1990) obteve o isolamento do *Hantavirus* em *Rattus norvegicus* capturados em Belém, Pará, em 1981/1983. Entretanto, até o momento, não foi notificada nenhuma ocorrência de óbito humano por hantavírus causada pela FHSR no Brasil.

Apesar dos hantavírus do Continente Sul Americano possuírem como reservatórios espécies silvestres da subfamília Sigmodontinae, os resultados soro-positivos para os dois espécimes de *R. rattus* são de grande relevância epidemiológica, pois *R. rattus* é uma espécie sinantrópica e muito comum e abundante em áreas peri e intradomiciliares. A continuidade dos estudos para tipificação molecular dos vírus deve ser considerada visando ao entendimento da complexidade de sua transmissão entre as espécies silvestres e domésticas de roedores da região.

Com relação às taxas gerais de infecção para *T. cruzi*, não foram observadas diferenças estatísticas nos padrões observados antes e depois da conclusão do empreendimento quanto à soro-prevalência. Para o período pré e pós-enchimento do reservatório, observou-se, respectivamente, prevalências totais de 38% e 30% (entre 63 e 69 animais analisados respectivamente). Entre as espécies detectadas soropositivas também não foram observadas alterações relevantes.

Segundo Jansen (2007), apesar de a transmissão vetorial da Doença de Chagas estar controlada em praticamente todas as regiões do país, casos de re-emergência da doença por transmissão oral têm sido registrados, principalmente pelo consumo de suco de açaí, proveniente de áreas onde se observa a substituição da Floresta Amazônica original por densas monoculturas das palmeiras produtoras desta fruta (Barbosa, 2006). Este panorama indica que a transmissão entre animais silvestres continua ativa naquelas áreas. Na região da UHE Espora, os resultados obtidos nos testes sorológicos para infecção por *T. cruzi*, demonstraram a ocorrência de tais ciclos na área, já que das 17 espécies testadas, 12 apresentaram pelo menos um espécime soro-positivo. Vale ressaltar

que foi detectada soro-positividade por *T. cruzi* em todas as espécies de marsupiais catalogadas na área de estudo.

Em relação aos exames por hemocultivos, apenas duas espécies estavam positivas, *D. albivetrus* e *H. megacephalus*. Estes resultados sugerem a importância dessas duas espécies na manutenção da transmissão de *T. cruzi* no meio silvestre, e seu potencial como espécies reservatórias para a transmissão do parasita ao homem, já que esses resultados demonstram a presença do parasita circulante no sangue desses animais. Entretanto, *H. megacephalus*, apesar de ter apresentado três espécimes com hemocultivos positivos para a infecção por *T. cruzi* no período pré-enchimento, não apresentou nenhum espécime infectado no período pós-enchimento. Outro fator atenuante em relação à competência de *H. megacephalus* como reservatório da doença de Chagas, é que apesar de ser uma espécie comum em praticamente todas as áreas de Cerrado no Brasil, não há na literatura relatos de explosões populacionais, ou mesmo adensamentos desta espécie em áreas peri-domésticas ou rurais.

Os marsupiais, em especial do gênero *Didelphis*, têm sido freqüentemente apontados como espécies competentes para manutenção de *T. cruzi* na natureza, bem como importantes reservatórios na transmissão do parasita para as populações humanas, em muitas regiões do país (Roque *et al.*, 2005). Na área de estudo, não foram observadas alterações populacionais para *D. albiventrus*, no período pós-enchimento. Ainda entre os marsupiais, *C. philander* só foi catalogado a partir do resgate de fauna durante o enchimento do reservatório, mantendo indivíduos nas coletas no período pós-enchimento; e *C. agricolai* detectados em campanhas anteriores ao enchimento do reservatório, desapareceu no período de pós-enchimento.

A proporção entre machos e fêmeas observadas nas espécies de marsupiais permaneceu semelhante para antes e depois do enchimento do reservatório. Apenas em *M. murina* e *G. agilis* foram observadas diferenças estatísticas entre a proporção de machos e fêmeas no período de pós-enchimento, quando comparado com o período pré-enchimento. Diferente do ciclo de transmissão dos hantavírus, não na literatura, até o momento, dados sobre a relação da competência na dinâmica de transmissão do *T. cruzi* e o sexo dos animais.

O não favorecimento das espécies mais competentes para a transmissão do *T. cruzi* na área (*D. albiventris* e *H. megacephalus*), as baixas taxas de infecção, principalmente nos exames de hemocultivos e a manutenção da diversidade de espécies, após a conclusão do empreendimento, sugerem que existe uma pequena possibilidade de re-emergência da doença de Chagas na região devido a impactos decorrentes da construção da UHE Espora.

6.3. Considerações metodológicas para análise de impacto ambiental em empreendimentos hidrelétricos

As modificações ambientais provocadas pelo homem têm grande importância em relação à perturbação dos ecossistemas naturais e dos ciclos de transmissão de zoonoses, portanto, alterações ambientais significativas necessitam ser acompanhadas tanto do ponto de vista dos impactos ecológicos como dos impactos epidemiológicos. O monitoramento do ciclo silvestre de transmissão de parasitas nas áreas onde ocorrerão atividades antrópicas de grande porte deve ser implementado para se poder prever e propiciar a tomada de decisões preventivas e profiláticas frente a alterações ambientais que possam ocasionar casos de infecções humanas, e conseqüentemente, a possível emergência e re-

emergência de doenças. Para avaliar os impactos gerados em função da construção de empreendimentos hidrelétricos, o monitoramento deve ser iniciado antes mesmo do início das atividades de implantação da obra e ter continuidade no período de pós-enchimento do reservatório, para assim, poder comparar os dados obtidos nos períodos pré e pós-enchimento do reservatório.

A correta identificação das espécies é essencial para poder avaliar e atribuir corretamente possíveis impactos ecológicos e epidemiológicos sobre as populações animais. Para a identificação taxonômica, além da utilização de métodos clássicos com base na morfologia, é de fundamental importância a utilização de técnicas alternativas complementares, como a cariotipagem, bem como métodos moleculares mais complexos. .

Para a detecção de circulação de agentes patogênicos de importância na saúde humana entre as populações animais estudadas, é necessária a utilização de técnicas sorológicas para a detecção desses agentes, bem como técnicas que permitam a caracterização biológica e molecular precisa das linhagens e cepas de ocorrência nas áreas de estudo.

É também de fundamental importância a correta escolha dos grupos de animais-alvos que sejam adequados como modelos de estudo e bio-indicadores dos impactos que se quer avaliar em cada região. Para estes animais, estudos completos sobre a sua ecologia, biologia reprodutiva, dinâmica de populações, estrutura das comunidades e de seu parasitismo devem ser realizados em termos de longo prazo.

Todos esses parâmetros deverão ser estudados e monitorados para os períodos pré e pós-enchimento dos reservatórios.

7. CONCLUSÕES

- Os parâmetros demográficos avaliados até o período de 12 meses após a formação do reservatório indicam que a construção da UHE Espora resultou em baixo impacto na estrutura da comunidade de pequenos mamíferos e na dinâmica das populações das espécies presentes na área de influência do empreendimento.

- A manutenção das baixas taxas de infecção por hantavírus e *Trypanosoma cruzi* entre os potenciais reservatórios presentes na área do empreendimento indicam que a construção da UHE Espora não alterou significativamente a dinâmica de transmissão silvestre destes agentes patogênicos na comunidade de pequenos mamíferos estudada, no período de 12 meses pós-enchimento do reservatório.

- Considerando os parâmetros ecológicos e parasitológicos avaliados na comunidade de pequenos mamíferos, sugere-se que exista uma baixa probabilidade de emergência da hantavirose e da doença de Chagas, em curto prazo, na área sob influência do reservatório da UHE Espora.

- Estudos de monitoramento de longo prazo sobre a dinâmica de populações, taxas de infecção de agentes etiológicos causadores de zoonoses e sobre a estrutura da comunidade de pequenos mamíferos silvestres devem ser realizados como ferramenta de avaliação do risco de emergência de zoonoses na implantação de empreendimentos hidrelétricos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agnew, P.; Koella, J.C. & Michalakis, Y. (2000). *Host Life History Responses To Parasitism*. *Microbes and Infect* 2: 891-896.
- Alho, C. J. R. (2003). *Conservação da Biodiversidade da Bacia do Alto Paraguai*. UNIDERP. Campo Grande.
- Alho, C. J. R.; Conceição, P. N.; Constantino, R.; Schlemmermeyer, T.; Strüssmann, C.; Vasconcellos, L. A. S.; Oliveira, D. M. M. & Schneider, M. (2000). *Fauna Silvestre da Região do rio Manso- MT*. Ministério do Meio Ambiente. Centrais Elétricas do Norte do Brasil. Edições IBAMA, Brasília, DF.
- Barbosa, P. R. B. (2006). *The oral transmission of Chagas' disease: Na acute form of infection responsible for regional outbreaks*. *Int. J. Cardiol.*
- Barros, M. A.; Reig, O.A. & Perez-Zapata, A. (1992). *Cytogenetics and Karyosystematics of South American Oryzomyine Rodents (Cricetidae: Sigmodontinae) - IV. Karyotypes of Venezuelan, Trinidadian, and argentinian water rats of the genus Nectomys*. *Cytogenetics and Cell Genetics* 59: 34-38.
- Bértoli, M. & Moitinho, M. L. R. (2001). *Malária no Estado do Paraná, Brasil*. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. Vol. 34 n.1.
- Bisbal, E.F.J. (1986). *Food Habitats Of Some Neotropical Carnivores in Venezuela (Mammalia, Carnivora)*. *Mammalia*. 50(3):330-339.
- Bonvicino, C. R; Lemos, B.; & Weksler M. (2005). *Small Mammals of Chapada dos Veadeiros National Park (Cerrado of Central Brazil). Ecologic, Karyologic and Taxonomic Considerations*. *Braz. J. Biol.* 65(3): 395-406.

- Bonvicino, C. R. & Bezerra, A. M. R. (2003). *Use of Regurgitated Pellets of Barn Owl (Tyto alba) for Inventorying Small mammals in the Cerrado of Central Brazil*. Stud. Neotrop. Fauna Environ. 38(1): 1-5.
- Bonvicino, C. R.; Lindbergh, S. M. & Maroja, L. S. (2002). *Small Non-Flying Mammal from Conserved and Altered Areas of Atlantic Forest and Cerrado: Comments on Their Potential Use for Monitoring Environment*. Braz. J. Biol. 62(4B):765-774.
- Bonvicino, C. R.; D'Andrea, P. S.; Cerqueira, R. & Seuanez, H. N. (1996). *The Chromosomes of Nectomys (Rodentia, Cricetidae) with 2n=52, 2n=56, and interspecific Hybrids (2n=54)*. Cytogenetics and Cell Genetics 73: 190-193.
- Cabrera, A. & Yepes, J. (1960). *Mamíferos Sud Americanos. Vida, Costumbres y Descripción*. 2. ed. Buenos Aires: Ed. Comp. Argent. 370 p.
- Camargo, M. E. (1966). *Fluorescent antibody test for the serodiagnoses of American Trypanosomiasis. Technical Modification Employing Preserved Culture Forms of Trypanosoma cruzi in a Slide Test*. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo 8: 227-234.
- Cleaveland, S.; Laurenson, M. K. & Taylor, L. H. (2001). *Diseases of Humans and their Domestic Animals: pathogen characteristics, host range and the risk of emergence*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B 356: 991-999.
- Consolim, J. L. E. & Torres, P. B. (1990). *Flebótomos da Área do Reservatório da Hidrelétrica de Itaipu, Estado do Paraná, Brasil (Díptera, Psychodidae)*. Cad. Saúde Pública 6(1):86-89.
- Dajoz, R. (1983). *Ecologia Geral*. Petrópolis, Ed. Vozes.

- D'Andrea, P. S.; Jansen, A. M. & Oliveira, F. C. G. (2005). *Levantamento Faunístico e Diagnóstico da Infecção por Trypanosoma cruzi e Hantavirus em pequenos mamíferos não voadores na área de influência da AHE Corumbá III*. Relatório Técnico.
- Deem, S.L.; Kilbourn, A. M.; Wolfe, N. D.; Cook, R. A. & Karesh, W. B. (2000). *Conservation Medicine*. Annals of the New York Academy of Sciences 916: 370-377.
- Elkhoury, M. R.; Teixeira, K. G. & Barbosa, N. P. (2004). *Informe técnico no. 3. Secretaria de Vigilância em Saúde – Ministério da Saúde*. pp4.
- Emdagro. (1996). *Informações sobre os surtos de raiva no Estado de Sergipe no período de 1993-1996*. Empresa de Desenvolvimento Agropecuário de Sergipe.
- Emmons, L. H. (1987). *Comparative feeding ecology of felids in a neotropical rains forest*. Behav. Ecol. Sociobiol. 20: 271-283.
- Fayer, R. (2000). *Global change and emerging infectious diseases*. The Journal of Parasitology 86: 1174-1181.
- Ferreira, M. S. (2003). *Hantavírus*. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 36(1):81-96.
- Ferrete, J. A.; Lemos, J. C. & Lima, S. C. (2004). *Lagos artificiais e os fatores condicionantes e determinantes no processo saúde – doença*. Caminhos de Geografia 5(13) 187-200.
- Ferro, C.L. (2006). *Estudos sobre a fauna de pequenos mamíferos e suas taxas de infecção por Hantavirus e Trypanosoma cruzi na área da UHE Espora, GO*. Monografia não publicada, Instituto de Biociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro 64p.

- Flavigna-Guilherme, A. L.; Silva, A. M.; Guilherme, E. V. & Morais, D. L. (2005) *Retrospective study of Malaria Prevalence and Anopholes Genus in the área of influencia of the binational Itaipu reservoir*. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo 47 (2): 81-86.
- Fonseca, G. A. B.; Herrmann, G.; Leite, Y. L. R.; Mittermeir, R. A.; Rylands, A. B. & Patton J. L. (1996). *Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil*. Occas. Pap. Conserv. Biol. 4:1-38.
- Gastal, M. L. A. (1997). *Ecologia de Comunidades de Pequenos Mamíferos em Matas de Galeria de Brasília, DF*. Tese de Doutorado, Instituto de Ciências da Universidade de Brasília, Brasília, DF 123p.
- Gordis, L. (2000). *Epidemiology*. Pennsylvania, PA: W.B.Saunders.
- Greenberg, R. S. (2001). *Medical epidemiology*. 3 ed. New York: McGrawHillCo.
- Grenfell, B. T. & Gulland, F. M. D. (1995). *Ecological impact of parasitism on wildlife host populations*. Parasitology 111: 3-14.
- Hayward, G. F. & Phillipson, J. (1979). *Community Sructure and Functional Role of Small Mammals in Ecosystems*. In: Stoddart, D. M. (Ed.). Ecology of small mammals. London: Chapman and Hall. p. 135-211.
- Iversson, L. B (1990). *Infecção humana por Hantavirus no Brasil*. Tese apresentada a Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública. Departamento de Epidemiologia para obtenção do grau de Professor Livre Docente.
- Jansen, A. M.; D'Andrea, P. S.; Roque, A. L. R.; Rocha, M. G. & Duarte, A. C. M. (2007). *Avaliação epidemiológica do ciclo de transmissão do Trypanosoma cruzi entre animais silvestres, sinantrópicos e domésticos na localidade de*

Panacauera, município de Abaetetuba/PA: Levantamento faunístico e diagnóstico da infecção. Relatório de Atividades. Fundação Oswaldo Cruz.

Jansen, A. M.; Pinho, A. P.; Lisboa, C.V.; Cupolillo, E.; Mangia, R. H. & Fernandes, O. (1999) *The Sylvatic Cycle of Trypanosoma cruzi: A still Unsolved Puzzle.* Mem. Inst. Oswaldo Cruz 94:203-206.

Jansen, A. M.; Moriearty, P. L.; Galvão-Castro, B. & Deane, M. P. (1985). *Detection of antibodies in opossums (Didelphis marsupialis) by an indirect immunofluorescence assay (IFA).* Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 79 (4): 85-90.

Johnson, M. A.; Saraiva, P. M. E. & Coelho, D. (1999). *O Papel das Matas de Galeria na distribuição dos Mamíferos do Cerrado.* Rev. Bras. Biol. 59(3): 421-427.

Junk, W. J. (1996). *Os recursos hídricos da Amazônia.* In: Pavan, C., organizador. Uma estratégia latino-americana para a Amazônia 3. Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Brasília.

Kessing, F.; Holt, R. D. & Ostfeld, R. S. (2006). *Effects of species diversity on disease risk.* Ecol. Lett. 9:485-498.

Koella, J. C.; Agnew, P. & Michalakis, Y. (1998). *Coevolutionary interactions between host life histories and parasite life cycles.* Parasitology 116: 47-55.

Konecny, M. J.(1989). *Movement Patterns and food habits of four sympatric carnivore species in Belize, Central America.* Advances in Neotropical Mammology. Brill, Leiden, pp 243-264.

Kruse, H; Kirkemo, A. M. & Handeland, K. (2004). *Wildlife as source of zoonotic infections.* Emerging Infectious Diseases 10(12): 2067-2072.

- Lange, R. B. & Jablonski, E. (1998). *Mammalia do Estado do Paraná, Marsupialia*. Estudos de Biologia. V. 43, n. espec., p. 15-224.
- Ludwig, J. A & Reynolds, J. F. 1988. *Statistical ecology: a primer on methods and computins*. John Wiley & Sons, New York.
- Macedo, A. M.; Machado, C. R.; Oliveira, R. P. & Pena, S. D. J. (2004), *Trypanosoma cruzi: Genetic structure of populations and relevance of genetic variability to the pathogenesis of Chagas Diseases*. Mem. Inst. Oswaldo Cruz 99 (1): 1-12.
- Mello, D.A. (1977). *Observações preliminares sobre a ecologia de algumas espécies de roedores do cerrado, município de Formosa, Goiás, Brasil*. Rev. bras. Pesq. Med. Biol. 10:39-44.
- Mello, D. A. & Moojen, L. E. (1979). *Nota sobre uma coleção de roedores e marsupiais de algumas regiões do cerrado do Brasil Central*. Rev. bras. Pesq. Med. Biol. 12:287-91.
- Mello, D. A. (1980). *Estudo Populacional de Algumas Espécies de Roedores do Cerrado (Norte do Município de Formosa, Goiás)*. Ver. Bras. Biol. 40(4):843-860.
- Mendes, W. S.; Silva, A. A. M.; Aragão, L. F. C.; Aragão, N. J. L.; Raposo, M. L., Elkhoury, M. R.; Suzuki, A.; Ferreira, I. B.; Sousa, L. T. & Pannuti, C. S. (2004). *Hantavirus infection in Anajatuba, Maranhão, Brazil*. Emerging Infectious Diseases. Vol. 10 N. 8.
- Mills. J. N. & Childs, J. E. (1998). *Ecologic studies of rodent reservoirs: their relevance of human health*. Emerging Infectious Diseases 4, 529-537.
- Mills, J. N. (2006). *Biodiversity Loss and Emerging Infectious Disease: Na Example from the rodent-borne Hemorrhagic fevers*. Biodiversity 7(1).

- Müller, A.C. (1995). *Hidrelétricas, Meio Ambiente e Desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books.
- Padula, P.; Rossi, C.; Della Valle, M.; Martinez, P. V.; Colavecchia, S. B. & Edelstein, A. (2000). *Development and evolution of a solid phase enzyme immunoassay base on Andes hantavirus recombinant nucleoprotein*. J. Med. Microbiol 49:149-155.
- Pereira, L.E.; Ferreira, K. B.; Souza, R. P.; Suzuki, A.; Souza, L. T. M. & Katz, G. (1998). *Serological research of rodents (Muridae, Sigmodontinae) infected by hantavirus in the State of São Paulo, Brazil*. In Xth National Meeting of Virology, Journal of The Brazilian Society for Virology, São Lourenço, MG, Brasil, p.42-43.
- Pinho, A. P.; Cupolillo, E.; Mangia, R. H. R.; Fernandes, O. & Jansen, A. M. (2000). *Trypanosoma cruzi in the Sylvatic Environment: Distinct Transmission Cycles Involving Two Sympatric Marsupials*. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 94: 1-6.
- Pinto, D. J. C. (2000). Epidemiologia. In: Brener, Z.; Andrade, Z. Barral-Netto, M. (Eds.), *Trypanosoma cruzi e Doença de Chagas*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brazil, pp. 48-74.
- Quadros, J. (2003). *Distribuição Espacial da Lontra Neotropical (Lontra longicaudis) na Usina Hidrelétrica Salto Caxias, Rio Iguaçu – PR, Uma Comparação entre Pré e Pós-enchimento do Reservatório*. Anais Virtuais do X Seminário de Pesquisa da Universidade Tuitui do Paraná.
- Raboni, S. M; Probst, C. M.; Bordignon, J; Zeferino, A. & Santos, C. N. D. (2005). *Hantaviruses in Central South América: Phylogenetic Analysis of the S Segment From HPS Cases in Paraná, Brazil*. Journal of Medical Virology 9999:1-10.

- RADAMBRASIL. (1981). *Levantamento de Recursos Naturais*. Ministério das Minas e Energia, 25, Folha SD-22/Goiás.
- Reis, N. R.; Peracchi, A. L.; Pedro, W. A. & Lima, I. P. (2006). *Mamíferos do Brasil*. Londrina.
- Rey, L. (1993). *Non-human vertebrate hosts of Schistosoma mansoni and schistosomiasis transmission in Brazil*. *Revista de Parasitologia* 53: 13-25.
- Rey, L. (2001). *Parasitologia*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T. 2001. *As matas de galeria no contexto do bioma Cerrado. In: Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria*. Planaltina: Embrapa Cerrados, p. 29-47.
- Roque, A. L.; D'Andrea, P. S.; de Andrade, G. B. & Jansen, A. M. (2005). *Trypanosoma cruzi: Distinct Patterns of Infection in the Sibling Caviomorph Rodent Species Thricomys apereoides laurentius and Thricomys pachyurus (Rodentia, Echimyidae)*. *Exp. Parasitol.* 111(1):37-46.
- Rosa, E. S. T.; Mills, J. N.; Padula, P. J.; Elkhoury, M. R.; Ksiazek, T. G.; Mendes, W. S.; Santos, E. D.; Araújo, G. C. B.; Martinez, V. P.; Rosa, J. F. S. T.; Edelstein, A. & Vasconcelos, P. F. C. (2005). *Newly Recognized Hantaviruses Associated With Hantavirus Pulmonary Syndrome in Northern Brazil: Partial Genetic Characterization of Viruses and Serologic Implication of Likely Reservoirs*. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*. Vol. 5 N. 1.
- Rothman, K. J. (2002). *Epidemiology: an introduction*. New York: Oxford University Press.
- Schmidt, K. A. & Ostfeld, R. S. (2001). *Biodiversity and the dilution effect in disease ecology*. *Ecology*. 82(3): 609-19.

- Schmaljohn, C. & Hjelle, B. (1997). *Hantavíruses: a global disease problem. Emerging Infectious Diseases* 3: 95-104.
- Schofield, C. J. (2000). *Trypanosoma cruzi – The Vector-parasite Paradox. Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 95(4): 535-544.
- Silva Jr., N. J.; Silva, H. L. R.; Mascarenhas, C. C.; Ternes, Y. M. F.; Elias, M.; Barbosa, C. R.; Costa, M. C. & Ribeiro, R. S. (2005). *Avaliação Preliminar de Artrópodes Vetores de Zoonoses em uma Área sob Impacto Ambiental no entorno de Brasília. Estudos Vida e Saúde. Universidade Católica de Goiás.* 32: 9-40.
- Silva Jr., N. J.; Silva, H. L. R.; Rodrigues, M. T. U.; Valle, N. C.; Costa, M. C.; Castro, S. P; Linder, E. T.; Johansson, C. & Sites Jr., J. W. (2005). *A Fauna de Vertebrados do Vale do Alto Rio Tocantins em Áreas de Usinas Hidrelétricas. Estudos Vida e Saúde. Universidade Católica de Goiás.* 32: 57-101.
- Silva, M. J. J. & Yonenaga-Yassuda, Y. (1998). *Karyotype and chromosomal polymorphism of an undescribed Akodon from Central Brazil, a species with the lowest known diploid chromosome number in rodents. Cytogenetics and Cell Genetics* 81: 46-50.
- Suzuki, A.; Bisordi, I.; Levis, S. & Garcia, J. (2004). *Identifying rodent hantavirus reservoirs, Brazil. Emerging Infectious Diseases* 10(12): 2127-2134.
- Taylor, L. H.; Latham, S. M. & Woolhouse, M. E. (2001). *Risk Factors for human disease emergence. Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 356: 983-989.
- Teles, H. M. S.; Leite, R. P. A. & Rodrigues, F. L. (1991). *Moluscos Límnicos de uma área do Alto Araguaia (Brasil). Rev. Saúde Pública.*; 25 (3): 179-83.

- Thomas, F.; Guégan, J. F.; Michalakis, Y. & Renaud, F. (2000). *Parasites and host life-history traits: implications for community ecology and species co-existence*. *International Journal of Parasitology* 30: 669-674.
- Tundisi, J. G. (1988). *Impactos ecológicos da construção de represas: aspectos específicos e problemas de manejo*. In: Tundisi, J. G. (Ed.). *Limnologia e manejo de represas*. São Paulo: Edusp.
- Vasconcelos, C. H.; Novo, E. M. L. M & Donalisio, M. R. (2006). *Uso do sensoriamento remoto para estudar a influência de alterações ambientais na distribuição da malária na Amazônia brasileira*. *Cad. Saúde*. 22(3):517-526.
- Vieira, M. V. (2002). *Seasonal Niche Dynamics in Coexisting Rodent of the Brazilian Cerrado*. *Stud. Neotrop. Fauna Environ.* 37(1):01-09.
- Vieira, M. V. & Baumgarten, L. C. (1995). *Daily Activity Patterns of Mall Mammals in a Cerrado Área From Brazil*. *J. Trop. Ecol.* (11):255-262.
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. 3 ed., New Jersey: Prentice-Hall, 718 p.