



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA,
CONSERVAÇÃO E MANEJO DA VIDA SILVESTRE



**Estudos dos efeitos da implantação de uma usina hidrelétrica
sobre comunidades de mamíferos do Cerrado**

Belo Horizonte
Abr/ 2014

MARCOS MARTINS SILVA

**Estudos dos efeitos da implantação de uma usina hidrelétrica
sobre comunidades de mamíferos do Cerrado**

Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (ECMVS), ofertado pelo Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), para a obtenção do título de mestre.

Orientador: Flávio Henrique Guimarães Rodrigues

Belo Horizonte
Abr/ 2014

À minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao Flávio pelas orientações e contribuições para minha formação enquanto pesquisador;

Ao programa de pós-graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre pela oportunidade;

Ao CNPq, pela bolsa de incentivo;

À Luana, pela amizade fundamental e indispensável, e pelos conselhos e contribuições tanto para minha vida acadêmica quanto para a minha vida pessoal;

À Raylenne e à Nathália, pelas ajudas em campo, pelas excelentes prosas, e pelo bom humor inegável e essencial para o desenvolvimento de qualquer trabalho;

Ao Lucas, pelo apoio em campo como estagiário e amigo, e pela confiança em mim depositada;

Ao Danilo, pela paciência e disponibilidade em contribuir com os seus conhecimentos em geoprocessamento;

Aos colegas da turma de mestrado e companheiros do laboratório que participaram deste trabalho com importantes diálogos e conselhos;

À minha família e aos meus amigos pela compreensão das ausências em períodos muitas vezes prolongados;

Aos amigos da Floresta Estadual do Uaimií, por terem possibilitado momentos únicos na minha formação e concepção humana;

Aos funcionários da Estação Ecológica do Tripuí e Parque Estadual do Itacolomi pelo auxílio em campo;

E a Deus pela oportunidade de ter encontrado com todas essas pessoas que agora fazem parte da minha história;

A minha eterna gratidão!

“Embora eu viva hoje fora da aldeia, a aldeia se abriga em mim.

Há pessoas, lugares, situações que, uma vez conhecidos,

se entrelaçam definitivamente ao nosso ser.

Ainda que a memória se esforce por relegá-los ao passado,

eles se abrigam lá onde o tempo se dilui em onissapiência”

Frei Beto

(Aldeia do Silêncio, p.96)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Localização da UHE Serra da Mesa situada na região hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia, Goiás, região central do Brasil.	19
Figura 1.2	Sucesso de captura de pequenos mamíferos nas quatro áreas de amostragem, na área da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás	23
Figura 1.3	Riqueza da mastofauna de pequenos mamíferos não voadores, da região da Represa da UHE Serra da Mesa, encontrada na ilha 35 (a) e na ilha 42 (b) no período de agosto/1996 a junho/1999; na ilha temporária (c) no período de agosto/1996 a junho/1997; e na borda no período de janeiro/1998 a junho/1999	25
Figura 1.4	Indivíduos da região da Represa da UHE Serra da Mesa, capturados na ilha 35 (a) e na ilha 42 (b) no período de agosto/1996 a jun/1999; na ilha temporária (c) no período de agosto/1996 a junho/1997; e na borda no período de janeiro/1998 a junho/1999	27
Figura 1.5	Estimativas de riqueza de espécies (Jackknife) na ilha 35 ao longo de (a) pré-alagamento, (b) durante, e (c) pós-alagamento, na região da UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a jun/99	29
Figura 1.6	Estimativas de riqueza de espécies (Jackknife) na ilha 42 ao longo de (a) pré-alagamento, (b) durante, e (c) pós-alagamento, na região da UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a jun/99	30
Figura 1.7	Estimativas de riqueza de espécies (Jackknife) na ilha temporária ao longo de (a) pré-alagamento e (b) durante, na região da UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a jun/99	31
Figura 1.8	Estimativas de riqueza de espécies (Jackknife) nas ilhas (a) 35, (b) 42 e (c) temporária comparando os três períodos de inundação do reservatório, na região da UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a jun/99	32
Figura 2.1	Foto aérea da UHE de Serra da Mesa	44
Figura 2.2	Foto aérea do lago e respectivas ilhas isoladas da UHE de Serra da Mesa	44
Figura 2.3	Mínimo Polígono Convexo (MPC) dos indivíduos monitorados na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, no período de ago/98 até nov/97	48
Figura 2.4	Mapa de densidade <i>Kernel</i> do indivíduo <i>C.thous 1</i> na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de mai/97 até jul/97, período durante o enchimento da represa.	49
Figura 2.5	Mapa de densidade <i>Kernel</i> do indivíduo <i>C.thous 1</i> na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de ago/97 até nov/97, período pós- alagamento.	49

Figura 2.6	Mapa de densidade <i>Kernel</i> do indivíduo <i>C.thous 2</i> na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de ago/96 até dez/96, período pré-alagamento.	50
Figura 2.7	Mapa de densidade <i>Kernel</i> do indivíduo <i>C.thous 2</i> na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de jan/97 até mar/97, período durante o enchimento da represa.	50
Figura 2.8	Mapa de densidade <i>Kernel</i> do indivíduo <i>C. thous 3</i> na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de abr/97 até jul/97, período durante o enchimento da represa.	51
Figura 2.9	Mapa de densidade <i>Kernel</i> do indivíduo <i>C. thous 3</i> na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de ago/97 até nov/97, período pós-alagamento.	51
Figura 2.10	Localizações dos indivíduos capturados das três espécies monitoradas na região da Represa da UHE Serra da Mesa/ GO, no período de ago/96 a nov/97.	53
Figura 2.11	Registros cronológicos do monitoramento dos indivíduos (a) <i>C. thous 1</i> , (b) <i>C. thous 2</i> , (c) <i>C. thous 3</i> e (d) <i>C. thous 4</i> , na UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a nov/97.	54
Figura 2.12	Registros cronológicos do monitoramento dos indivíduos (a) <i>L. vetulus</i> e (b) <i>N. nasua</i> na UHE Serra da Mesa, no período de mar/97 a nov/97.	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Lista de espécies de pequenos mamíferos e abundância total e relativa (%) de indivíduos capturados em cada ilha formada pelo alagamento da Represa da UHE Serra da Mesa/GO entre os anos de 1996 e 1998	23
Tabela 1.2	Índices de Shannon encontrados em cada área de estudo nos três períodos entre os anos de 1996 e 1999 na área de alagamento da Represa da UHE Serra da Mesa/GO	33
Tabela 2.1	Área de vida estimada pelo Mínimo Polígono Convexo (MPC) dos indivíduos capturados na região da represa da UHE Serra da Mesa no período de 1997 a 1998	46

LISTA DE SIGLAS

MPC	Mínimo Polígono Convexo
RHTA	Região Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia
UHE	Usina Hidrelétrica
UHESM	Usina Hidrelétrica Serra da Mesa
VHF	Very high frequency

SUMÁRIO

Apresentação	11
Referências	13
Capítulo 1. Estudos dos efeitos da implantação de uma usina hidrelétrica sobre comunidades de mamíferos do Cerrado: uma abordagem da variação na comunidade de pequenos mamíferos não voadores.	14
Resumo	14
Abstract	15
1.1. Introdução	16
1.2. Área de estudo	18
1.3. Métodos	20
1.4. Resultados	22
1.5. Discussão	33
1.6. Referências	36
Capítulo 2. Estudos dos efeitos da implantação de uma usina hidrelétrica sobre comunidades de mamíferos do Cerrado: uma abordagem da influência na movimentação de mamíferos de médio porte.	39
Resumo	39
Abstract	40
2.1. Introdução	41
2.2. Área de Estudo	42
2.3. Métodos	44
2.4. Resultados	45
2.5. Discussão	55
2.6. Referências	57

Apresentação

A necessidade energética do Brasil tem sido pauta de importantes diálogos para a implantação de políticas públicas com o intuito de suprir esta demanda que aumenta a cada dia. A pressão exercida por tal necessidade se justifica por tratar-se de uma nação em desenvolvimento, e para isso, os impactos gerados costumam ser muitas vezes extremamente significativos, tanto positiva quanto negativamente (Campos & Silva, 2012).

O Brasil apresenta grande potencial hídrico, o que possibilita e estimula as políticas nacionais a aprovarem a construção de usinas hidrelétricas (ONU, 2012). Além disso, essa forma de obtenção de energia é considerada uma das mais sustentáveis por envolver um recurso natural reconhecido como renovável (Souza JR., 1998; Goldemberg & Lucon, 2007; WWAP, 2012).

No entanto, a implementação de uma usina promove alterações da paisagem, o que ocasiona impactos socioambientais negativos (Muller, 1995; Rosa *et al.*, 1995; Souza, 2000; UNEP, 2012). Ao observarmos os impactos sociais, percebemos que tal empreendimento pode modificar uma paisagem cultural reconhecida por uma comunidade tradicional, e que a perda de determinados elementos irá interferir na qualidade de vida daqueles sujeitos que ali vivem (Souza, 2000; Viana, 2003).

Além disso, e foco do presente trabalho, a construção de uma hidrelétrica traz impactos para a fauna local, interferindo em uma dinâmica das comunidades residentes em determinadas localidades (Passamani & Fernandez, 2011).

A alteração promovida inclui o alagamento de grandes áreas, criando em algumas regiões, ilhas, que antes eram topos de morros. Essas áreas tinham uma dinâmica ecológica, e passam a apresentar uma nova configuração, ou seja, áreas isoladas em uma matriz de água.

A partir disso, surge o questionamento que norteou a presente pesquisa: Qual o impacto promovido pelas alterações da paisagem consequentes da construção de um reservatório hidrelétrico em uma comunidade de mamíferos?

As análises foram feitas a partir de um banco de dados coletados no período de agosto de 1996 até junho de 1999, em um trabalho desenvolvido pelo pesquisador e orientador deste estudo, Flávio Henrique Guimarães Rodrigues, no processo de implantação da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, localizada no estado de Goiás; e o trabalho foi dividido em duas etapas:

Na primeira, descrita no capítulo 1, intitulado “*Estudos dos efeitos da implantação de uma usina hidrelétrica sobre uma comunidade de mamíferos do Cerrado: uma abordagem da variação na comunidade de pequenos mamíferos não voadores*” foi feito um levantamento das espécies de pequenos mamíferos não voadores, de maneira a se analisar os impactos na riqueza e diversidade da comunidade pertencente àquela localidade.

Na segunda etapa, relatada no capítulo 2, sob o título “*Estudos dos efeitos da implantação de uma usina hidrelétrica sobre uma comunidade de mamíferos do Cerrado: uma abordagem da influência na movimentação de mamíferos de médio porte*”, foi registrada a movimentação de 6 (seis) indivíduos de três espécies de mamíferos de médio porte: *Cerdocyon thous*, *Lycalopex vetulus* e *Nasua nasua*. Avaliou-se a perda de área de vida ao longo de todo o período de alagamento da região.

Coube para as discussões o questionamento da implantação de usinas hidrelétricas, uma vez que se apresentam como forma de obtenção de energia mais sustentável, porém modificam uma paisagem interferindo em uma dinâmica ambiental já estabelecida.

REFERÊNCIAS:

CAMPOS, S. R. M; V. P. SILVA. 2012. *A efetividade do estudo de impacto ambiental e do licenciamento em projetos de usinas hidrelétricas*. Caminhos de Geografia, v. 13, n. 41, p. 1-14.

GOLDEMBERG, J.; O. LUCON. 2007. *Energia e meio ambiente no Brasil*. Estudos avançados 21 (59), p. 7-20.

MULLER, A. C. 1995. *Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books. 412 p.

ONU. 2012. *The future we want*. Declaração final da Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável (Rio+20). 55 p.

PASSAMANI, M.; FERNANDEZ, F.A.S. 2011. *Abundance and richness of small mammals in fragmented Atlantic forest of southeastern Brazil*. Journal of Natural History, vol. 45 (9-10), p. 553-565.

PRIMACK, R.B. 1992. *Tropical community dynamics and conservation biology-Long-term data on community dynamics are a necessary part of research studies*. BioScience, vol. 42, nº 11, p. 818-821.

ROSA, L. P., L. SIGAUD, E. L. LA ROVERE. 1995. *Estado, energia elétrica e meio ambiente: o caso das grandes barragens*. Coordenação dos programas de Pós Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ): Rio de Janeiro, 184 p.

SOUZA, W. L. 2000. *Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens*. Tese. COPPE/ UFRJ, 160 p.

SOUZA JR., W. C. 1998. *Geoprocessamento aplicado à determinação de parâmetros de alagamento do reservatório da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Minaçu, Goiás*. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, INPE, p. 695-700.

UNEP (United Nations Environment Programme). 2012. *Geo 5 – Environment for the future we want*. Malta: Progress Press Ltda. 551 p.

WWAP (World Water Assessment Programme). 2012. *The United Nations World Water Development Report 4: managing water under uncertainty and risk*. Paris: UNESCO, 407 p.

Capítulo 1: Estudos dos efeitos da implantação de uma usina hidrelétrica sobre comunidades de mamíferos do Cerrado: uma abordagem da variação na comunidade de pequenos mamíferos não voadores

RESUMO

O potencial hídrico do Brasil possibilita atender a uma maior demanda por usinas hidrelétricas para suprir a alta necessidade de energia, uma vez que o país é considerado em desenvolvimento. A construção de barragens enquanto lago subsidiário desses empreendimentos promove significativa alteração da paisagem e conseqüente perda de habitats. O presente estudo objetivou analisar os impactos da construção da Hidrelétrica de Serra da Mesa/ GO, localizada no cerrado central do país, em uma comunidade de pequenos mamíferos não voadores. Foi utilizada a metodologia de captura e recaptura para identificação e levantamento da riqueza e diversidade em quatro áreas, sendo que três passaram à condição de ilhas após o alagamento e uma que não sofreu influência da represa, considerada área controle. Analisamos os dados a partir do estimador Jackknife e do índice de Shannon, concluindo que a implantação do reservatório causou a alteração da dinâmica da comunidade de mamíferos, sendo proporcional a redução de habitat e a perda de espécies.

Palavras-chaves: Hidrelétricas, Usina Serra da Mesa, Perda de habitat, Riqueza, Diversidade.

ABSTRACT

The water potential of Brazil makes it possible to meet an increased demand for hydroelectric power plants to supply the high energy needs associated to the development of the country. The construction of dams brings significant changes in the landscape and loss of habitats. The present study aimed to analyze the impacts of the construction of the Serra da Mesa Hydroelectric / GO, located in the savanna domain, over a community of non-flying small mammals. The capture-recapture methodology for the identification and collection of the richness and diversity was used in four areas, three of which went to the status of islands after flooding and one that was not affected by dam as control area. We analyzed data from the Jackknife estimator and the Shannon index, concluding that the implementation of the reservoir caused the change in the dynamics of mammalian community, with a reduction of habitat and species loss.

Keys-words: Hydroelectric, Serra da Mesa Hidroelectric, Habitat loss, Richness, Diversity

1.1. INTRODUÇÃO

O suprimento de energia é fundamental para o desenvolvimento de uma nação (ONU, 2012), da mesma forma que é necessária a produção de energia de forma sustentável (UNEP, 2012). Sendo assim, a construção de usinas hidrelétricas no Brasil tem sido recorrente em vista da necessidade de suprir a demanda crescente por energia, principalmente por tratar-se de um país considerado em desenvolvimento (WWAP, 2012) e por apresentar grande potencial de recursos hídricos (Souza JR., 1998; Goldemberg & Lucon, 2007).

A hidroeletricidade é considerada a base de suprimento energético do país (Muller, 1995). As hidrelétricas são consideradas formas limpas de geração de energia, porém, observam-se grandes impactos ambientais negativos, uma vez que grandes áreas são inundadas para a formação dos lagos que irão subsidiar a usina (Muller, 1995; Rosa *et al.*, 1995; Souza, 2000; Campos & Silva, 2012; ONU, 2012; UNEP, 2012), além de grandes impactos sociais, na medida em que as alterações repercutem nas sociedades organizadas pertencentes à região e fora dos limites de influência (Souza, 2000; Nüsser, 2003; Viana, 2003). Rosa *et al.* (1995) indicam a alteração física da paisagem, alteração química da água, perda do fluxo gênico de populações de peixes, perda de fauna e flora da área afetada, dentre outros, como sendo os impactos ambientais mais significativos da construção de grandes barragens.

A construção de uma usina hidrelétrica (UHE) requer relevantes modificações da paisagem, como a transformação de uma área terrestre em um reservatório. A alteração da paisagem resultante da pressão antrópica é hoje um dos grandes responsáveis pela perda de habitats (Lindenmayer & Fisher, 2006). As barragens provocam rupturas ambientais, isolando as comunidades aquáticas que vivem à montante das que vivem à jusante, e impedem migrações e movimentações de espécies (McCully, 1996). O alagamento de área também cria ilhas isoladas, nos locais em que antes havia topos de morros. São as chamadas ilhas continentais (Diamond, 1972), ou seja, fragmentos que perderam área e foram isolados por razão da inundação da região (Hass, 2002).

A fragmentação de sistemas fluviais promove a redução de espécies não somente no ambiente aquático, mas também no terrestre (McCully, 1996). Da mesma maneira, a fragmentação terrestre resulta em impactos físicos e bióticos, como por exemplo, quebra nos padrões de migração e dispersão, redução de populações e de pool gênico, criação de bordas responsáveis por alteração de microclimas, dentre outros (Terborgh, 1992).

Hass (2002) desenvolveu um trabalho com comunidades de aves no período de implantação da UHE Serra da Mesa e verificou que, com o surgimento das ilhas continentais e a resultante redução das áreas após o alagamento, houve um aumento inicial da riqueza de espécies nos fragmentos seguido de uma redução no ano seguinte à criação da represa.

Bierregaard *et. al* (1992) nos diz que após o isolamento de fragmentos, as taxas de captura das espécies crescem de forma rápida, persistindo por um determinado período, sendo inversamente proporcionais aos tamanhos das áreas isoladas. Após esse momento inicial, as taxas de captura reduzem, retornando aos valores iniciais antes dos isolamentos das áreas, ou mesmo próximos a zero (Bierregaard *et. al*, 1992). A perda de habitats pode significar a extinção de muitas espécies da região tropical (Primack, 1992), uma vez que a riqueza de espécies está positivamente relacionada ao tamanho da área remanescente (Laurance *et. al*, 2002) resultante na maioria das vezes de atividades antrópicas (Terborgh, 1992).

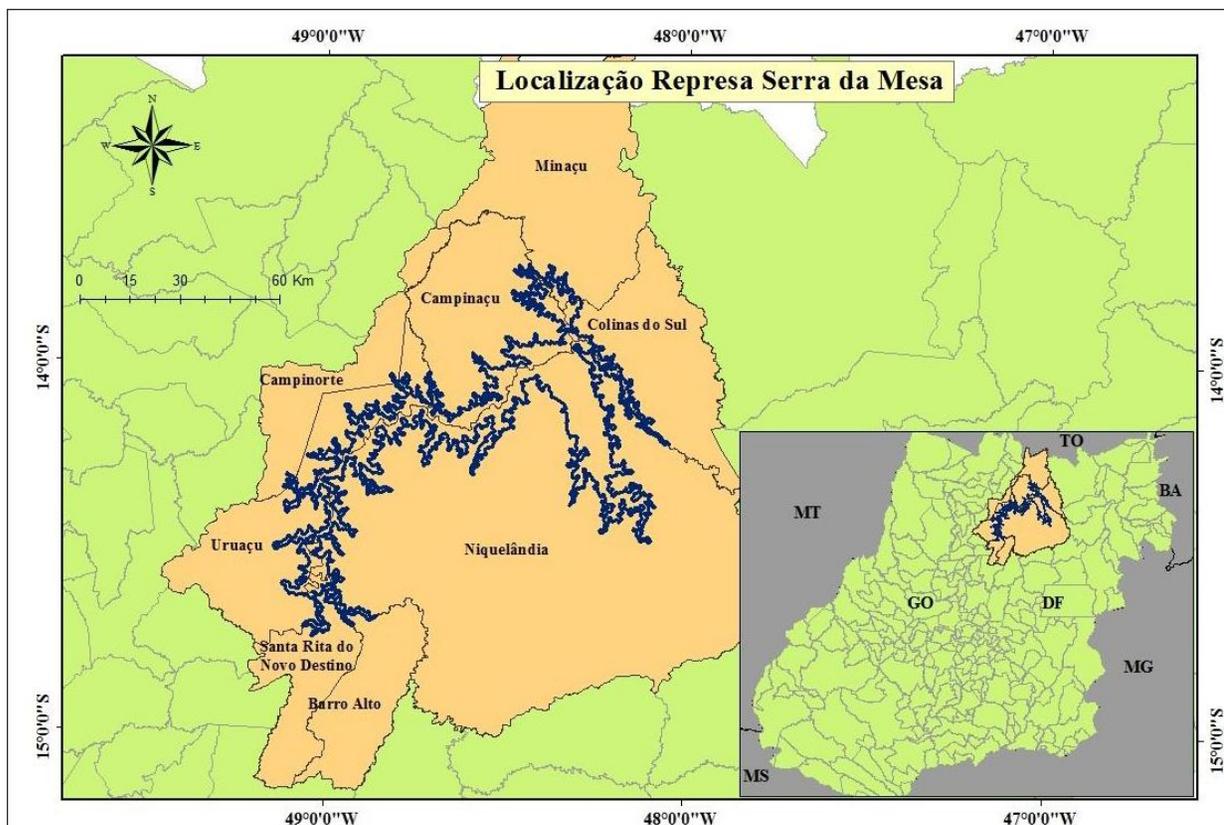
Os pequenos mamíferos (espécies que apresentam peso inferior a cinco quilos), que têm importante função no ecossistema como elementos fundamentais de cadeias alimentares e na dispersão de sementes, são ameaçados pela fragmentação e a consequente perda de habitats (Chiarello *et al.*, 2008). Além disso, em geral, eles não apresentam capacidade de percorrer grandes distâncias, principalmente entre manchas de fragmentos (Carmignotto, 1999).

A Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa formou um lago que inundou cerca de 180 mil ha (Hass, 2002), fragmentando habitats terrestres e formando ilhas onde antes eram topos de morros. Diante desta realidade, surgiu a necessidade de responder se essas alterações na paisagem promoveram interferências na riqueza e na diversidade de espécies de mamíferos de pequeno porte presentes naquela localidade.

1.2. ÁREA DE ESTUDO

A Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa (UHESM) está localizada nos municípios de Minaçu, Colinas do Sul, Uruaçu e Niquelândia, no estado de Goiás, na região central do Brasil. Nesse estado, modificações da paisagem têm se tornadas constantes devido aos novos manejos aplicados às terras de cerrado, justificados pelo crescimento social e econômico (Ab'Saber, 2003). O Brasil Central é uma área tropical de regime pluviométrico restrito a duas estações, e é coberto pelo domínio do Cerrado e de florestas-galeria (Ab'Saber, 2003). A fitofisionomia de cerrado presente possui manchas de cerrado denso e mata estacional nas áreas de solos mais ricos e nas encostas mais úmidas (Almeida *et al.*, 1991). Entretanto, todas as tipologias vegetacionais do Cerrado são encontradas na área de estudo.

A represa está situada na Região Hidrográfica dos Rios Tocantins e Araguaia (RHTA) (Figura 1.1) sendo considerada a segunda maior do país em relação à área e vazão. É uma região de grande importância para o desenvolvimento econômico do país por causa da localização, abundância e potencial uso dos recursos naturais, incluindo a alta disponibilidade de recursos hídricos (ANA, 2009).



Fonte: SALES *et al.* 2013

Figura 1.1. Localização da UHE Serra da Mesa situada em Goiás, região central do Brasil.

As obras de implantação do empreendimento Serra da Mesa começaram em 1984 (Hass, 2002), mas a formação do lago iniciou-se em 1996 (Silva *et al.*, 1998), atingindo uma área de 175800 ha em sua cota máxima (Almeida *et al.*, 1991). A represa é considerada a maior do país em volume de água, obtendo uma produção energética de 1275,0 MW (ANA, 2009; FURNAS, 2014).

1.3. MÉTODOS

Foram selecionados três topos de morro, que se tornariam ilhas isoladas após o enchimento da represa, para monitoramento da comunidade de pequenos mamíferos. Essas áreas foram denominadas como Ilha 35, Ilha 42 e Ilha Temporária. Além dessas ilhas, foi escolhida uma área fora da influência do reservatório, chamada de Borda, para comparação. Esta área de Borda, no entanto, só começou a ser amostrada posteriormente às áreas de ilhas.

Todas as ilhas apresentavam fitofisionomia de cerrado sentido estrito, com exceção da ilha 35 que apresentava manchas de campos rupestres, tendo em sua maior abrangência campos limpos nos topos de morros, e matas de galeria nas localidades mais próximas ao rio. A ilha Temporária recebeu esse nome por estar localizada numa área que seria totalmente submersa com o enchimento da represa.

As comunidades de pequenos mamíferos foram monitoradas ao longo de três anos, compreendendo todo o processo de implantação do empreendimento, incluindo um período anterior à inundação.

O monitoramento foi feito através do método de marcação e captura/recaptura. Em cada ilha foram montados *grids*, ou grades de armadilhas, abrangendo uma área de 1000 m².

Foram utilizadas armadilhas dos tipos *Sherman* e *Tomahawk*, sendo colocadas a uma distância aproximada de 10 m entre si. Essa definição de distância entre armadilhas foi sugerida a partir da necessidade de se buscar amostrar um maior número de espécies, e para isso, levou-se em consideração a diferença da capacidade de deslocamento de cada espécie, e que essa capacidade está diretamente relacionada ao tamanho corporal médio de cada espécie (Cáceres *et al.*, 2010).

As campanhas tiveram início no mês de agosto de 1996 e seguiram até o mês de junho de 1999. Os primeiros seis meses, ainda do ano de 1996, representaram o período em que a área ainda não tinha sido alagada. A partir do mês de janeiro de 1997, a região foi sendo inundada gradativamente até junho de 1997 em que o reservatório já se encontrava totalmente cheio. A partir desse período de alagamento, continuaram as campanhas avaliando os impactos pós-inundação até o mês de junho de 1999.

Ao longo dos três anos, as campanhas foram realizadas num total de 28 meses, de forma que se buscou amostrar em diferentes estações em cada ano. Nos dois primeiros anos as campanhas foram mensais, enquanto no último ano passou a ser bimensal. Em cada mês, os *grids* foram montados num período de 6 noites, com esforço de captura variando entre 200 a 300 armadilhas*noite por mês.

A ilha temporária, como era previsto, ficou submersa, o que impossibilitou a captura dos indivíduos a partir do ano de 1997. Já na Borda, o trabalho iniciou-se no mês de janeiro de 1998, com o intuito de viabilizar o comparativo com as demais áreas, sendo considerada área controle por não ter sofrido influência direta da barragem.

A riqueza de espécies obtida por ilha a cada mês e o índice de Diversidade de Shannon calculado foram agrupados em três períodos, sendo o período I o pré- alagamento, abrangendo os seis meses finais do ano de 1996; o período II durante o alagamento, representando os primeiros seis meses do ano de 1997; e o período III, o pós-alagamento, contendo os meses de julho de 1997 até junho de 1999. Essa divisão possibilitou uma análise comparativa da variação da diversidade nos três anos de estudo.

Optou-se por utilizar o estimador Jackknife para visualizar a variação da riqueza de espécies também nestes mesmos períodos de inundação da área.

A associação do estudo da riqueza e da diversidade possibilita uma discussão e uma reflexão mais satisfatória em relação aos impactos promovidos pela construção da represa.

2.4. RESULTADOS

O esforço de captura totalizou 7650 armadilhas* noite na ilha 35, 6656 na ilha 42, 2790 na ilha temporária e 2024 na borda. O total de capturas foi de 129 na ilha 35, 134 na ilha 42, 77 na temporária e 51 na borda, o que representou um sucesso de captura de 1,68%, 2,01%, 2,75% e 2,51% em cada área respectivamente. O sucesso de captura oscilou nas quatro áreas ao longo dos meses do estudo, tendendo para um aumento a partir de novembro de 1996, seguindo para uma redução em todas as ilhas após o mês de abril do ano seguinte (Figura 1.2).

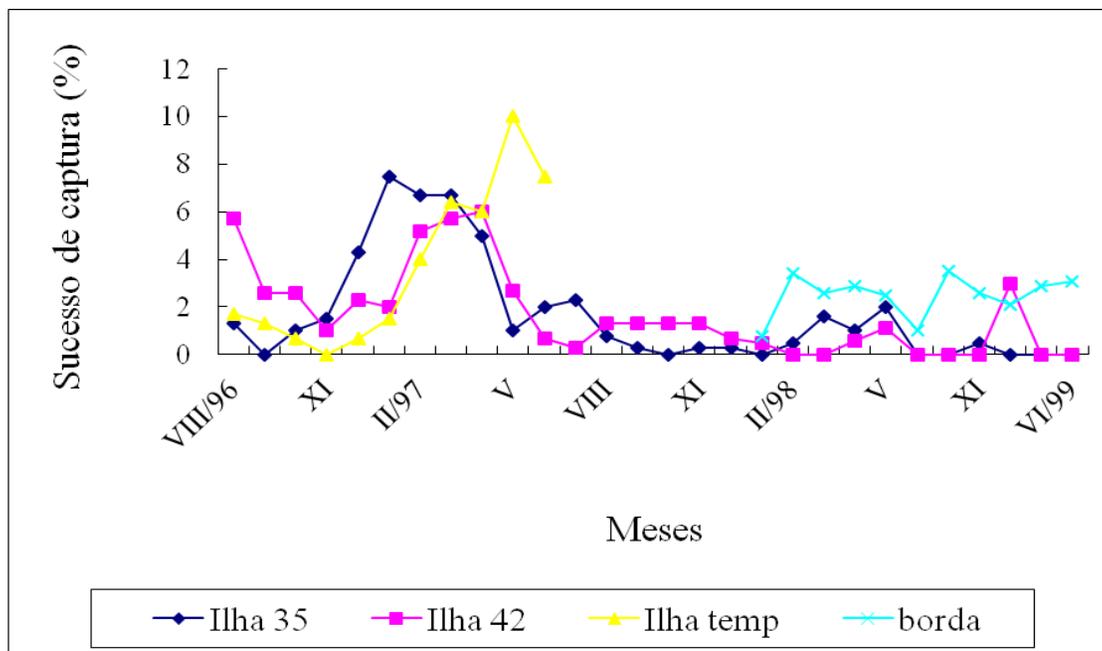


Figura 1.2. Sucesso de captura de pequenos mamíferos nas quatro áreas de amostragem, na área da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás.

As espécies encontradas e respectivas abundâncias em cada ilha são apresentadas na Tabela 1.1. A ilha 42 apresentou maior riqueza e abundância de espécies.

Tabela 1.1. Lista de espécies de pequenos mamíferos e abundância total e relativa (%) de indivíduos capturados em cada ilha formada pelo alagamento da Represa da UHE Serra da Mesa/GO entre os anos de 1996 e 1998.

Espécies	Ilha 35	Ilha 42	Ilha Temporária	Borda
<i>Necromys lasiurus</i>	3 (10,34%)	8 (10,52%)	1 (6,67%)	4 (40%)
<i>Calomys callosus</i>	-	2 (2,63%)	-	-
<i>Didelphis albiventris</i>	2 (6,89%)	4 (5,26%)	-	-
<i>Galea spixii</i>	-	1 (1,31%)	6 (40%)	-
<i>Cryptonanus chacoensis</i>	-	9 (11,84%)	-	-
<i>Thylamys karimii</i>	1 (3,44%)	2 (2,63%)	-	-
<i>Monodelphis</i> sp.	4 (13,79%)	23 (30,26%)	-	-
<i>Cerradomys subflavus</i>	5 (17,24%)	7 (9,21%)	1 (6,67%)	1 (10%)
<i>Proechimys</i> sp.	3 (10,34%)	-	1 (6,67%)	-
<i>Trichomys</i> sp.	10 (34,48%)	15 (19,73%)	6 (40%)	5 (50%)
Total	29	76	15	10

A riqueza variou em cada ilha, porém manteve-se um padrão de crescimento a partir do início do ano de 1997, quando aconteceu o fechamento da barragem e consequente início do enchimento do lago, havendo um declínio nos meses seguintes até os meses finais em que houve menores números de espécies (Figura 1.3) e de indivíduos (Figura 1.4).

A ilha 35 (Figura 1.3-a) apresenta pouca variação do número de espécies no fim do ano de 1996 (início das amostragens), tendo um crescimento a partir de fevereiro de 1997. A ilha 42 (Figura 1.3-b) apresenta um declínio do nº de espécies ao longo do último semestre de 1996, havendo um novo crescimento também a partir de fevereiro de 1997. O mesmo pode ser observado na ilha temporária (Figura 1.3-c), que teve seu maior crescimento também no segundo mês de 1997. Já a borda (Figura 1.3-d) apresenta pouca variação, apresentando um crescimento inicial e uma estabilização por alguns meses da quantidade de espécies até o último mês de 1998, em que houve um declínio da taxa de espécies capturadas. Porém nesta área não foi amostrado o período pré e durante enchimento.

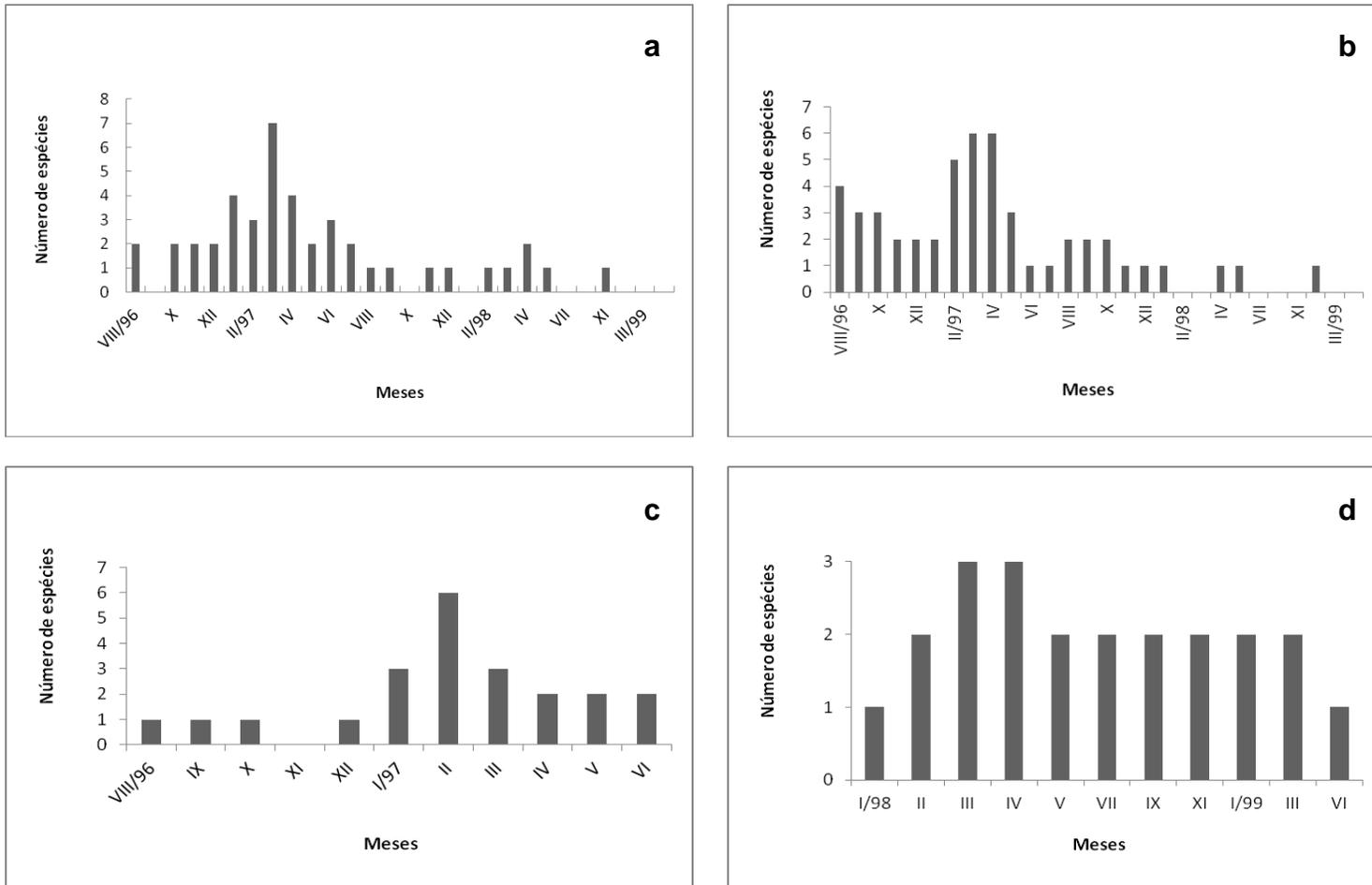


Figura 1.3. Riqueza da mastofauna de pequenos mamíferos não voadores, da região da Represa da UHE Serra da Mesa, encontrada na ilha 35 (a) e na ilha 42 (b) entre os meses de agosto/1996 a junho/1999; na ilha temporária (c) entre os meses de agosto/1996 a junho/1997; e na borda entre os meses de janeiro/1998 a junho/1999.

A figura 1.4 nos mostra a variação das capturas dos indivíduos ao longo dos anos de estudo em cada ilha. Observa-se que na ilha 35 (Figura 1.4-a) e na ilha 42 (Figura 1.4-b) houve um aumento do número de indivíduos capturados no primeiro semestre de 97, período de enchimento do reservatório, corroborando assim os dados já apresentados para espécies na Figura 1.3.

A ilha temporária (Figura 1.4-c) apresentou um aumento contínuo também no segundo semestre de 1997, até ser totalmente coberta pela água. A borda (Figura 1.4-d) apresentou uma oscilação na captura de indivíduos.

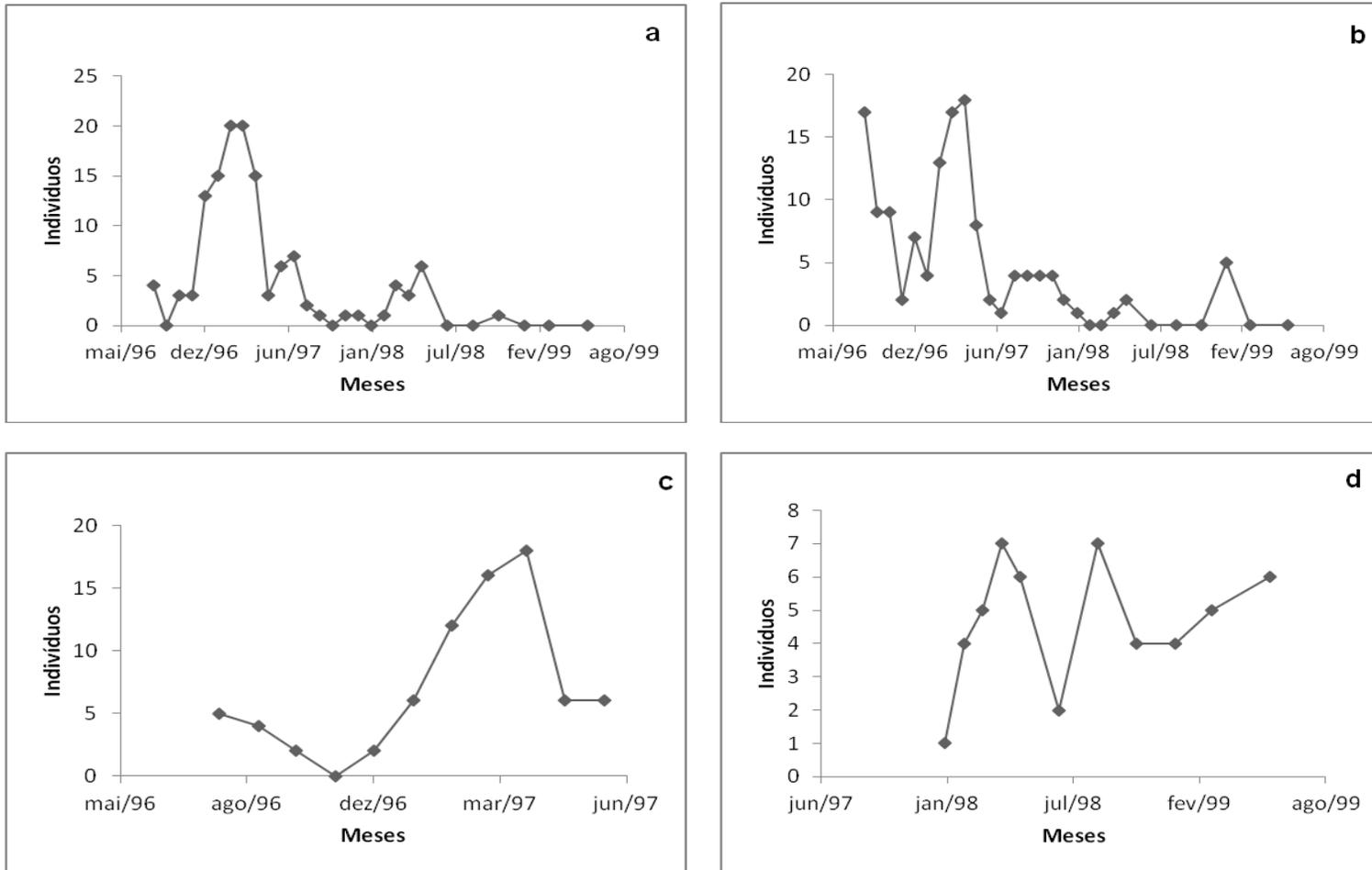


Figura 1.4. Abundância de Indivíduos capturados da região da Represa da UHE Serra da Mesa, capturados na ilha 35 (a) e na ilha 42 (b) no período de agosto/1996 a jun/1999; na ilha temporária (c) no período de agosto/1996 a junho/1997; e na borda no período de janeiro/1998 a junho/1999.

Com o objetivo de visualizar a influência do alagamento em cada área, foram feitas as estimativas de riqueza nas três ilhas que sofreram influência direta da inundação, separadas por períodos: pré- alagamento, durante e pós- alagamento (Figuras 1.5; 1.6; 1.7).

Observa-se que em todas as três ilhas, no período durante o alagamento houve um aumento da riqueza estimada, ocorrendo uma tendência a um retorno dos valores iniciais no período pós-alagamento.

Essa questão fica ainda mais visível quando comparados, em cada ilha, os três períodos. Houve um aumento significativo na ilha 35 durante a inundação comparado aos períodos que antecederam e sucederam (Figura 1.8).

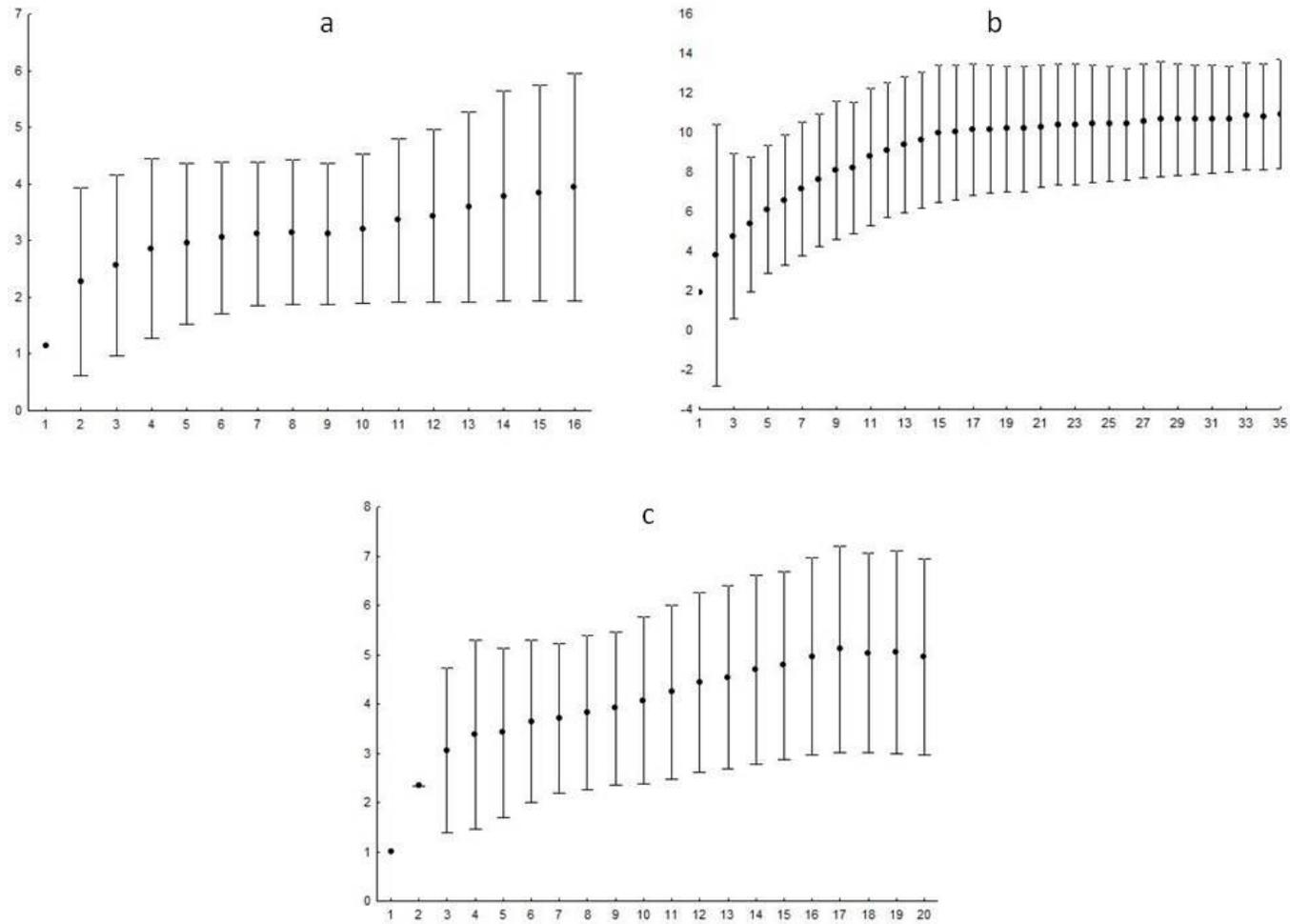


Figura 2.5. Estimativas de riqueza de espécies (Jackknife) na ilha 35 ao longo de (a) pré-alagamento, (b) durante, e (c) pós-alagamento, na região da UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a jun/99.

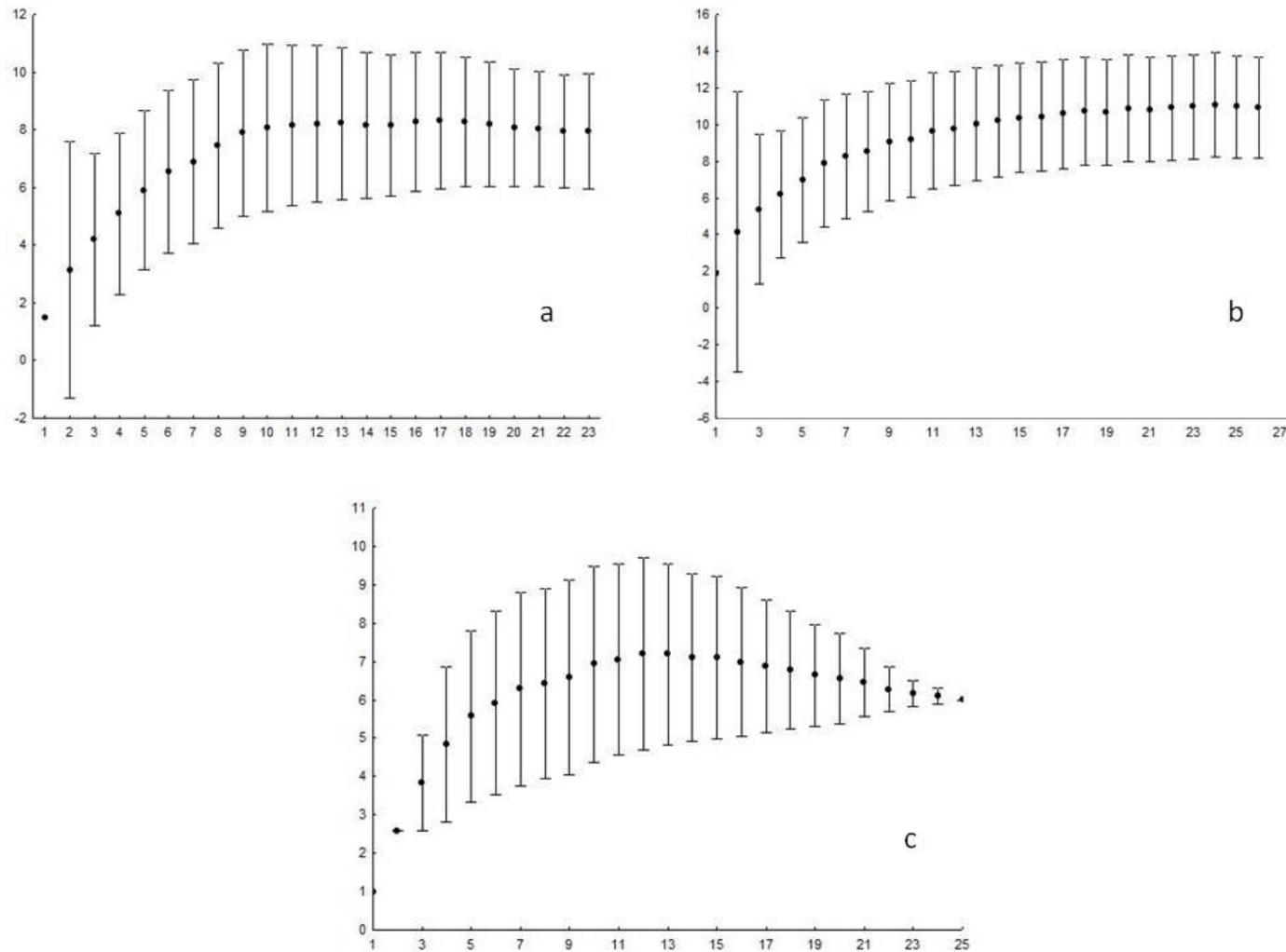


Figura 2.6. Estimativas de riqueza de espécies (Jackknife) na ilha 42 ao longo de (a) pré-alagamento, (b) durante, e (c) pós-alagamento, na região da UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a jun/99.

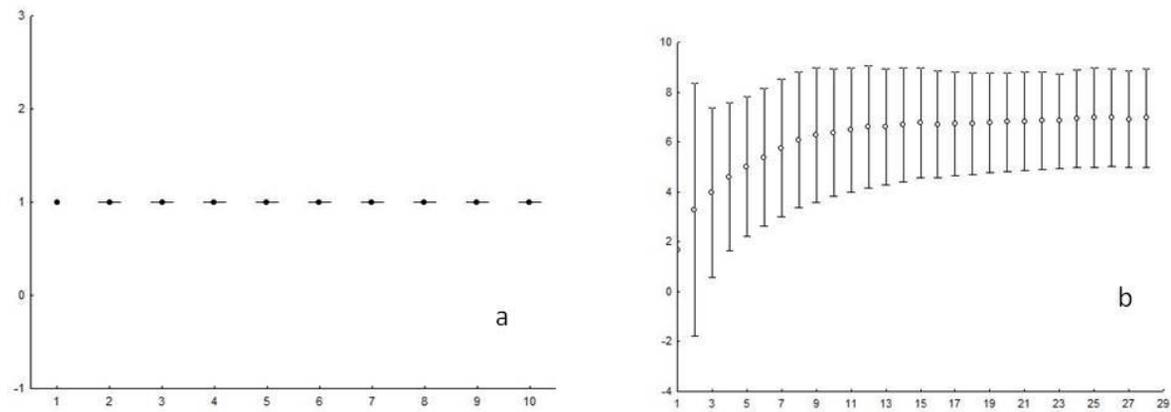


Figura 2.7. Estimativas de riqueza de espécies (Jackknife) na ilha temporária ao longo de (a) pré-alagamento e (b) durante, na região da UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a jun/99.

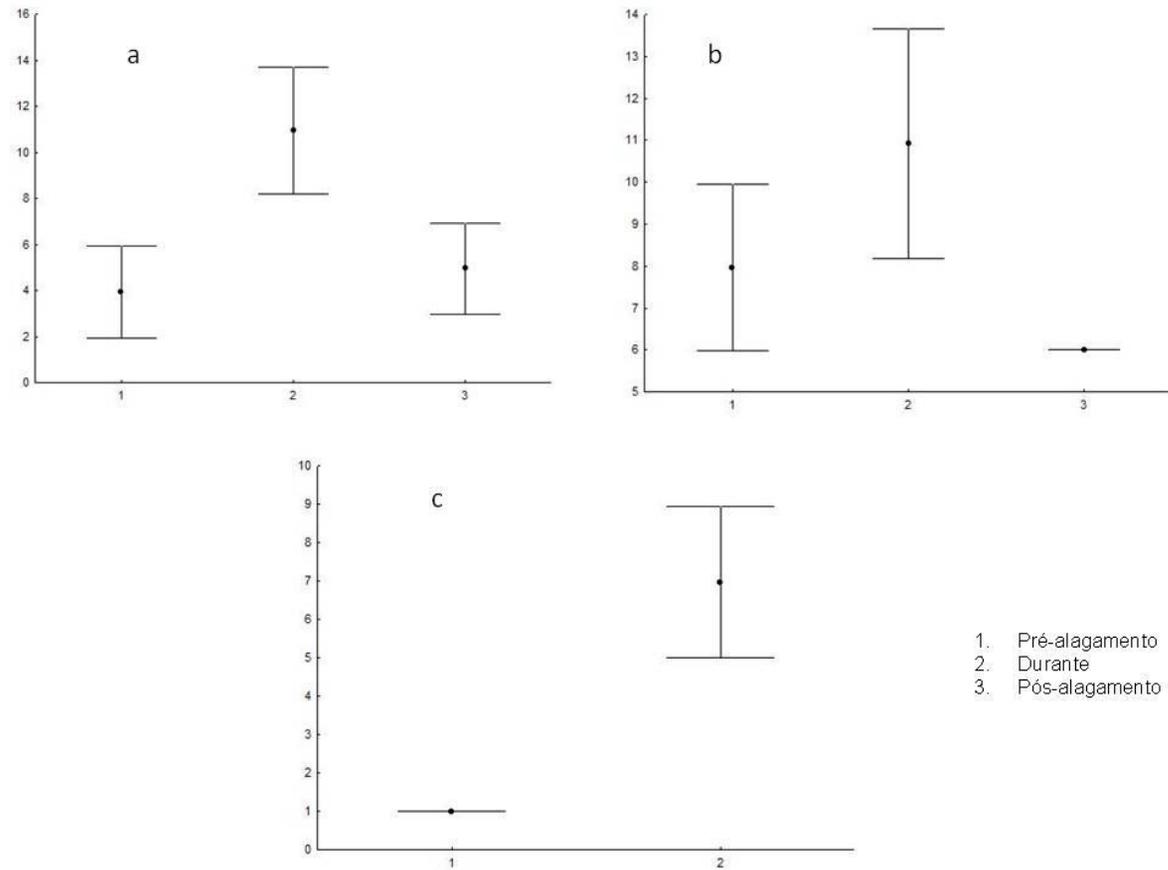


Figura 2.8. Estimativas de riqueza de espécies (Jackknife) nas ilhas (a) 35, (b) 42 e (c) temporária comparando os três períodos de inundação do reservatório, na região da UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a jun/99.

A tabela 1.2 apresenta os índices de Shannon encontrados para cada ilha em cada período, considerando I pré-alagamento, II alagamento, e III pós-alagamento. Observamos que a ilha 42 apresentou maior índice de diversidade, principalmente no período de alagamento.

Tabela 1.2. Índices de Shannon encontrados em cada área de estudo nos quatro períodos entre os anos de 1996 e 1999 na área de alagamento da Represa da UHE Serra da Mesa/GO.

	I	II	III
Ilha 35	1.121	1.673	1.386
Ilha 42	1.588	2.208	0.9369
Ilha Temp	0.4506	1.003	0
Borda	0	0	0.9433

1.5. DISCUSSÃO

A comunidade de mamíferos não voadores de pequeno porte variou ao longo do tempo, sendo influenciada diretamente pelo alagamento da área da UHE Serra da Mesa, conforme visto nos resultados apresentados.

O sucesso de captura foi maior nos meses de pré-alagamento que ao final do monitoramento. Porém, a partir do segundo mês de 1997, após o início da inundação, o sucesso de captura aumentou em relação aos meses anteriores, o que indica um adensamento de espécies neste período (Bierregaard *et. al*, 1992). Essa análise mostra que o adensamento das espécies, possivelmente promoveu uma maior mortalidade devido a um aumento da taxa de predação, principalmente por falconiformes, uma vez que em campo foi observada a presença de alguns falconiformes próximos, e a captura de roedores por eles, segundo relatos dos pesquisadores.

A riqueza seguiu o mesmo padrão, com um aumento no número de espécies no início do alagamento, seguindo para o declínio durante os meses que se seguiram. Na borda a riqueza se manteve relativamente constante até o final do período de amostragem.

Conforme apresentado nos gráficos de estimativa de riqueza, o período de alagamento apresentou maior quantidade de espécies, corroborando a ideia da aglomeração pela perda de habitat. O mesmo foi evidenciado na figura 1.8, em que, comparando os três períodos de inundação, em cada ilha que sofreu influência direta, observa-se um aumento significativo nos meses de inundação, principalmente nas ilhas 35 e temporária. A ilha 42, apesar de não ter sido significativo o resultado, apresentou uma tendência de seguir o mesmo padrão das demais.

Ainda de acordo com as estimativas, na ilha 42 ficou clara uma redução da riqueza no período que sucedeu à inundação, o que mostrou o possível impacto promovido pela alteração da paisagem e consequente perda de habitat.

Esses dados evidenciam uma variação da comunidade de pequenos mamíferos durante o processo de inundação que promoveu um direcionamento das espécies para os topos de morro e passaram a ocupar áreas bem menores limitadas pelo lago. Essas áreas apresentam fitofisionomia de campo e cerrado aberto, o que indica que a comunidade ficou mais vulnerável à predação. Como exemplo, foram capturados nas áreas altas, caracterizadas com essas fitofisionomias, indivíduos da espécie *Proechimys* sp. que são roedores típicos de floresta.

Além do aumento da predação, pode-se supor um aumento de competição intra e interespecífica na comunidade de pequenos mamíferos, por ocuparem um espaço muito menor, com redução na disponibilidade de alimento e abrigo. Isso explicaria a redução da riqueza e abundância de espécies após a inundação, chegando à taxa zero de captura nos meses finais.

Bierregaard *et. al* (1992) mostra que, após a formação de ilhas, o número de captura de pequenos mamíferos cresce de maneira significativa nessas novas áreas, indicando o aumento da movimentação das espécies e do número de indivíduos presentes. Considera-se que tais modificações demonstram uma influência na dinâmica da comunidade provocada possivelmente pela fragmentação.

Ainda segundo os mesmo autores, o número de capturas tende a reduzir após um período a um número similar do inicial (Biereegaard *et. al*, 1992). Tal informação foi corroborada pelos dados levantados, baseando nos estudos das ilhas 35 e 42. As capturas nessas áreas sofreram um grande aumento durante o alagamento, e uma redução após, aproximando do número inicial. Porém, as ilhas foram totalmente isoladas em uma matriz de água, o que impediu o restabelecimento da dinâmica da comunidade encontrada antes da inundação.

Resultados similares foram encontrados por Hass (2002), com a comunidade de aves na mesma região da UHE Serra da Mesa, e de Passamani & Cerboncini (2013) que avaliaram a comunidade de pequenos mamíferos em outra área de alagamento por hidrelétrica, também na região central do Brasil. Ambos os trabalhos mostraram que houve um aumento inicial da diversidade seguida de declínio, justificado por motivos similares e corroborados pelo presente projeto.

A demanda pelo desenvolvimento econômico promove alterações significativas em uma paisagem, interferindo na dinâmica de comunidades de espécies já pertencentes àquelas localidades. A geração de hidroeleticidade é a considerada menos impactante por utilizar um recurso natural considerado renovável e abundante, principalmente no Brasil. No entanto, o alagamento de grandes áreas promove uma alteração espacial significativa, que interfere diretamente na dinâmica de comunidades abrigadas nas áreas de inundação.

De acordo com o observado no presente estudo, muitas espécies chegam a desaparecer das ilhas, o que configura extinção local de espécies. O número de espécies é diretamente proporcional ao tamanho do fragmento (Bierregaard *et. al*, 1992). Isso pode ser mais evidente quando se trata de animais maiores, pois a redução de áreas promove a perda do espaço considerado adequado para que possam viver (Terborgh, 1992).

E os resultados do presente estudo indicam que comunidades de pequenos mamíferos podem desaparecer localmente, dependendo da paisagem existente no entorno do empreendimento.

1.6. REFERÊNCIAS

Ab'SABER, A.N. 2003. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 159 p.

ALMEIDA, J.R.; C.M. MENDONÇA; F. AYALA. 1991. *Análises ecológicas espaço-temporais da biodiversidade da área diretamente afetada da UHe Serra da Mesa-GO*. Anais XI SNPTEE, p. 9-12.

ANA (Agência Nacional de Águas). 2009. *Plano estratégico de recursos hídricos da bacia hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia: relatório síntese*. Brasília: ANA, SPR. 256 p.

BASTIAN, O. 2001. *Landscape Ecology – towards a unified discipline?* Landscape Ecology, 16, p. 757-766.

BIERREGAARD JR, R. O.; T. E. LOVEJOY; V. KAPOS; A. A. SANTOS; R. W. HUTCHINGS. 1992. *The biological dynamics of tropical rainforest fragments*. BioScience, vol. 42, nº 11, p. 859-866.

CÁCERES, N.C.; M.E. GRAIPEL; E.L.A. MONTEIRO-FILHO. 2010. *Técnicas de observação e amostragem de marsupiais*. In: REIS, N.R. [et al.] (organizadores). 2010. *Técnicas de estudos aplicados aos mamíferos silvestres brasileiros*. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Technical Books. 275 p.

CAMPOS, S. R. M; V. P. SILVA. 2012. *A efetividade do estudo de impacto ambiental e do licenciamento em projetos de usinas hidrelétricas*. Caminhos de Geografia, v. 13, n. 41, p. 1-14.

CARMIGNOTTO, A. P. 1999. *Pequenos mamíferos terrestres do Cerrado (Rodentia; Didelphimorphia): seleção de habitats, áreas de vida e padrões direcionais de deslocamento*. Dissertação. Museu Nacional: UFRJ, 239 p.

CHIARELLO, A.; AGUIAR, L. M. S.; CERQUEIRA, R.; MELO, F. R.; RODRIGUES, F.; SILVA, V. M. F. 2008. *Mamíferos ameaçados de extinção no Brasil*. 681-702. In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G.M.; PAGLIA, A.P. (eds). *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. Vol. II. 1ª Ed. Brasília, DF: MMA. Belo Horizonte, MG.

DIAMOND, J. M. 1972. *Biogeographic kinetics: estimation of relaxation times for avifaunas of southwest pacific islands*. Proc. Nat. Acad. Sci. USA, vol. 69, n. 11, p. 3199-3203.

GOLDEMBERG, J.; O. LUCON. 2007. *Energia e meio ambiente no Brasil*. Estudos avançados 21 (59), p. 7-20.

GOMES, A. S.; S. P. FERREIRA. 2004. *Análise de dados ecológicos*. Apostila. UFF/ Departamento de Biologia Marinha: Niterói. 30 p.

HASS, A. 2002. *Efeitos da criação do reservatório da UHE Serra da Mesa (Goiás) sobre a comunidade de aves*. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 156 p.

LAURANCE, W. F.; T. E. LOVEJOY; H. V. VASCONCELOS; E. M. BRUNA; R. K. DIDHAM; P. C. STOUFFER; C. GASCON; R. O. BIERREGAARD; S. G. LAURANCE; E. SAMPAIO. 2002. *Ecosystem decay of Amazonian Forest fragments: a 22-year investigation*. *Conservation Biology*, vol 16, nº 3, p. 605-618.

LINDENMAYER, D. B.; J. FISCHER. 2006. *Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis*. Washington: Island Press. 329p.

MELO, A. S. 2008. *O que ganhamos 'confundindo' riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?* *Biota Neotrop.*, vol 8, nº 3, p. 21-27.

McCULLY, P. 1996. *Silenced Rivers: the ecology and politics of large dams*. London: Zed Books. 350 p.

MULLER, A. C. 1995. *Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books. 412 p.

NAIME, R. 2012. *Impactos socioambientais de hidrelétricas e reservatórios nas bacias hidrográficas brasileiras*. Ver. Elet. Em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v (7), n. 7, p. 1409-1422.

NÜSSER, M. 2003. *Political ecology of large dams: a critical review*. *Petermanns Geographische Mitteilungen*, 147/1.

ONU. 2012. *The future we want*. Declaração final da Conferência das Nações Unidas sobre desenvolvimento sustentável (Rio+20). 55 p.

PASSAMANI, M.; R. A. S. CERBONCINI. 2013. *The effects of the creation of a hydroelectric dam of a small mammal's communities in central Brazil*. *Neotropical Biology and Conservation*. 8(1): 9-16.

PRIMACK, R.B. 1992. *Tropical community dynamics and conservation biology-Long-term data on community dynamics are a necessary part of research studies*. *BioScience*, vol. 42, nº 11, p. 818-821.

REIS, N. R. dos, ...[et. al]. 2006. *Mamíferos do Brasil*. Londrina: Nélío R. dos Reis, 437 p.

ROSA, L. P., L. SIGAUD, E. L. LA ROVERE. 1995. *Estado, energia elétrica e meio ambiente: o caso das grandes barragens*. Coordenação dos programas de Pós Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ): Rio de Janeiro, 184 p.

SALES, D.L.A.; M.A.P. ARAÚJO; N.V. RIBEIRO; R.T.S.ALMEIDA. 2013. *Avaliação das mudanças do uso do solo no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa UHESM – GO- BRASIL*. XX simpósio Brasileira de recursos Hídricos – Bento Gonçalves – p. 1-8.

SILVA, A. J. F. M.; L. A. ANDRADE; A. BRITO FILHO. 1998. *Controle do enchimento da represa de Serra da Mesa*. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, Brasil, INPE, p. 607-610.

SOUZA, W. L. 2000. *Impacto ambiental de hidrelétricas: uma análise comparativa de duas abordagens*. Tese. COPPE/ UFRJ, 160 p.

SOUZA JR., W. C. 1998. *Geoprocessamento aplicado à determinação de parâmetros de alagamento do reservatório da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Minaçu, Goiás*. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, INPE, p. 695-700.

TERBORGH, J. 1992. *Maintenance of diversity in tropical forests*. Biotropica, vol. 24, nº 2, p. 283-292.

UNEP (United Nations Environment Programme). 2012. *Geo 5 – Environment for the future we want*. Malta: Progress Press Ltda. 551 p.

VIANA, R. M. 2003. *Grandes barragens, impactos e reparações: um estudo de caso sobre a barragem de Itá*. Dissertação. Instituto de Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional: UFRJ. 191 p.

WWAP (World Water Assessment Programme). 2012. *The United Nations World Water Development Report 4: managing water under uncertainty and risk*. Paris: UNESCO, 407 p.

Capítulo 2. Estudos dos efeitos da implantação de uma usina hidrelétrica sobre comunidades de mamíferos do Cerrado: uma abordagem da influência na movimentação de mamíferos de médio porte.

RESUMO

A alteração da paisagem promovida pela implantação de usinas hidrelétricas causa relevantes impactos para a fauna local. Dentre esses, podemos destacar a redução de áreas de vida, impossibilitando a permanência de determinadas espécies naquelas localidades. O presente estudo objetivou analisar os impactos promovidos nas áreas de vida de três mamíferos de médio porte, *Cerdocyon thous*, *Lycalopex vetulus* e *Nasua nasua* residentes em uma área que foi inundada para a construção do reservatório da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa/ Go. A metodologia utilizada foi a telemetria, na medida em que se capturou alguns indivíduos dessas espécies e foram colocados colares para que se pudesse acompanhá-los e registrar a área de movimentação de cada um. Optou-se por medir o Mínimo Polígono Convexo (MPC) e analisar a densidade de *Kernel*. O resultado obtido foi que esse empreendimento de produção energética promoveu alterações na movimentação desses indivíduos, uma vez que houve perdas de grandes regiões antes pertencentes às áreas de vida de cada um.

Palavras-chave: Área de vida, movimentação animal, Mínimo Polígono Convexo, Densidade de *Kernel*, telemetria.

ABSTRACT

The landscape changes promoted by the implementation of hydroelectric plants cause significant impacts to the local fauna. Among these, we can highlight the reduction of home ranges, preventing the permanence of certain species in those localities. The present study aimed to analyze the impacts promoted in the home ranges of three mammals midsized, *Cerdocyon thous*, *Lycalopex vetulus* e *Nasua nasua*, residents in an area that was flooded to build the reservoir of the Hydroelectric of Serra da Mesa / Go. The methodology was telemetry, to the extent that captured some individuals of these species and put a collar so we could follow them and record the movement area of each. We chose to measure the Minimum Convex Polygon (MCP) and analyze the Kernel density. The result was that development of energy production caused alterations in the movement of these individuals, since there was loss of large areas formerly belonging to the home ranges of each.

Key-words: Home range, animal movement, Minimum Convex Polygon, *Kernel* density, telemetry.

2.1. INTRODUÇÃO

A perda de habitats diante da construção de reservatórios de usinas hidrelétricas (UHE's), que alagam grandes áreas para a produção energética (WWF, 2012), é um dos fatores responsáveis pela destruição de habitats no Brasil. O país apresenta grande potencial de produção de hidroeletricidade, e devido a essa característica, é crescente o número de usinas hidrelétricas construídas (Muller, 1995; Souza JR., 1998; Goldemberg & Lucon, 2007; WWAP, 2012). Isso gera perda e fragmentação de habitats, promovendo significativos impactos negativos na fauna (Campos & Silva, 2012), como por exemplo, a variação na movimentação animal de mamíferos residentes em uma determinada localidade alagada pela represa.

Como efeito da fragmentação, temos a redução no tamanho de populações, inclusive de espécies que requerem maior área de vida (Bierregaard *et al.*, 1992; Primack, 1992). Essas espécies apresentam baixa densidade populacional e necessitam de um espaço adequado para viver. Como exemplo, em um trabalho feito no Panamá, uma ilha preservada de 16 km² não era suficiente para manter uma população de onças, e esta ausência do predador de topo causou um efeito cascata que modificou toda a comunidade da ilha, inclusive a estrutura florestal (Terborgh, 1992).

A fragmentação de habitats promove alterações em vários processos ecológicos (Laurance *et al.*, 2002), incluindo mudanças na movimentação animal. Isso pode ser visto no trabalho de Colchero *et al.* (2010), em que uma população de onças-pintadas (*Panthera onca*) na região das Florestas Maias, no México, sofreram impactos em sua área de vida devido à fragmentação ocasionada pela construção de estradas e consequente adensamento humano.

Da mesma forma, Crooks (2002) apresenta-nos, em sua pesquisa com algumas espécies de carnívoros da costa de San Diego, nos Estados Unidos, que os carnívoros possuem grande sensibilidade às mudanças da paisagem, uma vez que houve reduções de populações de espécies por causa da perda de área de vida.

O presente estudo avaliou se houve alterações na movimentação de carnívoros frente ao alagamento resultante da criação do lago da UHE Serra da Mesa, no Brasil Central, no período de agosto de 1996 até dezembro de 1997.

2.2. ÁREA DE ESTUDO

A Usina Hidrelétrica Serra da Mesa (Figura 2.1) está localizada na bacia do Alto Tocantins, Goiás. Situada na região central do Brasil, é reconhecida como a maior represa em volume de água do país, sendo considerada extremamente importante no cenário de produção energética nacional (Furnas, 2014).

O reservatório está inserido em uma área típica de cerrado, sendo hoje considerado um *hot spot* devido à perda da vegetação típica ocasionada pela pressão antrópica em relação aos manejos aplicados às terras e ao desenvolvimento regional que transformou os meios urbanos e rurais na região central do país (Ab'Saber, 2003).

Este reservatório alagou 175800 ha, submergindo áreas naturais, fazendas, sítios, pontes, estradas, dentre outros, alterando assim a paisagem que foi transformada em um grande espelho d'água (Andrade, 2002).

Alguns fragmentos formaram-se a partir dos topos de morro que não foram submersos e ficaram isolados por uma matriz de água. Isso configurou nova dinâmica para essas áreas remanescentes que passaram a ser ilhas isoladas (Figura 2.2). A nova configuração refletiu diretamente na fauna local, com alteração das comunidades de aves (Hass, 2002) e de pequenos mamíferos não voadores (Capítulo 1 deste estudo), por exemplo.



Figura 2.1. Foto aérea da UHE de Serra da Mesa.



Figura 2.2. Foto aérea do lago e respectivas ilhas isoladas da UHE de Serra da Mesa.

2.3. MÉTODOS

Para captura de carnívoros silvestres, foram montadas ao todo 271 armadilhas num total de 64 noites distribuídas em campanhas mensais de agosto de 1996 até novembro de 1997. Como iscas foram utilizadas carne crua, carne seca, galinha viva, bacon, milho, mamão, de forma a abranger as espécies não só especialistas como as generalistas.

Para monitorar os movimentos de carnívoros silvestres durante o enchimento da represa, os indivíduos capturados foram equipados com coleiras com radiotransmissores VHF, de maneira que fosse possível captar as frequências a partir de uma antena e um receptor de radio VHF. Indivíduos de três espécies foram monitorados, sendo quatro indivíduos de *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766), um indivíduo de *Lycalopex vetulus* (Lund, 1842) e um indivíduo de *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766)

O monitoramento iniciou-se no segundo semestre de 1996, período pré-alagamento, e perdurou durante o processo de inundação da represa, ao longo do ano de 1997. Os dados geográficos registrados nas captações dos radiotransmissores foram plotados em uma imagem satélite, de maneira a possibilitar a visualização das áreas percorridas por cada indivíduo.

Dois indivíduos de *C. thous* foram capturados ainda em 1996, no mês de agosto, anteriormente ao alagamento; os demais foram monitorados no ano de 1997, ano correspondente ao do alagamento da área da represa.

Os registros foram obtidos através do método *homing*, ou seja, seguimos o sinal até encontrar os indivíduos, e pelo método de triangulação de ângulos obtidos por bússola, a partir de bases georreferenciadas com receptor GPS (Garmin 12GL).

Os pontos registrados foram plotados em imagens satélite através do programa Arcgis 10/ Arcglobe e foram feitos os polígonos unindo os pontos mais extremos registrados para que pudéssemos calcular a área de vida de cada indivíduo.

Apesar de ser um método bastante criticado pela literatura pelo fato de superestimar a área de vida (Bertolla & Reis, 2010), optou-se por calcular o Mínimo Polígono Convexo (MPC) por ser uma técnica simples, uma vez que

consiste em unir os pontos mais extremos, criando um polígono e calculando sua área total (Cheida & Rodrigues, 2010).

Além do MPC, fez-se o mapa de densidade de *Kernel* (Vaerenbergh, 2009), outro estimador usado para calcular área de vida (Bertolla & Reis, 2010; Cheida & Rodrigues, 2010) que possibilita responder às questões da presente pesquisa.

Para o cálculo de *Kernel*, utilizou-se o software Past, com fator de suavização (*h*) de 500. Foi encontrada a utilização do fator de suavização 100, conforme visto no trabalho de Nascimento *et al.* (2014), no entanto, com o fator maior obteve-se melhor visualização dos resultados nos mapas. Para esta análise, optou-se por avaliar as concentrações de três indivíduos de *C. thous*, para os quais tinha um número maior de registros, o que possibilitou a comparação de dois momentos da inundação para cada um. Para os indivíduos *C. thous 1* e *C. thous 3* havia registros no período durante o enchimento da represa e no pós-alagamento. Já para o indivíduo *C. thous 2*, havia registros nos períodos pré e durante o alagamento.

2.4. RESULTADOS

As áreas de vida calculadas através do MPC para os carnívoros monitorados variaram de 86 a 2270 ha (Tabela 2.1). O indivíduo *C. thous* (2) apresenta a maior área de vida e sobrepõe todas as demais (Figura 2.3).

Tabela 2.1. Área de vida estimada pelo Mínimo Polígono Convexo (MPC) dos indivíduos capturados na região da represa da UHE Serra da Mesa no período de 1997 a 1998.

Espécie	Sexo	Área (hectares)	Nº de localizações	Período de monitoramento
<i>C. thous</i> (1)	Macho	158	21	VIII/96 a XI/97
<i>C. thous</i> (2)	Macho	2270	25	VIII/96 a III/97
<i>C. thous</i> (3)	Fêmea	327	27	IV/97 a XI/97
<i>C. thous</i> (4)	Fêmea	232	7	VI/97 a VII/97
<i>L. vetulus</i>	Fêmea	86	14	IV/97 a IX/97
<i>N. nasua</i>	Macho	378	9	III/97 a VII/97

De acordo com a tabela 2.1 percebe-se que os dois primeiros indivíduos de *C. thous* foram monitorados por um período maior, incluindo os meses que antecederam ao alagamento.

Os mapas de densidade *Kernel* (Figuras 2.4 a 2.9) mostram a influência que três indivíduos *C. thous* na área de vida que ocupava. Para um melhor entendimento dos mapas, cabe ressaltar que a barragem foi construída na região nordeste dos mapas e a inundação seguiu para região sudoeste, ou seja, seguiu o percurso da direita para esquerda dos mapas.

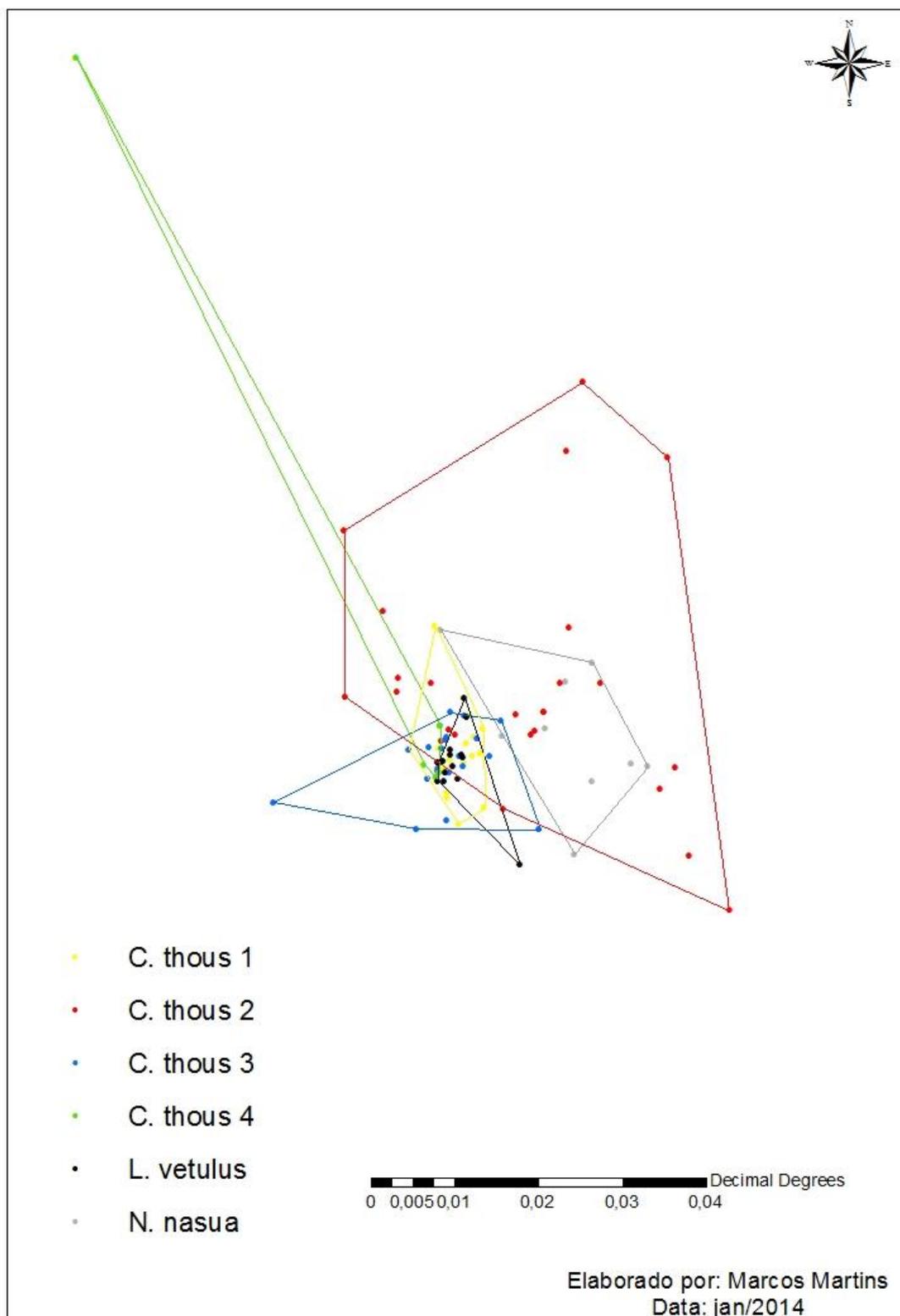


Figura 2.3. Mínimo Polígono Convexo (MPC) dos indivíduos monitorados na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, no período de ago/96 até nov/97.

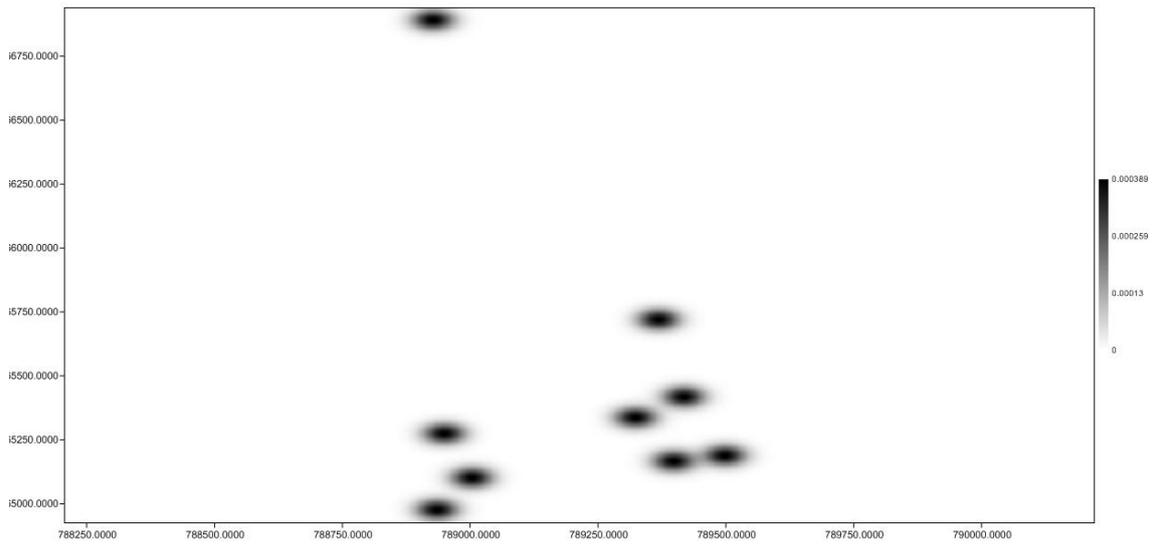


Figura 2.4. Mapa de densidade *Kernel* do indivíduo *C.thous 1* na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de mai/97 até jul/97, período durante o enchimento da represa.

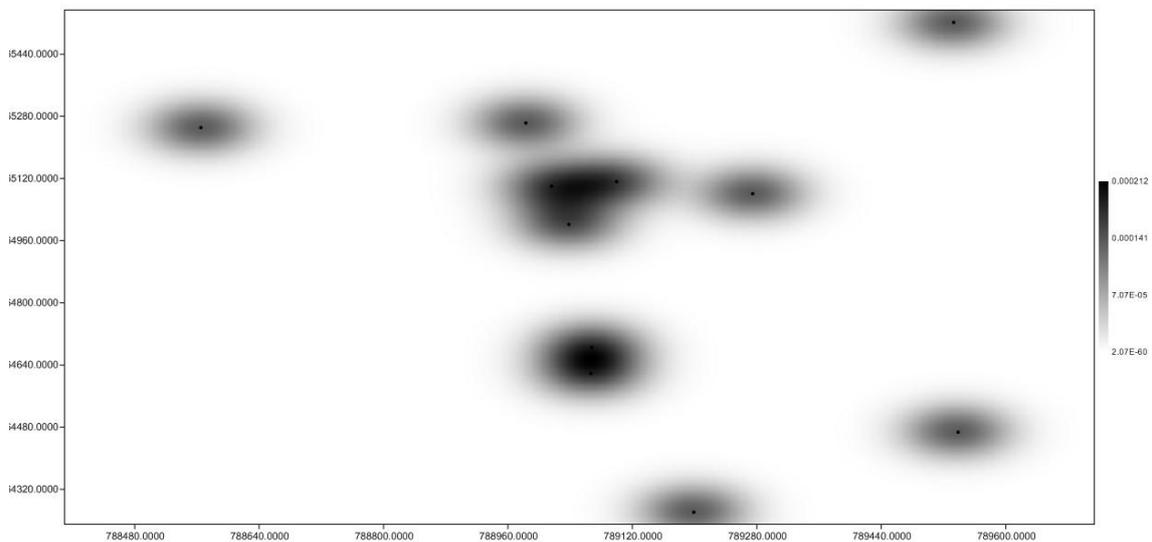


Figura 2.5. Mapa de densidade *Kernel* do indivíduo *C.thous 1* na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de ago/97 até nov/97, período pós- alagamento.

De acordo com os mapas 2.4 e 2.5, observa-se que durante o enchimento da represa o indivíduo *C. thous 1* concentrou-se em determinadas áreas mais distantes da barragem. No entanto, no pós-alagamento, ele apresentou uma concentração mais dispersa, o que indica a utilização de áreas menores, porém que se mantiveram interligadas à margem do lago.

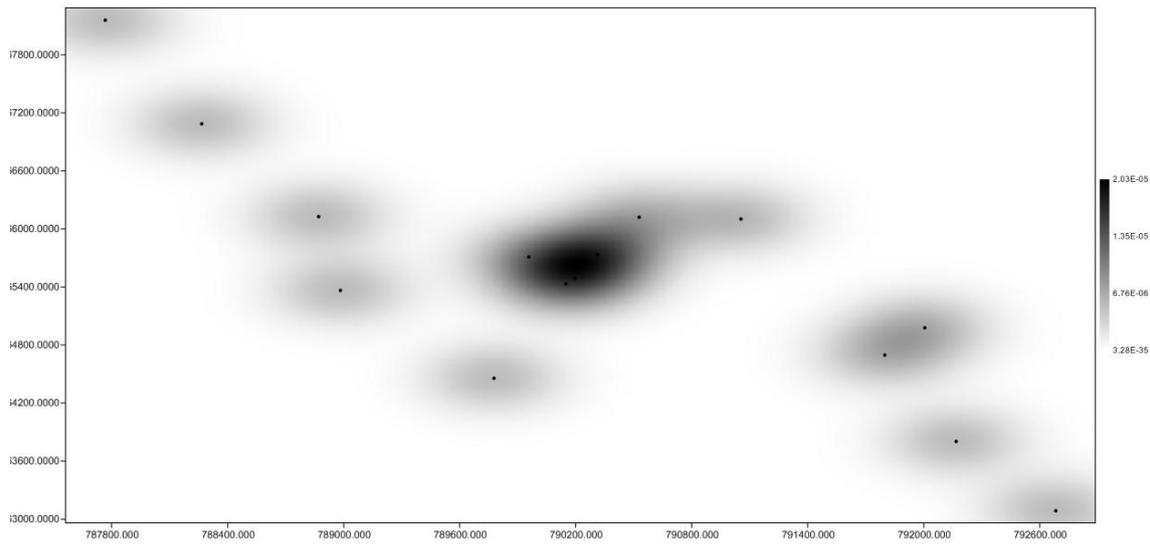


Figura 2.6. Mapa de densidade *Kernel* do indivíduo *C.thous 2* na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de ago/96 até dez/96, período pré-alagamento.

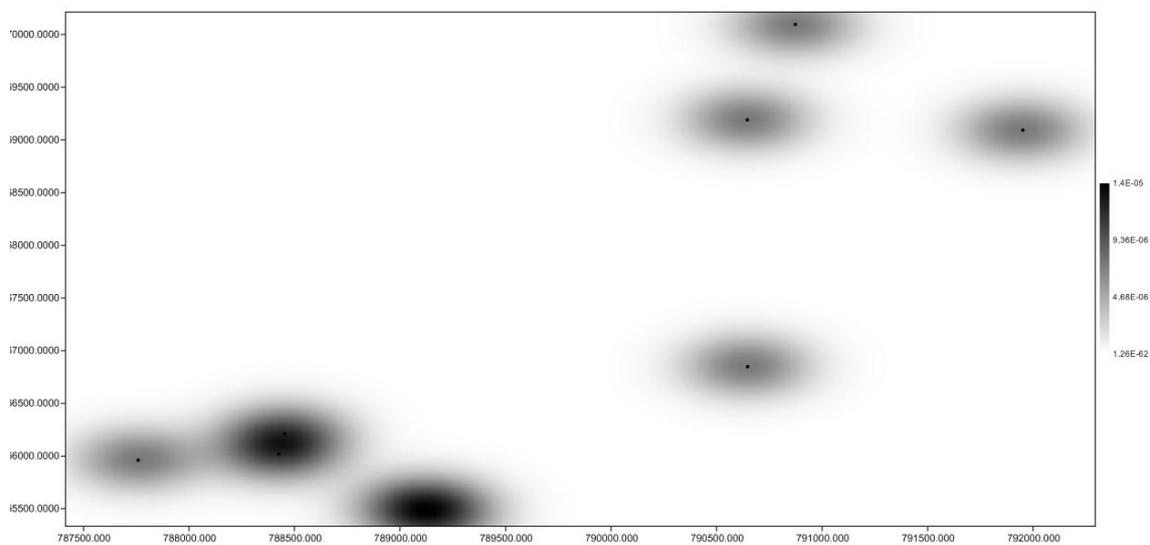


Figura 2.7. Mapa de densidade *Kernel* do indivíduo *C.thous 2* na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de jan/97 até mar/97, período durante o enchimento da represa.

Já em relação ao indivíduo *C. thous 2* (Figura 2.6), no período que antecedeu ao alagamento ele apresentava uma maior concentração na região central da área de inundação. Durante o alagamento (Figura 2.7), observa-se que sua concentração foi maior na região sul/sudoeste, porém houve movimentação próxima à barragem localizada na região nordeste da área.

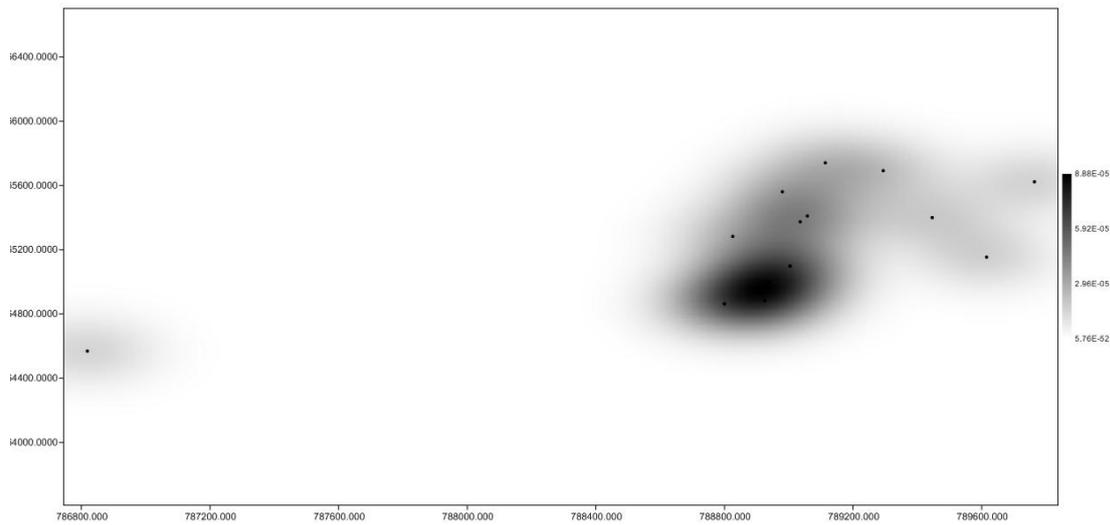


Figura 2.8. Mapa de densidade *Kernel* do indivíduo *C. thous* 3 na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de abr/97 até jul/97, período durante o enchimento da represa.

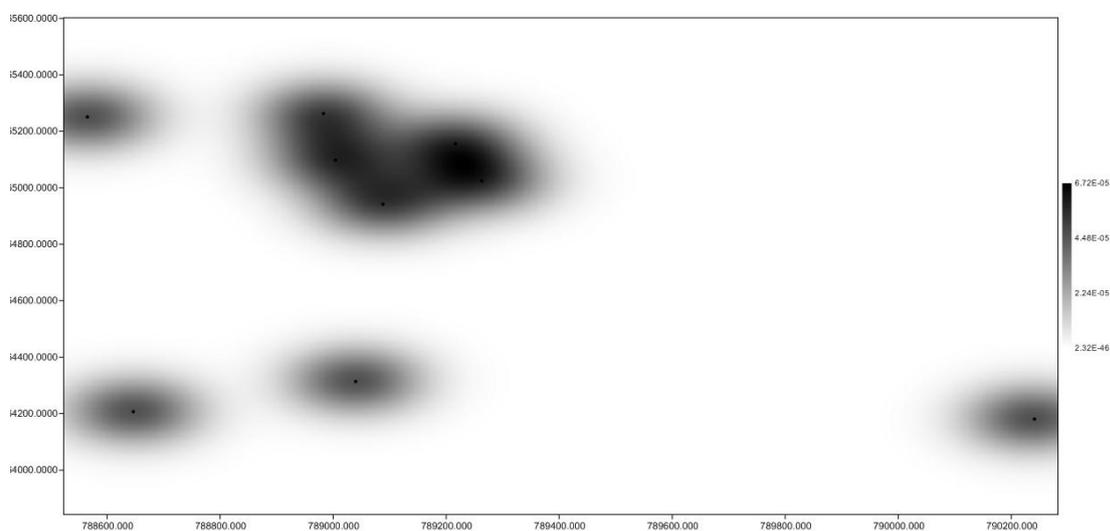


Figura 2.9. Mapa de densidade *Kernel* do indivíduo *C. thous* 3 na região da Usina Hidrelétrica de Serra da Mesa, Goiás, de ago/97 até nov/97, período pós-alagamento.

O indivíduo *C. thous* 3 (Figura 2.8) apresentou uma movimentação diferente aos primeiros, uma vez que durante o alagamento houve uma maior concentração mais próxima à barragem, e no período do pós-alagamento (Figura 2.9), uma concentração mais distante, na região noroeste da área inundada.



- | | |
|---|---|
|  <i>C. thous 1</i> |  <i>C. thous 4</i> |
|  <i>C. thous 2</i> |  <i>L. vetulus</i> |
|  <i>C. thous 3</i> |  <i>N. nasua</i> |



Elaborado por: Marcos Martins
 Data: jan/2014
 Fonte: ArcGlobe

Figura 2.10. Localizações dos indivíduos capturados das três espécies monitoradas na região da Represa da UHE Serra da Mesa/ GO, no período de ago/96 a nov/97.

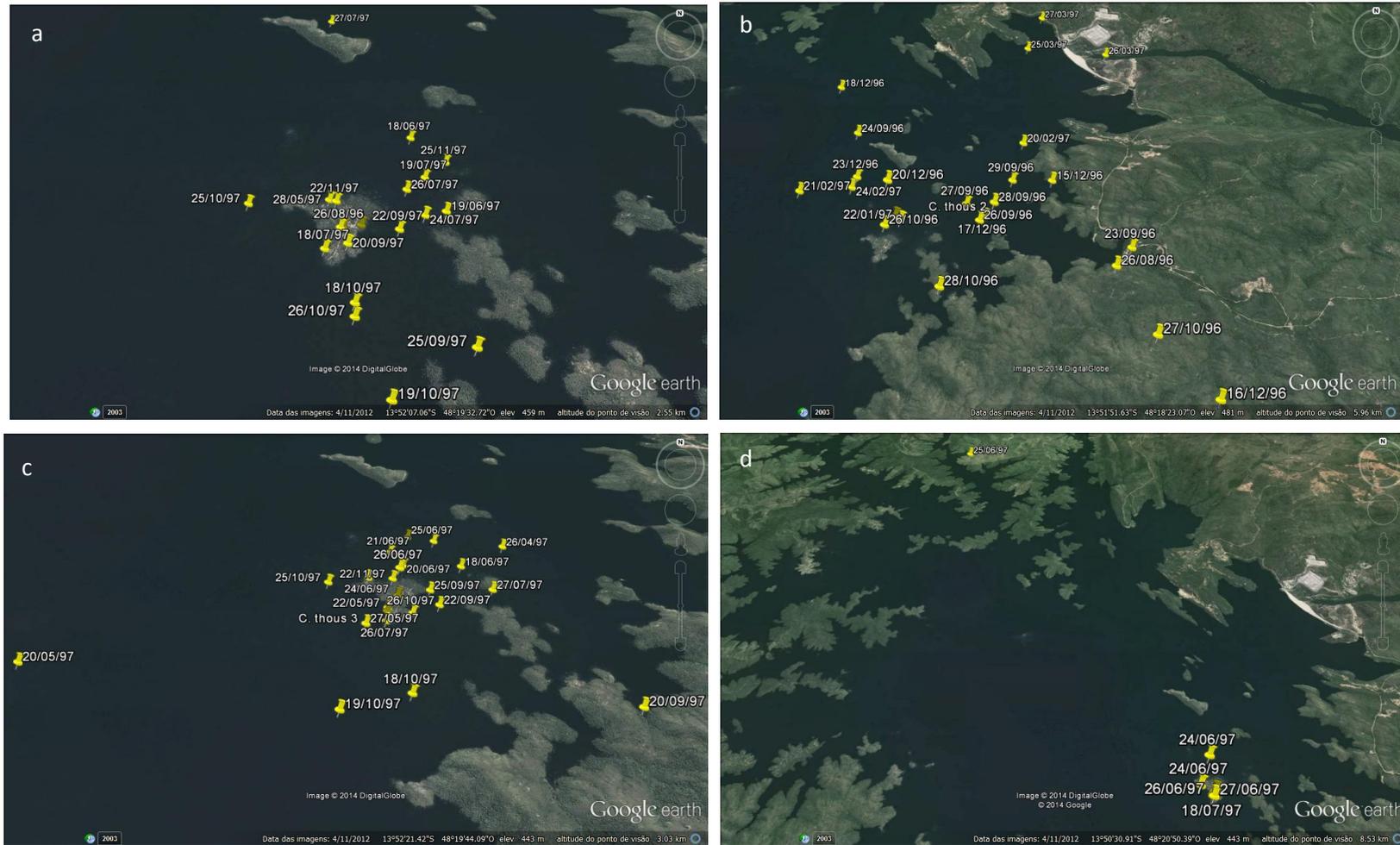


Figura 2.11. Registros cronológicos do monitoramento dos indivíduos (a) *C. thous* 1, (b) *C. thous* 2, (c) *C. thous* 3 e (d) *C. thous* 4, na UHE Serra da Mesa, no período de ago/96 a nov/97.



Figura 2.12. Registros cronológicos do monitoramento dos indivíduos (a) *L. vetulus* e (b) *N. nasua* na UHE Serra da Mesa, no período de mar/97 a nov/97.

De acordo com a Figura 2.10, é visível o adensamento na península que se formou na região mais centro-sul da imagem, e vimos que grande parte da área utilizada anteriormente pelos indivíduos monitorados foi perdida na inundação.

Analisando cronologicamente, era esperado um direcionamento desse adensamento, à medida que a área foi sendo inundada no sentido nordeste-sudoeste. Observa-se que os animais não seguiram essa lógica, uma vez que foram encontrados registros de alguns indivíduos próximos à barragem após o alagamento (Figuras 2.11 e 2.12).

2.5. DISCUSSÃO

Indivíduos das três espécies apresentaram áreas de movimentação que foram parcialmente perdidas com o alagamento (Figura 2.10). O indivíduo *C. thous* 2 foi o que apresentou maior área de vida, e, conseqüentemente, foi o que mais perdeu, já que a maior parte de sua movimentação se situava dentro da região alagada, conforme pode ser visto na Figura 2.10.

Ao analisar o mapa de áreas de vida (método MPC), observa-se que as espécies monitoradas ocupavam áreas que se sobrepunham o que indica uma dinâmica ecológica de competição interespecífica por recursos (Juarez & Marinho-Filho, 2002; Jácomo *et. al.*, 2004).

Os animais monitorados apresentaram sobreposições de áreas de vida, o que pode significar um alto potencial de competição, já que apresentam dieta similar (Juarez & Marinho-Filho, 2002; Jácomo *et. al.*, 2004; Beisiegel & Mantovani, 2006). Ao serem obrigados a deixar suas áreas originais rumo às porções não alagadas do habitat, este potencial aumenta, já que encontrarão nestas novas áreas outros indivíduos residentes, num efeito de adensamento populacional.

Essa concentração pode ter sido causada pelo adensamento promovido pela inundação. À medida que o processo de alagamento foi ocorrendo, os animais se concentraram em áreas secas, cada vez menores, onde também se concentravam presas, como pequenos mamíferos (capítulo 1).

Apesar da concentração ao final do monitoramento, observou-se que não houve uma ordem cronológica de adensamento na península (Figuras 2.11 e 2.12). No mês de março de 1997, o *C. thous 2* foi encontrado no lado oposto dos pontos anteriores, de forma que, analisando a área, a conclusão encontrada foi que ele seguiu até a borda e percorreu um trecho do leito do Rio Tocantins que encontrava-se seco, à jusante da barragem. Isso pode ser explicado pela necessidade de fugir de uma alta competição entre os indivíduos após o alagamento, ou mesmo pela escassez de recursos ocasionada pela redução dos habitats.

O entendimento foi de que os demais indivíduos monitorados apresentaram comportamentos similares, já que foram encontrados registros em diferentes áreas ao longo do período de alagamento, sem seguir um direcionamento, conforme foi dito.

Analisando os mapas de densidade Kernel (Figuras 2.4 a 2.9), observa-se que os três indivíduos de *C. thous*, que havia maior quantidade de registros, apresentaram diferentes formas de movimentação nos períodos de enchimento da represa, e não seguiram um padrão cronológico conforme esperado. Entretanto, os indivíduos *C. thous 2* e *C. thous 3* apresentaram concentrações maiores em regiões mais distantes da barragem. Isso mostra que a inundação causou uma expulsão desses indivíduos das áreas antes percorridas por eles. Isso permite inferir que buscaram as áreas da península e das bordas do reservatório, quando se compara com a imagem (Figura 2.10).

Apesar de não ter sido feito o monitoramento da fauna já existente na borda do lago, acredita-se que esta sofreu impactos negativos com a chegada dos demais animais que foram “expulsos” de seus habitats por causa da inundação. Como a área de adensamento vista manteve a conectividade com a margem do lago, isso possibilitou o trânsito dos animais para a borda,

ocasionando assim alteração da dinâmica das comunidades antes residentes naquela área.

A alteração da paisagem resultante da implantação de um reservatório subsidiário de uma usina hidrelétrica pode promover impactos negativos para a fauna local, o que possivelmente traz modificações na dinâmica das populações residentes na área determinada para o alagamento.

Toda essa discussão permite uma maior avaliação e melhor reflexão sobre como minimizar os impactos gerados pela implantação de empreendimentos hidrelétricos e questionar o fato de não se utilizar métodos alternativos para produção de energia. O fato de o Brasil apresentar enorme potencial hídrico, e essa fonte de produção ser considerada de menor impacto por ser um recurso renovável, cabe perguntar até que ponto é ainda a melhor maneira de se obter energia.

Em um momento em que as discussões acerca dos problemas ambientais e sobre a preservação da biodiversidade no planeta está em pauta de grandes convenções internacionais, acreditamos ser cada vez mais importante promover diálogos entre políticas públicas e sociedade sobre a conservação do meio ambiente e as possibilidades mais sustentáveis para suprir a necessidade energética.

2.6. REFERÊNCIAS

- Ab'SABER, A.N. 2003. *Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas*. São Paulo: Ateliê Editorial, 159 p.
- ANDRADE, S. M. 2002. *O patrimônio histórico arqueológico de Serra da Mesa: A construção de uma nova paisagem*. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo: São Paulo. 266 p.
- BERTOLLA, L.; REIS, N. R. 2010. *Técnicas de estudo em ecologia de Lontra longicaudis*. In: REIS, N. R. ... [et al.] (Organizadores). 1 ed- Rio de Janeiro: Technical Books. 275 p.
- BEISIEGEL, B. M.; MANTOVANI, W. 2006. *Habitat use, home range and foraging preferences of the coati *Nasua nasua* in a pluvial tropical Atlantic forest area*. Journal of Zoology, 269, p 77-87.
- BIERREGAARD JR, R. O.; T. E. LOVEJOY; V. KAPOS; A. A. SANTOS; R. W. HUTCHINGS. 1992. *The biological dynamics of tropical rainforest fragments*. BioScience, vol. 42, nº 11, p. 859-866.
- CAMPOS, S. R. M; V. P. SILVA. 2012. *A efetividade do estudo de impacto ambiental e do licenciamento em projetos de usinas hidrelétricas*. Caminhos de Geografia, v. 13, n. 41, p. 1-14.
- CHEIDA, C. C.; RODRIGUES, F.H.G. 2012. *Introdução às técnicas de estudo em campo para mamíferos carnívoros terrestres*. In: REIS, N. R. ... [et al.] (Organizadores). 1 ed- Rio de Janeiro: Technical Books. 275 p.
- COLCHERO, F.; D. A. CONDE; C. MATEROLA; C. CHAVEZ; A. RIVERA; G. CEBALLOS. 2010. *Jaguars on the move: modeling movement to mitigate fragmentation from road expansion in the Mayan forest*. Animal Conservation, 14, p. 158-166.
- CROOKS, K. R. 2002. *Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation*. Conservation Biology, vol. 16, nº 2, p 488-502.
- FURNAS, 2014. *Usina hidrelétrica de Serra da Mesa*. Disponível em <http://www.furnas.com.br/hotsites/sistemafurnas/usina_hidr_serramesa.asp> Acesso em jan/ 2014.
- GOLDEMBERG, J.; O. LUCON. 2007. *Energia e meio ambiente no Brasil*. Estudos avançados 21 (59), p. 7-20.
- HASS, A. 2002. *Efeitos da criação do reservatório da UHE Serra da Mesa (Goiás) sobre a comunidade de aves*. Tese de doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 156 p.

JÁCOMO, A. T. A.; SILVEIRA, L.; DINIZ-FILHO, J. A. F. 2004. *Niche separation between the maned wolf (Chrysocyon brachyurus), the crab-eating fox (Dusicyon thous) and the hoary fox (Dusicyon vetulus) in central Brazil*. J. Zool., Lond. 262, p 99-106.

JUAREZ, K. M.; MARINHO-FILHO, J. 2002. *Diet, habitat use, and home ranges of sympatric canids in central Brazil*. Journal of Mammalogy, 83 (4), p. 925-933.

LAURANCE, W. F.; T. E. LOVEJOY; H. V. VASCONCELOS; E. M. BRUNA; R. K. DIDHAM; P. C. STOUFFER; C. GASCON; R. O. BIERREGAARD; S. G. LAURANCE; E. SAMPAIO. 2002. *Ecosystem decay of Amazonian Forest fragments: a 22-year investigation*. Conservation Biology, vol 16, nº 3, p. 605-618.

LINNAEUS, C. 1766. Systema Naturae... Tomus I. Regnum Animalium. 12th rd., reformed. Holm. 532 pp.

MULLER, A. C. 1995. *Hidrelétricas, meio ambiente e desenvolvimento*. São Paulo: Makron Books. 412 p.

NASCIMENTO, A. T. A. 2014. *Ecologia e conservação do mico-leão-da-cara-preta (Leontopithecus caissara) na região do Ariri, Cananeia, São Paulo*. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 123p.

PRIMACK, R. B. 1992. *Tropical community dynamics and conservation biology*. BioScience, vol. 42, nº11, p 818-821.

SOUZA JR., W. C. 1998. *Geoprocessamento aplicado à determinação de parâmetros de alagamento do reservatório da usina hidrelétrica de Serra da Mesa, Minaçu, Goiás*. Anais IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos, INPE, p. 695-700.

TERBORGH, J. 1992. *Maintenance of diversity in tropical forests*. Biotropica, vol. 24, nº 2, p. 283-292.

VAERENBERG, S. V. 2009. *Kernel methods for nonlinear identification, equalization and separation of signals*. Tese de doutorado. Universidade de Cantabria. Espanha. 242 p.

WWAP (World Water Assessment Programme). 2012. *The United Nations World Water Development Report 4: managing water under uncertainty and risk*. Paris: UNESCO, 407 p.

WWF. 2012. *Além de grandes hidrelétricas- Políticas para fontes renováveis de energia elétrica no Brasil*. Sumário para tomadores de decisão: WWF. 44 p.