



Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora)

Cecilia Bueno¹ & Paulo José A.L. de Almeida²

¹ Projeto Caminhos da Fauna (Céu Aberto/Concer) / Departamento de Biologia - Universidade Veiga de Almeida. Rua Ibituruna, 108, Maracanã, Rio de Janeiro. Email: cecilia.bueno@pobox.com

² Laboratório de Vertebrados, Departamento de Ecologia, UFRJ C.P. 68020, Rio de Janeiro - RJ, CEP 21941-590. Email: pauloall@biologia.ufrj.br

Abstract. Seasonal roadkill and movement pattern for mammals at BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). The construction of roads and highways causes difficulties in animal dispersion and alters the movements on finer scales, such as foraging related movements. Seasonal patterns in foraging behaviour of mammals are well known. We tested for the difference in roadkill frequency between climatic seasons. Our results showed that roadkill frequency was significantly higher in the dry season. Possibly the animals are subjected to seasonal stress related to dry season (food scarcity), and as a consequence, are forced to dislocate to larger areas, for foraging.

Keywords: movement ecology, road ecology, dispersal, population ecology, fragmentation

Resumo. A construção de estradas e rodovias, além de dificultar a dispersão, também altera os movimentos de menor escala dos animais, como os movimentos direcionados para as atividades de forrageamento. Em mamíferos, padrões estacionais relacionados às atividades de forrageamento são conhecidos. Dessa forma, testamos a diferença da frequência de atropelamentos desse grupo entre estações climáticas. Os resultados mostraram que a frequência dos atropelamentos foi significativamente maior na estação seca. Possivelmente, os animais estão mais suscetíveis às pressões estacionais na seca (escassez de alimento) e, como consequência, são obrigados a se deslocarem mais, mudando seus padrões de movimentos.

Palavras-chave: ecologia de movimentos, ecologia de estradas, dispersão, fragmentação, ecologia de populações

INTRODUÇÃO

Um dos distúrbios mais comuns do bioma Mata Atlântica é a construção de estradas e rodovias (SCHULLERY, 1987; DRUMMOND, 1996). Além do efeito sobre o entorno, pelo barulho, luzes e emissão de CO₂ (BARTHOLOMEU, 2006; GLISTA *et al.*, 2008), a falta de permeabilidade da estrada ao deslocamento dos animais entre fragmentos pode representar um importante fator na sua sobrevivência (SCOSS, 2002). As estradas também alteram os movimentos de menor escala dos animais, como os deslocamentos direcionados para as atividades de forrageamento,

influenciando assim diretamente as dinâmicas das populações do entorno (WHITTINGTON *et al.*, 2004).

A compreensão dos padrões de movimentos dos animais é uma valiosa ferramenta para o entendimento da sua dinâmica populacional (RICKLEFS, 1989). Particularmente quando o habitat apresenta algum nível de heterogeneidade, a mobilidade do animal através da descontinuidade da mata pode assumir um papel ainda mais importante na sua dinâmica (FORERO-MEDINA & VIEIRA, 2009). Os movimentos são influenciados por fatores intrínsecos ao indivíduo, como fisiológicos (p.ex. busca de alimento

e reprodução), habilidades sensoriais (p.ex. capacidade de visão) (BELL, 1991; ZOLLNER & LIMA, 1997), e externos, como a estrutura espacial da paisagem (BURROUGH, 1981; KOTLIAR & WIENS, 1990), como as mudanças antrópicas, por exemplo.

Os mamíferos são especialmente vulneráveis a mudanças antrópicas como as rodovias, devido, entre outros fatores, ao seu maior tamanho corporal em relação a outros grupos (répteis ou anfíbios), já que maiores tamanhos corporais se relacionam a maiores áreas de vida (MACNAB, 1963). Além disso, alguns mamíferos, quando pressionados pela escassez de recursos, podem se movimentar por áreas ainda maiores, devido, por exemplo, a sazonalidade climática (ALMEIDA, 2007), aumentando dessa forma a necessidade de atravessar as estradas que passam pela sua área de vida. Para um animal de médio porte, a largura da estrada não possui uma escala que represente uma barreira perceptual (FORERO-MEDINA & VIEIRA, 2009; PREVEDELLO, 2009), mas a dificuldade do animal atravessar uma estrada irá também depender do volume de carros no local, e do horário (ZALESKI *et al.*, 2009). Contudo, ainda que o volume de carros seja mais alto em determinada época, o número de atropelamentos pode ser inferior a outra época de menos trânsito, em função da alteração dos padrões de movimentos, como no caso dos animais andarem áreas maiores e, conseqüentemente, atravessarem as estradas com mais frequência. Assim, os fatores tamanho de corpo e a suscetibilidade a mudanças nos padrões de movimentos somados podem aumentar ainda mais a vulnerabilidade de mamíferos ao número de atropelamentos.

Compreender os fatores que potencializam os atropelamentos de mamíferos em rodovias tem sido foco de estudos recentes, especialmente para que

medidas mitigadoras eficientes sejam implantadas (GUMIER-COSTA & SPERBER, 2009; BARTHELMESS & BROOKS, 2010). No entanto, ainda não estão devidamente estabelecidos os principais fatores que tornam os mamíferos mais suscetíveis aos atropelamentos. Com essa perspectiva, o objetivo desse estudo é verificar a relação da frequência dos atropelamentos com a sazonalidade climática na rodovia Rio de Janeiro-Juiz de Fora (BR-040). Nossa hipótese de estudo é que durante a estação seca há maior frequência de atropelamentos, já que os mamíferos estariam mais vulneráveis aos atropelamentos na estação com menor disponibilidade de recurso, pois alteram seus padrões de deslocamento e andam áreas maiores (ALMEIDA, 2007).

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na BR-040 (Fig.1), uma rodovia federal com um volume médio de 39.046 carros por dia útil (ANTT, 2008). Esta rodovia foi construída sem preocupações ambientais na época e perpassa a Baixada Fluminense, por Duque de Caxias, subindo a Serra de Petrópolis, onde corta o Corredor de Biodiversidade da Serra do Mar, seguindo para Minas Gerais até Juiz de Fora. O trajeto da rodovia corta a APA Petrópolis e um pequeno trecho da REBIO Tinguá, além de possuir diversos fragmentos de Mata Atlântica próximos à rodovia ao longo de seu percurso. A rodovia é monitorada há quatro anos (2006-2010) pelo Projeto Caminhos da Fauna, sendo mapeados os atropelamentos dos vertebrados silvestres para subsidiar ações mitigadoras para este impacto. O monitoramento da fauna atropelada na BR-040 é realizado em parceria com a concessionária que administra a rodovia (Companhia de Concessão Rodoviária Juiz de Fora - Rio de Janeiro - Concer). O

acompanhamento é realizado em toda a extensão da rodovia sob concessão (Rio de Janeiro/Juiz de Fora), contabilizando 180 km, em ambos os sentidos. Os dados utilizados no estudo correspondem ao período compreendido entre 06/2006 e 12/2008.

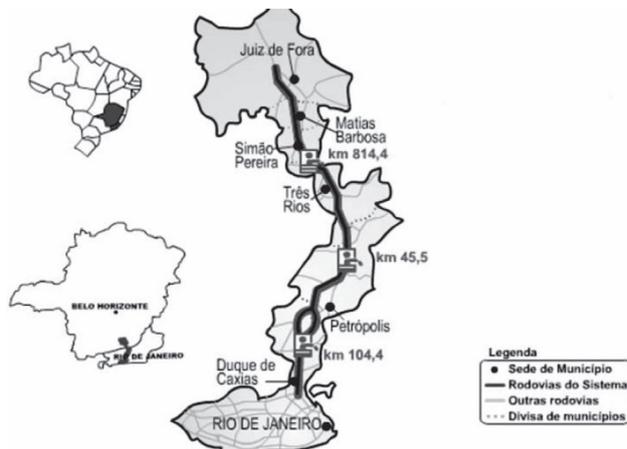


Figura 1. A Rodovia Federal Rio de Janeiro-Juiz de Fora (BR-040) começa na Baixada Fluminense passando pela Serra de Petrópolis, e segue até Juiz de Fora. O trajeto da rodovia corta a APA Petrópolis e um pequeno trecho da REBIO Tinguá.

Os inspetores de tráfego da Concer atuam 24h/dia e foram capacitados para registrar e armazenar os animais atropelados conforme protocolo do projeto. Os técnicos do projeto percorreram toda a estrada, recolhendo as informações e levantando as ocorrências, com frequência inicial mensal em 2006 e quinzenal a partir de 2007. Os animais recolhidos foram identificados e encaminhados para tombamento na coleção do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Para a comparação de atropelamentos entre estações, usamos os dados a partir de 2007, em função do aprimoramento da metodologia de coleta durante o ano de 2006.

Para caracterizar o período das estações climáticas, fizemos o diagrama ombrotérmico com base nas normais climatológicas, no período entre 1961

e 1990, para as estações meteorológicas RJ-Centro e Juiz de Fora (INMET, 1992). Para uma verificação mais precisa da época da ocorrência das estações climáticas no período de estudo (2007 a 2008), também fizemos o diagrama ombrotérmico para os dados obtidos a partir da estação meteorológica da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais, estação Juiz de Fora). Os dois diagramas foram feitos a usando o programa Windows Excel.

Relacionamos o número de atropelamentos mensais com as duas estações climáticas mais marcantes: a estação seca (em 2007 entre abril e setembro e em 2008 entre maio e outubro, ver resultados) e a estação chuvosa (os seis meses do ano com maior precipitação acumulada). Para isso calculamos o número médio de atropelamentos para cada estação, considerando os meses do período do estudo. Para testar a hipótese de que há mais atropelamentos na estação seca, realizamos o teste de diferença de médias ($p < 0.05$) (SPIEGEL, 1994), utilizando o programa Statistica versão 7.0 (STATSOFT, 2001).

Para verificar uma possível relação entre o volume mensal de veículos e o número de atropelamentos calculamos um índice de correlação. O índice de correlação não estabelece relação de causa e efeito, mas ele verifica se o aumento ou diminuição dessas variáveis (volume mensal de carros e número de atropelamentos) estão associados. Nessa análise exploratória usamos o coeficiente de correlação de Spearman, já que os dados não apresentaram uma distribuição normal (SPIEGEL, 1994).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 147 ocorrências com mamíferos silvestres desde o início do período de acompanhamento (Tab.1). Destas ocorrências, 91 mamíferos

foram atropelados e mortos, e suas carcaças foram enviadas para o Museu Nacional. Trinta e nove animais foram enterrados, devido ao adiantado estado de decomposição de suas carcaças, e o restante, 17, resgatados íntegros da pista e direcionados de volta à mata do entorno.

As três espécies mais encontradas foram *Didelphis aurita* (Wied-Neuwied, 1826) (gambá-de-orelha-preta), *Hydrochaeris hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (capivara) e *Sphiggurus villosus* (F. Cuvier, 1823) (ouriço-cacheiro). *Didelphis aurita* é considerada uma espécie sinantrópica e que pode ser facilmente atraída pelo lixo jogado próximo às rodovias. A presença de um grande número de atropelamentos de capivara em relação a outros mamíferos se deve possivelmente à presença de rios próximos e das plantações e grama roçada na área de servidão da rodovia.

Foram registradas quatro famílias com oito espécies de carnívoros neste período de monitoramento, sendo: Canidae (*Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766), cachorro do mato; *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766), lobo-guará); Mustelidae (*Galictis cuja* (Molina, 1782), furão); Procyonidae (*Nasua nasua* (Linnaeus, 1766), quati; *Procyon cancrivorus*, mão-pelada); Felidae (*Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758), jaguatirica; *Puma yagouaroundi* (É. Geoffroy Saint-Hilare, 1803), jaguarundi) (Fig.5).

Dentre as espécies de carnívoros citadas, o cachorro-do-mato (*C. thous*) é a que apresenta o maior número de indivíduos atropelados (N=8). Ainda que os carnívoros sejam menos abundantes que pequenos mamíferos, a susceptibilidade desse grupo aos atropelamentos ocorre, provavelmente, por terem maior tamanho corporal e, portanto, maiores áreas de vida se comparados com mamíferos menores (McNAB, 1963). Eventualmente,

Tabela 1. Ocorrências nas estradas por espécie, desde o começo do acompanhamento da rodovia pelo Projeto Caminhos da Fauna.

Espécie	Ocorrências
<i>Didelphis aurita</i>	28
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i>	25
<i>Sphiggurus villosus</i>	22
<i>Bradypus variegatus</i>	13
<i>Callithrix jacchus</i>	11
<i>Cerdocyon thous</i>	8
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	6
<i>Galictis cuja</i>	6
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	5
<i>Tamandua tetradactyla</i>	4
<i>Alouatta guariba</i>	3
<i>Procyon cancrivorus</i>	3
<i>Artibeus lituratus</i>	2
<i>Callithrix penicillata</i>	2
<i>Dasyus novencsinctus</i>	2
<i>Leopardus pardalis</i>	2
<i>Cuniculus paca</i>	1
<i>Guerlinguetus aestuans</i>	1
<i>Nasua nasua</i>	1
<i>Philander frenatus</i>	1
<i>Puma yagouaroundi</i>	1

os carnívoros também podem se alimentar de carcaças de outros animais atropelados, ficando assim mais expostos ao trânsito.

Para testar nossa hipótese de estudo, o resultado do diagrama ombrotérmico da média das normais climatológicas RJ-Centro e Juiz de Fora indica que os meses mais secos do ano são entre abril e outubro (Fig.2). Esse padrão se confirmou também para os dados obtidos a partir da estação meteorológica da CEMIG, sendo os seis meses mais secos de 2007 entre abril e setembro e, de 2008, entre maio e outubro (Fig.3).

O teste de hipótese apontou que o número de atropelamentos na estação seca é significativamente maior ($p=0,046$; $N=23$) do que na estação chuvosa,

considerando os dois anos de estudo, sendo que um mês foi excluído da amostra por se tratar de um *outlier* (Fig.4). Atribuímos essa diferença à escassez de recursos, obrigando maior deslocamento dos animais. LORETTO & VIEIRA (2005) e ALMEIDA (2007) discutiram os movimentos do didelfídeo da Mata Atlântica *D. aurita*. Esses estudos concluíram que os movimentos desse marsupial foram suscetíveis às mudanças de padrões em função da sazonalidade. Em particular, as alterações são mais pronunciadas para fêmeas entre estações climáticas, e para os machos entre estações reprodutivas. Já as fêmeas aumentam a busca por recursos na estação seca, quando estão amamentando, e os machos aumentam a procura por acasalamento na estação reprodutiva.

Ainda que haja a sobreposição de parte da estação reprodutiva com a estação chuvosa, o que justifica uma diferença de padrões entre machos e fêmeas (ALMEIDA, 2007), esses resultados apontam que as variações nos deslocamentos podem ser influenciadas diretamente pelas variações nas necessidades de forrageamento. Mesmo assim, a estação seca seria um fator preponderante, já que a escassez de recursos alimentares afeta todos os grupos, justificando uma maior necessidade de deslocamentos de busca, e tornando os mamíferos mais suscetíveis aos atropelamentos.

Não houve correlação significativa ($r=0,072$; $p>0,05$; $N=23$) entre o volume mensal de carros e o número de atropelamentos (Fig.5), ou seja, apesar do aumento no trânsito de veículos, ele não está associado ao número de atropelamentos.

Dessa forma, nosso estudo confirmou nossa hipótese de que as variações nos atropelamentos são significativamente relacionadas às estações

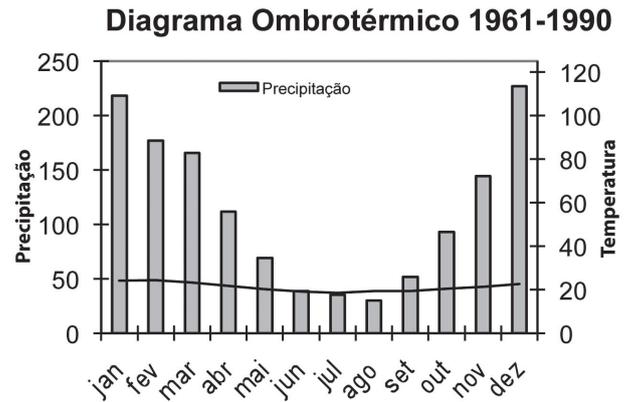


Figura 2. Diagrama ombrotérmico com base nas normais climatológicas divulgadas pelo INMET para as estações meteorológicas RJ-Centro e Juiz de Fora. A média entre essas duas estações meteorológicas indica que os meses mais secos do ano são entre abril e outubro.

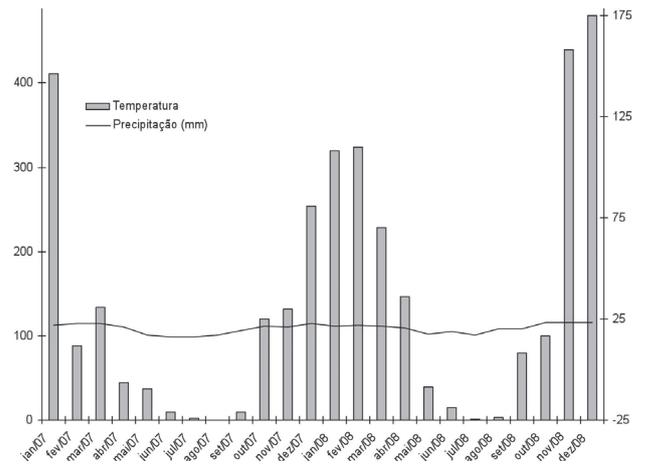


Figura 3. Dados da estação meteorológica de Juiz de Fora ($-21^{\circ}46'40$, $-43^{\circ}19'11$), fornecidos pela CEMIG, considerando o período que o estudo foi realizado. Entre julho e dezembro de 2008 a estação Juiz de Fora esteve em manutenção e foram considerados os dados da estação mais próxima (Leopoldina, $-21^{\circ}47'$, $-42^{\circ}72'$). Confirmando o padrão das normais climatológicas, nesse período os seis meses mais secos de cada ano foram entre abril e setembro em 2007, e, entre maio e outubro em 2008.

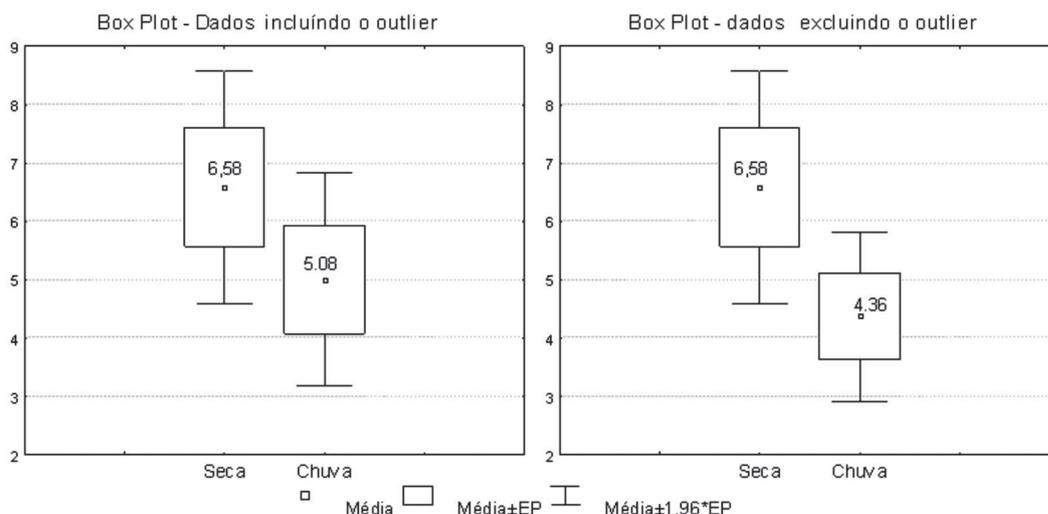


Figura 4. Box plot feito com o programa Statistica 7.0 das médias de atropelamentos durante a estação chuva e seca. No gráfico à esquerda temos todo o banco de dados a partir de 2007 ($n=24$), enquanto à direita temos a representação das médias após a exclusão de um *outlier* (ocorrência na estação chuvosa; $n=23$). O impacto desse ponto nas médias e desvios justificou a sua exclusão, já que, observando os gráficos acima, o mês em questão se caracterizou como um *outlier*. Adicionalmente, fugia ao objetivo desse estudo analisar mês a mês separadamente.

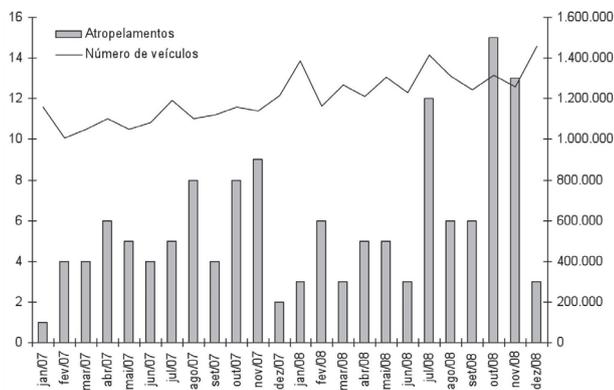


Figura 5. Comparação entre o número de atropelamentos e o volume de carros. Conforme o índice de correlação ($r=0,072$; $p>0,05$) não houve associação entre esses dois parâmetros, apontando que outros fatores podem influenciar a variação no número de atropelamentos.

climáticas, particularmente considerando os parâmetros estudados para a rodovia Rio de Janeiro-Juiz de Fora, no período em questão.

Os movimentos dos animais têm sido cada vez mais abordados e compreendidos, e este estudo se beneficiou de novas descobertas sobre o tema, para contemplar a importância da variação de estações sobre os atropelamentos de mamíferos na rodovia. Assim, entender as causas e fatores que influenciam os atropelamentos de animais em rodovias é de fundamental importância para que medidas mitigadoras eficientes sejam implantadas, como, por exemplo, a localização de placas de alerta a passagem de fauna, redutores de velocidade, faunodutos e passarelas de fauna.

Uma das iniciativas tomadas pela equipe do Projeto Caminhos da Fauna é a campanha

educativa no período de seca junto aos condutores de veículos. Nela, os motoristas são alertados do maior movimento da fauna neste período, e recomendados a uma maior atenção e à diminuição da velocidade, principalmente no início da manhã e durante a noite.

Outros fatores também podem desempenhar papéis importantes no número de atropelamentos e podem ser contemplados em estudos futuros. Além das alterações dos padrões de movimentos devido à sazonalidade, outro fator que pode alterar o comportamento de deslocamentos dos animais no entorno da rodovia BR - 040 é a fisionomia da ocupação do entorno. O trecho monitorado apresenta uma forte ocupação nas margens (favelas, postos, restaurantes, escolas, casas, fábricas, lojas, hotéis), o que favorece o acúmulo de lixo (BUENO *et al.*, 2009). Esse aumento de resíduos próximo aos fragmentos pode servir como atrativo para os animais durante todo o ano e aumentar seus deslocamentos na estrada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, P.J.A.L. 2007. **Dimensões Fractais nos movimentos do gambá de orelha-preta, *Didelphis aurita* (Didelphimorphia, Didelphidae)**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia-PPGE/UFRJ, Rio de Janeiro. 60p.
- ANTT. 2008. **Rodovias reguladas pela ANTT. Relatório anual 2008**. Agência Nacional de Transporte Terrestre, 409p.
- BARTHELMESS, E. & BROOKS, M. 2010. The influence of body-size and diet on road-kill trends in mammals. **Biodiversity and Conservation** **19**: 1611-1629.
- BARTHOLOMEU, D.B. 2006. **Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ). 165p.
- BEGON, M.; THOMPSON, D.J. & MORTIMER, M. 1996. **Population Ecology: a unified study of animals and plants**. Blackwell Science, 256p.
- BELL, W.J. 1991. **Searching Behavior: the behavioural ecology of finding resources**. Chapman and Hall, London.
- BUENO, C.; FREITAS, L. & COUTINHO, B. 2009. Padrões de Fragmentação Florestal e suas Relações com os atropelamentos de Fauna Silvestre: O Caso da BR-040. **In: Anais do IV Simpósio Internacional de Meio Ambiente PAS para a PAZ**. Rio de Janeiro, Brazil. 526p.
- BURROUGH, P.A. 1981. Fractal dimension of landscapes and other environmental data. **Nature** **294**: 240-242.
- DRUMMOND, J.A. 1996. Mata Atlântica: a história de uma destruição. **Revista Estudos Históricos** **17**: 1-11.
- FORERO-MEDINA, G. & VIEIRA, M.V. 2009. Perception of a fragmented landscape by neotropical marsupials: effects of body mass and mass and environmental variables. **Journal of Tropical Ecology** **25**: 53-62.
- GLISTA, D.J.; DEVAULT, T.L. & WOODY, J.A. 2008. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. **Landscape and urban planning** **91**: 1-7.

- GUMIER-COSTA, F. & SPERBER, C.F. 2009. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazônica 39**: 459-466.
- INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA/MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, ABASTECIMENTO E REFORMA AGRÁRIA. 1992. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, INMET, 84p.
- KOTLIAR, N.B. & WIENS, J.A. 1990. Multiple scales of patchiness and patch structure: a hierarchical framework for the study of heterogeneity. **Oikos 59**: 253-260.
- KREBS, J.R. & DAVIES, N.B. 1987. **An introduction to behavioral ecology**. Oxford, Blackwell Scientific Publications, 432p.
- LORETTO, D. & VIEIRA, M.V. 2005. The effects of reproductive and climatic seasons on movements in the black-eared opossum (*Didelphis aurita*, Wied-Neuwied, 1826). **Journal of Mammalogy 86**: 287-293.
- McNAB, B.K. 1963. Bioenergetics and Determination of Home Range Size. **American Naturalist 97**: 133-138.
- PREVEDELLO, J.A. 2009. **Efeitos da heterogeneidade da matriz sobre a capacidade perceptual e movimentos de marsupiais (Mammalia, Didelphimorphia) em uma paisagem fragmentada da Mata Atlântica**. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biologia-PPGE/UFRJ. 80p.
- RICKLEFS, R. E. 1989. **Ecology**. New York, Freeman & Company, 542p.
- SCHULLERY, P. 1987. The Longest Meadow. **American Forests 93**: 50-51, 74.
- SCOSS, L.M. 2002. **Impacto de estradas sobre mamíferos terrestres: o caso do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. 97p.
- SPIEGEL, M. R. 1994. **Estatística, 3ª edição**. São Paulo, Makron Books, BR, 642p.
- STATSOFT, INC. 2001. **Statistica for Windows (computer program manual)**. Tulsa.
- VIVEIRO DE CASTRO, E.B. & FERNANDEZ, F.A.S. 2004. Determinants of differential extinction vulnerabilities of small mammals in Atlantic forest fragments in Brazil. **Biological Conservation 119**: 73-80.
- WHITTINGTON, J.; CLAIR, C.C. & MERCER, G. 2004. Path tortuosity and the permeability of roads and trails to wolf movement. **Ecology and Society 9**: 4-8.
- ZALESKY, T.; ROCHA, V.; FILIPAKI, S. & MONTEIRO-FILHO, E.L.A. 2009. Atropelamentos de mamíferos silvestres na região do município de Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. **Natureza & Conservação 7**: 81-94.
- ZOLLNER, P.A. & LIMA, S.L. 1997. Landscape-level perceptual abilities in white-footed mice: perceptual range and the detection of forested habitat Perceptual range and its implications for landscape-level ecological phenomena. **Oikos 80**: 51-60.

Recebido: 23/02/2010

Revisado: 08/06/2010

Aceito: 07/07/2010