

LUCIANO LOURENÇO
(COORDS.)

IMPRESA DA
UNIVERSIDADE
DE COIMBRA
COIMBRA
UNIVERSITY
PRESS

GEOGRAFIA, PAISAGEM E RISCOS

LIVRO DE HOMENAGEM AO
PROF. DOUTOR ANTÓNIO PEDROSA



**ECOLOGIA DA PAISAGEM: AVALIAÇÃO DA
SUSCETIBILIDADE DE ATROPELAMENTO DA VIDA
SELVAGEM NAS RODOVIAS DA BACIA
DO RIO ARAGUARI**

**LANDSCAPE ECOLOGY: ROADS ECOLOGY AND THE
SUSCEPTIBILITY OF THE ROAD RUNNING OVER THE
WILDLIFE IN THE RIVER ARAGUARI'S BASIN**

Láís Naiara Gonçalves dos Reis

Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia
laisngr@ufu.br

†Antônio de Sousa Pedrosa

Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia

Sumário: A malha rodoviária se constitui como um risco aos organismos silvestres, uma vez que estas fragmentam os habitats. Surge a Ecologia de estradas que procura apresentar modelos que correlacionam os fatores bióticos e abióticos com a finalidade de identificar se há padrão para os episódios de atropelamento da fauna. Este capítulo tem como objetivo levantar as áreas susceptíveis ao atropelamento de animais silvestres da bacia do rio Araguari e propor os locais para implementação das estruturas de passagem seguras para a fauna silvestre. Entende-se que as rodovias podem apresentar graus distintos de susceptibilidade ao perigo de atropelamento para a fauna silvestre, objeto de investigação deste estudo. Isso pode variar conforme

a disposição espacial desta na paisagem, ou seja, se a mesma está localizada próxima de habitats.

Palavras-chave: Ecologia de paisagens, ecologia de estrada, atropelamento, animais silvestres, susceptibilidade ambiental, rodovia.

Abstract: The road network is constituted as a risk to wildlife organisms, as it fragments the habitats. The Ecology of Roads seeks to present models that correlate biotic and abiotic factors in order to identify if there is a standard for episodes of fauna trampling. This chapter aims to survey the areas susceptible to wild animals trampling in the Araguari River basin and propose locations for implementation of safe passage structures for wildlife. It is understood that the roads may have different degrees of susceptibility to the danger of trampling wildlife, the object of investigation in this study. This can vary according to the spatial arrangement thereof in the landscape, or if it is located next to habitats.

Keywords: Ecology of landscapes, road ecology, trampling, wildlife, environmental susceptibility, highway.

Introdução

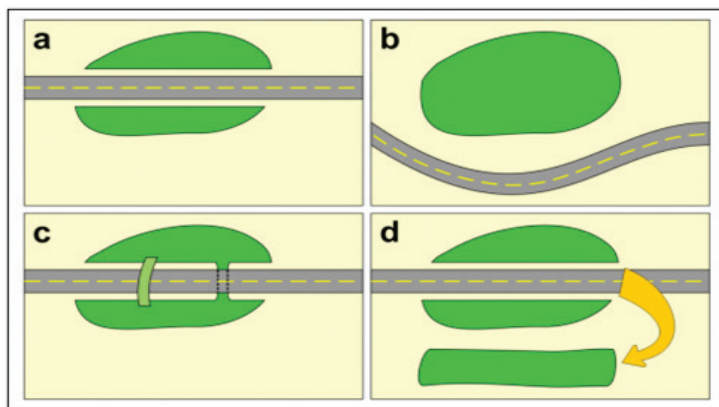
As vias de acesso são primordiais para o ordenamento e ocupação territorial, uma vez que as estradas são principais condutoras do processo de adentramento em uma dada região. A primeira política sobre o modelo de logística do Brasil está pautada no sistema rodoviário que teve o marco da expansão de novas vias a partir do Governo de Juscelino Kubitschek, (Júlio Silva *et al.*, 2015). A ocupação do Cerrado se acelerou e aconteceu de forma desordenada a partir da construção de Brasília e com ela a malha viária expandiu-se para regiões que outrora eram inexistentes.

A malha rodoviária se constitui como um risco aos organismos silvestres, uma vez que estas fragmentam os habitats contribuindo com a mortalidade destes durante o processo de dispersão. (L. Scoss, 2002). As vias de acesso contribuem para o processo de desmatamento, além de promover a invasão de espécies exóticas, conduzirem a propagação de doenças e focos de incêndios para as bordas dos habitats de vegetação nativa. “*Many human-made linear infrastructures such as railroads, powerlines, and petroleum pipelines intensify habitat degradations*”. (Beckmann *et al.*, 2010, p.5). Destaca-se que os principais impactos ecológicos causados pelas rodovias são: “[...] a mortalidade de espécies animais devido à construção de estradas e colisões com veículos, modificação do comportamento animal, alteração do ambiente físico, alteração do ambiente químico, dispersão de espécies exóticas e aumento do uso do habitat por humanos” (Trombulak & Frissell (2000), apud L. Scoss, 2002)

Os estudos e levantamentos da mortalidade de animais silvestres nas rodovias iniciaram-se em 1920, inicialmente, preocupados apenas com a contagem dos indivíduos mortos nas vias de rodagem. Como esse é um problema de impacto para a biodiversidade, emerge um ramo da Ecologia voltado para esta temática, a Ecologia de estradas “[...] *the Field of Road ecology has expanded in recent years to document the consequences of roads on wildlife [...]*” (R. Forman, 2010). Esta ciência está preocupada em apontar os padrões espaciais e/ou temporais para estes fenômenos (A. Oliveira, 2011).

Os impactos das estradas nas populações animais tem sido uma preocupação e vem sendo estudados desde a década de 1920 (Stoner 1925; Sprague 1939; Knobloch 1939). Segundo Smith-Patten e Patten (2008), os primeiros estudos mostravam apenas a preocupação de um maior impacto sobre a fauna nativa, posteriormente apareceram estudos mais sistemáticos para as contagens de mortalidade, e, a partir da década de 1940, começaram as relações entre os atropelamentos com os fatores biológicos de cada espécie. Atualmente, a maior parte dos estudos busca padrões de distribuição dos atropelamentos determinados por fatores espaciais ou temporais, aumentando o poder de generalização dos modelos (Taylor e Goldingay 2004; Ramp *et al.*, 2005; Ford e Fahrig, 2007; A. Oliveira, 2011).

O ideal é que para a abertura de novas rodovias que levem em consideração os habitats. E caso não seja possível não fragmentá-lo que seja apresentado formas de mitigação para o impacto ambiental ocasionado pelas vias (fig. 1). Este planejamento deve ser pensado por meio dos princípios da Ecologia de estradas.



a) impacto causado pela rodovia (fragmentação do habitat), b) neutralização do impacto potencial pela alteração do traçado, c) mitigação do impacto por meio da implantação de estruturas de passagem de fauna e d) compensação por meio da destinação de habitat equivalente para fins de conservação.

Fig. 1 - Representação esquemática das alternativas existentes para a viabilidade do traçado de uma rodovia (Fonte: M. Lauxen, 2012).

Fig. 1 - Schematic representation of alternatives to the viability of highway highway route (Source: M. Lauxen, 2012).

Em Ecologia de estradas, os estudos recentes procuram apresentar modelos que correlacionam os fatores bióticos e abióticos com a finalidade de identificar se há padrão para os episódios de atropelamento da fauna. Sabe-se que a associação das rodovias com o tráfego de veículos pode impactar a vida silvestre de quatro formas: “Decrease habitat amount and quality; 2. Increase mortality from collisions with vehicles; 3. Limit access to resources; and 4. Fragment wildlife populations into smaller and more vulnerable subpopulations”. (J. Beckmann & J. Hilty, 2010)

As pesquisas em Ecologia de estradas já apresentam alguns padrões em relação à vulnerabilidade da fauna silvestre ao atropelamento em rodovias, partindo da análise de locomoção e o comportamento destes. Bennett e Robinson (2000)

apud Oliveira (2011) disseram que os animais que demandam por grandes áreas de vida e que apresentam baixas taxas de reprodução são mais vulneráveis às estradas. Alguns vertebrados são atraídos pelas rodovias em função da disponibilidade de grãos e insetos. Assim como os animais carniceiros são atraídos pelas carcaças de animais que foram atropelados. (Smith-Patten e Patten, 2008 apud A. Oliveira, 2011). Pode-se dizer que há uma cadeia alimentar em função dos efeitos da rodovia: grãos e insetos fonte de alimento para pequenos vertebrados, estes podem se tornar alimentos para vertebrados de médio e grande porte, e as carcaças destes animais, atropelados na rodovia, são fontes de recursos (*foods*) para os carniceiros, que por sua vez podem ser atropelados na rodovia, também.

A faixa de domínio da rodovia é constituída pela pista de rolamento, acostamentos e a faixa lateral. Esta faixa lateral não apresenta uso definido, observa-se uma regeneração das fitofisionomias do bioma que se constituem com habitats para alguns organismos. Estes indivíduos apresentam alta vulnerabilidade ao atropelamento pelos veículos da rodovia em função da proximidade desta (fig. 2).



Fig. 2 - Área de domínio da rodovia.

Fig. 2 - *The Highway domain area.*

Admitindo que as componentes da paisagem (estrada e fragmentos) influenciam nos padrões de atropelamento da fauna silvestre, constata-se que as rodovias próximas às reservas ou unidades de conservação causam impactos mais relevantes sobre a população dos organismos (L. Scoss, 2002). Neste sentido, conhecer o volume de tráfego de uma rodovia também é importante, pois o fluxo intenso de veículos aumenta a probabilidade do risco de morte para os animais (A. Oliveira, 2011).

A susceptibilidade é a probabilidade de ocorrência de algum fenômeno perigoso em um meio, ou seja, em uma escala espacial. Para avaliar o grau de susceptibilidade ambiental do meio é preciso avaliar qual a predisposição deste ambiente para a ocorrência de um evento perigoso. Já a vulnerabilidade é a perda de um conjunto de elementos em decorrência de um determinado processo perigoso, resume-se vulnerável é o ser vivo e suscetível é o meio. A. Pedrosa, *et al.* (2012) pesquisaram a susceptibilidade geomorfológica à erosão laminar, bem como contribuíram substancialmente para a cartografia de risco no Brasil. Apropriando-se dos conceitos da susceptibilidade do meio para a ocorrência à um determinado fenômeno, novos objetos de estudos estão sendo investigados no Brasil, como a susceptibilidade dos fragmentos de vegetação nativa do bioma Cerrado à perda de biodiversidade. (J. Souza; L. Reis; A. Pedrosa, 2012).

Seguindo este último campo de investigação, este capítulo tem como objetivo demonstrar a metodologia de avaliação da susceptibilidade ambiental das rodovias da bacia hidrográfica do rio Araguari-MG ao atropelamento da fauna silvestre. Esta metodologia é consequência do desenvolvimento metodológico proposto por J. Souza; L. Reis; A. Pedrosa (2014) que verificaram a susceptibilidade ambiental dos fragmentos de vegetação nativa à perda da biodiversidade para as bacias hidrográficas do ribeirão Douradinho e Estiva, Minas Gerais, Brasil.

Procedimentos metodológicos

Localização da área de estudo- bacia do rio Araguari

A bacia do rio Araguari-MG (BHRA) está localizada na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, na parte ocidental do estado de Minas Gerais, ocupando uma área de 22.146,23 km². Essa está localizada entre as coordenadas 18° 20' e 20° 10' de latitude sul e 46° 00' e 48° 50' de longitude oeste. Abrange vinte municípios: Araguari, Araxá, Campos Altos, Ibiá, Indianópolis, Irai de Minas, Nova Ponte, Patrocínio, Pedrinópolis,

Perdizes, Pratinha, Rio Paranaíba, São Roque de Minas, Sacramento, Santa Juliana, Serra do Salitre, Tapira, Tupaciguara, Uberaba e Uberlândia (fig. 3).

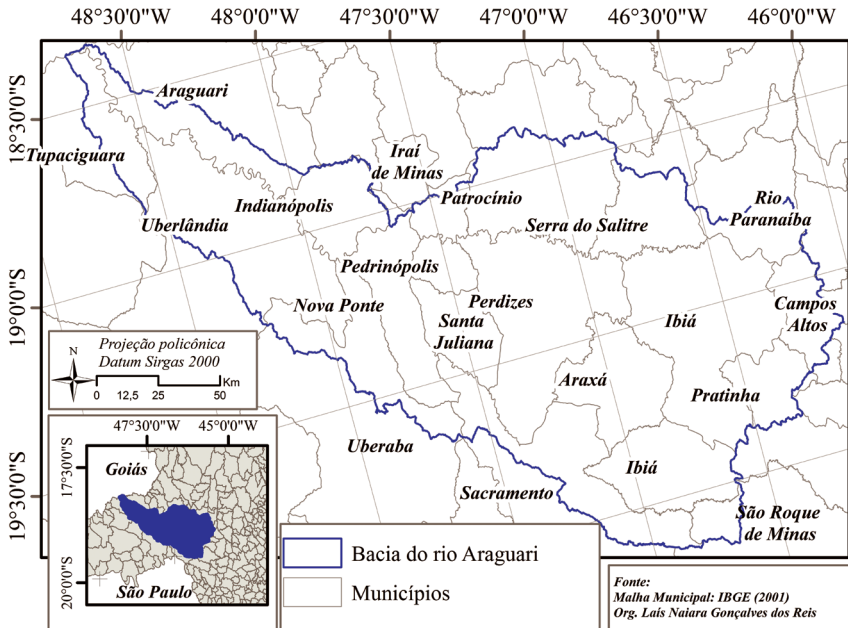


Fig. 3 - Localização da área de estudo: bacia do rio Araguari, Minas Gerais, Brasil.

Fig 3 - Location of the study area: watershed of the Araguari River, Minas Gerais, Brazil.

Mapeamento da susceptibilidade das rodovias ao atropelamento da fauna silvestre

A susceptibilidade de atropelamento da fauna silvestre nas rodovias da bacia do rio Araguari é analisada nas quatro etapas seguintes:

Etapa 1 – Mapeamento dos fragmentos florestais da BHRA

Os fragmentos florestais de vegetação nativa mapeados estão inseridos nas seguintes fitofisionomias: a mata ciliar e a de galeria, o cerradão e o cerrado sentido restrito.

O sensor utilizado neste processo foi o OLI/Landsat 8 que apresenta resolução espacial de 30 metros, portanto não foi possível extrair as áreas de APP. As cenas utilizadas estão descritas no QUADRO I. Para a extração das informações foi realizada a classificação supervisionada, aplicando o processo semiautomático, isto é, agrupamento dos pixels semelhantes por meio do processo de segmentação, área de pixel 15 e similaridade 18. A etapa de treinamento foi feita pelo usuário do software. Este processo caracteriza-se pelo reconhecimento de padrões de alvos homogêneos distinguindo áreas que apresentam comportamentos espectrais diferenciados na superfície, com a eficiência do algoritmo e a capacidade de reconhecer as feições do usuário.

QUADRO I - Identificação das cenas utilizadas para o mapeamento referente ao ano de 2014.

TABLE I - Identification of satellite screens used for mapping referring to the year 2014.

Órbita/ponto	Data
219/73	10/03/2014
220/73	12/06/2014
220/74	13/03/2014
221/73	13/03/2014
221/74	13/03/2014

O algoritmo computacional aplicado para classificar as cenas do sensor OLI/Landsat 8 foi o Maxver, que classifica pixel por pixel, agrupando as informações de cada pixel em regiões homogêneas. Esta classificação associa cada pixel à classe com maior probabilidade de gerar um pixel com as suas características. O desempenho e limiar de aceitação do mapeamento estão descritos no QUADRO II.

QUADRO II - Resultados da classificação semiautomática dos fragmentos florestais de vegetação nativa para a bacia do rio Araguari do ano de 2014.

TABLE II - Results of semi-automatic classification of forest fragments of native vegetation for the basin of the Araguari River in 2014.

Classificação semiautomática dos Fragmentos Florestais	
Desempenho médio	90,96%
Abstenção Média	9,04%
Confusão	0,00%
Classificador Maxver	
Limiar de aceitação	95%

Etapa 2 - Mapeamento de densidade dos fragmentos

Os fragmentos florestais de vegetação nativa (FFVN) da bacia do rio Araguari foram mapeados no capítulo 2. Para elaborar o mapa de densidade dos FFVN da área de estudo, os mesmos em sua totalidade foram convertidos para pontos, por meio da ferramenta *feature to point* no software *ArcGis*. Depois, utilizou-se o modelo espacial de Kernel para estimar a densidade de fragmentos, definiu-se um raio de 1 km.

A estimação de Kernel é um método de análise de padrões espaciais de eventos bastante empregado em diversas áreas de pesquisa, que tem como finalidade obter uma estimativa suavizada da densidade de eventos por unidade de área, uma propriedade de grande relevância para a análise do comportamento de processos estocásticos espaciais (Gatrell *et al.*, 1996; S. Jesus e A. Miura, 2009).

Etapa 3 - Mapa das rodovias da bacia do rio Araguari

A malha rodoviária da bacia do rio Araguari foi recortada do *shape* de rodovias do Zoneamento Ecológico e Econômico de Minas Gerais. Disponível no sítio: <http://geosisemanet.meioambiente.mg.gov.br/zee/>.

Etapa 4 - Cruzamento das informações: Mapa de susceptibilidade de atropelamento da silvestre nas rodovias da para a bacia do rio Araguari.

Foi realizado o cruzamento dos *layers* de densidade de fragmentos e rodovias, por meio da ferramenta *Intersect* do software *ArcGis*. Após o cruzamento foram geradas as seguintes classes:

- Susceptibilidade muito alta para os trechos das rodovias que cruzam áreas com alta densidade de FFVN;

- Susceptibilidade alta para trechos das rodovias que cruzam áreas de alta densidade de FFVN;
- Susceptibilidade moderada para trechos das rodovias que cruzam áreas de densidade medianas de FFVN;
- Susceptibilidade baixa para trechos das rodovias que cruzam áreas com baixa ou muito baixa densidade de FFVN;

Resultados e discussões

Entende-se que as rodovias podem apresentar graus distintos de susceptibilidade ao perigo de atropelamento para a fauna silvestre. Isso varia conforme a disposição espacial desta na paisagem, ou seja, se a mesma está localizada próxima de habitats. Outro fator que aumenta o grau da susceptibilidade ao atropelamento é o tráfego das vias.

As rodovias brasileiras não possuem monitoramento da intensidade do tráfego de forma sistematizada e contínua, portanto, este quesito não foi avaliado neste trabalho, porém é de extrema importância para avaliação da susceptibilidade da rodovia ao atropelamento da fauna silvestre. Neste sentido levou-se em consideração, apenas, a densidade de fragmentos florestais de vegetação nativa dispersas pela paisagem da bacia hidrográfica do rio Araguari, o cruzamento das rodovias por estas áreas e pelo modelo de dispersão dos organismos.

Prado e Guimarães (s.d) realizaram um estudo de atropelamento da fauna silvestre na Br- 153/Go-060 e constaram 141 animais mortos por atropelamento nestas vias. “*Dentre estes foram encontrados quatro classes distintas: aves, mamíferos, répteis e anfíbios. As aves foram apontadas como a classe mais afetada pelo trânsito de veículos, seguida pelos mamíferos, répteis e anfíbios*”. (Prado, Tiago & Guimarães, Zara, 2015). Destas três foram *Chrysocyon brachyurus* (Lobo-Guará), *Felis pardalis* (Jaguaritica) e *Myrmecophaga trydactyla* (Tamanduá Bandeira). A pesquisa desses autores constaram que o período de seca foi aquele com maior ocorrência de atropelamentos, uma vez que nesta época algumas espécies precisam locomover-se por extensas áreas em busca de recurso (*food*).

Outro padrão encontrado foi o alto índice de atropelamento nos trechos próximos às áreas de fragmentos florestais nativos.

A mais alta densidade dos FFFVN para a bacia hidrográfica do rio Araguari se encontra próxima aos vales dos canais de drenagem, em função da própria declividade da bacia hidrográfica. As áreas com declividade se configuram como resistência de ocupação para determinados fins (como por exemplo, a monocultura mecanizada), portanto a fragmentação dessas áreas ocorre, sobretudo pela conversão das áreas de vegetação nativa para fins de pastagens. O padrão espacial das áreas de pastagem mostrou que existe uma quantidade expressiva de fragmentos florestais muito pequenos e pequenos espalhados por essa matriz. As áreas com baixa declividade foram ocupadas pela atividade da agricultura. Observa-se a evidência deste padrão espacial nas formas de relevo tabular da bacia (chapadas) que apresentam baixa densidade de FFFVN.

Os estudos de J. Barbosa, *et al.* (2006) mostraram a conversão dos habitats para a pastagem e para a agricultura no município de Uberlândia:

“O aumento das áreas de pastagens de 51.13% (1986) para 57.53% (2004) pode estar relacionada com o fato do relevo da área estudada ser bastante dissecado, o que impossibilita o uso da agricultura mecanizada. A grande parte das áreas de culturas anuais, perenes e irrigadas se localizam na porção sul do município” (Brito e Prudente, 2005).

“A pecuária da região é uma atividade praticada por pequenos, médios e grandes proprietários, atendendo a finalidades de corte e leite. Porém, mesmo com os preços baixos, tanto da carne quanto do leite tem ocorrido a expansão de pastagens” (Gobbi, 2002) (J. Barbosa *et al.*, 2006).

Segundo o Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas (CBEE), os pequenos vertebrados são aqueles que mais morrem nas estradas brasileiras, seguidos pelos vertebrados de médio porte e depois pelos de grande porte. A região sudeste e sul são as que apresentam mais dados de atropelamento da fauna silvestre, em função da extensa malha viária e fluxo do tráfego de veículos.

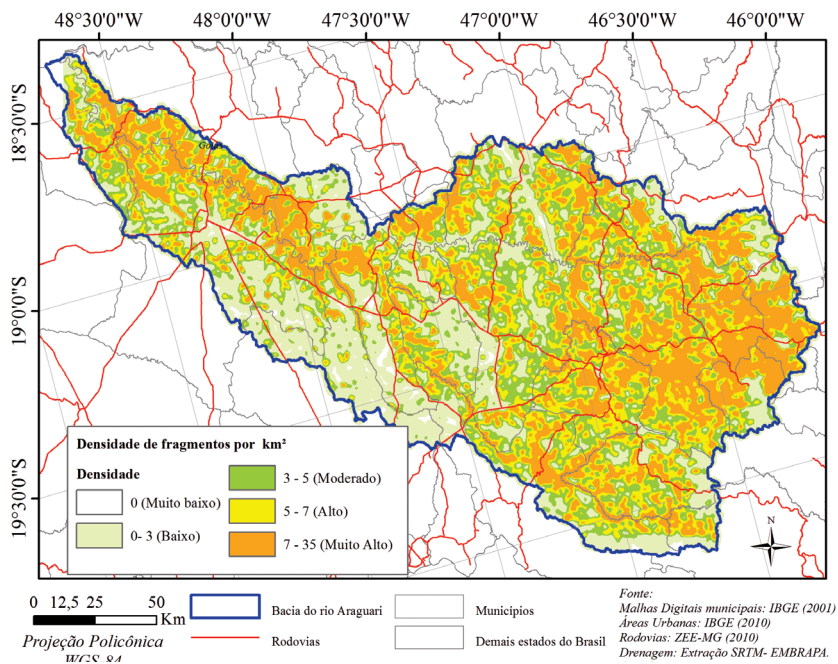


Fig. 4 - Densidade de fragmentos florestais nativos da bacia do rio Araguari - MG.

Fig. 4 - Density of native forest fragments of the basin of Araguari River - MG.

Este processo de conversão dos habitats implica no aumento do grau de fragmentação, bem como em alterações na diversidade faunística e florística. As rodovias se constituem como elementos de alta resistência no processo de dispersão dos organismos, por serem condutoras de veículos que são ameaças de morte por atropelamento para a fauna silvestre.

Os estudos de J. Silva *et al.* (2011) levantaram 133 animais atropelados na rodovia MG 427, inserida no bioma Cerrado. Como resultado da pesquisa concluíram que os atropelamentos apresentaram padrão de ocorrência nos trechos próximos aos fragmentos florestais de vegetação nativa e o atrativo do fluxo de caminhões de soja e milho que deixam cair grãos pela rodovia. “O intenso tráfego de caminhões que transportam grãos também contribui para os acidentes, pois inúmeros animais param na rodovia para consumir os grãos que caem dos mesmos” (Silva *et al.*, 2011, p. 3-4).

A bacia do rio Araguari apresenta 1.774,22325 km de malha viária. Conforme QUADRO III.

QUADRO III - Quilometragem das rodovias da bacia do rio Araguari - MG.

TABLE III - Mileage of highways in the basin of the Araguari River - MG.

Rodovias	Total de km	Rodovias	Total de km
Acesso	54,976	LMG795	0,035
BR050	102,952	LMG796	28,237
BR146	119,753	LMG798	23,224
BR262	188,399	LMG812	7,912
BR354	35,041	MG187	156,918
BR365	138,615	MG190	90,367
BR452	237,651	MG223	47,750
BR455	10,893	MG230	53,737
BR497	22,787	MG235	59,330
LMG731	2,863	MG413	21,487
LMG734	7,178	MG428	83,035
LMG748	10,041	MGC146	71,918
LMG749	13,264	MGC452	0,636
LMG782	67,026	MGC462	118,199
Total	1774,223		

BR - Rodovia Federal
 LMG - Rodovia Estadual
 MG - Rodovia Estadual
 MGC - Rodovia Estadual

O grau de susceptibilidade por trechos das rodovias ao atropelamento de animais silvestres na bacia do rio Araguari permitiu concluir que 60% das rodovias da área de estudo configuram-se com alguma susceptibilidade ao atropelamento da fauna silvestre. Sendo, 322,0978 km com alto grau, 322,6849 km com moderado grau e 410,8747 km com baixo grau de atropelamento da fauna silvestre (fig. 5).

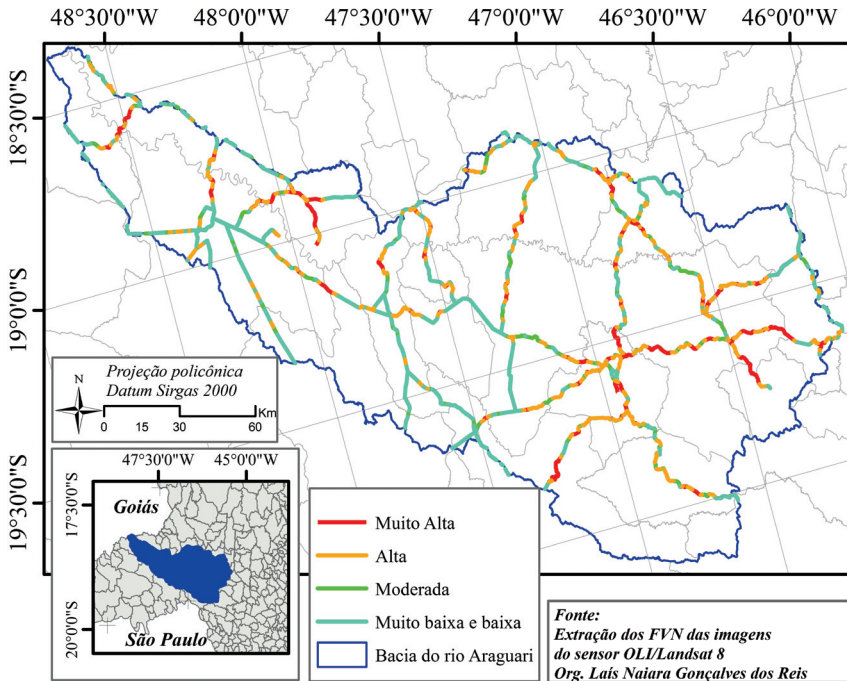


Fig. 5 - Susceptibilidade das rodovias ao atropelamento da fauna silvestre da bacia do rio Araguari - MG.

Fig. 5 - Susceptibility of highways trampling over wildlife in the basin of the Araguari River - MG.

A susceptibilidade ambiental das rodovias ao atropelamento mostra que 42% das rodovias que cruzam a bacia hidrográfica do rio Araguari apresentam de alta à muito alta susceptibilidade ao atropelamento da fauna silvestre (fig. 6).

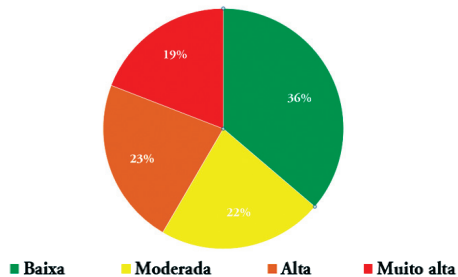


Fig. 6 - Susceptibilidade ambiental das rodovias ao atropelamento da fauna silvestre na bacia do rio Araguari - MG.

Fig. 6 - Environmental highways to the trampling of wildlife in the basin of Araguari River - MG.

Quantidade em quilômetros dos trechos de susceptibilidade ambiental ao atropelamento por rodovias da bacia do rio Araguari-MG mostrou que as rodovias Br-146, Br-262, Br-365, Br-452, Br-187, MG-187, MG-223, MG-428 apresentam a maior parte de rodagem caracterizadas com susceptibilidade alta e muito alta ao atropelamento da fauna silvestre (fig. 7).

Os autores M.Sobansk, P.Ratton e E. Ratton (2013) propuseram a sinalização para a rodovia da BR-262, no Estado do Mato Grosso do Sul, para que os usuários desta diminuam a velocidade e fiquem atentos para a passagem de animais silvestres na pista (fig. 8). Para a bacia do rio Araguari, nos trechos das rodovias com susceptibilidade alta e muito alta, indica-se a instalação destas placas para alertar aos motoristas sobre o risco de acidente em função de um possível atropelamento de animal.

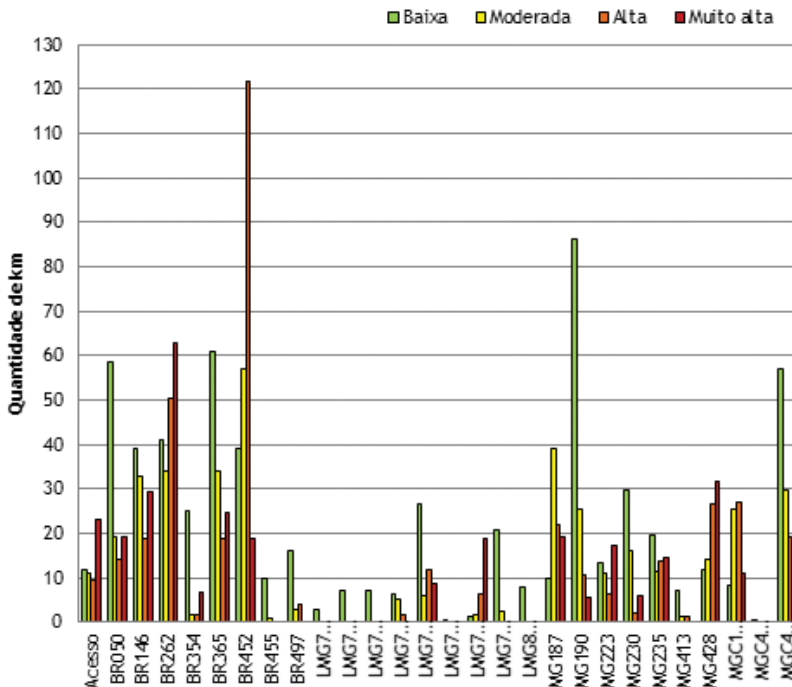


Fig. 7 - Trechos por susceptibilidade ambiental por rodovias ao atropelamento da fauna silvestre na bacia do rio Araguari - MG.

Fig. 7 - Lines for environmental susceptibility by road to the trampling of wildlife in the basin of the Araguari River.

Ressalta-se que para a utilização da sinalização proposta, a mesma terá de ser primeiramente aprovada pelo Conselho Nacional de Trânsito – CONTRAN, uma vez que o Código de Trânsito Brasileiro (CTB), Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, estabelece em seu Artigo 72 que: “*Todo cidadão ou entidade civil tem o direito de solicitar, por escrito, aos órgãos ou entidades do Sistema Nacional de Trânsito, sinalização, fiscalização e implantação de equipamentos de segurança, bem como sugerir alterações em normas, legislação e outros assuntos pertinentes a este Código*”. (M. Sobansk; P. Ratton e E. Ratton, 2013)

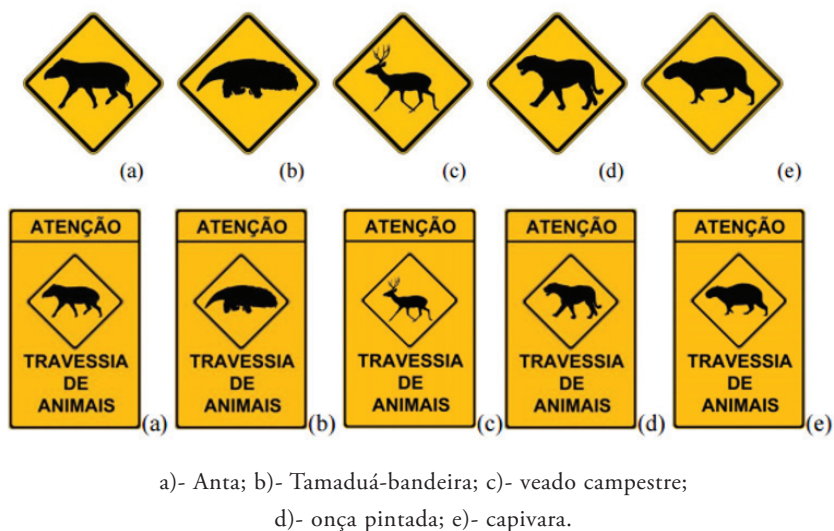


Fig. 8 - Placas de sinalização de possibilidade de travessia de animais silvestre pela rodovia (Fonte: M. Sobansk, P. Ratton e E. Ratton, 2013).

Fig. 8 - Signs of possibility of wild animals crossing the highway
(Source: M. Sobansk, P. Ratton and E. Ratton, 2013).

Para que essas placas atinjam os efeitos esperados é preciso trabalhar com a Educação ambiental, pois estas podem ser ignoradas pelos usuários das rodovias no Brasil. Em conjunto com a instalação das placas recomenda-se os redutores velocidade e inclusive o uso de radares, forçando a diminuição da velocidade dos veículos, sobretudo para os trechos de alta a muito alta susceptibilidade ao atropelamento da fauna silvestre na bacia hidrográfica do rio Araguari.

Conclusão

O atropelamento da fauna silvestre nas rodovias é um problema latente que ameaça a biodiversidade consideravelmente. Após a avaliação da susceptibilidade ambiental das rodovias da bacia hidrográfica do rio Araguari concluiu-se que mais da metade dessas estão caracterizadas com algum grau de potencialidade ao atropelamento da vida selvagem do bioma Cerrado.

Diante do desafio de incrementar a conectividade em função do problema da fragmentação dos habitats, e as rodovias contribuem para este processo além do atropelamento de animais silvestres. A Ecologia de estradas é um tema importante, e contempla os métodos de investigação em Ecologia de Paisagens. Esse ramo de investigação ainda é pouco expressivo nas regiões neotropicais, além de não possuir um padrão metodológico de investigação. Portanto, este trabalho contribui metodologicamente para avaliar a susceptibilidade ambiental das rodovias ao atropelamento de organismos silvestres, por meio da análise de padrão espacial dos fragmentos e a proximidades destes das vias.

Para incrementar as análises do meio da bacia do rio Araguari é preciso realizar o levantamento dos veículos que utilizam as rodovias, para estabelecer o padrão de fluxo do tráfego para cada uma das vias de circulação da área de estudo, sendo que quanto maior for o número de veículos nas rodovias, maior será a probabilidade de atropelamento do animal durante seu processo de dispersão.

Os conceitos de susceptibilidade e risco ambiental incorporado pelo professor Antonio Pedrosa (in memorian) para a ciência geográfica no Brasil foram muito importantes, pois permitiram avançar sobre os estudos ambientais e para com a cartografia ambiental de susceptibilidade uma das etapas para o mapeamento de risco. A investigação das condições ambientais e a configuração espacial em função do ordenamento territorial adotado influenciam diretamente na vulnerabilidade dos seres à um determinado fenômeno. Dessa forma, para a investigação da perda da biodiversidade compreender os diversos graus do meio aos fenômenos que ameaçam a vida silvestre se configura como uma nova vertente de pesquisa para a Geografia brasileira.

Referências bibliográficas

- Barbosa, Jomar Magalhães, Bueno, Rodrigo Moro, Rocha, Hugo Henrique Salgado, Rezende, Diego Martins, Costa, Marcos Vinícius Coelho Vieira (2005). *Mudanças na paisagem e uso do solo na área rural de Sobradinho, Uberlândia-MG*. Caminhos de Geografia. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Mudancas_Paisagem_UberlandiaID-uatUg4dMmf.pdf.
- DNIT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (2015). Faixa de Domínio da rodovia. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/rodovias/operacoes-rodoviaras/faixa-de-dominio>.
- Jesus, Silvio Cristina, Miura, Adalberto Koiti (2009). Análise espacial de fragmentos de Cerrado como subsídio para a seleção de áreas prioritárias para conservação. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, Brasil, 25-30, INPE, p. 3943- 3950. Disponível em: <http://mar.tecnico.unicamp.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.19.46/doc/3943-3950.pdf>.
- Lauxen, Mozart da Silva (2012). *A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão*. Disponível em: http://www.lauxen.net/conecte/referencias/Lauxen_2012a.pdf.
- Oliveira, Adriana Nepomuceno (2011). *Padrões espacial e temporal do atropelamento de mamíferos em uma rodovia no Cerrado brasileiro* (Dissertação de mestrado). Disponível em: http://www.bdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=4163.
- Prado, Tiago Rodrigues, Guimarães Zara Faria Sobrinha (2005). *Monitoramento de animais silvestres atropelados em um trecho de mata fragmentado pela Br- 153/Go-060*. Disponível em: <http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/270a.pdf>.
- Prado, Tiago Rodrigues, Ferreira, Ana Maria Achtschin, Guimarães, Zara Faria Sobrinha (2006). Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/view/215>.
- Silva, Robison Moisés., Borba, Cristiano Humberto Osrine, Leão, Viviam Prado De Camargo, Mineo, Marina Faric (2011). O Impacto das rodovias sobre a Fauna de vertebrados silvestres no Cerrado mineiro. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, vol.7, N.12; 2011 pp. 1-9*.
- Scoss, Leandro Moraes (2002). *Impacto de estradas sobre mamíferos terrestres: o caso do Parque Estadual do rio Doce, Minas Gerais* (Tese de Doutorado). Viçosa: Universidade federal de Viçosa. Disponível em: http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/scoss_lm.pdf.
- Silva, Júlio César Lázaro da (2015). *A estratégia brasileira de privilegiar as rodovias em detrimento das ferrovias*. Brasil Escola. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/geografia/por-que-brasil-adotou-utilizacao-das-rodovias-ao-inves-.htm>.
- Sobanski, Marcela Barcelos, Ratton, Philipe, Ratton, Eduardo (2013). *Segurança rodoviária e conservação da vida selvagem*. Disponível em: <http://www.itti.org.br/portal/images/Artigos/Marcela%20segurana%20rodoviria%20e%20conservao%20da%20vida%20selvagem%20.pdf>.
- Souza, Josimar Reis, Reis, Laís Naiara Gonçalves dos, Pedrosa, Antonio (2014). Caracterização E Susceptibilidade Ecológica Dos Fragmentos Florestais Nas Bacias do Ribeirão Douradinho e Ribeirão Estiva - Minas Gerais. *Caminhos de Geografia* (UFU), V. 15, P. 85-94.