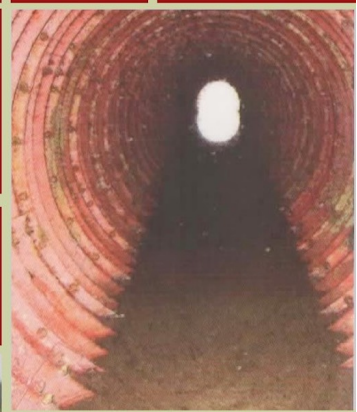


ECOLOGIA DE ESTRADAS

Alex Bager

Tendências e Pesquisas



EDITOR
Alex Bager

ECOLOGIA DE ESTRADAS: Tendências e Pesquisas



Lavras - MG
2011

© Copyright 2017 do Editor

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida, por qualquer meio ou forma, sem a autorização escrita e prévia dos detentores do copyright.

Direitos de publicação reservados a Alex Bager.
ISBN: 978-85-903770-3-0

**Ficha Catalografica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Bager, Alex

Ecologia de Estradas: tendências e pesquisas / Alex Bager.

- 1. ed. - Lavras: Ed. do autor , 2017.

297 p. : il.

Bibliografia

ISBN: 978-85-903770-3-0

1. Road Ecology. 2. Ecologia de Paisagem. 3. Fragmentação,
4. Impactos antrópicos, 5. Planejamento territorial, I. Título

CDD – 574.5222

PREFÁCIO

É um privilégio poder reunir alguns dos pesquisadores mais expressivos em nível nacional e internacional na publicação do primeiro livro de Ecologia de Estradas da América do Sul. Conforme poderá ser observado na leitura dos diferentes capítulos que compõem este livro, a Ecologia de Estradas é uma linha emergente de pesquisa na área de ecologia aplicada. Ela não é nova apenas em território brasileiro, tendo surgido em países do hemisfério norte há poucas décadas. Este fato tornou o processo de edição deste livro ainda mais interessante e propiciou a oportunidade de identificar novos e expressivos pesquisadores que deverão atuar na área nos próximos anos.

Ao contrário do que se possa pensar, a Ecologia de Estradas tem um forte contexto social e econômico, além da óbvia inserção nas questões ambientais, e estes três aspectos deverão estar cada dia mais presente em nossos trabalhos. O crescimento econômico brasileiro, assim como o aumento da discussão dos impactos ambientais da implantação de empreendimentos lineares, tem favorecido o processo de discussão da importância desta linha de pesquisa. Tenho certeza de que independente do nome dado, a Ecologia de Estradas deverá constituir um importante segmento nas atividades de pesquisa, planejamento, implantação e gestão de empreendimentos lineares, ocorrendo mesmo que os envolvidos não percebam que estão desenvolvendo ações relacionadas a Ecologia de Estradas. Casos típicos serão estudos com traçado de rodovias, produtos utilizados na construção de pistas, manutenção ou não de corredores de vegetação no entorno de rodovias, poluição nos seus diferentes aspectos, métodos construtivos que envolvam redução de erosão, interferência na hidrologia, entre muitos outros.

Este livro pode ser considerado como um dos resultados do 1º Congresso Brasileiro de Ecologia de Estradas (Road Ecology Brazil 2010), realizado na Universidade Federal de Lavras, MG, em agosto de 2010. O REB foi idealizado e organizado pelo Grupo de Pesquisa em Ecologia de Estradas (GPEES), como parte da sua estratégia de fortalecer a discussão do tema em diferentes instâncias, envolvendo a academia, órgãos governamentais de diferentes esferas, comunidade civil organizada, empresas e outros interessados. O GPEES, criado em 2009, reúne pesquisadores de várias instituições de ensino superior, em diferentes regiões do Brasil e do exterior, com o objetivo de avaliar o impacto de rodovias na biodiversidade e atuar de forma efetiva na geração de conhecimento científico, formar profissionais capacitados e intermediar o processo de definição de políticas públicas entre a academia e as instituições governamentais.

Em 2011 o GPEES foi incorporado ao Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas, com o intuito de desenvolver pesquisa, mas também atuar em formação continuada, desenvolvimento de tecnologia e políticas públicas.

O **Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas** reúne 18 capítulos divididos em três seções. Uma primeira seção, denominada Tendências, tem três capítulos que abordam o desenvolvimento da Ecologia de Estradas no Brasil, em Portugal e um capítulo sobre a implantação de grandes rodovias na amazônia. Estes capítulos visam disponibilizar um panorama atual da Ecologia de Estradas em diferentes contextos, situando o Brasil em uma retrospectiva histórica de diferentes escalas geográficas. A segunda seção, Métodos de estudo, envolve outros três capítulos que discutem aspectos metodológicos em pesquisa de Ecologia de Estradas. Dois destes capítulos abordam questões de atropelamento de fauna, um em rodovias e outro em ferrovias, enquanto que o terceiro aborda a questão de estudos de ictiofauna impactada por tubulações de rodovias. Estes capítulos são uma excelente introdução àqueles que estão iniciando em Ecologia de Estradas ou que buscam suporte na definição de delineamentos experimentais. Finalmente, a terceira seção, Estudos de Caso, reúne 12 capítulos com resultados aplicados em diferentes questões de Ecologia de Estradas. Seguindo a tendência mundial de priorizar os estudos de atropelamento de fauna na avaliação de impactos de rodovias, são apresentados oito capítulos com estudos em diferentes regiões do Brasil e da Argentina. Estes capítulos envolvem avaliações e, em muitos casos, propostas de medidas de mitigação aos impactos identificados. Os últimos quatro capítulos envolvem estudos de vegetação, paisagem e recuperação de áreas degradadas. Obviamente esta obra não aborda todas as questões inerentes a Ecologia de Estradas, inclusive devido à carência de estudos em diversas áreas, como pode ser observado em discussões de diferentes capítulos.

Espero que os resultados aqui apresentados possam ser utilizados pela academia, no direcionamento de novas propostas de pesquisa e no fortalecimento de um processo crescente da Ecologia de Estradas, e que sirvam de inspiração para orientadores e estudantes de graduação e pós-graduação. Por outro lado, almejo que seja uma ferramenta para órgãos governamentais, tanto no planejamento de novos empreendimentos lineares, como na proposição de estudos de impacto e avaliação dos produtos gerados.

Este é somente mais um passo, pois temos um longo percurso pela frente. Devemos manter a mente aberta aos novos pensamentos que surgirão, mas não podemos deixar que a Ecologia de Estradas seja banalizada em princípios não respaldados cientificamente. É nossa

obrigação sermos criteriosos, fortalecendo instituições e preparando pessoas para análises criteriosas, tanto nas questões técnicas quanto no aspecto ético.

Novamente agradeço a confiança dos autores na execução desta proposta e por investirem seu tempo na elaboração do livro. Desejo a todos uma excelente leitura.

Alex Bager
Julho de 2011

COMITÊ CIENTÍFICO

Alex Bager

Andreas Kindel

Carla Ribas

Cecília Bueno

Eduardo Van den Berg

Giordano Ciocheti

José Sabino

Leandro Scoss

Maisa Guapyassu

Marcelo Passamani

Paulo Dias Ferreira Jr.

Paulo Hartmann

Paulo Pompeu

Renato Bérnils

Simone Freitas

Valéria Saracura

Wagner Fischer

SUMÁRIO

PARTE I – Tendências.....	11
Ecologia de Estradas no Brasil.- Contexto histórico e Perspectivas futuras.....	13
A rede viária e a fauna: impactes, mitigação e implicações para a conservação das espécies em Portugal.....	35
A Tomada de Decisão sobre Grandes Estradas Amazônicas.....	59
PARTE II – Métodos de estudo.....	77
Atropelamento de fauna selvagem: Amostragem e análise de dados em ecologia de estradas.....	79
Análise do poder do teste de um estudo de atropelamento de fauna em uma ferrovia brasileira.....	101
Métodos de coleta para avaliação longitudinal da ictiofauna em riachos interceptados por tubulações.....	115
PARTE III – Estudos de caso.....	137
Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no brasil....	139
Ecologia de estradas no pampa brasileiro: A perda de répteis por atropelamentos.....	153
A distribuição espacial de atropelamentos da fauna silvestre e sua relação com a vegetação: Estudo de caso da rodovia BR-040.....	167
Mortalidade de vertebrados na rodovia BR-101, no sul do Brasil.....	179
Atropelamento de mamíferos silvestres de médio e grande porte nas rodovias PR-407 E PR-508, planície costeira do estado do Paraná, Brasil.....	193
Levantamento de mamíferos atropelados na rodovia BR-158, Estado de Mato Grosso, Brasil.....	207
Estudo dos atropelamentos dos animais silvestres na floresta nacional de carajás, Pará, Brasil.....	223
Efeitos indiretos sobre a fauna do corredor bioceânico central em uma área protegida do deserto do monte: parque provincial Ischigualasto.....	237

Assimetria flutuante como bioindicadora de impactos de rodovias em interações entre insetos e plantas.....	253
Influência de rodovias no processo de transformação da paisagem: O caso do sistema anchieta-imigrantes.....	267
Comparação da estrutura arbórea de reservas e áreas na beira de estradas de cerrado (sentido restrito) no Triângulo Mineiro.....	283
Adequação ambiental e paisagística do prolongamento da rodovia dos Bandeirantes - SP.....	297

Parte I

Tendências



Ecologia de Estradas no Brasil - Contexto histórico e perspectivas futuras

Bager, A.
Fontoura, V.

Resumo

Estradas estão no cotidiano da maioria das sociedades humanas atuais, sendo um dos principais vetores de desenvolvimento socioeconômico. Por outro lado, determinam impactos ambientais crônicos e agudos, influenciando a perda de biodiversidade em intensidades ainda impossíveis de serem quantificadas de forma eficiente. O Brasil está em um processo crescente de desenvolvimento econômico, e se utiliza da malha rodoviária como a principal estratégia de ocupação e disseminação de produtos e riquezas. A Ecologia de Estradas brasileira está saindo da fase embrionária para se tornar uma importante linha de pesquisa aplicada. Isto se torna evidente no incremento no número de pesquisadores e de pesquisas sobre o tema, publicações que estão sendo produzidas e no interesse de diferentes instituições governamentais em incorporar este conceito às práticas diárias de planejamento, implementação e gestão de empreendimentos lineares. Neste contexto, o próximo passo deverá ser a estruturação de um Centro de Estudos, multidisciplinar, interinstitucional e focado na tomada de decisões com base em conhecimento científico. Este Centro reunirá ações de pesquisa, capacitação, desenvolvimento de tecnologia e suporte a políticas públicas.

Abstract

Roads are in the daily life of most current human societies being one of the main vectors of socioeconomic development. On the other hand, they determine chronic and acute environmental impacts, influencing the loss of biodiversity in intensities still impossible to be quantified in

an efficient way. Brazil is in an increasing process of economic development, and uses the road network as the main strategy of occupation and dissemination of products and richness. Brazilian Road Ecology is leaving the embryonic stage to become an important line of applied research. This fact is evident in the increase number of researchers and research involved in the issue, publications which have been published and are in the interest of different governmental institutions to incorporate this concept to daily practices of planning, implementation and management of linear enterprise. In this context the next step must be the structuring of a Research Center, multidisciplinary, interinstitutional and focused on taking decisions based on scientific knowledge. This Center will hold action research, capacitation, development of technology and support for public policies.

Estradas na história

Se excluirmos os grandes centros urbanos, estradas e rodovias são a presença humana mais difundida sobre a face da Terra. Apesar do uso de trilhas ser utilizado há milhares de anos para o deslocamento de pessoas e cargas, foram os egípcios que teriam construído as primeiras estradas para as obras das Grandes Pirâmides, aproximadamente 3.000 a.C. (MODERNELL, 1989). No entanto, foram os romanos que aprimoraram os sistemas viários destinados ao transporte rápido, visando a facilidade de acesso a áreas conquistadas ou a conquistar. Algumas de suas estradas continuam existindo até hoje, sendo a *Via Appia* a mais famosa entre elas, tendo sido construída em 312 a.C.. Estradas sempre fizeram parte da história e ficaram famosas em diferentes aspectos: turismo, magnitude, economia, acesso e ocupação territorial. Algumas estradas famosas são: Estrada Real da Pérsia, construída no século V a.C., sendo um grande sistema de rodovias formado de estradas que se interligavam, permitindo troca comercial entre regiões distantes. Silk Road, conhecida como "Rota da Seda", na Ásia, com mais de oito mil quilômetros, construída no século II a.C., tendo importância no comércio e na ocupação da China, ligando esse país ao Império Romano. A Civilização Inca também se destacou, sendo responsável pela construção de um sistema de estradas que ligava Quito, no Equador, a diversos pontos ao sul de Cuzco, no Peru (MODERNELL, 1989; VASCONCELLLOS, 2006; BLAINEY, 2008).

Com a criação das estradas, começaram a surgir os problemas de tráfego. Foi na Grécia Antiga que se iniciaram os congestionamentos. Os romanos, na tentativa de resolver esses problemas, criaram sinalizações, marcos quilométricos, indicadores de sentido e as primeiras regulamentações. Durante a Idade Média, não houve necessidade de

A rede viária e a fauna: Impactos, mitigação e implicações para a conservação das espécies em Portugal

Grilo, C.

Resumo

Os efeitos negativos das estradas sobre a fauna constituem um dos principais fatores de ameaça de muitos grupos de vertebrados terrestres a nível mundial. Quando da adesão à União Europeia em 1986, Portugal possuía uma extensão de 9000km de estradas nacionais. Entretanto foi definido um plano rodoviário nacional que consistiu no alargamento, classificação e construção de novos percursos, aumentando a cobertura rodoviária do país para mais de 40000km. Atualmente, há já autoestradas que atravessam ou se localizam na periferia de áreas classificadas de interesse conservacionista. Vários centros de investigação têm focado os seus trabalhos na avaliação da mortalidade por atropelamento, no efeito barreira e no papel das bermas na fauna silvestre. Este capítulo resume os principais resultados dos impactes das estradas e as medidas de mitigação aplicadas em Portugal, bem como a avaliação da sua eficácia, as implicações que a rede de estradas pode ter na conservação da fauna e os desafios do futuro.

Abstract

Roads have been seen to have a negative effect on many taxa and are recognised as one of the major contributors to the global biodiversity crisis. When Portugal joined the European Union in 1986, there was only 9000km of national roads. Since that time a national a road plan of 40000km was established to build new routes and extend

old roads. At present, some highways cross through or are in the vicinity of areas of conservation interest. Several research centers in Portugal have focused their work on assessing the effects of roads on local wildlife. These studies have looked particularly towards road mortality and the related barrier effect it is thought to place upon local animal populations. This paper summarizes the main results of our road impact studies and mitigation measures carried out in Portugal during last decades. Effectiveness of the mitigation measures, the implications of roads on wildlife conservation and future challenges are also examined.

Introdução

Os efeitos negativos das estradas sobre a fauna constituem um dos principais fatores de ameaça de muitos grupos de vertebrados terrestres a nível mundial (FORMAN et al., 2003). O volume de tráfego e as características associadas à estrada podem funcionar com barreiras ou filtros, aos movimentos diários, à migração, à dispersão de indivíduos e, deste modo, ao intercâmbio genético em algumas espécies, através da destruição do habitat, da morte por atropelamento ou pelo simples comportamento de repulsa em relação a estas estruturas (JAEGER et al., 2005). Este fato traduz-se numa limitação do acesso ao alimento, ao abrigo e à disponibilidade de espaço, fundamentais para a sobrevivência das espécies, o que pode levar, em última análise, ao decréscimo populacional, à redução da capacidade de se adaptar às alterações dos fatores bióticos e abióticos (EPPS et al., 2005), e desta forma, ao aumento da probabilidade de extinção das populações locais (LANDE, 1988).

Assegurar a manutenção dos processos ecológicos e os fluxos relacionados com a continuidade da paisagem e dinâmica das metapopulações (CORLATTI et al., 2009) deve fazer parte de uma gestão ambiental sustentável da rede viária. Por isso, compreender as consequências ecológicas das estradas em relação à conservação das espécies tornou-se um dos objetivos principais de muitos investigadores, ecologistas, gestores de estradas e tomadores de decisão para minimizar os impactos negativos decorrentes, potenciar os positivos e compensar os inevitáveis.

Quando da adesão à União Europeia em 1986, Portugal possuía uma extensão de 9000km de estradas nacionais. Entretanto foi definido um plano rodoviário nacional (PNR, 2000) que consistiu no alargamento, classificação e construção de novos percursos, aumentando a cobertura rodoviária do país para mais de 40000km. Nesse mesmo plano foi incluída uma rede de autoestradas com cerca de 3000km de extensão correspondendo ao melhoramento e reclassificação de mais de metade dos itinerários principais (IP) e complementares (IC). Atualmente, o território

A tomada de decisão sobre grandes estradas amazônicas

Fearnside, P. M.

Resumo

A tomada de decisões sobre grandes estradas na Amazônia é um dos pontos mais críticos na determinação do futuro da floresta amazônica e para manutenção dos seus serviços ambientais. A decisão sobre a construção, reconstrução ou melhoria de uma estrada é feita pelo governo. Entretanto, uma vez aberta uma estrada, muitos dos processos que levam à destruição da floresta ficam fora do controle do governo. Este fato é evidente em dois casos críticos: a BR-163 (Santarém-Cuiabá) e a BR-319 (Manaus-Porto Velho). O processo decisório atual sistematicamente subestima os impactos e exagera os benefícios das obras propostas. Quando uma obra é considerada prioridade política, pode ser mantida no topo das prioridades apesar de ser injustificável em termos financeiros e, em termos ambientais. A BR-319, que ainda não é um fato consumado, oferece um exemplo claro dessa situação. É urgentemente necessário reformular o processo decisório para assegurar decisões mais racionais no futuro.

Abstract

Decision making on major roads in Amazonia is one of the most critical points determining the future of the Amazon rainforest and for maintenance of its environmental services. The decision to build, re-build or improve a road is made by the Government. However, once a road is opened, many of the processes that lead to destruction of the forest are outside the control of the Government. This fact is evident in two critical cases: the BR-163 (Santarem - Cuiaba) and BR-319 (Manaus-Porto Velho) Highways. The current decision-making process systematically underestimates impacts and

exaggerates benefits of proposed construction projects. When a project is considered to be a political priority it can be kept on the agenda despite being unjustifiable in financial terms and in environmental terms. The BR-319, which is not yet a *fait accompli*, offers a clear example of this situation. There is an urgent need to reform the decision-making process in order to ensure more rational decisions in the future.

Introdução

A grande maioria do desmatamento na Amazônia brasileira tem sido confinada, até agora, ao “arco de desmatamento” que se estende ao longo das bordas leste e sul da floresta (Figura 1). A concentração do desmatamento nessa região é resultado, principalmente, da dificuldade de acesso a grande parte da floresta remanescente. A falta de estradas impede o movimento de fluxos migratórios e inviabiliza, ou, pelo menos, dificulta muitas atividades econômicas que destroem a floresta. Este quadro tende a mudar na medida em que os planos do Governo para construção e melhoria de rodovias na Amazônia forem realizados. As duas principais obras, que abrirão novas áreas a partir do arco de desmatamento são a re-construção das Rodovias BR-163 (Santarém-Cuiabá) e BR-319 (Manaus-Porto Velho), ambas consideradas prioridades no Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), que orienta os investimentos do Governo federal. Estas duas rodovias foram originalmente construídas durante o período da ditadura militar, entre 1972 e 1974, quando decisões eram tomadas por poucos altos oficiais militares, sem estudos de viabilidade econômica ou de impacto ambiental. Desde então houve muito progresso na área ambiental e no processo de tomada decisão no Brasil, mas quando as obras têm grande prioridade política, o processo decisório acaba sendo conduzido de forma similar ao da época militar, isto é, sem considerar os fatores ambientais e até mesmo, econômicos.

BR-163: A Rodovia Santarém-Cuiabá

A BR-163 foi construída pelo Exército em 1973, mas a falta de manutenção adequada tem deixado a estrada com condições marginais de trafegabilidade nas últimas décadas, no Estado do Pará entre a divisa com Mato Grosso e Trairão, próximo ao ponto de cruzamento com a rodovia Transamazônica (BR-230). Durante a época chuvosa, frequentemente, a estrada se torna intransitável e mesmo na época seca as pontes são inadequadas para tráfego pesado, por exemplo, dos caminhões de soja, previstos de trafegarem pela rodovia para escoar a

Parte II

Métodos de estudio



Atropelamento de fauna selvagem: Amostragem e análise de dados em ecologia de estradas

Rosa, C. A.
Cardoso, T. R.
Teixeira, F. Z.
Bager, A.

Resumo

Trabalhos que visam avaliar os impactos dos atropelamentos de animais silvestres são cada vez mais comuns no mundo e no Brasil. A qualidade dos dados amostrados em trabalhos de fauna atropelada é influenciada por diversos fatores que devem ser controlados pelos pesquisadores. Neste trabalho abordamos como a influência de fatores como a persistência da carcaça na estrada, velocidade de monitoramento, intervalo entre amostragens e número de observadores podem afetar a detecção das carcaças na estrada. A velocidade de monitoramento deve ser estabelecida considerando o táxon a ser estudado, uma vez que animais de pequeno porte são detectados com confiança somente em baixas velocidades ou até mesmo a pé. Outro fator importante a ser considerado é a necessidade de padronização do número de observadores ao longo de um estudo, visando diminuir a influência dessa variação nos resultados. A remoção das carcaças dos animais atropelados ocorre devido a fatores como animais carniceiros, tráfego e velocidade dos veículos. Esta remoção pode ocorrer rapidamente (em alguns casos em até 24 horas), demonstrando a importância da correta definição do intervalo entre amostragens, que depende do táxon e objetivo do trabalho. Finalmente, recomendamos para análise de dados a utilização da taxa de atropelamento N/km/dia e a amostragem da fauna do entorno como complemento aos dados de atropelamento de fauna para a recomendação de medidas mitigatórias. Todos os fatores

descritos aqui devem ser considerados durante a elaboração dos projetos de atropelamento de fauna, buscando minimizar os problemas de subestimação de dados que frequentemente ocorrem. Grandes esforços devem ser realizados no intuito de obter delineamentos amostrais que forneçam dados vigorosos e representativos.

Abstract

Works that aim to evaluate the impacts of wildlife roadkills are getting more common around the world and in Brazil. The quality of sampled data in works of road-killed wildlife is influenced by several factors that have to be controlled by the researchers. In this work, we approach how the influence of factors such as the permanence of carcass on the road, monitoring speed, samplings interval and number of observers can affect the detection of carcasses on the road. The monitoring speed must be established considering the taxon to be studied, once small animals are surely detected just at low speed or even on foot. Another important factor to be taken into account is the necessity of standardization of the number of observers throughout a study in order to decrease the influence of this variation in the results. The removal of carcasses of road-killed animals occurs due to factors such as carrion animals, traffic and vehicles speed. This removal can be made quickly (in some cases in up to 24 hours), demonstrating the importance of the right definition of samplings interval, which depends on the taxon and on the objective of the work. Finally, we recommend for the data analysis the use of roadkill rate N/km/day and sampling of the surrounding wildlife as a complement to wildlife roadkill data for the recommendation of mitigation measures. All factors here described must be taken into consideration during the drawing of wildlife roadkill projects, trying to minimize the troubles of sub-estimation data that frequently occurs. Big efforts must be made to obtain sampling plans that provide vigorous and representative data.

Rodovias e o atropelamento de fauna

Rodovias estão diretamente associadas à fragmentação de hábitat, alterando o ambiente físico, químico e biológico que resultam em consequências negativas e significativas sobre a persistência de populações e estruturas de comunidades biológicas (FORMAN; ALEXANDER, 1998; COFFIN, 2007). A magnitude desses impactos fica evidente em países como os Estados Unidos, onde se estima que entre 15 e 20% do território seja diretamente afetado por estradas, apesar de possuírem somente 1% deste território coberto por rodovias (FORMAN;

Análise do poder do teste de um estudo de atropelamento de fauna em uma ferrovia brasileira

Scoss, L. M.
Câmara, E. M. V. C.

Resumo

O objetivo deste capítulo é apresentar os resultados de um monitoramento de atropelamentos de fauna em uma ferrovia e propor um protocolo mínimo de amostragem para este tipo de empreendimento linear. Para isso foram realizados levantamentos em três segmentos da Estrada de Ferro Vitória a Minas (EFVM), totalizando 33 km, monitorados entre dezembro/2008 a novembro/2009. As estimativas de riqueza de espécie foram obtidas pelo programa EstimateS e o Monitor foi utilizado para calcular o poder da análise para estimar uma probabilidade de detecção ($p=0,90$) de um aumento (5%) do número de registros de espécies atropeladas por trens. As estimativas de riqueza para os três segmentos variaram entre 24,76 (DP 3,18), 44,61 (DP 4,31) e 43,35 (DP 4,35). A análise do poder do teste indica que o protocolo de amostragem pode variar entre duas a cinco semanas por mês, durante nove a doze meses, com detecção de um aumento (5%) no número de registros de atropelamento de fauna ($p=0,90$), sem comprometer a representatividade da amostra. Este estudo indica também que os atropelamentos de fauna neste trecho da EFVM apresentam baixa intensidade e podem ser considerados como registros acidentais associados à operação da mesma. Outro aspecto importante é que este tipo de protocolo possibilita avaliar a magnitude dos atropelamentos de fauna em ferrovias, assim como o avanço sobre a discussão da necessidade ou não de adoção de medidas mitigadoras.

Abstract

The aims of this chapter is present the first results of fauna-train collisions monitoring program in a railway and discuss how does results was used to propose a minimum sampling protocol for railway inventories and monitoring. Surveys were conducted in three plots (segments) of Vitória to Minas Railway (EFVM) totaling 33 km, monitored during December/08 and November /09. Species richness estimates was obtained from EstimateS program and Monitor was used to calculate statistical power of analyses to estimate a detection probability ($p=0,90$) to increase (5%) the number of counts of fauna-train collisions. Fauna species richness estimates to each segment monitored varied between 24,76 (SD 3,18), 44,61 (SD 4,31) and 43,35 (SD 4,35). Power analyses results suggest that sampling protocol can use two to five surveys occasion (weeks) per month during nine to twelve months to detect increase trends (5%) in the number of fauna-train collisions with 0,90 probability, maintained the same precision. This case study indicates that fauna-train collisions showed low intensity and can be considered just accidents associates with a railway activity operation. This sampling protocol is able to evaluate the magnitude of fauna-train accidents in railways as well as provide advances in scientific knowledge to adopt or not any mitigation action in these cases.

Introdução

Os efeitos ecológicos de empreendimentos lineares vêm sendo discutidos no mundo há mais de 50 anos (CLARKE, 1930; BAUMGARTNER, 1934; DREYER, 1935 citados por BAGER et al., 2007). Já foram avaliadas técnicas de minimização de impacto de rodovias (BAGER, 2003; DEFENDERS OF WILDLIFE, 2003; GARDNER et al. 2004), modelos de predição de atropelamento (GUNDERSEN; ANDREASSEN, 1998; GIBBS; SHRIVER, 2002), métodos de compensação ecológica (CUPERUS et al. 1999), entre outros. Entretanto, estes estudos foram conduzidos, principalmente, em rodovias e em países onde os ambientes e a fauna diferem substancialmente dos organismos naturais que ocorrem em regiões tropicais como, por exemplo, o Brasil – que apresenta uma das maiores diversidades de espécies da fauna global composta em sua maioria por animais de pequeno porte (<1 kg).

A produção de conhecimento a respeito dos efeitos provocados por empreendimentos lineares sobre a fauna silvestre brasileira é muito recente (ver detalhes em BAGER et al., 2007), tendo sido o primeiro trabalho publicado em 1995 (PÁDUA; CULLEN JR., 1995). Na grande maioria dos estudos de caso, os trabalhos são descritivos,

Métodos de coleta para avaliação longitudinal da ictiofauna em riachos interceptados por tubulações

Celestino, E. F.
Kashiwaqui, E. A. L.
Mariano, J. R.
Makrakis, S.
Makrakis, M. C.

Resumo

O objetivo deste estudo foi descrever diferentes protocolos de coletas de peixes em segmentos de riachos interceptados por tubulações, para avaliar a eficiência destes, em ambientes antropizados. Para isso, foram avaliados atributos quantitativos e qualitativos correspondentes à abordagem ecológica em comunidades, bem como a ecossistêmica [riqueza, abundância (variação temporal), diversidade, equitabilidade, estratégia reprodutiva, origem e eficiência de captura dos apetrechos]. Esses atributos foram analisados espacialmente (trechos de montante e jusante da tubulação) e por protocolo (apetrechos) de coleta. As amostragens foram realizadas em dois riachos (réplicas) da região do município de Toledo/PR, com periodicidade mensal (repetições) de novembro de 2009 a maio de 2010, em trechos acima (montante) e abaixo (jusante) da tubulação (tratamentos), perfazendo um segmento de 400 metros, sendo 200 metros para cada trecho. No geral, foram coletados 1.472 indivíduos com biomassa de 21138,51g distribuídos em 25 espécies, cinco ordens e oito famílias. As espécies mais abundantes pertencem ao gênero *Astyanax*. A conexão encontrada entre os apetrechos indica que a riqueza e o índice de diversidade apresentaram o mesmo padrão entre os trechos e os aparelhos. No entanto, a tendência de melhores capturas

observadas para o aparelho rede de espera no trecho a montante e tarrafa a jusante sugere diferenças relativas dos ambientes, possivelmente em consequência das modificações ocasionadas pelas tubulações. Portanto, o uso de diversos apetrechos de pesca pode garantir a efetividade de capturas em riachos interceptados por tubulações.

Abstract

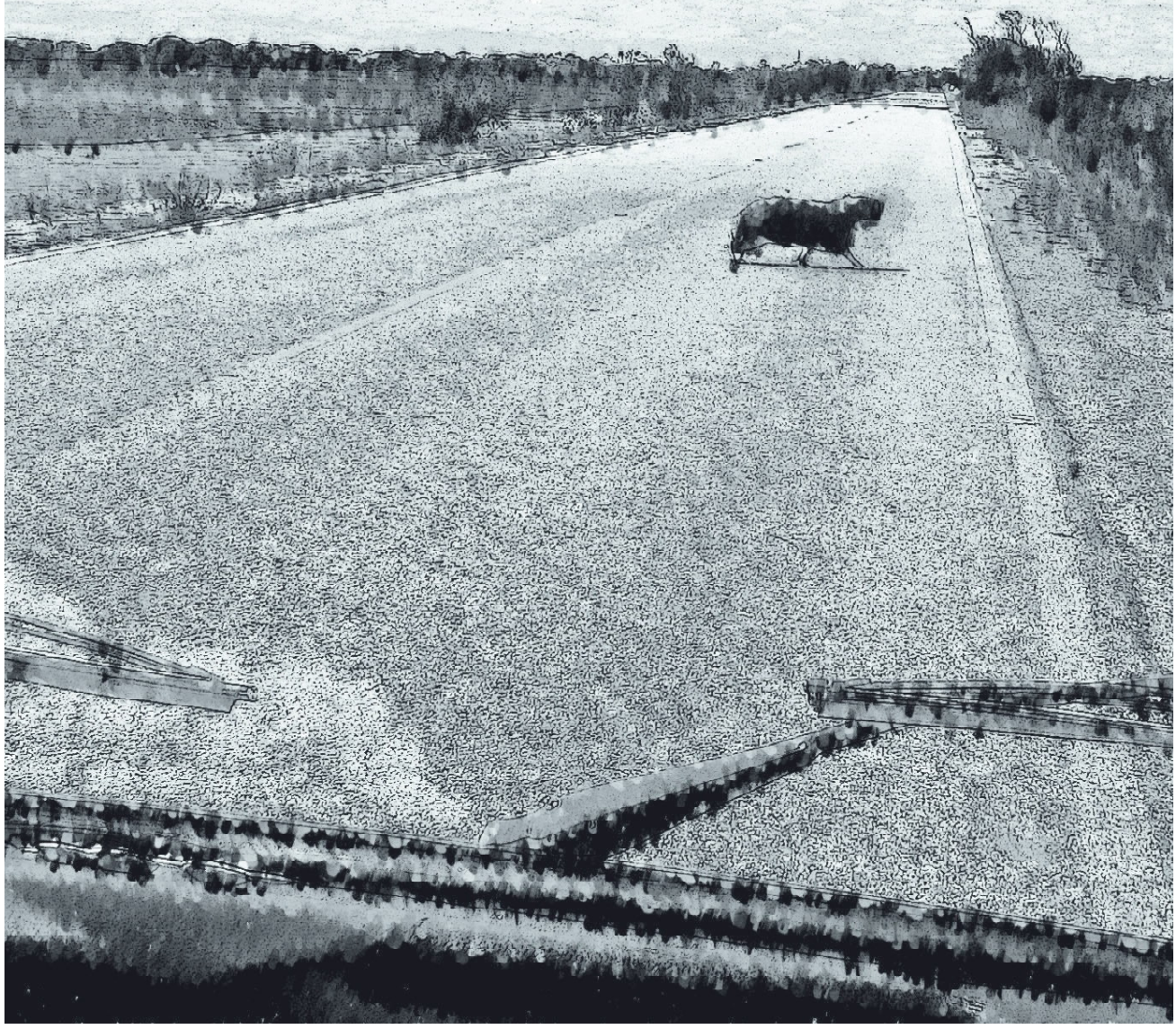
The aim of this study was to describe different protocols for fish collection in the stream segments intercepted by culverts, to evaluate their efficiencies in anthropogenic environments. For this, we assessed the quantitative and qualitative attributes corresponding to the ecological approach in communities, as well as the ecosystem [richness, abundance (temporal variation), diversity, evenness, reproductive strategy, origin and capture efficiency of the equipments]. These attributes were analyzed spatially (upstream and downstream sections of culvert) and per protocol (equipments) of collection. Samplings were conducted in two streams (replicas) of the Toledo city region/PR, monthly (repetitions) from November 2009 to May 2010, in stretches above (upstream) and below (downstream) of culvert (treatments), comprising a segment of 400 meters, 200 meters each way. Overall, 1472 individuals were collected with biomass of 21138.51g distributed in 25 species, five orders and eight families. The most abundant species belong to genus *Astyanax*. The rapport among the equipments indicates that the richness and diversity index showed the same pattern between the stretches and equipments. However, the trend observed for the gill net in the upstream and downstream stretch suggests differences in the environments, possibly as a consequence of changes caused by the culverts. Therefore, the use of various fishing gear can ensure the effectiveness of catch in streams intercepted by culverts.

Introdução

Os riachos são ambientes lóticos de pequeno porte, caracterizados por suas formas lineares, fluxo d'água contínuo e unidirecional, alternância de habitats e leitos instáveis (UIEDA; CASTRO, 1999). Estes, apresentam variações abióticas e bióticas no sentido nascente-foz (VANNOTTE et al., 1980), como também de suas margens litorâneas ao seu curso principal (WARD, 1989). Tais variações estão estritamente ligadas ao ambiente terrestre de suas áreas de drenagem (micro-bacias), influenciadas principalmente pelas florestas ripárias (WOOD et al., 2007). Entretanto, por serem considerados ecossistemas abertos (MULHOLLAND, 1981), o equilíbrio da biota nos riachos é considerado dinâmico (RESH et al., 1988), onde a variabilidade temporal é uma função complexa,

Parte III

Estudios de caso



Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil

Dornas, R. A. P.
Kindel, A.
Bager, A.
Freitas, S. R.

Resumo

O atropelamento de animais é um problema pouco ressaltado entre as questões que envolvem a ameaça da biodiversidade faunística brasileira. O número de animais mortos nas rodovias do país a cada ano pode ser bastante relevante. Apesar disso, poucos ainda são os estudos de longa duração e as publicações sobre o tema. O presente capítulo procurou realizar uma análise do estado da arte dos trabalhos abordando o atropelamento de animais silvestres no Brasil. Tal avaliação teve por objetivo a obtenção de dados sobre os principais métodos utilizados e resultados atingidos pelas pesquisas. Constatou-se que mais de 60% dos trabalhos é divulgada em anais de congressos, em detrimento de revistas indexadas, e quase 20% dos trabalhos são realizados sem um delineamento experimental adequado. Recomendações foram indicadas para o aprimoramento da metodologia dos estudos. Os resultados indicam números preocupantes, principalmente no que tange ao número estimado de atropelamentos de fauna silvestre a cada ano no país, resultado inédito para a área de Ecologia de Estradas brasileira.

Abstract

Road casualties are a little highlighted problem among the issues that involve the threat of faunal biodiversity in Brazil. The number of animals killed on highways in the country each year may be quite relevant. Nevertheless there are still a few long-term studies and publications on

the subject. This chapter aims to undertake a review of the state of the art of works addressing the roadkill of wild animals in Brazil. This assessment was aimed at obtaining data on the main methods used and results achieved by researches. It was found that more than 60% of the works is released in conference proceedings instead of indexed journals and almost 20% of the works are conducted on an opportunistic manner, without appropriate scientific rigor. Recommendations were given to improve the methodology of the studies. Furthermore, the results indicate worrying numbers, especially in regard to the estimated number of wildlife roadkills in the country each year, an inedited result for the field of Brazilian Road Ecology.

Introdução

A Ecologia de Estradas nasceu como ciência em 1994, durante uma conferência da *Ecological Society of America* (FORMAN et al., 2003). Embora a temática tenha sido consolidada como um campo específico da investigação ecológica tardiamente, estudos sistemáticos sobre o atropelamento de animais e suas taxas já eram desenvolvidos desde a década de 1930, especialmente nos Estados Unidos, Canadá e Europa (FORMAN et al., 2003).

A morte de animais por atropelamento tem sido identificada como uma das principais ameaças à vida silvestre (AARIS-SORENSEN, 1995). Os animais são atropelados devido a diversas características ecológicas e comportamentais intrínsecas a cada espécie, variando desde seu modo de locomoção até seu comportamento reprodutivo e territorial (LAURANCE et al., 2009). Além disso, fatores ambientais podem contribuir para a incidência de atropelamentos já que estradas podem atrair alguns animais para forrageamento (LAURANCE et al., 2009) ou cruzar suas rotas de deslocamento (TSUNOKAWA; HOBAN, 1997; MALHEIROS, 2004). Alguns animais, por exemplo, são atraídos pela facilidade de encontrar sítios de alimentação em plantações adjacentes às estradas (NOVELLI et al., 1988); granívoros são atraídos pelos grãos que caem de caminhões transportadores (NOVELLI et al., 1988); faróis de automóveis atraem ou repelem as presas de corujas e morcegos (LAURANCE et al., 2009); predadores, especialmente falconiformes, morcegos e grandes carnívoros, que preferem áreas de borda e clareiras para caça, forrageiam nas margens das rodovias (CROME; RICHARDS, 1988; LAURANCE et al., 2004, 2009); carniceiros se beneficiam das carcaças de animais atropelados que permanecem na faixa de rolamento da estrada (DEVAULT et al., 2003; ANTWORTH et al., 2005).

O Brasil possui uma das malhas rodoviárias mais extensas do mundo (HUIJSER; CLEVENGER, 2006), sendo que muitos trechos duplicados ou

Ecologia de estradas no pampa Brasileiro: A perda de répteis por atropelamento

Hartmann, P. A.
Mainardi, L. M.
Rebelato, M. M.
Delabary, B. F.

Resumo

Rodovias têm múltiplas influências sobre as populações de animais silvestres, acarretando em perda e fragmentação de habitat, morte por atropelamento e deslocamento da fauna. O efeito negativo mais direto parece ser morte por atropelamento. Altas taxas de mortalidade podem ocorrer principalmente quando animais atravessam a rodovia durante o período de maior atividade, na época reprodutiva ou migração. Neste estudo descrevemos a perda de fauna de Squamata por atropelamentos em uma rodovia do Pampa brasileiro (BR-290), na região sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul. Foram amostrados 4 km da rodovia, de junho de 2009 a maio de 2010. Foram encontrados 360 indivíduos de serpentes, lagartos e anfisbenas atropelados, representando 57% da diversidade estimada para região. Embora a densidade de indivíduos das espécies na área de estudo seja pouco conhecida, a elevada taxa de atropelamento encontrada (0,25 indivíduos/km/dia) indica que espécies mais móveis e terrícolas poderão ter populações reduzidas no futuro em função do efeito cumulativo dos atropelamentos.

Abstract

Roads that cross natural areas may exert diverse negative effects on the local fauna. The most obvious negative effect is vehicular run over. High mortality by roadkill occurs mainly when animals cross roads during terrestrial movements to breeding, foraging, wintering, or

summering habitats. We here describe Squamata road mortality at BR-290 road, in a region of the Pampa in the municipality of São Gabriel, State of Rio Grande do Sul, Brazil. We sampled a 4 km tract of a paved road from June, 2009 to May, 2010. We found 360 roadkilled individuals, representing around 57% of the species recorded for the region. Although the density of the roadkilled species in the area is poorly known, the relative high rate of mortality we found (0,25 individuals/km/day), indicate that species which are more mobile and terrestrial may have a population reduction as a result of the cumulative effect of the mortality on roads.

Introdução

Rodovias têm múltiplas influências sobre as populações de animais silvestres, acarretando em perda e fragmentação de habitat, morte por atropelamento e deslocamento da fauna (FORMAN; ALEXANDER, 1998; TROMBULAK; FRISSELL, 2000; CLEVENGER et al., 2003; FORMAN et al., 2003; ANDREWS; GIBBONS, 2005). Além disto, rodovias podem representar uma barreira e funcionar como filtro para o livre deslocamento dos animais (ANDREWS, 1990; BENNETT, 1991; FORMAN; ALEXANDER, 1998). O efeito negativo mais direto parece ser morte por atropelamento, pois populações nativas, que usam áreas adjacentes às rodovias, podem ter mortalidade aumentada em função do risco de colisão com veículos (MUMME et al., 2000). Esta forma de mortalidade pode ter importantes efeitos demográficos (TROMBULAK; FRISSELL, 2000), pois afeta a densidade e a estrutura sexual e etária das populações silvestres (FAHRIG et al., 1995; HUIJSER; BERGERS, 2000; GIBBS; STEEN, 2005). A frequência de atropelamentos de fauna silvestre parece ser maior em rodovias com grande fluxo de veículos ou que cortam áreas com alta diversidade (AMENT et al., 2008). Altas taxas de mortalidade podem ocorrer quando os animais atravessam a rodovia durante movimentos sazonais (FISHER, 1997; PRADA, 2004), como durante a estação reprodutiva ou em consequência do aumento da área de atividade dos animais adultos e do recrutamento de filhotes (BROWN et al., 1986; ASHLEY; ROBINSON, 1996; SMITH; DODD, 2003; ARESO, 2005).

Mortalidade por atropelamentos foi registrada para muitas espécies de répteis (CASE, 1978; BERNADINO; DALRYMPLE, 1992; ROSEN; LOWE, 1994; ASHLEY; ROBINSON, 1996; KLINGENBOCK et al., 2000; KOENIG et al., 2001; CLEVENGER et al., 2003; ANDREWS; GIBBONS, 2005; RICHARDSON et al., 2006). Diversas espécies de Squamata apresentam características ecológicas que aumentam sua vulnerabilidade a atropelamentos (JOCHIMSEN et al. 2004), como: tendência a assoalhar na superfície aquecida de rodovias, serem generalistas no uso do ambiente, alta mobilidade, apresentarem padrões de atividade que coincidem com

A distribuição espacial de atropelamentos da fauna silvestre e sua relação com a vegetação: Estudo de caso da rodovia BR-040

Bueno, C.
Freitas, L.
Coutinho, B.
Oswaldo Cruz, J.

Resumo

Este estudo foi realizado na BR-040, no trecho Rio de Janeiro/Juiz de Fora, e focaliza o atropelamento de animais silvestres na Mata Atlântica brasileira como um fator de depleção de biodiversidade. Vários fatores favorecem os atropelamentos e a paisagem do entorno é um deles. O objetivo foi discutir a distribuição espacial dos atropelamentos e relacioná-la com a distribuição da vegetação. Os dados foram coletados durante três anos de monitoramentos diários. Foram calculadas as taxas de atropelamento mensal total e por unidade de distância (km). Os dados foram relacionados com o mapa de cobertura vegetal e uso do solo na escala de 1:250.000 em um *buffer* de 10 km no entorno de cada trecho da rodovia. A análise permitiu a conclusão de que a proporção de vegetação do entorno da rodovia e, sobretudo, o número de fragmentos existentes, são parâmetros relevantes para a construção destes modelos.

Abstract

This study was conducted on the BR-040, the stretch Rio de Janeiro/Juiz de Fora, and the road kill of wild animals in Brazilian Atlantic Forest as a factor of biodiversity depletion. Several factors favor the road kill and the surrounding landscape is one. The objective was to associate the road kill spatial distribution with vegetation

distribution. Data were collected continuously during three years. We calculated monthly rates of trampling and km/month. The data were crossed with the map of vegetation and land use on the scale of 1:250,000 in a buffer of 10 km in the vicinity of each stretch of highway. The analysis allowed the conclusion that the proportion of vegetation surrounding the highway is a key parameter for the construction of such models, considering the number of fragments, above all, the number of fragments exist, are important parameters for the construction of these models.

Introdução

O Brasil possui a terceira maior malha rodoviária do mundo, apresentando 1,7 milhão de quilômetros de estradas, sendo que apenas 196 mil destes são asfaltados (FDC; FEM, 2009). Muitas destas estradas cortam áreas florestadas e apenas com a implantação das rodovias, até o ano de 2003, estimou-se uma destruição de 595,5 mil hectares de ecossistemas remanescentes (PRADA, 2004).

Em função da dimensão da malha rodoviária brasileira, a questão dos impactos das rodovias se mostra relevante na discussão da conservação da biodiversidade. É frequente, na Mata Atlântica, que as estradas cortem Unidades de Conservação, ampliando significativamente a possibilidade de alteração das paisagens naturais (CARR et al., 2000).

Neste contexto, a conservação da biodiversidade está diretamente relacionada à conservação das paisagens, pois a biodiversidade não está restrita aos maiores remanescentes, mas distribuída no conjunto de ecossistemas naturais inseridos na paisagem, com diversos níveis de alteração humana e conectividade ecológica (CASTRO JR. et al., 2009). Essa distribuição dos fragmentos florestais influencia na distribuição de atropelamentos de animais silvestres, pois a variação nas taxas de atropelamento podem ser explicadas por diferentes fatores, sendo um deles as características da paisagem do entorno (FORMAN et al., 2003). Romin E Bissonete (1996); Bencke E Bencke (1999) e Clevenger (2003) discutem essa relação, mostrando padrões de concentração de atropelamentos em trechos de rodovias que apresentam determinadas características, especialmente associadas à vegetação. Fisher(1997) e Prada (2004) relacionam a presença rios e outras áreas úmidas no entorno da estrada à concentração de atropelamentos, pelo fato da fauna se deslocar em busca da água Jacomo et al., (1996) também associam atropelamentos à paisagem do entorno das rodovias, demonstrando que grande parte dos animais encontrados mortos em uma rodovia vizinha ao do Parque Nacional das Emas, no Cerrado, havia ingerido alimento de plantações no entorno da estrada. Prada (2004)

Mortalidade de vertebrados na rodovia BR-101, no sul do Brasil

Dornelles, S. S.
Schlickman, A.
Cremer, M. J.

Resumo

As estradas representam um importante fator de mortalidade para vertebrados em geral. No Brasil, este problema é pouco estudado e a obtenção de dados sistematizados é fundamental para a elaboração de medidas mitigadoras. Foi realizado um levantamento da fauna de vertebrados atropelados na BR-101, entre os municípios de Palhoça (SC) e Osório (RS), num total de 341,6 km entre abril de 2005 e março de 2008. Este trecho foi dividido em trechos, onde foram realizadas sete campanhas com duas amostragens. Foram registrados 1.611 indivíduos mortos, pertencentes a 122 espécies. O grupo mais atingido em termos de riqueza foi o das aves, totalizando 49,2% das espécies atropeladas, seguido de répteis (19,7 %), mamíferos (18,9 %) e anfíbios (12,3 %). Em termos de número de indivíduos, os mamíferos foram os mais afetados (675), seguido de aves (536), anfíbios (260) e répteis (140). Houve diferenças entre o número de atropelamentos e a estação do ano para os diferentes grupos. As taxas de atropelamento foram maiores nos trechos do sul, Três Cachoeiras (0,144 ind./km/dia) e Maquiné (0,168 ind./km/dia). Este estudo ressalta a importância de estudos sistematizados e com abrangência sazonal para a implantação de mecanismos para redução de atropelamentos nas estradas brasileiras.

Abstract

Highways are responsible for the mortality of many vertebrates. In Brazil this problem is poor understood and

systematized data are important for the elaboration of mitigation actions. In the period between April 2005 and March 2008 an assessment of the vertebrate fauna roadkills in BR 101 was conducted, between the cities of Palhoça/SC and Osório/RS totaling 370 km. We completed seven campaigns and the highway was sampled twice in the period of 4 to 6 days. We recorded 1,611 dead animals and 122 species. The most affected group considering richness was that of birds, totaling 49.2% of the affected species, followed by reptiles (19.7%), mammals (18.9%) and amphibians (12.3%). Considering the number of individuals, mammals were most affected (675), followed by birds (536), amphibians (260) and reptiles (140). Differences between seasons were registered for the different groups. The roadkill tax was higher in Três Cachoeiras (0.144 ind./km/day) and Maquiné (0.168 ind./km/day) areas, in the South.

Introdução

As estradas, de maneira geral, afetam ecossistemas, comunidades biológicas e espécies de forma negativa e variada (HOURDEQUIN, 2000; FORMAN et al. 2003). Os principais impactos ecológicos causados pelas estradas estão relacionados à mortalidade de animais devido à colisão com veículos, à modificação do seu comportamento, à destruição ou alteração de habitats e redução no tamanho das populações, à fragmentação e isolamento de habitats e populações, à dispersão de espécies exóticas e ao aumento do uso do habitat por humanos (GOOSEM, 1997; TROMBULAK; FRISSELL, 2000).

A construção de estradas e o aumento da presença humana representam uma das principais formas de transformação da paisagem (FINDLAY; BOURDAGES, 2000). Os estudos de Carr et al. (2000) sugerem que a perda de indivíduos devido à mortalidade por atropelamentos pode apresentar efeitos em dois níveis: redução do tamanho populacional e diminuição do movimento entre fragmentos, com consequente redução das interações entre populações co-específicas. As estradas funcionam como barreiras (ou filtros), criando fragmentos menores e aumentando o isolamento das populações animais entre os fragmentos. Alguns estudos com vertebrados demonstram que a mortalidade por atropelamento representa um importante impacto nas populações residentes em áreas urbanas e/ou rurais (FAHRIG et al., 1995) ou naturais (BERNARDINO; DALRYMPLE, 1992).

Medidas mitigadoras para diminuir o impacto das rodovias sobre a fauna são componentes indispensáveis para o estabelecimento de estratégias sustentáveis na política de sistemas de transporte

Atropelamento de mamíferos silvestres de médio e grande porte nas Rodovias PR-407 e PR-508, Planície Costeira do estado do Paraná, Brasil.

Leite, R. M. S
Bóçon, R.
Belão, M
Silva, J. C.

Resumo

A mortalidade de mamíferos por atropelamento constitui um dos impactos mais visíveis e quantificáveis do tráfego rodoviário sobre as comunidades de animais silvestres. Este fato é agravado quando ocorre dentro ou no entorno de Unidades de Conservação. Visando detectar o impacto das rodovias PR-407 e PR-508 nos mamíferos silvestres da planície costeira paranaense, foram feitos registros sistemáticos dos animais atropelados entre fevereiro de 2008 e janeiro de 2009, num total de 2.218,5 km, o que resultou num índice 0,017 mamíferos/km percorrido. Foram registrados 39 mamíferos atropelados, distribuídos em 10 espécies, dentre as quais algumas ameaçadas de extinção. As mortes por atropelamento podem representar perdas críticas para alguns mamíferos com baixa densidade populacional e grande área de vida. Foram registrados dois espécimes de *Leopardus tigrinus* e um de *Lontra longicaudis*, ambos integrantes da Lista Vermelha do Paraná, além de *L. tigrinus* também figurar na Lista Vermelha do Brasil.

Abstract

The mortality rate of mammals by road kill is one of the most visible and measurable impacts of road traffic on

the communities of wild animals. This fact is compounded when it occurs in or around protected areas. To detect the State Road impacts of PR-407 and PR-508 on wild mammals of coastal plain of Paraná, systematic records of run over animals were made between February 2008 and January 2009, totalizing 2,218.5 km and resulting in an index of 0,017 dead mammals per traveled km. Were recorded 39 caught mammals, distributed in 10 species, among which some endangered species. Deaths from trampling losses may represent critical for some mammal species with low population density and large home range. Two *Leopardus tigrinus* and one *Lontra longicaudis* specimens were recorded, both species are present at the Parana Red List; *L. tigrinus* also figure in the National Red List of Brazil.

Introdução

A implantação de infraestrutura para o desenvolvimento econômico e social, como a construção e operação de rodovias, interação de forma negativa com a maioria das populações de animais silvestres, podendo causar afugentamento, isolamento de fauna e perdas populacionais por atropelamentos (ASHLEY e ROBINSON, 1996; SCHONEWALD-COX e BUECHNER, 1992; LODÉ, 2000; TROUBULAK e FFRISSEL, 2000; ROMANINI, 2001; FORMAN et al., 2003).

O atropelamento de animais em rodovias muitas vezes ocorre em quantidades que representam parcela significativa de suas populações originais e resultam na diminuição dos níveis de diversidade (MANTOVANI, 2001; CERQUEIRA et al., 2003). Diversas espécies da fauna nativa estão sujeitas a ação de atropelamentos, estando muitos mamíferos, especialmente alguns carnívoros, entre os mais suscetíveis (VIEIRA, 1996; SILVEIRA, 1999, FORMAN et al., 2003). Este impacto é considerado relevante em populações animais em estado já reduzido, incluindo aí as espécies ameaçadas de extinção.

As consequências dos impactos nessas populações são potencializadas quando a rodovia transpõe corredores tradicionais da fauna como áreas preservadas e matas ciliares, situação que ocorre com as rodovias aqui estudadas, que se estendem pelas áreas de três unidades de conservação (RODRIGUES et al., 2002).

O estudo dos fatores envolvidos nos atropelamentos de animais silvestres em rodovias vem ganhando cada vez mais importância no Brasil (NOVELLI et al., 1988; JÁCOMO et al., 1996; VIEIRA, 1996; FISCHER, 1997; MANTOVANI, 2001; JACOB, 2002; RODRIGUES et al., 2002; PRADA, 2004). Acidentes envolvendo a fauna silvestre podem ser reduzidos sensivelmente por meio de programas de monitoramento e ações para minimizar este tipo de impacto (GOOT e HAZERBOESK, 1996; FORMAN

Levantamento de mamíferos atropelados na rodovia BR-158, estado de Mato Grosso, Brasil

Souza, J. L.
Anacleto, T. C. S.

Resumo

Um dos problemas que ameaçam a fauna são as rodovias que, devido à falta de planejamento, comprometem os ecossistemas naturais e causam o atropelamento dos animais. Neste trabalho foram registrados os mamíferos atropelados na rodovia BR-158, no estado de Mato Grosso, numa extensão de 100 km. Foram realizadas 24 coletas entre junho/ 2007 e maio/2008, por meio de viagens quinzenais, em dois trechos de 50 km: Nova Xavantina até Água Boa e N. Xavantina até Barra do Garças. Foram registrados 224 animais, sendo 16 espécies, 10 famílias e cinco ordens. Carnívora teve o maior número de exemplares (52,7%). As famílias predominantes foram: Canidae (43,7%) e Dasypodidae (35,3%). As espécies mais frequentes foram *Euphractus sexcinctus* (29,0%), *Cerdocyon thous* (25,9%) e *Lycalopex vetulus* (17,4%). A diferença nos registros de atropelamentos entre as estações seca e chuvosa foi significativa somente no trecho NX-AB ($t = -2,34$; $df = 21,78$; $p = 0,02$), com mais atropelamentos na seca. As mesmas espécies foram as mais atropeladas nas duas estações: *E. sexcinctus*, *C. thous* e *L. vetulus*. Essas espécies que são comuns no Cerrado ocorrem em áreas alteradas e consomem carniça, hábitos que tornam as margens da rodovia um local atrativo principalmente pela disponibilidade de alimento. Os dados aqui registrados mostram a perda da mastofauna local e a necessidade de implantar medidas que reduzam os atropelamentos como um programa de monitoramento. É preciso identificar locais adequados para a instalação de placas e iniciar a instalação de estruturas que facilitem a transposição ou impeçam a passagem de animais e os pontos potenciais para instalação.

Abstract

One of the most serious problems that threaten wild species are the roads which are built without proper planning and jeopardize the status of natural ecosystems, causing death of wild animals due to collisions with vehicles. In this work it was recorded road-killed mammals from BR-158 highway, in Mato Grosso State, along an extension of 100 km. Twenty-four samplings were conducted from June/2007 to May/2008 every 15 days within two sections of 50 km length from Nova Xavantina to Água Boa and N. Xavantina to Barra do Garças. A whole of 224 animals were recorded which are distributed in 16 species, 10 families and 5 orders. Carnivora was the order with the highest number of specimens (52.7%). The dominant families were Canidae (43.7%) and Dasypodidae (35.3%). The most frequent species were *Euphractus sexcinctus* (29.0%), *Cerdocyon thous* (25.9%) and *Lycalopex vetulus* (17.4%). The road-killed animals recorded in rainy and dry seasons were significant only in the NX-AB section ($t = -2.34$; $df = 21.78$; $p = 0.02$), with more events in dry period. The same species were the most road-killed in both seasons: *E. sexcinctus*, *C. thous* e *L. vetulus* which are common in Cerrado, within modified areas and feed with carcass. All these habits turn the highway borders an attractive place for food founding. The registered data indicate the lost of mastofauna local and the necessity of implanting measures to reduce the road-killed events seeking its reduction such as monitoring programs. It is necessary to identify adequate places to install road sign plate and to build transposing or avoiding structures for road crossing as well as the potential places to install them.

Introdução

Um dos graves problemas que ameaçam as espécies silvestres é a devastação de comunidades biológicas que levaram milhões de anos para se desenvolverem e vem sendo destruídas pelo homem em curtos espaços de tempo (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). No Brasil, essa alteração ambiental está expressa na destruição de mais de 92% da Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2008) e em, pelo menos, 70% do Cerrado (FELFILI et al., 2005). Até o ano de 2003, 16,3% da Floresta Amazônica já tinha sido destruída (FERREIRA et al., 2005).

Habitats que ocupavam grandes áreas vem sendo frequentemente divididos em pequenos fragmentos, pelas estradas, campos, cidades e várias outras atividades humanas (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A destruição ou fragmentação desses ambientes por estradas é a

Estudo dos atropelamentos dos animais silvestres na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil

Martins-Hatano, F.
Monteiro, P. S. D.
Alves, A. G.
Dutra, F. M.
Oliveira, M. C.
Miranda-Silva, R.
Castro, R. B.
Ueoka, P. Y. B.
Hatano, F. H.

Resumo

A construção de estradas é um dos vários mecanismos de alto impacto negativo sobre a integridade da biota, sendo responsável pela mortalidade da fauna por atropelamento, o que pode acarretar na redução significativa nas populações vitimadas. Este estudo apresenta dados sobre a fauna atropelada em duas estradas na Floresta Nacional de Carajás. Entre dezembro de 2008 e novembro de 2009 foram realizadas as coletas, totalizando 349 dias de amostragem. Os trechos foram percorridos a 60 km/h, duas vezes ao dia (no alvorecer e no crepúsculo), nos quais foram registrados 1.842 indivíduos atropelados pertencentes a 163 espécies. Os répteis foram os mais frequentes (39%), seguido pelos mamíferos (34%), aves (14%), anfíbios (12%) e não identificados (1%). O índice de atropelamento foi de 0,0016 indivíduos/km/meses com média diária de 5,04 atropelamentos. Um maior número de atropelamento foi registrado durante a estação chuvosa. Houve diferença significativa de atropelamentos entre as estradas ($p < 0,0001$), onde a Estrada Raimundo Mascarenhas (ERM) apresentou 74,70% e a Estrada Manganês Azul (EMn) 25,30%. As estradas apresentaram 40% de similaridade entre si, demonstrando que há diferença entre a composição das espécies atropeladas. O final de

semana apresentou maior índice de atropelamento, com média diária de 5,54. Quanto ao turno, o período noturno apresentou maior ocorrência (n= 1108) que o turno diurno (n= 714). Considerando o perfil das ocorrências na FLONA de Carajás, podemos inferir que os atropelamentos estão relacionados à falta de visibilidade, relação do público com a fauna e atividades de fim de semana. É evidente a necessidade de programas de educação ambiental para divulgar a importância ecológica da fauna como indicadora de qualidade ambiental para os usuários desta estrada.

Abstract

Road construction is one of several mechanisms of high negative impact on the integrity of the biota, being responsible for the death of vertebrate fauna by roadkill, which can result in significant reduction of victimized populations. This study presents data on the fauna hit the Carajás National Forest. Between December 1, 2008 and November 2009 collections were made in 349 days of sampling. The excerpts were recorded at a speed of 60km / h, twice daily (dawn and dusk), which have recorded 1842 individuals belonging to 163 species. Reptiles were the most sampled group (39%), followed by mammals (34%), birds (14%), amphibians (12%) and . The index of roadkills was 0.0016, with average daily trampling of 5.04. A greater number of pedestrian accidents was recorded during the rain season. There were differences ($p < 0.0001$) roadkill on roads where Estrada Raimundo Mascarenhas (ERM) showed 74.70% and 25.30% Estrada Manganês Azul (EMn). The roads had 40% similarity, demonstrating that there is a difference between the species composition run over the two roads. The weekend has a higher index of roadkills, with a daily average of 5.54. About the shift, the night period was more frequent (n = 1108) than the day shift (n = 714). Clearly the need for environmental education programs to publicize the ecological importance of wildlife as an indicator of environmental quality for users of this road.

Introdução

A destruição ou fragmentação de habitats causados pelo desenvolvimento econômico é uma das principais ameaças à conservação da biodiversidade (SANTOS; CAVALCANTI, 2004; RODRIGUES, 2005; LAURANCE et al., 2009). A construção de estradas, por exemplo, é um dos mecanismos de alto impacto negativo sobre a integridade biótica, eliminando a cobertura vegetal, gerando efeito de borda e elevando o índice de mortalidade da fauna de vertebrados por atropelamento em processos de deslocamento desses animais nas rodovias (VIEIRA, 1996; PEÑA; DRUMOND, 1999; FERREIRA et al., 2004).

Efeitos indiretos sobre a fauna do corredor bioceânico central em uma área protegida do deserto do monte: Parque provincial Ischigualasto

Borghi, C. E.
Campos, C. M.
Ortuño, N.
Beninato, V.
Andino, N.
Campos, V.
De Los Rios, C.
Cappa, F.
Giannoni, S. M.

Resumo

O Corredor Bioceânico Central é uma estrada que conectará os oceanos do Pacífico e do Atlântico. No seu trecho pela Argentina, atravessa o Parque Provincial Ischigualasto, um ecossistema árido que protege espécies com problemas de conservação. O Corredor produzirá efeitos produzidos pelo incremento e novo uso por trânsito veicular de trechos de estrada dentro do Parque e pelo aumento do turismo que visitará o Parque devido aos melhores acessos. Os objetivos são: 1) Avaliar os principais lugares de cruzamento da estrada de duas espécies nativas: *Dolichotis patagonum* e *Lama guanicoe* com o objetivo de propor pontos onde construir passagens de fauna; 2) Avaliar o efeito das estradas atualmente construídas sobre o uso de habitat das duas espécies; 3) Avaliar o efeito atual do caminho turístico sobre o uso de habitat por *D. patagonum*. Com os dados de presença de rastros se estimaram densidades de uso pelo método de áreas kernel, para sugerir a localização de passagens de fauna superior. Para avaliar se o uso de habitat por *D.*

patagonum é influenciado pelo caminho turístico, foram comparados abundâncias relativas em duas distâncias do caminho. O caminho com o fluxo atual de circulação afetou negativamente o uso de hábitat de *D. patagonum*. Os resultados mostram que as espécies estudadas utilizam as áreas de estrada ainda sem circulação ou com pouca circulação atual. *Dolichotis patagonum* prefere ambientes abertos à estrada e suas proximidades são utilizadas, sobretudo quando não tem circulação veicular. *Lama guanicoe* não parece perceber as áreas de estrada como arriscadas, utilizando o espaço indistintamente. Propõem-se medidas para mitigar os efeitos da instalação do Corredor.

Abstract

The Central Bioceanic Corridor is a road that will link ports on the Pacific and Atlantic coasts. In Argentina, the road traverses the Ischigualasto Provincial Park, an arid ecosystem inhabited by endangered species. The Corridor will have effects owing to increased and new vehicle traffic along road sections within the Park and to higher use of the internal trail for tourists. The objectives of this study are: 1) Evaluating the main road crossing points for two native species: *Dolichotis patagonum* and *Lama guanicoe* to propose places for building wildlife crossings; 2) Assessing the effect of currently built roads on habitat use by both species; and 3) Assessing the current effect of the Park's inner trail on habitat use by *D. patagonum*. Data on presence of animal signs were used in estimating kernel areas to suggest location of crossing structures. Animal relative abundance was estimated for different road sections and related to biotic and abiotic variables. To evaluate the effect of the internal trail on *D. patagonum*, relative abundances were compared at two distances from the trail during two seasons. Results show that both studied species use areas of the road as yet untravelled or with little current traffic. *Dolichotis patagonum* prefers the inner trail where vehicle traffic is low. *Lama guanicoe* appears not to perceive road areas as being hazardous. To mitigate the effects of the Corridor, we suggest construction of overhead and underground wildlife crossings allowing for connectivity between populations.

Introdução

O Corredor Bioceânico Central vai ligar os dois oceanos (Pacífico e Atlântico), através dos portos do Coquimbo (Chile) e do Rio Grande (Porto Alegre, Brasil), passando pelo Paso de Agua Negra (San Juan, Argentina). Esta via é um instrumento "físico-territorial" que agilizará o comércio dos países do cone Sul da América Latina, principalmente

Assimetria flutuante como bioindicadora de impactos de rodovias em interações entre insetos e plantas

Guimarães, C. D. C.
Viana, J. P.
Silva, B.
Cornelissen, T.

Resumo

A assimetria flutuante (AF) representa pequenas variações aleatórias na simetria de caracteres bilaterais e é um parâmetro amplamente usado como medida de estresse abiótico. Neste estudo, investigou-se o papel da assimetria flutuante como bioindicadora de mudanças ambientais causadas por rodovias em interações negativas entre insetos e plantas hospedeiras. Avaliou-se características morfológicas da planta hospedeira *Baccharis pseudomyriocephala* (Asteraceae) e a comunidade de insetos herbívoros em suas folhas e ramos em um gradiente de impacto causado pela presença de rodovias com diferentes níveis de tráfego. Três populações foram amostradas em três ambientes sob diferentes graus de impacto causados pela presença de rodovias e diferentes níveis de tráfego: BR-363, Estrada Real e Área de Proteção Ambiental da Serra de São José-MG. Observou-se diferenças significativas na assimetria flutuante entre as populações de plantas sob diferentes níveis de impacto de tráfego de veículos, sendo a população de *Baccharis* sob maior impacto de tráfego aquela com maior nível de assimetria flutuante das folhas (média 0,638 mm), menor abundância de insetos minadores (média 5,8 indivíduos) e maior riqueza de insetos indutores de galhas (média 3,35 espécies). Esse estudo indicou o potencial da assimetria flutuante como ferramenta para bioindicador o estresse abiótico causado pelo tráfego de veículos e a susceptibilidade à herbivoria em ambientes modificados pela presença de estradas.

Abstract

Fluctuating asymmetry (FA) represents small, random variations from the bilateral pattern of symmetry and is a widely used measurement of abiotic stress in both plant and animal populations. In this study, we investigated the role of fluctuating asymmetry as a bioindicator of environmental changes caused by roads in the interactions between plants and insects. We evaluated morphological features of the host plant *Baccharis pseudomyriocephala* (Asteraceae) and the insect community associated to its leaves and stems in roads under different traffic impact. Plant populations developing on three different roads under different impacts caused by car traffic were evaluated: BR-363, Estrada Real and Área de Proteção Ambiental Serra de São José-MG. We observed that the plant population under higher impact (BR-363) exhibited higher levels of leaf fluctuating asymmetry (mean of 0.638mm), lower abundance of leaf miners (mean of 5.8 individuals) and higher richness of gall-inducing insects (mean of 3.35 species), indicating that fluctuating asymmetry can be used as a reliable indicator of environmental stress and plant susceptibility to herbivory in human-modified environments.

Introdução

A assimetria flutuante (AF) representa pequenas variações aleatórias na simetria de caracteres bilaterais e é um parâmetro amplamente utilizado como medida de instabilidade de desenvolvimento em plantas e animais (DIAZ et al., 2004). Tal instabilidade, um indicativo de estresse ambiental ou genético (POLAK, 2003), é a inabilidade de um genótipo produzir o mesmo fenótipo em um ambiente em particular ou em certas condições (MØLLER; SWADDLE, 1997). Uma vez que o desenvolvimento de ambos os lados de um caractere bilateral estão sob o controle dos mesmos genes, o grau de assimetria de um organismo indica interferências durante o processo de desenvolvimento em certas condições bióticas e abióticas.

Aumentos significativos da assimetria flutuante foram estudados para diversas espécies de plantas e animais em resposta a vários tipos de estresse, incluindo fatores ambientais, como condições climáticas, poluição, urbanização, deficiência ou excesso de nutrientes, temperatura e radiação, salinidade e interações intra e interespecíficas como a competição, predação e parasitismo (revisado por MØLLER; SWADDLE, 1997). Uma vez que a assimetria constitui um caráter de fácil conferência por métodos baratos, simples e rápidos (HÓDAR, 2002), ela tem sido frequentemente usada para monitorar níveis de estresse ecológico, seja ele de origem biótica ou abiótica.

Influência de rodovias no processo de transformação da paisagem: o caso do Sistema Anchieta-Imigrantes

Mello, K.
Abessa, D. M. S.
Topaa, R. H.

Resumo

Obras de construção, pavimentação e duplicação de rodovias geram uma série de impactos ambientais e sociais nas áreas adjacentes a elas, como desmatamento acelerado e ocupação desordenada ao longo da estrada. O planejamento e a gestão das obras, de forma integrada às áreas naturais sob sua influência, podem reduzir significativamente esses impactos negativos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica espacial da ocupação antrópica associada ao Sistema Anchieta-Imigrantes, que liga as regiões metropolitanas de São Paulo e da Baixada Santista, empregando-se técnicas aplicadas ao Geoprocessamento. Foram utilizadas fotografias aéreas dos anos de 1963, 1972, 1987, 1994 e 2001. Com o auxílio de levantamentos históricos e demográficos, os dados obtidos foram relacionados com as políticas adotadas e com os ciclos econômicos que influenciaram no processo de ocupação da região. A expansão urbana na área de estudo apresentou um padrão de ocupação ao longo das rodovias, ferrovias e sobre áreas de manguezal, matas de encosta e estuário, representando uma perda de habitat de cerca de 2.000 hectares até o ano de 2001. Constata-se uma ocupação antrópica não planejada para a região de estudo, intimamente relacionada com os ciclos econômicos e aberturas de estradas, evidenciando a necessidade de adequações nas estratégias de planejamento e gestão

das áreas no entorno das rodovias, e maior fiscalização de áreas protegidas para a manutenção dos remanescentes de Mata Atlântica da zona costeira do Estado de São Paulo.

Abstract

The roads and highways installation, paving and duplication cause several types of environmental impacts on their vicinities, as accelerated deforestation and uncontrolled occupation; thus, such structures and must be properly planned and managed in order to reduce their negative impacts. This study analyzed the spatial dynamics of the anthropic occupation associated to the Anchieta-Imigrantes System (AIS), a set of roads and highways that links the metropolitan region of São Paulo to Baixada Santista. The main purpose was to assess changes in landscape and land-use patterns which were induced by the AIS installation and expansion. To achieve that, GIS techniques were employed, using aerial photos from 1963, 1972, 1987, 1994 and 2001. Temporal changes in landscape and land-use pattern were compared to historical and demographic data and correlated to the governmental public policies and economical cycles which influenced the studied area. The urban expansion exhibited a classic pattern, in which occupations took place mainly alongside the roadways, railways and over environmental protected areas, producing a loss of 2000 ha of natural habitats. Since the non planned anthropic occupation was associated to the roadways, public policies, economic cycles and deficient monitoring, the data shows that such issues must be considered when roads are intended to be built or expanded. Moreover, as other highways are under project in the region and that the Atlantic Rainforest is extremely threatened, the factors addressed in this study should be considered in the planning phase of these projects.

Introdução

A Mata Atlântica é reconhecida como um dos 34 *hotspots* mundiais, destacando-se como um dos cinco mais importantes (MITTERMEIER et al., 2004). Devido ao histórico de ocupação desordenada do litoral brasileiro, sua cobertura florestal encontra-se reduzida a cerca de 11,4% (RIBEIRO et al., 2009). Os remanescentes existentes são constituídos, em sua maioria, por vegetação secundária em estágio inicial a médio de regeneração (METZGER et al., 2009).

Estudos apontam a infraestrutura de acesso como um dos principais fatores para o aumento da urbanização e processos de desflorestamento

Comparação da estrutura arbórea de reservas e áreas na beira de estradas de cerrado (sentido restrito) no Triângulo Mineiro

Vasconcelos, P. B.
Araújo, G. M.

Resumo

A vegetação nativa que ocupa as faixas de domínios das rodovias é considerada não-natural e por causa disso é pouco estudada. Entretanto, esta vegetação pode contribuir para o controle da poluição, a diversificação da paisagem, ou servir como corredor de dispersão de espécies animais e vegetais nativas. Além disso, a vegetação de beira de estrada pode servir como bons modelos para se examinar a resposta da vegetação aos distúrbios impostos pelos impactos humanos. Nesse trabalho foi comparada a estrutura arbórea de cerrado (sentido restrito) de seis áreas de beiras de estradas com seis áreas preservadas. Em média, foram encontradas 2,7 vezes mais indivíduos e 1,4 vezes mais espécies nas reservas do que nas beiras de estrada, possivelmente em função da maior frequência de incêndios e da maior cobertura de capins exóticos nas beiras de estrada. Apesar disto, no total, 70% das espécies nativas amostradas nas reservas também foram encontradas nas beiras de estradas. Não se observou diferenças na proporção de indivíduos e espécies zoocóricas entre os ambientes. Também não foram observadas diferenças significativas na diversidade de espécies, já que embora a riqueza tenha sido menor a equabilidade foi maior nas beiras de estrada do que nas reservas. Considerando que menos de 4% do Cerrado está protegido e que mais de 60% do bioma já foi profundamente modificado, as faixas de vegetação em beiras de estrada podem contribuir para a conservação da flora do Cerrado. Isto porque as beiras de

estrada são capazes de manter populações de uma parcela bastante representativa das espécies arbóreas típicas do Cerrado.

Abstract

The native vegetation that covers the roadsides is considered unnatural and because of this is poorly understood. However, this vegetation can help in the diversification of the landscape, ameliorate the effects of air pollution, and work as corridor for native plants and animals. Furthermore, the vegetation along road verges can be used as a model to study anthropogenic impacts on natural vegetation. In this study we compared the structure of cerrado (Brazilian savanna) woody plant communities in six road verges and six preserved areas. On average, we found 2.7 times more individuals and 1.4 more tree species in reserves than in road verges, possibly as a result of the greater incidence of fire and exotic grasses in the road verges. In spite of this, in total, 70% of the native tree species found in reserves were also found in road verges. There was no difference in the proportion of zoochorous individuals and species between the two habitats. There was also no significant difference in species diversity, as although species richness was lower, species evenness was greater in road verges than reserves. Considering that less than 4% of the Cerrado is protected and that over 60% of this biome has already been dramatically altered, the vegetation along road verges can help in the conservation of the Cerrado flora. This is because road verges can maintain populations of a large number of arboreal species typical of the Cerrado.

Introdução

Estradas são importantes componentes da sociedade moderna, servindo de corredores para o transporte humano. Elas permitem a ocupação de novas áreas e geram novas oportunidades de serviços e empregos. Porém, a facilitação do acesso a terras antes isoladas traz grandes impactos ambientais, especialmente por aumentar bastante as taxas de desmatamento (FEARNSIDE, 1990; TROMBULAK; FRISSELL, 2000). Além disso, o tráfego de veículos gera o atropelamento de animais silvestres (BAGER et al., 2007; CIOCHETI; ABRA, 2009) e inibição das aves nas proximidades da estrada em função da poluição sonora (REIJNEN et al., 1995). Existe também a preocupação das estradas serem usadas como vetores para a introdução e disseminação de espécies invasoras (GELBARD; BELNAP, 2003; PARENDES; JONES, 2000).

A faixa de vegetação nativa que é mantida ao longo de rodovias e estradas tem recebido bastante atenção nos últimos anos (ANGOLD, 1997; RENTCH et al., 2005; O'FARRELE MILTON, 2006). Tais vegetações

Adequação ambiental e paisagística do prolongamento da rodovia dos bandeirantes - SP 348

Freitas, L. G .B.
Rodrigues, R. R.

Resumo

O projeto foi desenvolvido para adequação ambiental e legal de um empreendimento rodoviário, com conseqüente recuperação da paisagem natural através da implantação de maciços florestais com espécies nativas. Essa recuperação florestal foi feita com base na sucessão ecológica, utilizando-se 105 espécies da flora regional como medida compensatória dos impactos ambientais causados pela construção da rodovia. As áreas objeto da recuperação florestal totalizaram 146 ha localizados na faixa de domínio da Concessionária AutoBAN, na rodovia SP-348, do quilômetro 95 até o 171, ligando Campinas a Cordeirópolis. O projeto foi desenvolvido pela Concessionária AutoBAN, pelo Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal do Departamento de Ciências Biológicas da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo e pela empresa contratada para sua implantação, Verdycon Conservação Ltda. Os principais objetivos foram: 1) restaurar a diversidade vegetal; 2) colaborar na interligação dos fragmentos florestais remanescentes da região; 3) disponibilizar material para atividade de educação ambiental, tendo como público alvo os usuários da rodovia; e 4) melhorar a paisagem do ambiente rodoviário fazendo uso de espécies regionais que tenham caráter paisagístico. Durante o ano de 2001, foram realizadas as atividades que antecederam o plantio propriamente dito: fotointerpretação e zoneamento ambiental, levantamento florístico e caracterização de fragmentos florestais remanescentes. Para garantir a confiabilidade na implantação das espécies escolhidas para o projeto foram feitas coletas de materiais

botânicos no entorno do mesmo, os quais foram incorporados ao herbário da ESALQ (ESA). Os tipos vegetacionais predominantes encontrados na região do projeto foram "cerradão" e "floresta estacional semidecidual", porém algumas áreas possuíam características vegetacionais específicas por apresentarem influência dos cursos d'água ou do lençol freático, como é o caso das florestas paludosas. Foram coletadas 114 espécies arbustivas-arbóreas pertencentes a 40 famílias.

Abstract

The project was developed for environmental and legal adequacy of a new highway enterprise, with consequent recovery of the natural landscape, through the deployment of massive forest with native species. This forest recovery was based on ecological succession, using 105 species of the regional flora as a compensatory measure of environmental impacts caused by highway construction. The subject areas of forest recovery 146 ha located in the right of way area of AutoBAn inat the SP-348 highway, Km 95 to 171, connecting Campinas to Cordeirópolis. This design was developed through the joint work of AutoBAn, Laboratory of Ecology and Forest Restoration, Department of Biological Sciences, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz -Universidade de São Paulo, and thefirm responsible for the project implementation, Verdycon Conservation Ltda. The main goals were: Restore plant diversity; Collaborate in the interconnection of the remaining forest fragments in the region; Provide material for environmental education activity, having as target public the users of the highway; and Improve the landscape of the road environment by making use of regional species that have landscape character. During 2001 several activities were conducted prior to the planting itself: photointerpretation and environmental zoning, floristic survey, and remaining forest fragments characterization. To ensure reliability in the deployment of the species chosen for the project was collected botanical materials from the same vicinity, which were incorporated into the herbarium of ESALQ (ESA). The predominant vegetation types found in the project area were "cerrado"and "semideciduous forest", but some areas had vegetation characteristics by presenting specific influence of watercourses or groundwater, as is the case of swamp forests. We collected 114 woody species belonging to 40 families.

Introdução

A importância dos recursos naturais é inquestionável em função dos seus vários benefícios, como a conservação da biodiversidade, a proteção
