

BR-262 no Pantanal: cenário de encontros entre homens e animais silvestres



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 111

BR-262 no Pantanal: cenário de encontros entre homens e animais silvestres

Agostinho Carlos Catella
Walfrido MoraesTomás
Guilherme de Miranda Mourão

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pantanal

Rua 21 de Setembro, 1880, CEP 79320-900, Corumbá, MS
Caixa Postal 109
Fone: (67) 3234-5800
Fax: (67) 3234-5815
Home page: www.cpap.embrapa.br
Email: sac@cpap.embrapa.br

Comitê de Publicações:

Presidente: *Aiesca Oliveira Pellegrin*
Secretário-Executivo: *Suzana Maria Salis*
Membros: *Débora Fernandes Calheiros*
Marçal Henrique Amici Jorge
José Aníbal Comastri Filho
Secretária: *Regina Célia Rachel*

Supervisor editorial: *Suzana Maria Salis*
Normalização bibliográfica: *Viviane de Oliveira Solano*
Editoração eletrônica: *Eliane Mary P. de Arruda*
Disponibilização na home page: *Luiz Edevaldo Macena de Britto*
Foto da capa: *Agostinho C. Catella*

1ª edição

1ª impressão (2010): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pantanal

Catella, Agostinho Carlos.

BR-262 no Pantanal: cenário de encontros entre homens e animais silvestres [recurso eletrônico] / por Agostinho Carlos Catella, Walfrido Moraes Tomás, Guilherme de Miranda Mourão. - Dados eletrônicos - . Corumbá : Embrapa Pantanal, 2010.
23 p. (Documentos / Embrapa Pantanal, ISSN 1981-7223; 111).

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: <<http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC111.pdf>>

Título da página da Web: (acesso em 31 dez. 2010)

1. Ecologia. 2. Impacto ambiental. 3. Meio ambiente. I. Tomas, Walfrido Moraes II. Mourão, Guilherme de Miranda. III Título. IV. Série. V. Embrapa Pantanal.

CDD 577 (21. ed.)

© Embrapa 2010

Autores

Agostinho Carlos Catella

Biólogo, Doutor em Biologia de Água Doce e Pesca Interior
Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
CEP 79320.900 Corumbá, MS
Telefone: (67) 3234-5939
catella@cpap.embrapa.br

Walfrido Moraes Tomás

Veterinário, Mestre em Ciências de Vida Selvagem
Doutorando em Gestão de Biodiversidade
Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
CEP 79320.900 Corumbá, MS
Telefone: (67) 3234-5942
tomasw@cpap.embrapa.br

Guilherme de Miranda Mourão

Biólogo, Doutor em Biologia (Ecologia)
Embrapa Pantanal
Rua 21 de Setembro, 1880
CEP 79320.900 Corumbá, MS
Telefone: (67) 3234-5939
gui@cpap.embrapa.br

Apresentação

A BR-262 no seu trecho entre Aquidauana/Anastácio e Corumbá/Ladário em Mato Grosso do Sul é bastante peculiar, pois percorre áreas de Planalto da Bacia do Alto Paraguai e áreas da Planície de inundação do Pantanal. Nessas últimas áreas, onde ocorre uma fauna diversificada em espécies e abundante em número de indivíduos, a pista de rodagem foi construída em condições especiais sobre um aterro para fugir das inundações durante o período de cheia e com muitas pontes para dar passagem para a água.

Atualmente, o fluxo nessa estrada vem aumentando devido à maior comercialização entre Brasil, Bolívia e outros países andinos, transformando-se no “Corredor Bioceânico”. Concomitantemente, estão ocorrendo obras e melhorias na estrada e há uma tendência de aumento no índice de atropelamento de animais silvestres.

Neste documento, encontra-se a opinião dos autores que fazem uma reflexão a cerca dos fatores envolvidos nos atropelamentos e apontam alternativas e medidas de mitigação para reduzi-los, propondo uma nova forma de abordar esse tema, isto é, assumir a BR-262 no Pantanal como uma área de uso comum para os homens e os animais. A partir desse ponto de vista, justifica-se usufruí-la, não somente como uma via de transporte e comunicação, mas também como um dos mais privilegiados sítios de observação de aves e animais silvestres do País.

Emiko Kawakami de Resende
Chefe-Geral da Embrapa Pantanal

Sumário

BR-262 no Pantanal: cenário de encontro entre homens e animais silvestres I	7
Introdução.....	7
Fatores envolvidos nos incidentes com animais silvestres na BR-266.....	11
A estrada como refúgio e barreira para os animais	12
Vegetação no acostamento.....	13
Dutos e pontes	14
Faixa de passagem de animais.....	16
Caixas de empréstimo	16
Motoristas bem informados e preparados	18
Boiadas	18
Remoção das carcaças	18
Potencial turístico da rodovia.....	20
Considerações finais	21
Referências.....	21

BR-262 no Pantanal: cenário de encontro entre homens e animais silvestres

*Agostinho Carlos Catella
Walfrido Moraes Tomás
Guilherme de Miranda Mourão*

Introdução

As rodovias afetam a vida selvagem através de perda e fragmentação de habitats, por ocasionar mortalidade devido a atropelamentos, além de afetar o comportamento de animais e a movimentação e dispersão nas populações de animais silvestres (SPELLERBERG, 2002; BHATTACHARYA et al., 2003, BISSONETTE; STORCH, 2003; ALTRICHTER; BOAGLIO, 2004; MATA et al., 2005; RAMP et al., 2005; CLEVINGER; WIERZCHOWSKI, 2006; HAINES et al., 2006; NIELSEN et al., 2006; ROE et al., 2006;).

O atropelamento, seguido de morte, é um dos problemas mais visíveis causados por rodovias em populações de animais silvestres (BRODZIEWSKA, 2005). De um modo geral, as maiores taxas de colisões entre veículos e animais silvestres são observadas em áreas pouco desenvolvidas, onde as populações de muitas espécies são abundantes, ao passo em que áreas muito desenvolvidas e alteradas as taxas de mortalidade tendem a ser insignificantes e reduzidas a poucas espécies (SEILER, 2003). Dentre os habitats naturais, há estudos mostrando que em estradas que atravessam áreas úmidas, florestas e cursos d'água, a taxa de atropelamento tende a ser maior (ASHLEY; ROBINSON, 1996; FINDLAY; HOULAHAN, 1997; GLISTA et al., 2008).

No Brasil, estudos focando o impacto de rodovias em animais selvagens têm sido feitos em diversas regiões, mas tipicamente têm se limitado a quantificar o número de atropelamentos e listar as espécies mortas ao longo de rodovias. Prada (2004) amostrou 12.440 km de rodovias no Estado de São Paulo, registrando 81 espécies e um atropelamento a cada 20,8 km. Tonin et al. (2009) realizaram um levantamento no norte do Rio Grande do Sul, registrando 27 espécies e um atropelamento a cada 6,8 km de rodovia num período de 12 meses. No sul de Minas Gerais, Santos et al. (2009) registraram 32 espécies em 13 km de rodovia, num período de 12 meses, num total de 46 atropelamentos. Em Goiás, Prado et al. (2006) encontraram 141 atropelamentos de animais silvestres em 19,2 km de rodovia nas proximidades do Parque Ecológico Altamiro de Moura Pacheco.

O trecho da BR-262 no sudoeste de Mato Grosso do Sul, entre as cidades de Aquidauana/Anastácio e Corumbá/Ladário, é bastante peculiar, pois atravessa ambientes distintos, como áreas de planalto e planície de inundação do Pantanal (Figura 1), os quais apresentam diferenças na abundância e na diversidade de animais silvestres. Estes trechos também se diferenciam por terem exigido diferentes recursos de engenharia para cada ambiente tais como aterros, rebaixamentos e pontes (Figura 2). Nessa estrada, Fischer (1997) e Fischer et al. (2003) registraram mais de 1.400 atropelamentos de 88 espécies de animais silvestres em um período de um ano, no trecho entre Campo Grande e Corumbá, com cerca de 410 km de extensão. De lá para cá, o tráfego se intensificou e não há estudos que permitam comparar os dados anteriores com a situação atual. Entretanto, é notória a grande quantidade de animais silvestres atropelados na rodovia a cada ano (Figura 3), gerando preocupação na sociedade, pois além dos impactos ecológicos, há o constante risco de acidentes graves que podem afetar diretamente a integridade física dos usuários da rodovia e causar prejuízos materiais.

O volume de tráfego e a localização de rodovias são os dois fatores mais importantes apontados por Charry e Jones (2009) na determinação de impactos à vida selvagem pelas estradas. Atualmente, aumentar a permeabilidade de estradas à movimentação segura de animais silvestres é a principal estratégia utilizada nos países que avançaram mais nos esforços para mitigar os impactos das rodovias sobre a vida selvagem. Usualmente, as estruturas utilizadas para facilitar a passagem de animais silvestres através de rodovias são efetivas apenas para um determinado grupo de espécies. Assim, diferentes tipos de estruturas precisam ser utilizadas para contemplar um maior número de espécies. Os fatores que devem ser levados em conta são a localização destas estruturas, o seu tamanho, a iluminação (natural ou artificial), a umidade, a temperatura, o nível de ruído advindo da rodovia propriamente dita, o tipo de substrato, as condições de aproximação de animais a este local, as interações com atividades humanas e a interação entre as espécies que usam as passagens (JACKSON; GRIFFIN 2000). Entre as estruturas utilizadas para aumentar a permeabilidade de estradas estão passagens subterrâneas, túneis, pontes, viadutos e outras soluções que, ao mesmo tempo em que facilitam a travessia das estradas, evitam o risco de colisões, acidentes e mortalidade adicional. Clevenger e Wierzchowski (2006) argumentam que passagens para fauna em rodovias são, em essência, corredores de movimentação estrategicamente instalados numa matriz mortal de pavimento rodoviário e veículos em

alta velocidade. Dessa forma, os autores indicam que passagens funcionais para a fauna deveriam garantir: (a) movimento dentro da população e trocas genéticas, (b) requerimentos biológicos (alimentação, abrigo e acasalamento), (c) dispersão de áreas de nascimento e re-colonizações, (d) redistribuição da população em resposta a mudanças ambientais e desastres naturais, e (e) manutenção por longo prazo de metapopulações e processos ecológicos.

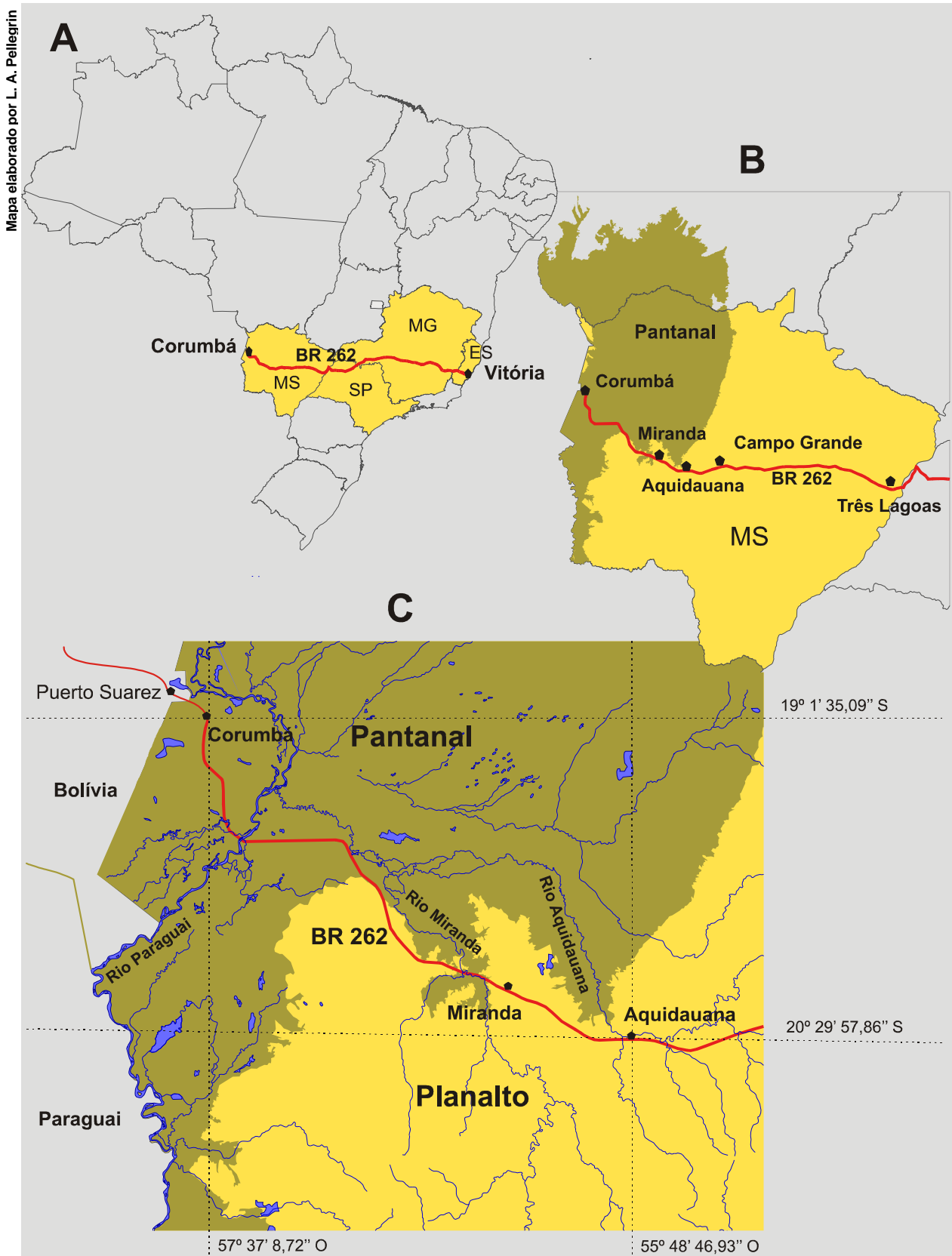


Figura 1. Br-262: (A) Trecho Vitória, ES – Corumbá, MS; (B) Trecho Três Lagoas – Corumbá em Mato Grosso do Sul e (C) Trecho Aquidauana – Corumbá, percorrendo áreas de Planalto e da Planície de inundação do Pantanal em Mato Grosso do Sul.

Entretanto, pode ser impraticável desenhar estruturas que levem em conta os requerimentos específicos de todas as espécies que se espera que as utilizem. Jackson e Griffin (2000) argumentam que é possível adotar uma estratégia generalizada para aumentar a permeabilidade de rodovias para a passagem segura de animais silvestres, o que requer uma variedade de técnicas e soluções. É sempre preciso considerar que permeabilidade segura e completa pode nunca ser obtida, mas o efeito de barreira à movimentação de animais sobre a pista e a diminuição no número de acidentes é plenamente possível (BISSONETTE; ADAIRB, 2008). Resultados positivos têm sido obtidos em vários países e as estratégias para mitigação já fazem parte de projetos de rodovias de forma rotineira. Nos Estados Unidos, por exemplo, havia 460 estruturas para passagem de animais silvestres terrestres em 2005 (CRAMER; BISSONETTE, 2005). Entre as diversas alternativas utilizadas estão as estruturas suspensas, também chamadas de “ecodutos” ou “pontes verdes”, que facilitam a travessia para uma grande variedade de espécies, especialmente as de grande porte (BERRIS, 1997; KELLER; PFISTER, 1997). Existem estudos demonstrando que em determinadas regiões do Canadá, por exemplo, houve uma redução de mais de 80% na mortalidade de grandes animais em rodovias devido à aplicação de técnicas de mitigação, especialmente as passagens suspensas e pontes desenhadas para tal fim.

É preciso que se estabeleça experiência local em função das peculiaridades da paisagem e de processos ecológicos importantes ao longo da BR-262 e das características da fauna regional, para que a rodovia se adeque à situação em que se insere. Para tanto, experimentos e monitoramentos são fundamentais para se avaliar a efetividade de cada solução. Uma boa revisão de metodologias para avaliar a efetividade de estruturas construídas para facilitar a passagem de animais silvestres em rodovias pode ser encontrada em Bellis et al. (2007). De qualquer forma, estratégias que dão peso excessivo na preservação de populações locais de animais silvestres podem ser muito caras para que sejam implementadas, em função do grande número de espécies envolvidas. Uma das estratégias sugeridas por Jackson e Griffin (2000) é inicialmente focar na análise da paisagem circundante e aplicar as técnicas mais efetivas disponíveis a fim de manter a continuidade da paisagem dentro de “zonas de conectividade”. Além disso, pode-se priorizar locais para a instalação de estruturas de passagem para a fauna, utilizando-se, geralmente, o mapeamento de áreas de maior incidência de atropelamentos (BISSONETTE; ADAIRB, 2008).



Figura 2. BR-262 entre Aquidauana e Corumbá, MS: (A) Pista de rodagem em nível com o terreno no Planalto; (B) Pista de rodagem sobre aterro no Pantanal; (C) Ponte sobre vazante no Pantanal; (D) Vista lateral de ponte durante a seca.

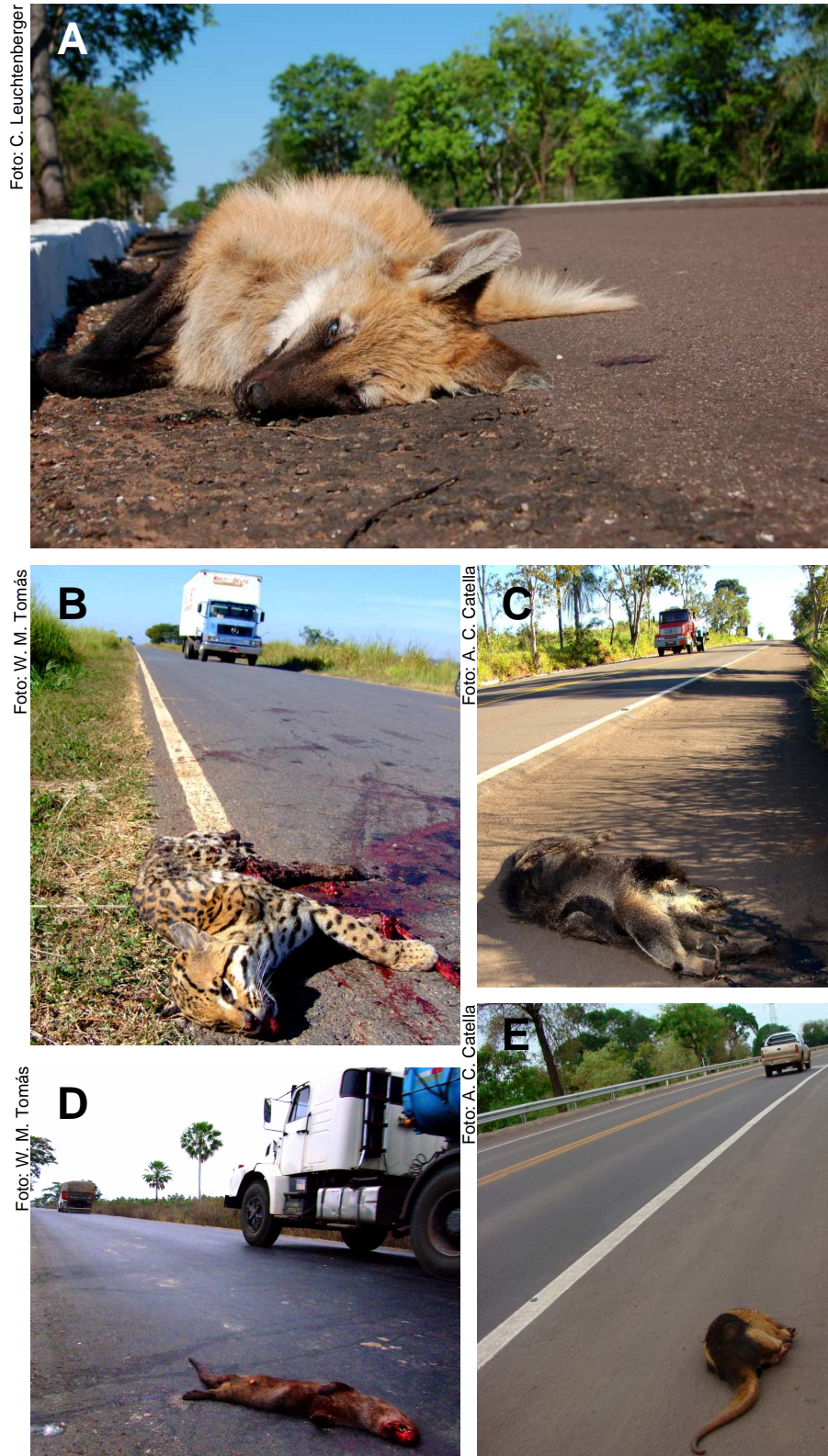


Figura 3. Animais atropelados na BR-262 entre Aquidauana e Corumbá, MS: **(A)** Lobo-guará, *Chrysocyon brachyurus*; **(B)** Jaguaritica, *Leopardus pardalis*; **(C)** Tamanduá-bandeira, *Myrmecophaga tridactyla*; **(D)** Lontra, *Lutra longicaudis*; **(E)** Tamanduá-mirim, *Tamandua tetradactyla*.

Questões-chave sobre impactos de rodovias em populações de vida selvagem e comunidades, bem como sobre os benefícios das estruturas de passagens de fauna na redução destes impactos ainda precisam ser respondidas (CLEVENGER; WALTHO, 2000; 2005; UNDERHILL; ANGOLD, 2000; CLEVENGER; WIERZCHOWSKI, 2006). No contexto da BR-262, justificam-se ações que contribuam para diminuir os riscos de acidentes envolvendo animais silvestres, como aponta a Recomendação 002/2006 do Ministério Público Federal, Procuradoria da República em Mato Grosso do Sul, de 30 de maio de 2006. Assim, com base nesta breve revisão sobre o assunto, procuramos contribuir com uma reflexão sobre a melhor adequação desta rodovia em função das peculiaridades ecológicas da paisagem.

Nesse sentido apresentamos uma nova abordagem na relação entre os homens, os animais e a estrada. Consideramos que as estradas, enquanto estruturas que foram construídas nos ambientes naturais ocupados anteriormente pela fauna, passam a fazer parte desse ambiente e das áreas de vida os animais, utilizadas como obstáculo a ser transposto, refúgio durante os períodos de cheia, sítio de alimentação ou corredor de dispersão, entre outros. Portanto, propomos que as estradas, em especial aquelas localizadas em áreas tão particulares como a BR-262 no Pantanal, sejam geridas como áreas de uso múltiplo, compartilhadas por homens e animais, ou seja, como privilegiados cenários de encontro entre homens e animais silvestres.

Fatores envolvidos nos incidentes com animais silvestres na BR-262

Para reduzir a quantidade de acidentes envolvendo os veículos (que transportam seres humanos e bens materiais) e os animais (silvestres e domésticos), deve-se levar em conta que vários fatores podem ser combinados entre si, gerando muitas situações diferentes, as quais requerem soluções também distintas. Na BR-262, merecem ser destacados os seguintes fatores:

1 - Assentamento da rodovia: na planície de inundação, a rodovia encontra-se sobre um aterro em nível mais alto e sobre pontes que cruzam rios e outros corpos d'água; nas áreas de planalto, a rodovia está assentada no mesmo nível ou, mais freqüentemente, um pouco mais elevada ou rebaixada (raramente) do que o terreno circundante. Essas configurações implicam diferentes condições de acesso de animais silvestres à rodovia;

2 - Fatores ambientais: tipo de ambiente (planalto, planície inundável); formação da vegetação (matas, cerradão, campo cerrado, campo inundável, lavouras e pastagens cultivadas); proximidade e densidade da vegetação em relação ao acostamento e à pista de rodagem; presença de corpos d'água (rios, córregos, vazantes, caixas de empréstimo¹); variação dos períodos hidrológicos ao longo do ano (seca, cheia); variação da temperatura ao longo do ano; e variação da temperatura e da luminosidade ao longo do dia;

3 - Fatores relacionados aos animais: espécie, tamanho, abundância populacional (Figura 4), período de atividade, coesão social, hábito alimentar e resposta comportamental em relação aos demais fatores;

4 - Veículos: tipo de veículo (motocicleta, automóvel, utilitários, ônibus, caminhão), estado de conservação (freios, faróis), tipo de carga (inflamável, não inflamável, tóxica, perecível, animais vivos, etc); quantidade de carga (carregado, meia carga, vazio); velocidade de tráfego.

5 - Motoristas: experiência, perícia, tempo disponível para o motorista reagir frente ao encontro com os animais, características sócio-culturais do condutor do veículo, decisões a serem tomadas pelo motorista em função dos fatores relacionados acima.

Em função da complexidade do desafio em questão, é importante a formulação de um "programa de monitoramento e controle de atropelamentos da fauna", sobretudo neste trecho da BR-262. Deve-se considerar que os acidentes são decorrentes da interação das atividades humanas e das atividades dos animais, gerando conseqüências sobre ambos. Nos atropelamentos, o risco de danos graves para os ocupantes do veículo aumenta em função do porte do animal atropelado, ao passo que o nível de prejuízos ecológicos está relacionado à abundância das populações dos animais atropelados (Figura 4). Portanto, um programa de monitoramento, mitigação e controle de acidentes deve procurar a solução de conflitos, nos quais seres humanos e animais silvestres são os atores. Os planos de mitigação devem levar em consideração, além do número de animais mortos, aspectos qualitativos tais como espécies envolvidas, tamanho e horário e, ainda, as conseqüências para os seres humanos como os riscos à integridade física e as perdas materiais.

Além dos aspectos mencionados, é importante considerar que esta estrada é, ao mesmo tempo, (a) o principal meio de acesso à cidade de Corumbá e região, (b) uma via importante de transporte de produtos para Corumbá/Bolívia e vice-versa (incluindo escoamento da produção agropecuária, industrial e mineral), e (c) uma estrada de significado turístico. São poucas as rodovias do País que cruzam regiões tão ricas em flora e fauna, com alta probabilidade de

¹Depressões formadas pela remoção de material utilizado na construção do aterro da estrada e que normalmente são preenchidas pelas águas das inundações e da chuva.

avistamentos de aves e outros animais silvestres, inclusive de espécies ameaçadas como cervo-do-pantanal (*Blastocerus dichotomus*), lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*), tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) e, eventualmente, onça pintada (*Panthera onca*).

A BR-262 faz parte do “Corredor Bioceânico”, estabelecendo uma conexão rodoviária entre os oceanos Atlântico e o Pacífico, que está se consolidando e resultará em aumento do tráfego. Salienta-se que essa questão deve ser levada em consideração desde já, pois o aumento do tráfego deverá implicar, também, em aumento do número de encontros entre veículos e fauna, gerando maior mortalidade de animais silvestres e maior risco de acidentes.

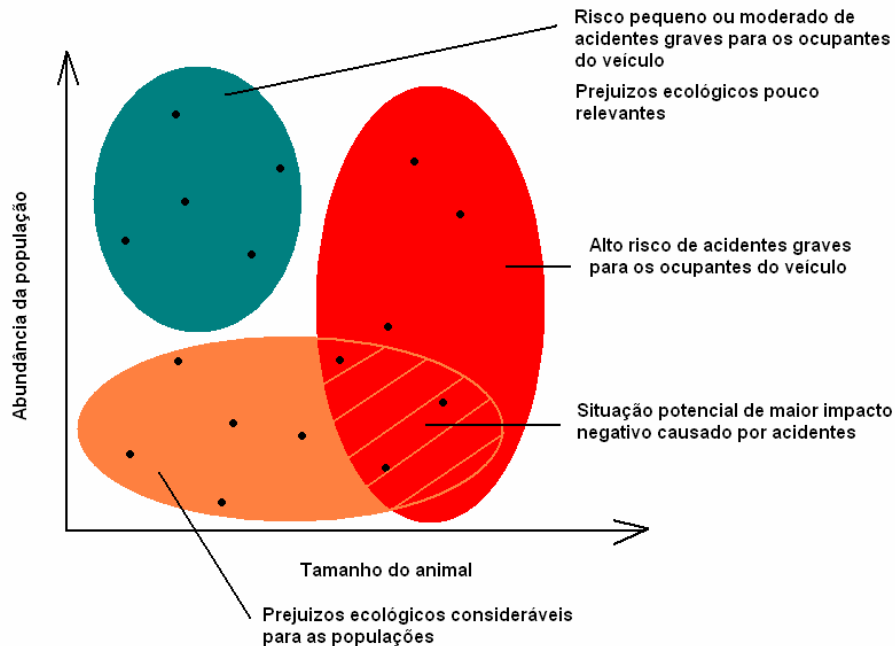


Figura 4. Situações de prejuízos ecológicos e riscos para os ocupantes de veículos que podem ocorrer em função do tamanho corporal e da abundância da população de animais atropelados.

A estrada como refúgio e barreira para os animais

Esse trecho da BR-262 apresenta peculiaridades que levam os animais a atravessarem a pista. A estrada cruza o habitat natural de muitas espécies nativas tanto na planície de inundação como no planalto e, conseqüentemente, intercepta a área de vida de muitos animais, especialmente porque a paisagem natural está bastante preservada. Como agravante, no trecho entre Miranda e o rio Paraguai, a estrada encontra-se paralela e relativamente próxima ao rio Miranda, interpondo-se no caminho natural dos animais (silvestres e domésticos) que se deslocam pela planície de inundação conforme o subir e descer das águas entre as épocas de seca e de cheia.

Adicionalmente, no período de cheias, o trecho da estrada que corta a planície de inundação, no qual a pista está assentada sobre aterro, passa a ser utilizado também como refúgio por alguns mamíferos, aves e répteis. Dada a extensão deste trecho da rodovia, torna-se difícil controlar o uso do aterro pela fauna, seja como refúgio ou como barreira a ser transposta. Este fato está relacionado à estrutura do aterro que permite acesso relativamente fácil à pista, inclusive por mamíferos de grande porte, ao mesmo tempo em que são poucas as alternativas para a movimentação dos animais entre um lado e outro. Aparentemente, no projeto de construção da rodovia não foram previstas passagens para a fauna.

Além da situação descrita, os corpos d'água existentes ao longo da rodovia, na parte inundável, incluem as vazantes (naturais), que correm transversalmente à rodovia, onde foram construídas pontes, além de uma seqüência de caixas de empréstimo laterais (artificiais), de onde foi retirado o material para a construção do aterro para a pista de rodagem (Figura 5). A fauna é atraída para estes corpos d'água e, em boa parte, para as caixas de empréstimo, que geralmente são os últimos corpos d'água a secar no período de estiagem (Figura 6A, B). Este fato acarreta intensa movimentação dos animais, levando-os a cruzar a estrada, pois eles abandonam essas áreas à medida que vão secando em busca de outros locais com maior disponibilidade de água e outros recursos.

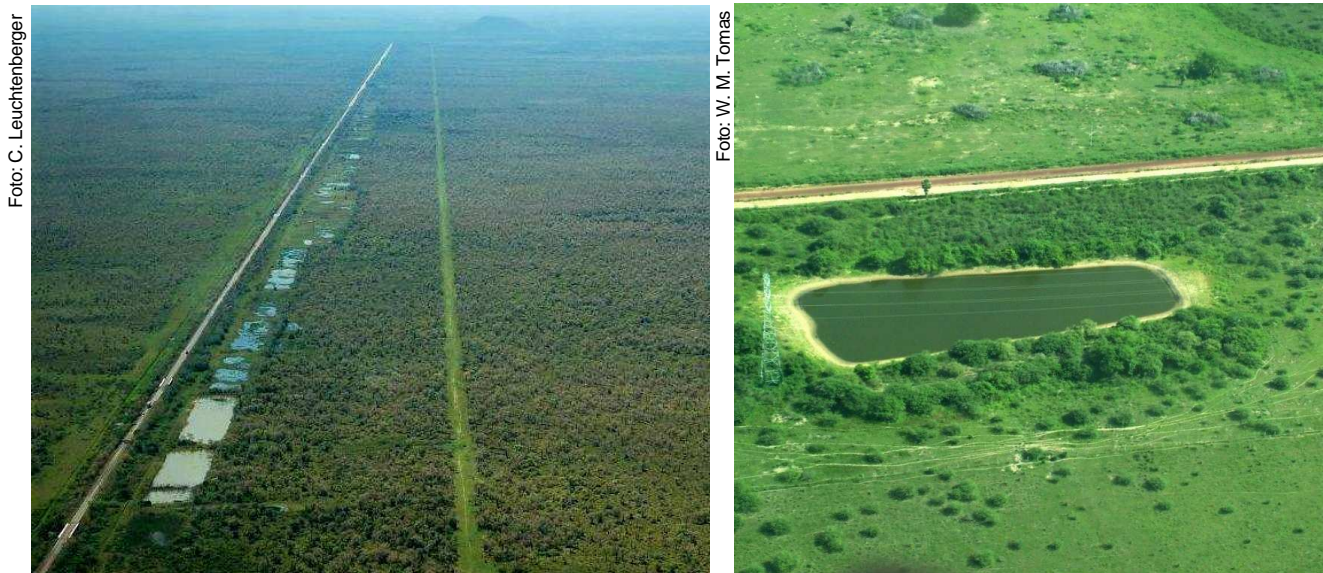


Figura 5. (A) Vista aérea de caixas de empréstimo localizadas ao longo da BR-262 no Pantanal; (B) Detalhe de caixa de empréstimo em período de seca.

Para minimizar os aspectos predisponentes aos acidentes apresentados e discutidos acima, é preciso identificar soluções que:

- (a) favoreçam a visibilidade dos motoristas, fazendo com que um eventual animal sobre a pista ou próximo a ela possa ser visto com tempo e espaço suficientes para uma reação efetiva e preventiva, além de segura;
- (b) contribuam para melhor instrução dos motoristas sobre como proceder para sua segurança e dos demais usuários da rodovia, além de evitar um atropelamento;
- (c) diminuam a acessibilidade dos animais ao aterro/rodovia e ofereçam alternativas para o deslocamento dos animais de um lado para outro sem utilizar a pista de rodagem, ou utilizando-a em segurança;
- (d) que diminuam a influência de fatores ambientais e de origem antrópica sobre a mobilidade dos animais.

Uma vez que os animais silvestres alcancem a rodovia, é preciso identificar soluções que:

- (e) facilitem a saída ou escape do animal o mais rápido e seguro possível.

Com base nestes referenciais, avalia-se que não seria adequada a construção de grades, cercas (vivas ou não) ou de qualquer outra estrutura semelhante, que tenham o intuito de impedir os animais de entrarem na pista, pois uma vez que algum animal tenha conseguido acesso a ela, a barreira instalada passa a funcionar de forma inversa. A situação menos desejável possível é ter um grande animal silvestre "preso" dentro de um corredor, estressado e sem ter como evitar os veículos vindos de ambas as direções de tráfego da rodovia.

Vegetação no acostamento

Outra característica deste trecho da rodovia é a existência de densa vegetação arbustiva e arbórea, tanto na área de acostamento, quanto nos declives do aterro onde a pista de rodagem está assentada. Esta característica faz com que essas áreas se transformem em refúgio de animais e dificultem a visibilidade dos condutores. Como resultado, quando um animal adentra a pista, os motoristas têm tempo exíguo para detectar a presença do mesmo, reduzir a velocidade ou desviar, aumentando o risco de impactos entre veículos e animais. Vários acidentes podem ter ocorrido na BR-262 por este motivo.

Um modo eficaz de diminuir esses riscos é facilitar a visibilidade dos animais pelos motoristas e dos veículos pelos animais, de forma a aumentar, para ambos, o tempo disponível para reação em busca de alternativas de manobras evasivas. Nesse sentido, é fundamental a construção e conservação dos acostamentos laterais. Também é imprescindível manter controlada a vegetação herbácea e arbustiva fora do acostamento pavimentado e no declive lateral do aterro. Isto, além de desqualificar estas áreas como refúgio atrativo para os animais, facilitará a visibilidade e diminuirá o risco de acidentes, impedindo, também, queimadas ao longo da estrada (Figura 7).

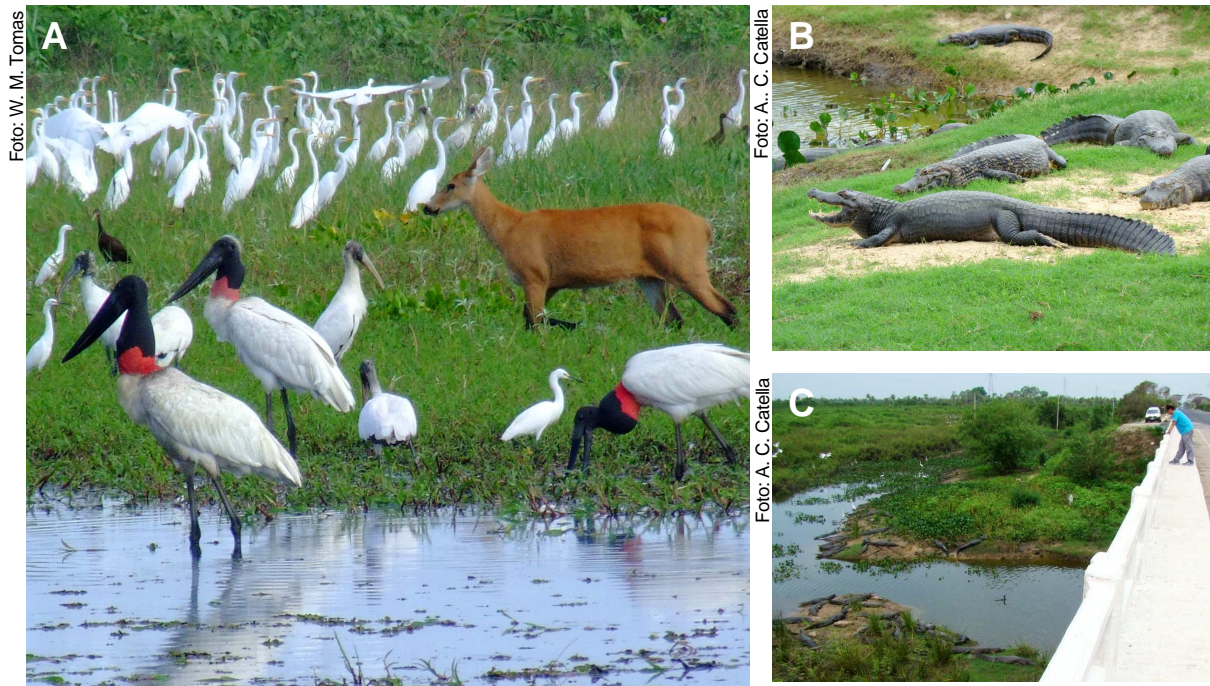


Figura 6. (A) Cervo-do-pantanal e aves aquáticas reunidos em uma caixa de empréstimo à margem da BR-262 no Pantanal na vazante/seca; (B) Jacarés aglomerados próximo de uma ponte na vazante/seca; (C) Turistas observando a fauna.



Figura 7. Incêndios na vegetação marginal da BR-262 (A), ameaçando inclusive animais silvestres (B).

Dutos e pontes

Dutos ou passagens para animais silvestres têm sido utilizados em diversas tentativas de facilitar a travessia da fauna de forma segura, mas a literatura tem mostrado que nem sempre estes artefatos surtem os efeitos desejados. Muitas espécies simplesmente não atravessam locais fechados e estreitos, o que torna questionável sua eficiência. Além disso, existe a possibilidade destes locais se tornarem verdadeiras armadilhas, uma vez que predadores podem aprender a emboscar espécies presas nos pontos onde há maior facilidade de captura.

Evidências neste sentido têm sido obtidas em diversos estudos (p.e., HUNT et al., 1987; CLEVENGER; WALTHO, 2000). Pontes parecem ser mais efetivas, dada sua maior dimensão e maior vão para travessia sob estradas (Figura 8). Entretanto, na área inundável do Pantanal, este tipo de solução pode não funcionar continuamente.

O alagamento generalizado dos campos e outros tipos de vegetação ao longo da rodovia, no trecho em que atravessa o Pantanal propriamente dito, pode resultar em profundidades de água além de um metro em anos de cheias maiores. Isso impede que o espaço sob as pontes seja utilizado como passagem de animais silvestres entre um lado e outro da rodovia, fazendo com que o caminho preferencial seja sobre o aterro/rodovia. Os sinais de animais silvestres atravessando pontes já existentes neste trecho da BR-262 são comuns em períodos de seca (Figura 8). No entanto, em períodos de alagamento, estas passagens ficam impedidas (Figura 8A), ou seja, não funcionam, e os animais acabam utilizando a rodovia como passagem.



Figura 8. Áreas que podem ser utilizadas pela fauna sob as pontes de vazante na BR-262 no Pantanal durante o período de seca (A e B), destacando as marcas do nível d'água nas pilastras no período de cheias (setas). (C) ponte no período da cheia.

Modelos “mistos”, nos quais uma ponte serve tanto para passagem de água como de animais silvestres, incluem uma lateral mais elevada sob a ponte, funcionando como passarela seca. Entretanto, seu funcionamento pode ser pouco eficaz. É preciso levar em conta que animais de grande porte dificilmente atravessam locais muito restritos, estreitos e sombrios. De um modo geral, a experiência indica que vários tipos de túneis ou pontes específicos para a passagem de animais silvestres sob estradas têm se mostrado ineficazes em outros países e mesmo no Brasil. Uma revisão consistente sobre experiências na aplicação destas estratégias precisa ser realizada antes de se tomar alguma decisão.

Nas áreas da planície inundável é importante avaliar a possibilidade de construção de novas pontes com novos projetos em pontos estratégicos, priorizando-se pontes em arco, mais elevadas do que o nível geral da rodovia, com a construção de um aterro mais largo e acima do nível de inundação sob a mesma, que facilite a passagem de animais, mesmo durante as cheias, além de deixar espaço suficiente para passagem de água. Estas pontes, assim, teriam dupla função: dar alternativa à passagem efetiva da fauna e permitir o escoamento de água. A extensão das pontes e as dimensões dos aterros sob as mesmas devem ser objeto de exame mais detalhado, pois precisam oferecer amplos espaços para que animais maiores não se sintam constrangidos a atravessá-los em qualquer hora ou período do ano.

Os peixes, obviamente, não estão sujeitos a serem atropelados na estrada. Contudo, existe um nível de impacto da BR-262 sobre a ictiofauna, uma vez que ela constitui um longo dique artificial que se interpõe ao fluxo da água nas áreas de inundação. Para viabilizar a construção da estrada nesses locais, foram construídas várias pontes sobre os principais corpos de água corrente (rios, córregos e vazantes) (Figura 8B), direcionando o fluxo da água, que antes corria livre, enchendo e vazando pelos campos inundados. Portanto, a construção de novas pontes, que tenham como prioridade favorecer os animais nas áreas críticas de acidentes, poderá beneficiar também a ictiofauna, auxiliando na recuperação da conexão original dos ambientes aquáticos naquela área.

Para diminuir a acessibilidade do aterro pelos animais silvestres, e em associação com pontes existentes ou novas a serem construídas, podem ser estudadas alternativas para aumentar a declividade das laterais do aterro. Este artifício poderia ser efetivo para algumas espécies e reduzir o número de animais entrando na pista, diminuindo as chances de acidentes. Esta solução poderia ser utilizada em trechos mais críticos ou onde rotas alternativas sejam oferecidas aos animais silvestres, encorajando-os a usar estas rotas ao invés da travessia sobre a rodovia.

Faixa de passagem de animais

Os pontos prioritários para intervenções são aqueles onde ocorrem os maiores índices de atropelamentos de fauna. Certamente há vários deles em áreas de planalto, onde a estrada encontra-se em nível com as áreas adjacentes, onde não é possível a construção de pontes para a passagem de animais. Tanto neste trecho de planalto quanto no trecho que atravessa a planície de inundação, sugere-se adoção de uma abordagem alternativa, estudando-se a possibilidade de adotar "faixa de passagem de animais" de forma análoga à "faixa de passagem de pedestres".

Nesses pontos, seria fundamental uma sinalização intensiva para os motoristas, incluindo placas informativas, sonorizadores e redutores de velocidade, tanto mecânicos, como eletrônicos, a exemplo do que está sendo feito nos entroncamentos da própria Br-262 (Figura 9). Consorciado com a sinalização, deveriam ser providas (1) estruturas facilitadoras de acesso dos animais (rampas) coincidindo com as "faixas de passagem de animais" e (2) o desencorajamento do uso das áreas adjacentes pelos animais, pelo aumento da inclinação dos declives laterais do aterro. Esta solução, apesar de mais barata e talvez mais efetiva do que a construção de passagens sob a rodovia, não pode ser usada em grande número, sob pena de afetar o tempo de viagem neste trecho da rodovia. Entretanto, dada sua peculiaridade ecológica e turística, é recomendável que pelo menos sejam conduzidas iniciativas experimentais nesse sentido.

Caixas de empréstimo

Nas caixas de empréstimo, que se encontram dispostas nas laterais ao longo da rodovia (Figura 5), podem ser feitas intervenções tanto para diminuir a movimentação de fauna durante o período de dessecação quanto para conferir uma melhor solução paisagística. Estes corpos d'água podem ser trabalhados para imitar a forma e o perfil batimétrico de lagoas perenes do Pantanal, com um centro mais profundo e margens espraiadas. O aprofundamento destes corpos d'água os tornaria perenes ou mais duradouros, o que poderia diminuir a movimentação de animais de um lado para outro nos períodos mais secos. Esta intervenção também poderia corrigir as formas abruptas e artificiais hoje existentes (formas quadradas ou retangulares), diminuindo o impacto visual destas caixas de empréstimo na paisagem ao longo do corredor turístico que é a BR-262. Essas soluções não interferem no regime hidrológico das áreas afetadas como acontece com os canais de drenagem e os diques.

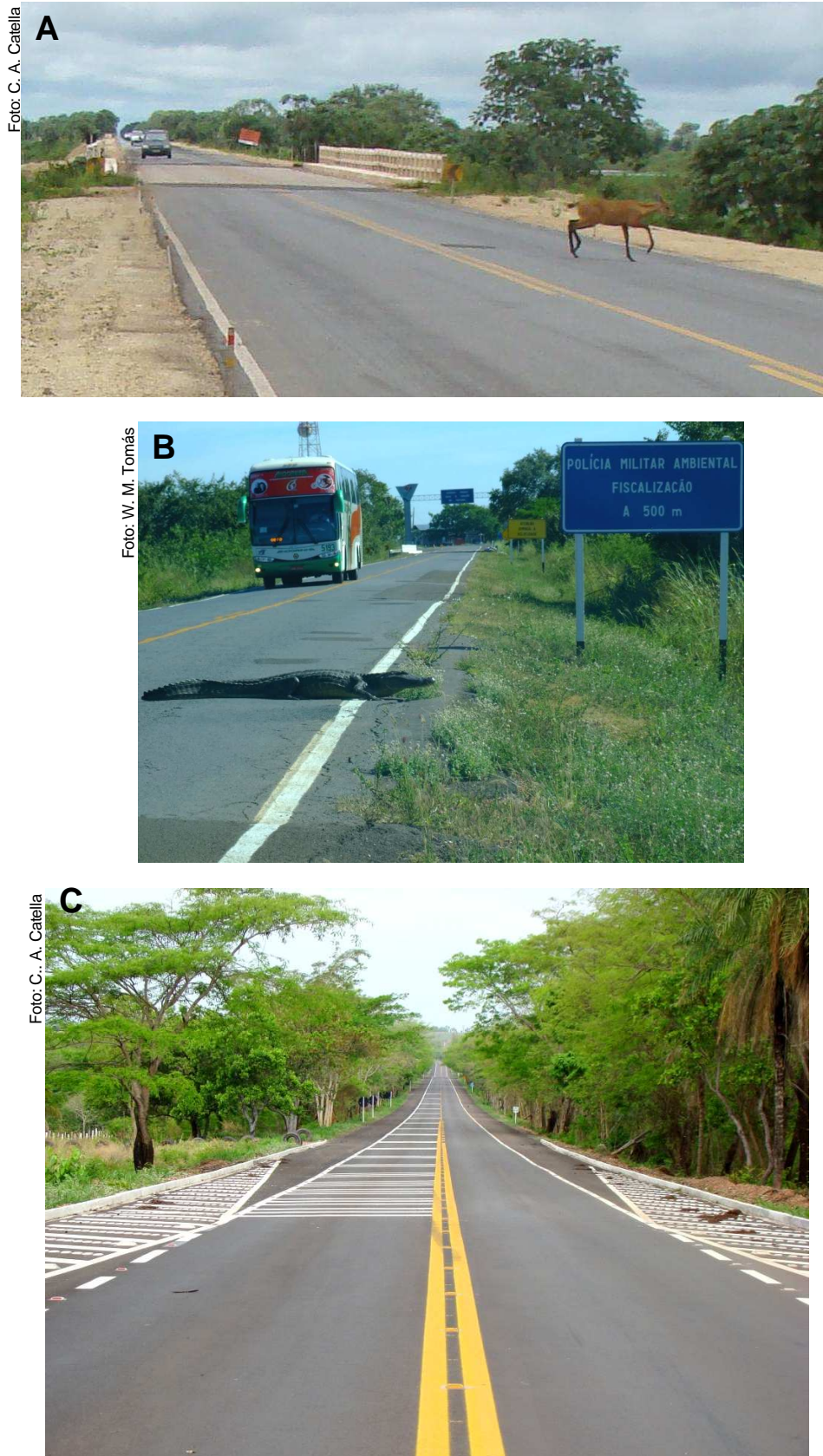


Figura 9. (A) Cervo-do-pantanal e jacaré (B) atravessando a BR-262 no Pantanal expostos à atropelamentos; (C) Sinalização com placas, redutores de velocidade e sonorizadores utilizados em entrocamentos da BR-262, que poderiam ser adaptados como "faixa de passagem de animais" em pontos prioritários de áreas de cruzamento de animais na rodovia.

Motoristas bem informados e preparados

Um dos meios mais eficientes para se reduzir os atropelamentos dos animais que efetivamente chegam até a pista é a condução dos veículos por motoristas bem informados e preparados para lidar com essas situações. Informações sobre o comportamento dos animais podem ajudar a evitar atropelamentos. Por exemplo: geralmente, os tamanduás-bandeira não se movimentam nas horas mais quentes e em dias muito quentes, preferindo o entardecer e o período noturno (CAMILO-ALVES; MOURÃO, 2006), quando a temperatura diminui. Nos dias frios eles se movimentam durante todo o dia, podendo se movimentar também à noite. Portanto, os motoristas podem ser informados – por meio de campanhas educativas – sobre os hábitos dos animais, para avaliar as chances de encontros com estes em função das condições de sua viagem. Da mesma forma, antas (*Tapirus terrestris*) oferecem mais risco à noite, enquanto cervo-do-pantanal se movimentam mais durante os picos de cheias e no extremo da seca. Jacarés (*Caiman yacare*) e capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) são mais comuns sob o aterro também neste mesmo padrão, especialmente à noite.

Os acidentes também podem ser agravados por razões culturais, como também no caso do tamanduá-bandeira. Segundo o mito, se ele cruzar a frente do veículo “dá azar”, e então, é “preferível” atropelá-lo. Portanto, entre os mecanismos de mitigação, podem ser previstas campanhas de informação e conscientização envolvendo motoristas, polícia rodoviária, prefeituras e órgãos públicos de municípios, estabelecimentos comerciais, indústrias, residentes e demais usuários da estrada, que devem ser sensibilizados, informados e instruídos sobre como proceder frente à presença de animais na pista, tanto para sua própria segurança, quanto pelos prejuízos ecológicos decorrentes dos atropelamentos.

Boiadas

As campanhas educativas devem incentivar que os motoristas e demais usuários da estrada colaborem ativamente na segurança de todos, como, por exemplo, estabelecendo um código de sinalização (por meio de luzes, gestos) para que os motoristas possam avisar aos outros motoristas que viajam em sentido contrário, sobre a presença de um animal na pista. Este tipo de procedimento já é comumente usado quando da presença de animais domésticos nas estradas (bois e cavalos), acidentes e outras situações, e não seria difícil ampliar a atenção para animais silvestres com campanhas efetivas.

Este trecho da BR-262 também é, tradicionalmente, utilizado para o transporte de boiadas que caminham por longas distâncias pela pista de rodagem, acostamentos e áreas laterais (Figura 10). Geralmente, este fato é observado na época de enchente, quando o gado é levado para áreas não inundadas, e na vazante, em sentido contrário. Embora esses encontros com as boiadas sejam verdadeiras “atrações turísticas”, e o gado seja tangido por peões experientes, que sinalizam para os motoristas, isso implica em aumento do tempo de viagem e em risco de acidente. Portanto, as campanhas devem incluir, também, instruções para peões e motoristas sobre como proceder frente a animais domésticos e como abrir caminho em meio às boiadas, com a devida segurança.

Remoção das carcaças

Deve-se efetuar a remoção sistemática das carcaças de animais atropelados da rodovia, a fim de diminuir a chance de outros atropelamentos, especialmente das aves e animais carniceiros como caracará (*Polyborus plancus*) e cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*), que ficam na pista comendo os restos das carcaças. Além disso, este trabalho poderia alimentar um banco de dados sobre animais mortos em acidentes que pode ser importante para monitorar a eficácia de medidas mitigadoras adotadas ou por adotar no futuro.

Fotos: C... A. Catella



Figura 10. (A) Caminhões abrindo caminho em meio a uma boiada que está sendo conduzida sobre a pista de rodagem da BR-262 no Pantanal; (B) Peão condutor de boiada com trajes típicos e munido de uma bandeira de sinalização para os veículos.

Potencial turístico da rodovia

Além da diversidade e abundância de espécies de animais silvestres, que podem ser vistos ao longo da BR-262 em seu trecho no Pantanal, a paisagem é única pela presença de formações de vegetação natural homogênea como os paratudais (savanas inundáveis dominadas pelo paratudo, *Tabebuia aurea*) e os carandazais (paisagens dominadas pela palmeira carandá, *Copernicia alba*).

Sob o ponto de vista turístico, seria importante que estruturas voltadas ao público fossem implantadas em pontos de interesse da rodovia, sobretudo no trecho em que atravessa o Pantanal. Entre estas estruturas, sugere-se o alargamento do aterro em trechos específicos e curtos, criando locais de parada e observação, munidos de placas informativas sobre a paisagem, os animais etc, com áreas exclusivas para turistas (Figura 6). Estes alargamentos poderiam se basear em modelo semelhante ao utilizado nos postos das polícias Rodoviária Federal e Militar Ambiental. Além de valorizar os aspectos cênicos da rodovia, isso contribuiria para minimizar a frequência de carros estacionados em áreas inadequadas ao longo do acostamento e para diminuir a circulação de pessoas no acostamento e atravessando a rodovia, reduzindo a possibilidade de acidentes.

Em uma rodovia com potencial turístico como esta, mesmo decisões aparentemente rotineiras, mas que interfiram na paisagem e nos processos ecológicos adjacentes, só deveriam ser tomadas após alguma reflexão. Por exemplo, a rodovia foi recapeada em alguns trechos duas vezes na década de 2000. Nestas ocasiões, escolheu-se como área de estocagem de brita e asfalto e estacionamento de máquinas um trecho às margens da rodovia sob uma grande árvore que abriga um ninho de tuiuiú (*Jabiru mycteria*) (Km 677,5), especialmente conhecido e apreciado pelos usuários da rodovia, devido a sua proximidade e beleza cênica (Figura 11). Assim, em pleno período de reprodução dos tuiuiús, as máquinas operavam incessantemente, logo abaixo do ninho. A fumaça e o ruído produzido pelas máquinas perturbava as aves e causou má impressão a turistas e amantes da natureza que trafegavam pela estrada. Depois das obras, a área foi abandonada, mas o solo ficou recoberto com uma camada de asfalto. Esta área ainda precisa ser recomposta, com a retirada da camada de asfalto e o plantio de árvores nativas, pois estas aves usualmente retornam ao mesmo local e reconstróem o ninho a cada um ou dois anos. De qualquer forma, o exemplo serve para indicar que em rodovias com “vocação turística”, como este trecho da BR-262, mesmo decisões aparentemente rotineiras, como a escolha de locais de depósitos ou acampamentos de operários, precisam ser tomadas com sensibilidade. A constru o de um mirante ou de uma área de descanso próximo deste ninho e em outras áreas escolhidas, como mencionado no parágrafo anterior, contribuir  para valorizar a aptidão turística da estrada, criando condi es para que os usuários da rodovia possam visualizar e fotografar elementos da fauna e da flora nativa em seu habitat natural.

Fotos: C., A. Catella

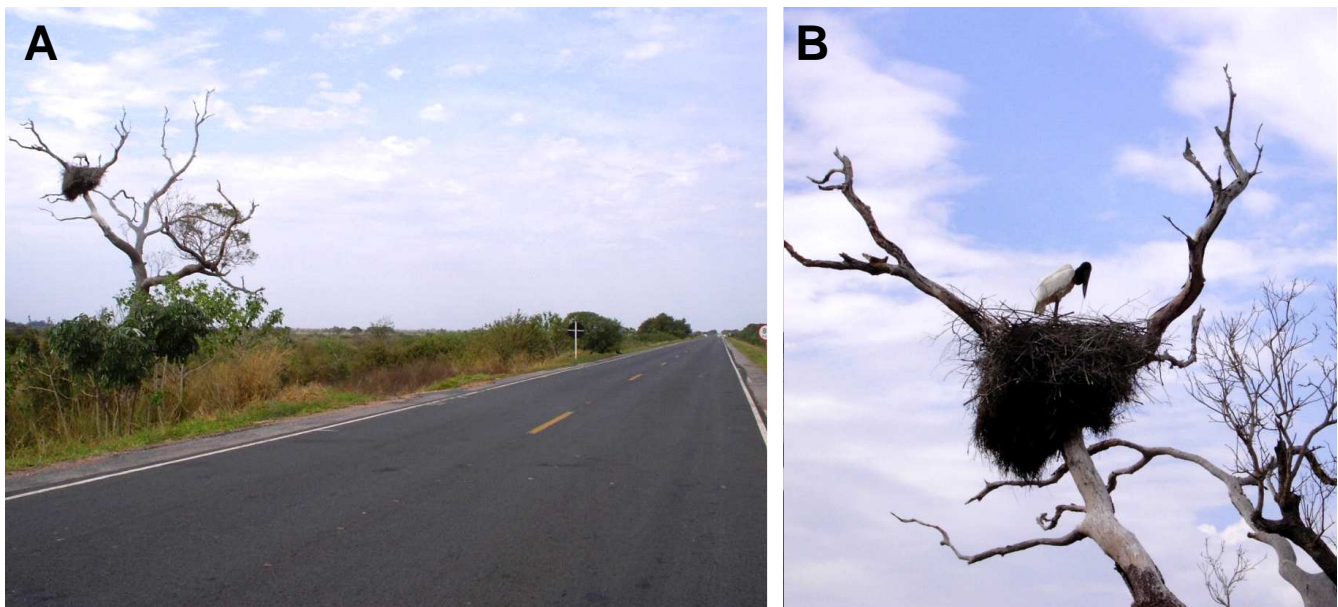


Figura 11. (A) Ninho do Tuiui  (*Jabiru mycteria*), a ave símbolo do Pantanal, instalado ao lado da BR-262 (Km 677,5) no Pantanal; (B) Detalhe do ninho.

Considerações finais

Finalmente, ressalta-se que a complexidade deste desafio requer soluções que precisam combinar praticidade e eficácia, estabelecendo uma relação custo-benefício voltada à redução dos passivos sociais, econômicos e ecológicos decorrentes dos muitos acidentes. Anseia-se que as alternativas e sugestões apontadas neste documento contribuam para a reflexão sobre esse tema e a adoção de medidas em prol da qualidade da paisagem e, sobretudo, da qualidade da relação e segurança dos homens e dos animais que utilizam uma rodovia tão peculiar quanto a BR-262 no Pantanal.

É inegável que a gestão da rodovia passa também pela gestão de seu entorno imediato, tanto no que se refere às intervenções humanas na paisagem próxima, como no entendimento dos processos ecológicos que acontecem na região por ela atravessada. Identificamos aqui uma possibilidade de se transformar este trecho da BR-262 em um exemplo de gestão de rodovias em situações especiais, como neste caso, além de ampliar seu papel socioeconômico na região em que se insere.

Referências

- ALTRICHTER, M.; BOAGLIO, G. I. Distribution and relative abundance of peccaries in the Argentine Chaco: associations with human factors. **Biological Conservation**, v.116, n. 2, 217-225, 2004.
- ASHLEY, E. P.; ROBINSON, J. T. Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the Long Point causeway, Lake Erie, Ontario. **The Canadian Field-Naturalist**, v.110, n.3, p. 403-412, 1996.
- BELLIS, M.; SCOTT, J.; GRIFFIN, C.; WARREN, P.; THOMPSON, A. Utilizing a Multi- Technique, Multi-Taxa Approach to Monitoring Wildlife Passageways on the Bennington Bypass in Southern Vermont . In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION, 2007, Little Rock. **Proceedings...** Raleigh: Center for Transportation and the Environment: North Carolina State University, 2007. p. 531-544. ICOET 2007. Disponível em: < <http://escholarship.org/uc/item/22g412jd> >. Acesso em: 13 dez. 2010.
- BERRIS, L. The importance of the ecoduct at Terlet for migrating mammals..In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HABITAT FRAGMENTATION, INFRASTRUCTURE AND THE ROLE OF ECOLOGICAL ENGINEERING, 1995, Maastric. **Proceedings...** Delft : Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1997. p. 418-420. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/44659941/Habitat-fragmentation-infrastructure-proceedings-of-the-international-conference-Habitat-fragmentation-infrastructure-and-the-role-of-ecological>>. Acesso em: 19 dez. 2010.
- BHATTACHARYA, M.; PRIMACK, R. B.; GERWEIN, J. Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area? **Biological Conservation**, v. 109, p.37- 45, 2003.
- BISSONETTE, J. A.; ADAIRB, W. Restoring habitat permeability to roaded landscapes with sometrically-scaled wildlife crossings. **Biological Conservation**, v. 141, p. 482 - 488, 2008.
- BISSONETTE, J. A.; STORCH, I. **Landscape ecology and resource management: linking theory with practice**. Washington: Island Press, 2003. 451p.
- BOWNE, D. R.; BOWERS, M. A. Interpatch movements in spatially structured populations: a literature review. **Landscape Ecology**, v.19, p. 1-20. 2004.
- BRODZIEWSKA, J. Wildlife tunnels and fauna bridges in Poland: past, present and future, 1997-2013. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION. 2005. San Diego. **Proceedings...** Raleigh: Center for Transportation and the Environment: North Carolina State University, 2006. p. 448-460. ICOET 2005. Chapter 9. Disponível em: < <http://escholarship.org/uc/item/4wd0j27j> >. Acesso em: 13 dez. 2010.

- CAMILO-ALVES, C. S. P.; MOURÃO, G. Responses of a Specialized Insectivorous Mammal (*Myrmecophaga tridactyla*) to Variation in Ambient. **Biotropica**, Lawrence, v.38, p.52 - 56, 2006.
- CHARRY, B.; JONES, J. Traffic volume as a primary road characteristic impacting wildlife: a tool for land use and transportation planning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION. 2009. Duluth. **Proceedings...** Raleigh: Center for Transportation and the Environment: North Carolina State University, 2010. p.159 -172. ICOET 2009. Session 142. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/4fx6c79t>>. Acesso em: 13 dez. 2010.
- CLEVENGER, A. P.; WALTHO, N. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. **Conservation Biology**, v.14, n.1, p. 47-56, 2000.
- CLEVENGER, A. P. WALTHO, N. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. **Biological Conservation**, v.121, p. 453-464, 2005.
- CLEVENGER, A. P.; WIERZCHOWSKI, J. Maintaining and restoring connectivity in landscapes fragmented by roads. In: CROOKS, K., SANJAYAN, M. (Ed.). **Connectivity Conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2006. p. 502-535.
- CLEVENGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**, v.109, p. 15 - 26, 2003.
- CRAMER, P. C; BISSONETTE, J. A. Wildlife crossings in North America: the state of the science and practice. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION. 2005. San Diego. **Proceedings...** Raleigh: Center for Transportation and the Environment: North Carolina State University, 2006. p.442-447. ICOET 2005. Chapter 9. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/0jq176tg>>. Acesso em: 13 dez. 2010.
- FINDLAY, C. S.; HOULAHAN, J. Anthropogenic correlates of species richness in southeastern Ontario wetlands. **Conservation Biology**, v.11, n.4, p.1000-1009, 1997.
- FISCHER, W. A. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres**: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal-MS. 1997. 44 f. Thesis. Mato Grosso do Sul Federal University, Campo Grande, MS.
- FISCHER, W. A; RAMOS-NETO, M. B; SILVEIRA, L.; JACOMO, A. T. A. Human transportation network as ecological barrier for wildlife on brazilian pantanal-cerrado corridors. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION. 2003. Lake Placid. **Proceedings...** Raleigh: Center for Transportation and the Environment: North Carolina State University, 2004.p. 182-194. ICOET 2003. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/4f30z31b#page-1>>. Acesso em: 13 dez. 2010.
- GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 3, n.1, p. 77-87, 2008.
- HAINES, A. M., TEWES, M. E., LAACK, L. L., HORNE, J. S., YOUNG, J. H. A habitat-based population viability analysis for ocelots (*Leopardus pardalis*) in the United States. **Biological Conservation**, v.132, p. 424 - 436, 2006.
- HUNT, A.; DICKENS, J.; WHELAN, R. J. Movement of mammals through tunnels under railway lines. **Australian Journal of Zoology**, v.24, n.2, p. 89-93, 1987.
- JACKSON, S. D.; GRIFFIN, C.R. A Strategy for Mitigating Highway Impacts on Wildlife. In: MESSMER, T. A.; WEST, B. (Ed). **Wildlife and highways**: seeking solutions to an ecological and socio-economic dilemma. Bethesda: The Wildlife Society, 2000. p.143- 159.
- KELLER, V.; PFISTER, H. P. Wildlife passages as a means of mitigating effects of habitat fragmentation by roads and railway lines. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON HABITAT FRAGMENTATION, INFRASTRUCTURE AND THE ROLE OF ECOLOGICAL ENGINEERING, 1995, Maastric. **Proceedings...** Delft : Ministry of Transport, Public Works and Water Management, 1997. p. 70-80. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/44659941/Habitat-fragmentation-infrastructure-proceedings-of-the-international-conference-Habitat-fragmentation-infrastructure-and-the-role-of-ecological>>. Acesso em: 19 dez. 2010.
- MATA, C.; HERVÁS, I.; HERRANZ, J.; SUÁREZ, F.; MALO, J. E. Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. **Biological Conservation**, v.124, 397-405, 2005.
- NIELSEN, S. E., STENHOUSE, G. B., BOYCE, M.S. A habitat-based framework for grizzly bear conservation in Alberta. **Biological Conservation**, v.130, 217-229, 2006.
- PRADA, C. de S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do Estado de São Paulo**: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. 2004. 127 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

- PRADO, T. A. A.; FERREIRA, Z. F. S. Guimarães. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados, **Acta Scientiarum Biological Sciences**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 237-241, 2006.
- RAMP, D.; CALDWELL, J.; EDWARDS, K. A.; WARTON, D.; CROFT, D. B. Modelling of wildlife fatality hotspots along the Snowy Mountain Highway in New South Wales, Australia. **Biological Conservation**, v.126, 474-490, 2005.
- ROE, J. H., GIBSON, J., KINGSBURY, B.A. Beyond the wetland border: estimating the impact of roads for two species of water snakes. **Biological Conservation**, v.130, 161-168, 2006.
- SANTOS, A. L. P. G. dos; ROSA, C. A. da; HOBUS, Q.; PASSAMANI, M.; BAGER, A. Caracterização temporal dos atropelamentos de fauna selvagem na rodovia mg - 354, sul de Minas Gerais – Brasil. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 3.; CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009, São Lourenço. **Ecologia e o futuro da biosfera**: anais. São Paulo: SEB, 2009. 4 p. Disponível em: <<http://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxiY29sb2dpYWVzdHJhZGFzfGd4Ojc0ZTlmZDU2NTI0ZTRjYjY&pli=1>>. Acesso em: 12 dez. 2010.
- SEILER, A. **The toll of the automobile: wildlife and roads in Sweden**. 48f. 2003. Thesis (PhD) - Department of Conservation Biology, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, 2003. Disponível em: <<http://diss-epsilon.slu.se:8080/archive/00000388/01/Silvestria295.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2010.
- SPELLERBERG, I. F. **Ecological effects of roads land reconstruction and management**. Enfield, New Hampshire: Science Publishers, 2002. v. 2. 251p.
- TONIN, A. M.; AMARAL, B. T. C.; PAIER, C.; OLIVEIRA, C. H. de. Impactos a fauna silvestre por atropelamento nas rodovias da região norte do Rio Grande do Sul, Brasil. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9., 2009. São Lourenço. **Resumos...** [S.l.: SEB, 2009]. 2p.
- UNDERHILL, J. E.; ANGOLD, P. G. Effects of roads on wildlife in an intensively modified landscape. **Environmental Reviews**, v.8, n.1, p. 21-39, 2000.

Embrapa

Pantanal