



DISTRIBUIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DAS PASSAGENS DE FAUNA NA BR 392, TRECHO ENTRE RIO GRANDE E PELOTAS/RS - BRASIL

DISTRIBUTION AND CHARACTERISTICS OF WILDLIFE CROSSING DEVICES IN BR 392, SECTION BETWEEN RIO GRANDE AND PELOTAS/RS – BRAZIL

Marília Silva da Costa

Universidade Federal do Rio Grande

Graduanda em Gestão Ambiental -Graduanda em Ciências Biológicas

mariliacostatga@gmail.com

Juliana Munoz Lisbôa

Universidade Federal do Rio Grande

jmlisboa@furg.br

Marcelo Dutra da Silva

Universidade Federal do Rio Grande

dutradasilva@terra.com.br

RESUMO

A BR-392, principal via de acesso terrestre ao Porto de Rio Grande, Rio Grande do Sul (Brasil), foi recentemente duplicada e recebeu medidas mitigatórias para diminuir seus efeitos sobre o ambiente natural. Neste sentido, este trabalho objetiva avaliar o contexto espacial que a rodovia está inserida, bem como a distribuição e a qualidade das passagens de fauna. A partir de métricas de paisagem foi possível observar que a rodovia diseca vários tipos de ambientes, muitos dos quais encontram-se fortemente fragmentados pela pressão antrópica exercida sobre eles. Além disso, muitos desses ambientes não foram contemplados pela reconexão, portanto sem efeito positivo na permeabilidade da rodovia. Foram instaladas dez estruturas de passagem de fauna, sendo que nenhuma delas possui os requisitos básicos e necessários para garantir sua eficácia, o que leva a sugerir que tais passagens, no seu conjunto, não estão funcionando e/ou contribuindo efetivamente para a conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: BR-392; Rodovias; Passagem de Fauna; Ecologia de Estradas.

ABSTRACT

The main road to the Port of Rio Grande, in Rio Grande do Sul State (Brazil) is BR-392 highway. Because it was recently duplication, mitigating measures were taken in order to minimize environmental impacts. This study examines the highway spatial context associated with the surrounding wildlife crossing devices distribution and quality. Landscape ecology metrics indicated a dissecting effect in various habitats - some already fragmented by the former anthropic infrastructure and others not even reconnected through crossing devices - therefore reducing positive effects on road permeability. None of ten mitigating structures fills the basic requirements to ensure its efficiency, which suggests that, as a whole, they do not contribute to biodiversity conservation.

Keywords: BR-392; Highways; Wildlife Crossings; Road Ecology.

1 - Introdução

No Brasil, embora o primeiro grande impulso ao desenvolvimento rodoviário tenha ocorrido entre as décadas de 50 e 60 (SILVA JÚNIOR e FERREIRA, 2008), somente nos anos 1990 a Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro 1997 incluiu rodovias como atividades potencialmente poluidoras e sujeitas ao licenciamento ambiental (BRASIL, 1997).

Em 2011 foram publicadas portarias prevendo a regularização de rodovias federais já construídas (DNIT, 2012). Embora de suma importância, pode-se afirmar que, em muitos casos, o método de gestão baseia-se apenas na legislação ambiental de projetos, sem uma real preocupação com a viabilidade dos empreendimentos (ZIONI e FREITAS, 2015).

Sabe-se que as rodovias são indispensáveis para o crescimento Nacional e do PIB (GIACONBONI et al., 2012), porém a expansão de projetos rodoviários, nas últimas décadas, associada com o aumento do número de veículos em circulação, tem intensificado os efeitos negativos das rodovias sobre a biodiversidade, gerando impactos em diferentes escalas geográficas e intensidades (BAGER e GRILO, 2013).

A edificação de estradas e rodovias, em um ambiente previamente natural, transforma o espaço e afeta significativamente a fauna, já que altera seu comportamento, forma barreiras e eleva sua mortalidade (TROMBULAK e FRISSEL, 2000; CUNNINGTON e FAHRIG, 2010; TEIXEIRA, 2011; BAGER e ROSA, 2012; SANTOS et al., 2012).

Por meio de técnicas que busquem avaliar o contexto da paisagem é possível encontrar os pontos de maior potencial para a passagem segura das espécies que por ventura queiram atravessar o leito estradal (BLASCHKE e LANG, 2009). Populações conectadas geralmente apresentam maior probabilidade de sobrevivência e maior flexibilidade em responder às mudanças das condições ambientais e distúrbios naturais (BECKMANN et al., 2010).

As desigualdades entre os elementos da paisagem – manchas e corredores - em relação à sua forma, tamanho e homogeneidade, são importantes parâmetros para o planejamento e gestão de territórios, uma vez que através da análise espacial é possível fazer a comparação (DRAMSTAD et al., 1996), bem como reconhecer elementos que depreciam sua qualidade (BOBROWSKI et al., 2010; PIRES e SOLDETI, 2010).

Utilizando-se de descritores específicos ou métricas de paisagem é possível avaliar e classificar características de um cenário multidimensional complexo (CARRÃO, 2002; LEITÃO e AHERN, 2002; TURNER, 2005; REZENDE, 2011; MCGARIAL, 2012), podendo quantificar tanto a composição, quanto a sua configuração (MCGARIGAL e MARKS, 1995; GUSTAFSON, 1998).

As métricas relacionadas à área e tamanho são particularmente importantes na compreensão da estrutura da paisagem, já que a riqueza de espécies se relaciona diretamente com a área de habitat existente (REZENDE, 2011). Entretanto, fragmentos pequenos e subestimados em relação à sua relevância ambiental, podem facilitar o fluxo de espécies e contribuir para a funcionalidade da paisagem (JUVANHOL, 2001; ALMEIDA, 2008).

Através de estruturas de passagem de fauna é possível reestabelecer o fluxo de animais. Em países do Hemisfério Norte e na Austrália, a construção de túneis e elevados é uma medida preventiva bastante utilizada para evitar que estradas e rodovias dissequem os ambientes naturais. No entanto, apesar de eficientes, estas medidas implicam na elevação do orçamento, o que explica a inviabilidade e/ou ausência de medidas mitigadoras nos estudos realizados no Brasil (FREITAS, 2010; SANTANA, 2010). Quando medidas preventivas não são tomadas, a adoção de providências de caráter corretivo torna-se necessária, sendo a instalação de dispositivos de passagem de fauna a medida mais popular em rodovias brasileiras.

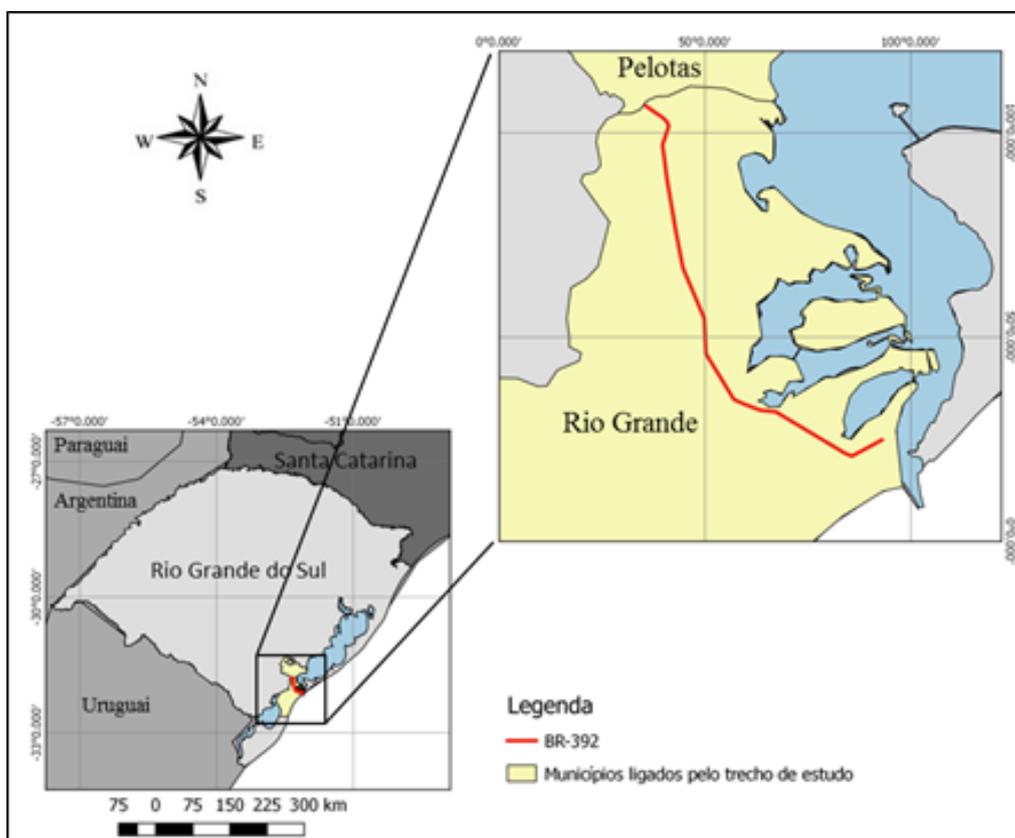
Os passa-faunas, passadores de fauna, passa-bicho ou ainda faunodutos, são técnicas construtivas, planejadas e destinadas para a passagem de animais, quando estes são impedidos por obstáculos criados em seu meio natural e tem o intuito de promover uma nova orientação segura para que seus hábitos e necessidades não sejam prejudicados (GAISLER et al., 2009; FREITAS, 2010; GIACOBONI et al., 2012).

No entanto, fatores como o número de passagens de fauna necessário, inclinação, largura e altura dos dispositivos, presença de telas direcionadoras, a existência de barreiras, a falta de luminosidade, cobertura vegetal, nível de ruído, a velocidade e a profundidade da água são obstáculos que determinadas espécies ou formas juvenis podem não conseguir superar (CLEVENGER e WALTHO, 2005; TROCMÉ, 2006; AHERN et al., 2009; LAUXEN, 2012).

No Brasil a logística do transporte de cargas está baseada no deslocamento rodoviário, o que tem levado a necessidade de atualização e ampliação das rodovias brasileiras, particularmente as vias de alto fluxo e principalmente as de acesso aos portos. No Rio Grande do Sul a duplicação da BR-392, iniciada em 2009, no trecho entre Rio Grande e Pelotas, tornou evidente as questões ambientais associadas à duplicação de rodovias, à dissecação de ambientes, aos riscos de atropelamento de espécies e a técnicas de conexões e reestabelecimento do fluxo natural na paisagem.

Neste contexto, a área de estudo está inserida no complexo de áreas úmidas, arenosas, campestres e de matas palustres que envolvem a Várzea do Canal de São Gonçalo e o Banhado Vinte e Cinco e da Mulata (PLANNUS, 2006), ambientes considerados de extrema importância para o Estado do Rio Grande do Sul (MALTCHIK, 2003; FONTANA et al., 2003). Todos esses locais são seccionados pela rodovia, resultando na quebra de conectividade e das relações ecológicas dos ecossistemas por ela atravessados (TROCME, 2006).

Figura 1: Localização da área de estudo.



Fonte: Autora (2016)

Assim, a despeito da fragmentação do espaço e a todos os impactos gerados pelo traçado rodoviário, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a fragmentação espacial das paisagens que compõem o trecho da BR-392 (Figura 1), bem como a qualidade das passagens de fauna nos 59 km da rodovia.

2 - Metodologia

O presente trabalho partiu da descrição das fisionomias da paisagem obtidas pelo recorte classificado de imagens Landsat-5 Sensor TM, órbita/ponto 221/82, do ano de 2011 (LIMA, 2014) dentro do período de duplicação da BR-392, referentes ao Lote 2 – do km 35,6 ao km 60,7 – e ao Lote 3 – do km 8,7 ao km 35.

A delimitação da área de estudo foi feita com a utilização do *software QGIS 2.8.2*, com o qual foi aplicado um *buffer* de 6 km de distância a partir do centro da via e reconhecidas dez classes de paisagem: Antrópico Rural, Antrópico Urbano, Áreas Úmidas, Areias e Dunas, Campos Remanescentes, Corpos Hídricos, Cultivos Florestais, Dunas Vegetadas, Estradas e Matas Nativas.

A análise métrica do trecho foi realizada no *plugin Patch Analyst 5.4* para *ArcMap*, na qual foram empregados os descritores métricos, baseados em McGarigal e Marks (1994), apresentados na Quadro 1.

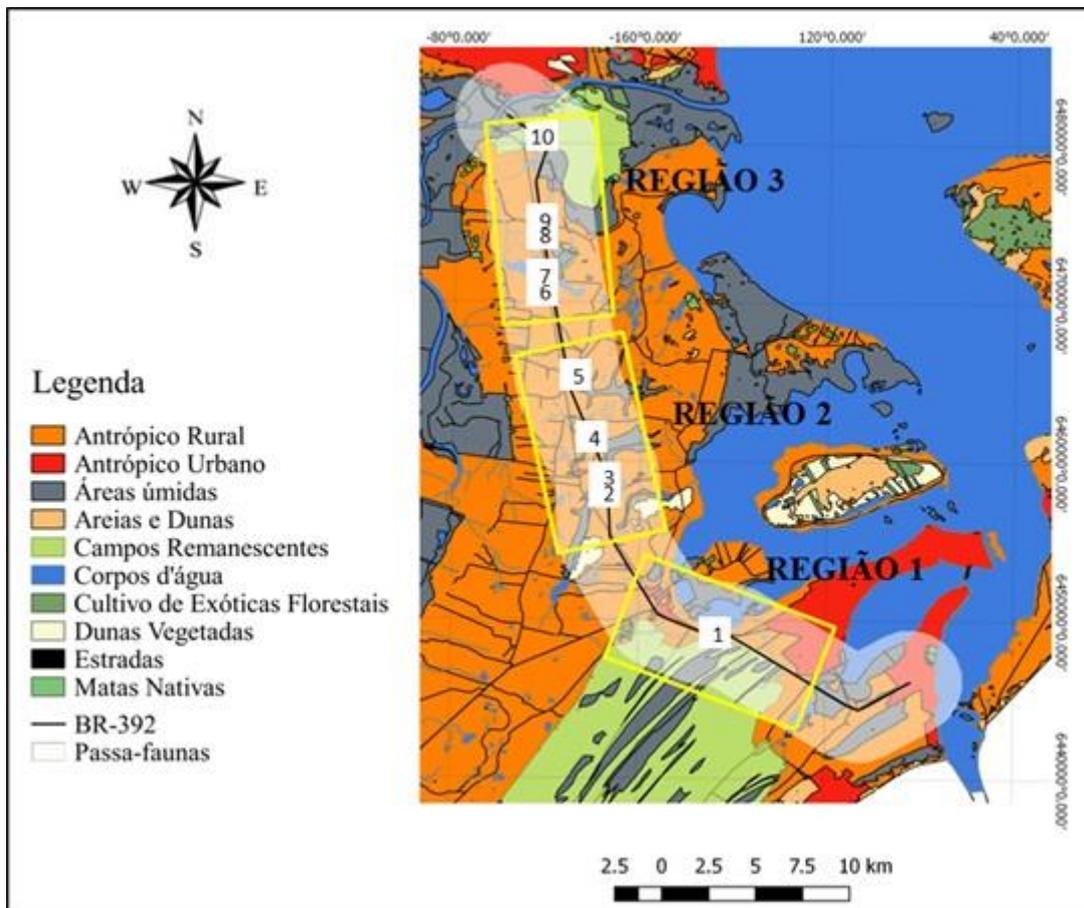
Foram numeradas e dispostas sobre a base de dados as passagens de faunas consideradas oficiais pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Trânsito (DNIT), de acordo com sua posição geográfica, no intento de favorecer o reconhecimento do seu contexto espacial. Desta forma, as passagens de fauna foram agrupadas em três regiões: Região 1, entre o Km 18 e o Km 28; Região 2, entre o Km 33 e o Km 43; Região 3, entre o Km 48 e o Km 58 (Figura 2).

Quadro 1 - Descrição das métricas aplicadas.

Análise	Sigla	Métrica	Unidade	Descrição
Número	NumP	Número de manchas	Adimensional	Número total de manchas
Área	TLA	Tamanho da paisagem	Hectare (ha)	Soma da área das manchas de todas as classes que compõem a paisagem.
	CA	Área da classe	Hectare (ha)	Total da área de todas as manchas da classe
	MPS	Tamanho médio das manchas	Hectare (ha)	Soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas.
	PSSD	Desvio padrão do tamanho das manchas	Adimensional	Razão de extremos entre os tamanhos de mancha da paisagem ou da classe.
Borda	TE	Total de bordas	Metros (m)	Valor total do perímetro (bordas) das manchas
Forma	MSI	Índice médio de forma	Adimensional	Expressa o quanto a mancha é complexa, medindo o perímetro e área.
Diversidade	SDI	Índice de diversidade de Shannon	Adimensional	Quantifica a composição da paisagem por meio da sua diversidade espacial.
	SEI	Índice de uniformidade de Shannon	Adimensional	Expressa a similaridade das proporções de área de cada classe.

Fonte: Autora (2016)

Figura 2: Disposição das regiões de passagens de fauna sobre a BR-392.



Fonte: Autora (2016)

A caracterização de cada dispositivo baseou-se em monitoramentos realizados entre os meses de janeiro e dezembro de 2015, onde foram analisados, em cada passa-fauna, as suas dimensões, o telamento isolador, a passagem seca, a luminosidade, o alagamento e o tipo de ambiente que se busca conectar. Além disso, foi realizado um registro fotográfico da passagem de fauna para posterior análise em laboratório.

Estabeleceu-se contato com os atores envolvidos no processo de duplicação da BR-392: o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT), responsável pela execução da obra de duplicação; o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), órgão licenciador do empreendimento; a Serviços Técnicos de Engenharia S. A. (STE), empresa responsável pela gestão ambiental do processo de duplicação e a Empresa Concessionária de Rodovias do Sul S. A. (EcoSul), concessionária que detém a concessão do trecho duplicado, de forma a compreender os

processos que nortearam a tomada de decisões em relação à distribuição dos dispositivos instalados, bem como sobre sua eficiência.

3 - Resultados e Discussão

A análise métrica revelou que o trecho está inserido em um contexto espacial heterogêneo formado por 567 manchas, distribuídas em 10 classes de paisagem, que em conjunto correspondem a uma área total de 32221,05 ha. O grande número de manchas apresentado no cenário indica a baixa qualidade da paisagem, uma vez que este índice está associado aos processos de fragmentação e diminuição das espécies, que é diretamente proporcional à diminuição das áreas de hábitat, perda de diversidade e uniformidade biológica (FORERO-MEDINA e VIEIRA, 2007).

A área estudada apresentou o índice de diversidade de Shannon (SDI) afastado de zero, que é influenciado pela quantidade de manchas associadas às diferentes classes da paisagem. Para Mcgarigal e Marks (1994), quando houver apenas uma classe na paisagem o índice se iguala a zero e aumentará com o número de classes e o número similar e proporcional em área de manchas por cada uma das classes (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise métrica espacial no plano de paisagem.

Paisagem	*NumP	Área			Borda	Forma	Diversidade	
		*TLA (ha)	*MPS (ha)	*PSSD	*TE (m)	*MSI	*SDI	*SEI
	567	32221,05	56,83	167,93	2277211,57	2,67	1,41	0,61

* NumP (Número de Manchas); TLA (Tamanho da Área da Paisagem); MPS (Média do Tamanho das Manchas); PSSD (Desvio Padrão do Tamanho da Mancha); TE (Total de Bordas); MSI (Média do Índice de Forma); SDI (Índice de Diversidade de Shannon); SEI (Índice de Uniformidade de Shannon).

Fonte: Autora (2016)

Além da dissecação causada pela rodovia, a grande pressão exercida pelas atividades rurais contribui significativamente para a fragmentação de importantes ambientes naturais, como os Corpos Hídricos e as Áreas Úmidas, que são os mais fragmentados do trecho. Isso pode ser observado pelos valores referentes ao número de manchas (NumP) dessas classes (Tabela 1). O número total de manchas de um determinado tipo ou natureza pode influenciar uma grande variedade de processos ecológicos, como a distribuição espacial dos organismos e das populações, além de alterar a estabilidade das interações, influenciar na distribuição e no acesso aos recursos, no fluxo de nutrientes e no trânsito das espécies (LIMA, 2014).

A análise revelou que as áreas naturais secas, expressivas no entorno da rodovia, como é o caso dos Campos Remanescentes, apresentou valores altos em relação à média de tamanho das manchas (216,39ha). Segundo Lima (2014) este índice está relacionado com a presença de habitats viáveis para a manutenção dos processos naturais, uma vez que manchas grandes comportam maior extensão do habitat e mais espécies. Entretanto, este resultado deixa de ser positivo, quando se observa o desvio padrão do tamanho das manchas (Tabela 1), que é maior entre as classes naturais, evidenciando uma baixa uniformidade devido à pressão antrópica exercida nestes ambientes.

A análise mostrou que os maiores fragmentos de campos secos são encontrados nas regiões 1 e 3, gerando um grande isolamento entre os mesmos, o que, de acordo com Rytwinski e Fahrig (2011), tende a influenciar nas taxas de migração e dispersão das espécies, podendo acarretar em decréscimos populacionais. É possível que espécies que fazem uso de remanescentes de campo estejam confinadas, e talvez não consigam transitar por estes espaços visto que os dispositivos de passagem de fauna não contemplam essas áreas (BAGER et al., 2009).

A classe Campos Remanescentes apresenta expressivo valor de borda, apesar de estar limitada a poucas manchas e apresentar um valor significativo de tamanho médio das manchas. A borda representa fronteira, portanto, é a zona de contato entre manchas e a matriz. São espaços habitats de interação (fauna e flora), que abrigam processos de predação, dispersão e refúgio. No caso de uma mancha isolada, é justamente a borda o sistema mais exposto às adversidades e pressões oriundas da matriz, desempenhando um papel fundamental na proteção do interior da mancha. A classe natural que obteve maior valor de borda foi a classe Áreas Úmidas, seguido de Corpos Hídricos e Campos Remanescentes, revelando a grande vulnerabilidade e exposição destes ambientes aos efeitos irradiados da matriz, que abriga usos diversos.

Com relação à média do índice de forma (MSI) a classe Estradas apresentou o valor mais elevado da análise, justamente por ser um elemento linear, que se estende pelo mosaico, tangenciando os demais elementos da paisagem, constituindo-se uma barreira ao fluxo natural. Fragmentos com forma irregular estão mais susceptíveis ao efeito de borda, principalmente àqueles de menor área, em função da sua maior interação com a matriz (PIROVANI et al., 2015). O MSI baseia-se na relação entre o perímetro e a área das

manchas, medindo a complexidade da forma da mancha em comparação à forma simples, quadrada ou redonda, que representa um mínimo de complexidade (LIMA, 2014). Assim, quanto mais distantes do valor 1,0, mais distantes estão da forma geométrica básica e maior será a complexidade das formas na paisagem (Tabela 2).

Tabela 2 – Análise espacial no plano de classe.

Classe	NumP	Área			Borda	Forma
		*CA (ha)	MPS (ha)	PSSD	TE (m)	MSI
Antrópico Rural	182	17551,43	96,44	39,36	841443,55	1,79
Antrópico Urbano	9	2633,46	292,61	372,04	74215,49	1,72
Áreas Úmidas	122	5194,82	42,58	209,48	338094,16	1,65
Areias e Dunas	26	11,25	0,43	0,43	7764,84	1,57
Campos Remanescentes	16	3462,31	216,39	383,76	135191,70	1,85
Corpos Hídricos	137	2462,14	17,97	109,28	318028,39	4,42
Cultivo de Exóticas	13	139,65	10,74	14,93	20443,51	1,73
Dunas Vegetadas	6	388,14	64,69	92,80	19607,02	1,55
Estradas	26	222,27	8,55	6,76	493157,89	8,42
Matas Nativas	30	155,58	5,19	90,21	29265,02	1,41

*CA (Área da Classe).

Fonte: Autora (2016)

O efeito barreira da BR-392 é amplificado pela divisão imposta aos ambientes dissecados no espaço. Segundo Blaschke e Lang (2009), o efeito divisor de estruturas antrópicas lineares atua sobre as relações ecológicas em ambientes anteriormente conectados. Esse retalhamento pode gerar alterações irreversíveis nas relações ecológicas e para a biodiversidade local (SEILER, 2001; KELLER et al., 2005), consequência que tem exigido correção na permeabilidade de rodovias, com intenção de reconstruir a conectividade espacial e recuperação do fluxo das espécies por meio de estruturas de passagem de fauna.

Quanto à disposição e a caracterização dos passa-faunas, o estudo revelou possíveis equívocos na disposição dos mesmos e em suas estruturas, além de problemas relacionados, principalmente, à manutenção e limpeza.

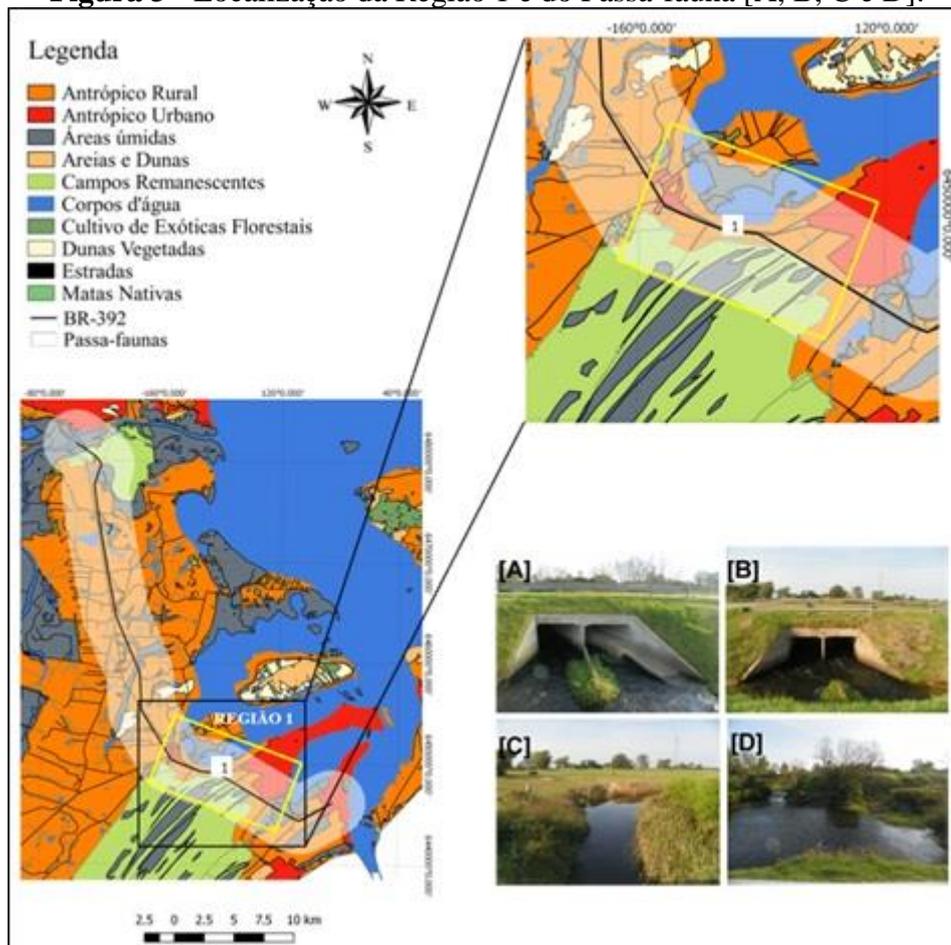
O primeiro fato a destacar é que, no primeiro lote duplicado (Lote 3), nos primeiros 14,5 k, não há nenhuma estrutura considerada pelo DNIT como passagem de fauna. No trecho com grande fluxo de veículos, principalmente caminhões, a única intervenção realizada para garantir a travessia da fauna corresponde à adaptação de uma passagem seca sob a ponte do arroio Bolaxa. Somente a partir do km 23+413 é que se observa a instalação de

passa-faunas. Ademais, problemas estruturais e de conservação puderam ser evidenciados nas passagens instaladas nas três regiões:

Região 1

Nesta região a única passagem de fauna localizada no km 23+413 busca a conexão de uma grande área de Campos Remanescentes entremeados por áreas úmidas com o outro lado da rodovia, atualmente utilizado como pastagem (Figura 2). Trata-se de uma estrutura dupla (Figura 3A), de 2 metros de altura por 2 metros de largura, que, inicialmente, era considerada apenas um duto de drenagem, mas que, por determinação do IBAMA, recebeu a adaptação de uma passagem seca e passou a ser considerada como passagem de fauna. Entretanto, a passagem seca foi colocada apenas sob uma das vias (Figura 3B), o que afeta sua eficácia, já que principalmente nos períodos de chuva os animais tendem a procurar um local seco para travessia e, desta forma, podem acabar utilizando a pista de rodagem. Além disso, não existe nenhum tipo de telamento que isole este passa-fauna, sendo que a única barreira entre os animais e a rodovia é a cerca de divisão das propriedades (Figuras 3C e 3D). Por localizar-se sobre um corpo hídrico onde há intensa movimentação de águas, este passa-fauna não apresenta obstruções, o que lhe garante boa luminosidade.

Figura 3 - Localização da Região 1 e do Passa-fauna [A, B, C e D].



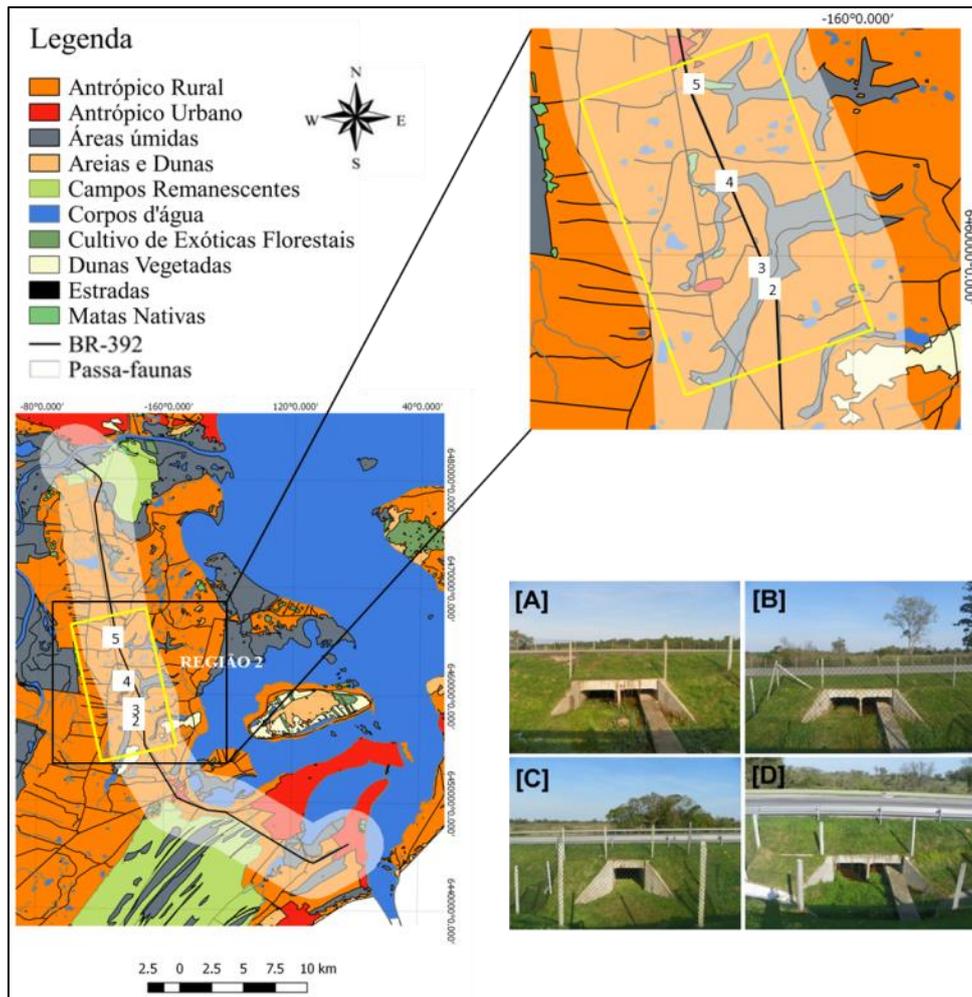
Fonte: Autora (2016)

Região 2

Esta região é caracterizada por uma extensa e uniforme antropização rural, entremeada por importantes habitats naturais, como áreas úmidas, matas nativas e dunas. A região conta com quatro passa-faunas localizados nos km 35+800, 36+800, 38+600 e 41+600, todos associados a ambientes úmidos.

Os passa-faunas nº 2, 3 e 5 correspondem a estruturas duplas idênticas, de 1,5 metros de altura por 2 metros de largura (Figuras 4A, 4B e 4D), não obedecendo aos padrões estabelecidos pelo DNIT, uma vez que as passagens de fauna devem obedecer as medidas mínimas de 2 metros de altura por 2 metros de largura e apresentar passagem seca. Já a passagem de fauna nº 4 corresponde a uma estrutura simples, de 2 metros de altura por 2 metros de largura e não apresenta passagem seca (Figura 4C).

Figura 4: Localização da Região 2 e dos Passa-faunas [A, B, C e D].



Fonte: Autora (2016)

Nessa região, o problema mais evidente está relacionado ao telamento das passagens de fauna, já que todas as estruturas apresentaram ausência (Figura 5A) ou danos nas telas (Figura 5B). Além disso, foi possível observar que a malha utilizada no isolamento de todas os passa-faunas instalados é de 7x7cm (Figura 5C), não correspondendo ao indicado por Iuell et al., (2003), que advertem para a necessidade de uma malha de, no máximo, 4x4 cm.

Nesta parte do trecho existem mais quatro estruturas de drenagem iguais, que de acordo com o Relatório Semestral de Meio Ambiente n° 8 da STE/DNIT (DNIT, 2015), possuem potencial para passagem de fauna por apresentarem as dimensões adequadas para garantir a luminosidade e contemplar o maior número de espécies. Entretanto, foi considerada

apenas a estrutura instalada sob uma das pistas, já que sob a outra difere-se a forma, cor e material das demais, proporcionando pouca ou nenhuma luminosidade (Figura 5D).

Figura 5: Problemas associados às passagens da região 2. [A] Falta tela no km 36+800; [B] Tela danificada no km 41+497; [C] Tamanho da malha instalada em todas as passagens; [D] Passagem de fauna irregular no km 36+500.



Fonte: Autora (2016)

Outro fator importante é não terem sido respeitadas as recomendações passadas no Relatório Final do Programa de Levantamento, Mitigação, Atropelamento e Monitoramento de Fauna (DNIT, 2009) de que as telas deveriam estar enterradas, no mínimo, 20 cm abaixo do solo, para evitar a transposição de animais por técnicas de escavação.

No telamento atual, as mesmas encontram-se cerca de 2 cm abaixo do solo, encobertas apenas pela vegetação rasteira, que se acumula sobre elas (Figura 6A). Sem a manutenção adequada, as telas tornam-se armadilhas para os animais que conseguem transpô-las, favorecendo o atropelamento (LAUXEN, 2012).

Existe inclusive o registro de atropelamento de uma serpente em frente ao passa-fauna n° 3 próximo à linha do acostamento (Figura 6B), onde há telas em ambos os lados da rodovia, além do atropelamento de uma espécie de quelônio próximo ao passa-fauna n° 4 (Figura 6C), onde não há telamento nas margens da BR (Figura 6D), indicando a necessidade urgente de revisão do tipo de proteção adequado, bem como sua manutenção. Ressalta-se a importância desta região, que abriga o Banhado-do-Vinte-e-Cinco, área de reconhecida importância ecológica.

Figura 6: Falhas no telamento que favorecem os atropelamentos. [A] Tela enterrada a apenas 2 cm do solo; [B] Serpente atropelada no km 36+800; [C] *Trachemys sp.* atropelado no km 38+640; [D] Falta de tela às margens da rodovia próximo ao passa-fauna n° 4.



Fonte: Autora (2016)

Região 3

Esta região, assim como as demais, caracteriza-se por uma forte antropização rural, que é bastante variável. Ora o espaço está ocupado por pastagens cultivadas e pecuária, ora por cultivos anuais de arroz e culturas de inverno, típicas da região. Entretanto, pode-se

observar que a margem direita da rodovia abriga ainda uma grande quantidade de ambientes naturais, e de acordo com Bager et al., (2009), é o trecho que apresenta a maior extensão de áreas úmidas.

Assim como na região 2, na região 3 todos os passa-faunas encontram-se associados a ambientes úmidos, deixando extensas faixas de ambientes secos, ainda que antropizados, sem nenhum tipo de intervenção, que possibilita uma travessia segura da fauna local.

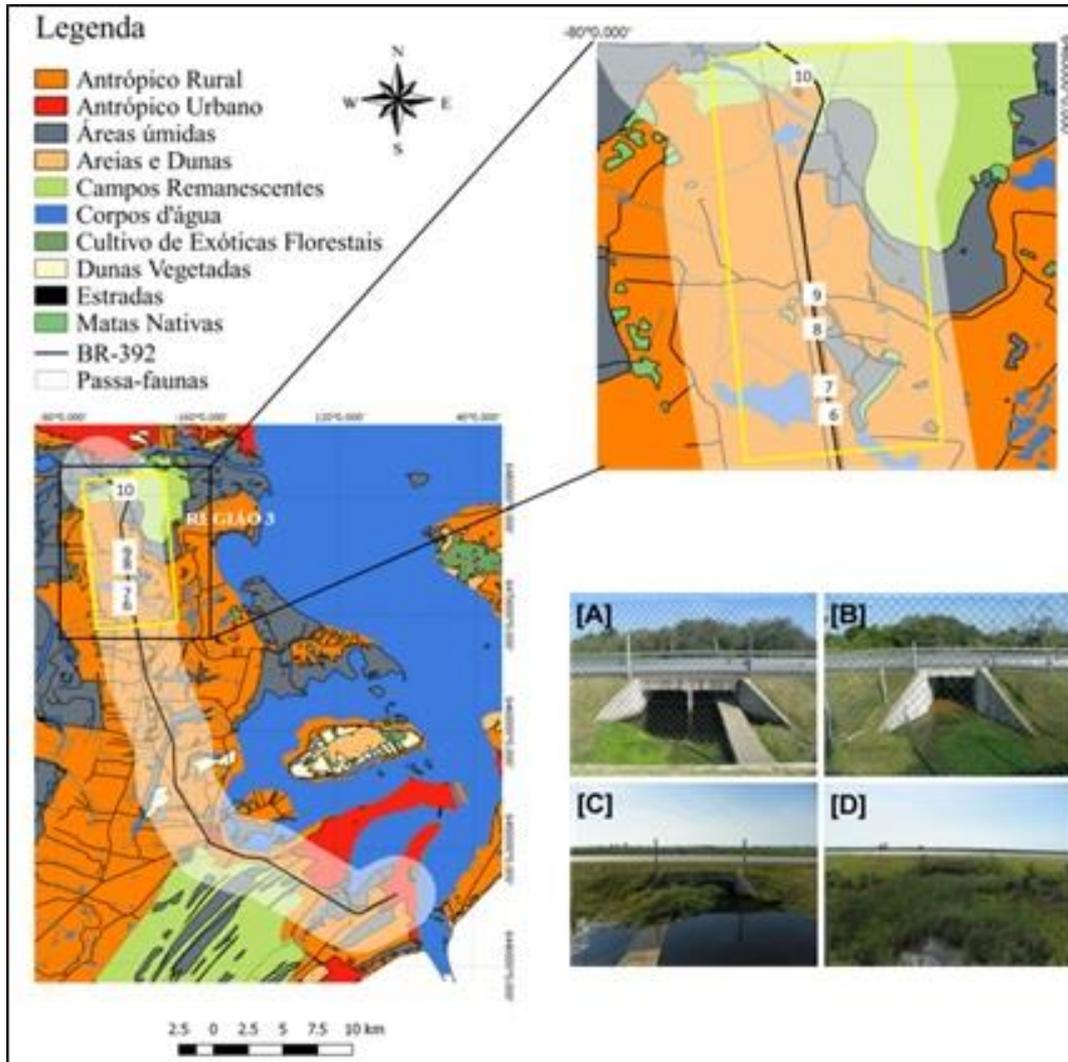
A princípio o trecho deveria contar com quatro passa-faunas duplos, de 1,5 metros de altura por 2 metros de largura (Figura 7A), no entanto, de acordo com o DNIT, por determinação do IBAMA, a passagem de gado localizada no km 49+060 (Figura 7B) recebeu telamento isolador e passou a ser considerada também como passagem de fauna. Nesta região, o que se destaca é a falta de limpeza dos dispositivos que, em sua maioria, encontram-se obstruídos pela vegetação (Figuras 7C e 7D), prejudicando a luminosidade dos mesmos.

Os alagamentos que dificultam a travessia de mamíferos terrestres (BARSZCZ et al., 2011) afetam a luminosidade da estrutura em períodos chuvosos. Notou-se ainda que mesmo fora do período de chuvas, a estrutura dupla localizada no km 49+255 permaneceu alagada durante todo o período do estudo. Quando questionado, o DNIT informou que a mesma foi desconsiderada como passagem de fauna devido à baixa altura do terreno. Porém, no relatório semestral de Meio Ambiente nº 8 da STE (DNIT, 2015) consta como passagem de fauna.

Durante o estudo, foi possível observar uma grande quantidade de quelônios cruzando a BR-392 por cima da pista na região 3, resultando, em muitos casos, em atropelamentos. Tal fato parece estar diretamente relacionado à aversão da herpetofauna a ambientes mal iluminados (ARESCO, 2003) e também a falhas no telamento.

A otimização da luminosidade das passagens de fauna, por exemplo, é um dos motivos pelo qual foi recomendada a substituição das passagens duplas por passagens simples, com as mesmas dimensões no Relatório Final (DNIT, 2009). A constante manutenção das cercas e dos túneis é outro ponto ressaltado no documento, que afirma que os mesmos devem ser limpos e reparados sempre que houver necessidade, de forma a garantir sua eficácia.

Figura 7 - Localização da Região 3 e dos Passa-faunas nela instalados.



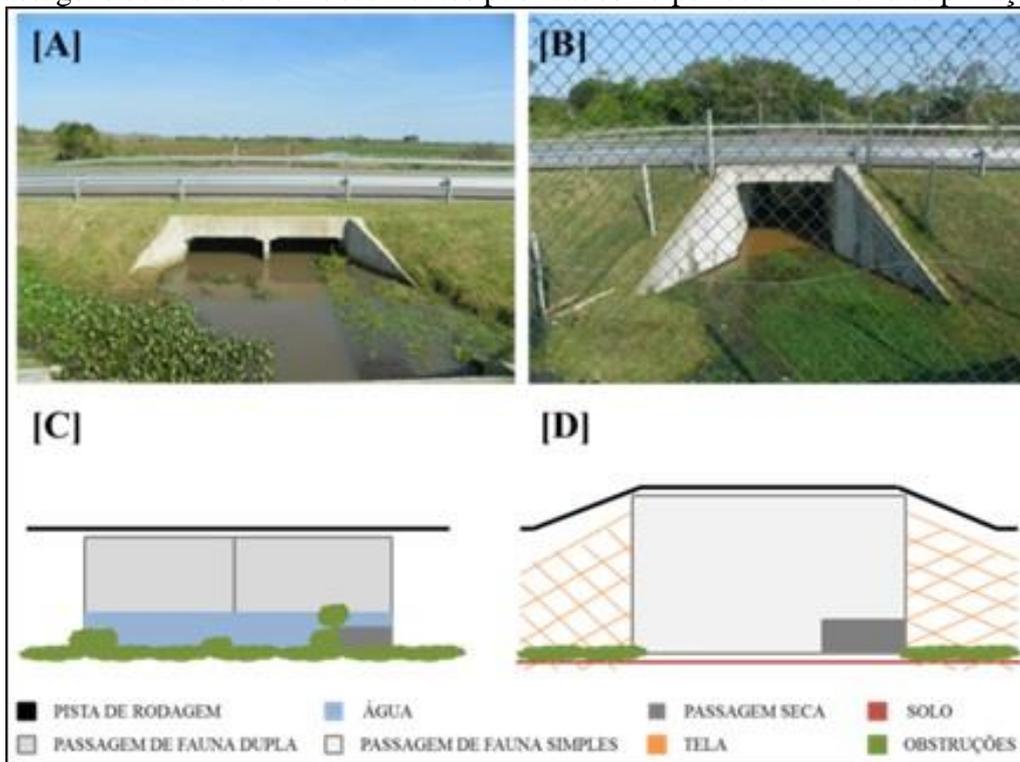
Fonte: Autora (2016)

Além disso, de acordo com o RIMA – Relatório de Impacto Ambiental (DNIT, 2004) apresentado no período anterior ao começo das obras de duplicação, uma das principais recomendações é que os dispositivos de passagem de fauna não ficassem submersos, de modo a não prejudicar sua funcionalidade. Para atender às especificações do RIMA, o projeto de engenharia precisaria ter levado em conta a altura do terreno e a ocorrência de chuvas, principalmente durante o inverno, período que ocorre maiores precipitações na região (PEREIRA et al., 2016), de forma a adequar as estruturas para que as mesmas não fossem alagadas.

Em suma, é possível concluir que as passagens duplas e pequenas instaladas na BR-392 (Figura 8A e 8C) teriam sua eficiência potencializada se fossem substituídas por

passagens mais altas, o que seria possível elevando-se o nível das duas pistas, sem o emprego de divisórias (Figura 8D), o que aumentaria sua luminosidade e diminuiria os riscos de alagamento, facilitando o fluxo da fauna. Ademais, as passagens secas devem também ser instaladas para esta região (Figura 8B).

Figura 8: (A) passagem de fauna no km 49+200, (B) passagem de fauna no km 49, (C) esquema mostrando as passagens de fauna instaladas na BR-392 e (D) modelo ideal das passagens de acordo com documentos publicados no período anterior à duplicação.



Fonte: Autora (2016)

Em relação à distribuição dos dispositivos, o DNIT afirma que a escolha dos locais de implantação das passagens foi decidida em reuniões de trabalho e vistorias de campo em uma ação conjunta entre o DNIT e o IBAMA. Tais escolhas se basearam nos resultados dos monitoramentos de fauna, realizados pelas empresas EcoSul e STE. Ainda, conforme DNIT (2009) avaliaram as áreas críticas e a taxa de atropelamento, a vulnerabilidade de extinção das espécies e o tipo de ambiente associado à rodovia.

Em relação à utilização dos dispositivos por espécies da fauna local, o DNIT, através de seu Relatório Semestral nº 9 (DNIT, 2015), informou que dos 10 passa-faunas instalados ao longo da BR-392, apenas a passagem de fauna localizada no km 38+640 houve

monitoramento através de um par de armadilhas fotográficas, instaladas a partir de maio de 2014.

Por fim, nenhum dos órgãos que responderam às solicitações souberam acurar de quem é a responsabilidade pela manutenção das passagens de fauna e do telamento instalado na BR-392. Entretanto, por se tratar de uma rodovia sob concessão privada, a responsabilidade dos serviços de manutenção e garantia de funcionalidade ambiental recai sobre a concessionária do trecho, no caso a Empresa Concessionária de Rodovias do Sul S. A.

4 – Considerações finais

Os resultados obtidos neste trabalho indicam uma urgente revisão das medidas mitigatórias implantadas na BR-392, que declara a instalação de 10 passagens de fauna, no trecho que liga as cidades de Rio Grande e Pelotas, uma vez que as mesmas não atendem os objetivos aos quais se propõem. A passagem de fauna tem por objetivo garantir um espaço seguro, seco e iluminado para que as espécies circulem entre os ambientes que esta estrutura pretende conectar, o que minimiza o atropelamento da fauna. No entanto, estas medidas mitigadoras, implantadas na rodovia, não são adequadas e não atendem aos requisitos mínimos para sua eficiência.

As passagens de fauna mostraram-se, em sua maioria, inferiores as dimensões estabelecidas pelo DNIT. A falta de dimensões apropriadas faz com que as mesmas tornem-se escuras e facilita o soterramento devido à alta carga de sedimentos no local. Dessa forma, se faz necessário a substituição das passagens atuais por estruturas maiores, o que potencializaria sua eficiência. Outro problema verificado está relacionado ao baixo nível do terreno, que vem influenciando no alagamento das estruturas de passagem de fauna em alguns pontos do trecho, sendo que, nestes casos, a elevação do nível da pista sobre a passagem seria a medida mais apropriada para evitar o problema.

Todas as passagens estavam sujas, com deposição de resíduos sólidos, provenientes das pessoas que passam pelo local ou são trazidos pelo vento. Além disso, a vegetação cresce ao redor do dispositivo e se acumula. Assim, para evitar a obstrução, é necessária a realização de limpeza das passagens com frequência, retirando os resíduos e fazendo o corte da vegetação.

A maioria dos dispositivos possuem telamento danificado, o que possibilita outra rota de travessia, neste caso, a própria rodovia. É necessária a instalação de novas telas e posterior manutenção das mesmas. Além disso, as telas de todos os dispositivos apresentam malhas muito largas possibilitando a travessia de vertebrados de pequeno porte sobre a pista de rodagem. Para sanar este problema é necessário realizar a troca das telas por malhas com 4x4cm, conforme recomendado na literatura, a fim de impedir que animais de pequeno porte ultrapasse essa contenção. Além disso, o fato de não estarem enterradas no solo facilita sua transposição por técnicas de escavação; portanto, as mesmas devem ser enterradas por no mínimo 20 cm abaixo do solo, segundo relatório do próprio órgão construtor.

A distribuição das passagens de fauna no trecho duplicado da BR-392 está associada apenas a ambientes úmidos, ignorando outros ambientes que, antropizados ou não, servem de habitat ou de rota transitória para diversas espécies da fauna local, como nas regiões entre os passa-faunas nº 1, 2, 4, 5, 9 e 10. A instalação de estruturas de passagem de fauna nesses ambientes não úmidos poderia contribuir significativamente na diminuição dos atropelamentos que continuam a ocorrer na rodovia.

É importante ainda ressaltar para a possível reprodução dos mesmos problemas em outros trechos Pelotas/Camaquã que está em processo de duplicação, pois os atores são exatamente os mesmos.

Espera-se que este trabalho seja utilizado como subsídio na tentativa de propor uma visão que vá além dos critérios legais necessários para a implantação do projeto, considerando-se também as particularidades de cada ambiente, bem como a eficácia das medidas adotadas, unindo, desta forma, desenvolvimento e proteção ambiental nas estradas brasileiras.

5 - Conclusão

A análise métrica da rodovia revelou que mesmo sendo um ambiente bastante antropizado ainda existem ambientes naturais que são importantes para a conservação da biodiversidade e na manutenção ecológica. Entretanto, estes se encontram em um cenário fragmentado e com risco de perda de habitats devido ao seu retalhamento e vulnerabilidade frente a pressões antrópicas.

Não foram considerados os aspectos da paisagem para a instalação dos dispositivos, visto que existem passagens de fauna somente nos ambientes que englobam áreas úmidas e corpos hídricos, de modo que foram ignoradas as regiões de Campos Remanescentes, ambientes que servem para o deslocamento de várias espécies.

Nenhuma das passagens de fauna possui os requisitos necessários para garantir a sua funcionalidade: o telamento é inadequado ou inexistente; existem problemas estruturais nas dimensões dos dispositivos; a manutenção não é realizada com a frequência que deveria. Não foram consideradas as características da paisagem, quanto à distribuição dos ambientes; e, também, não foram respeitadas as características do terreno quanto às áreas sujeitas ao alagamento.

O esforço de conectividade espacial realizado na duplicação da BR-392 por falhas operacionais de projeto não garantiu a efetiva permeabilidade da rodovia, frente aos fluxos ecológicos e dinâmica da paisagem. Portanto, o empreendimento precisa ser revisto e atualizado de acordo com as necessidades da fauna local.

Ademais, se faz necessário a realização imediata de uma campanha sazonal de monitoramento de todas as passagens de fauna distribuídas no trecho, no período mínimo de 12 meses, para garantir o registro da passagem das espécies e verificação do real grau de eficiência dos dispositivos. Ademais, campanhas frequentes de educação ambiental também seriam eficientes sensibilizar os condutores da respectiva rodovia sobre os resíduos.

6 – Agradecimento

Agradecemos ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo financiamento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

AHERN, J.; JENNINGS, L.; FENSTERMACHER, B.; WARREN, P.; CHARNEY, N.; JACKSON, S.; MULLIN, J.; KOTVAL, Z.; BRENA, S.; CIVJAN, S. & CARR, E. **Issues and methods for transdisciplinary planning of combined wildlife and pedestrian highway crossings**. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. n. 2123. p.129-136. 2009.

ALMEIDA, C. G. **Análise Espacial dos Fragmentos Florestais na Área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná.** 19 de Fevereiro de 2008. 72 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território). Departamento de Geociências. Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG. Ponta Grossa. 2008.

ARESCO, M. J. **Highway mortality of turtles and other herpetofauna at Lake Jackson, Florida, USA, and the efficacy of a temporary fence/culvert system to reduce roadkills.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOLOGY AND TRANSPORTATION. 2003. Lake Placid, New York. p.433-449.

BAGER, A.; GRILO, C. **Road Ecology.** *Oecologia Australis Spatial Issue.* n. 17, p. 4-5. 2013.

BAGER, A.; ROSA, C. A. **Impacto da rodovia BR-392 sobre comunidades de aves no extremo sul do Brasil.** *Revista Brasileira de Ornitologia*, 20(1), p. 30-39. 2012.

BAGER, A.; ROSA, C. A.; HOBUS, Q.; **Hierarquização de Quilômetros Prioritários à Implantação de Aparatos de Mitigação de Atropelamentos de Animais Selvagens.- Estudo de caso da BR 392.** In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, São Lourenço. 13 a 17 de Setembro de 2009. Anais do Congresso de Ecologia do Brasil. p.1-4.

BARSZCZ, L. B.; GASPARI JR., R. L.; GASPARI, A. F.; FREITAS, S. R. **Uso das Passagens de Fauna da Rodovia SP-322 por Mamíferos de Médio e Grande Porte.** In: ROAD ECOLOGY BRAZIL. Mitigação e Compensação. Lavras. Outubro de 2011. Minas Gerais. p.87-100.

BECKMANN, J. P.; CLEVINGER, A. P.; HUIJSER, M. P.; HILTY, J. A., **Safe passages: Highways, wildlife and habitat connectivity.** USA, Island Press, Washington, 396p. 2010.

BLASCHKE, T.; LANG, S. **Análise da paisagem com SIG.** São Paulo. Oficina de Textos, 2009. n. 1. 424 p.

BOBROWSKI, R.; VASHCHENKO, Y.; BIONDI, D. **Qualidade Visual Da Paisagem do Parque Natural Municipal Tanguá, Curitiba-PR.** REVSBAU, Piracicaba – SP, v.5, n.2, p.19-39, 2010.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Órgão emissor: CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.turismo.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao%20Ambiental%20Evandro/Re>

[solucaoCONAMA1997237licenciamentoambiental.pdf](#) > Acesso em: 20 de novembro de 2016.

CARRÃO, H. **Os efeitos da escala na caracterização da paisagem: modelação e avaliação das transformações na representação da ocupação de solo.** Trabalho Fim de Curso, Universidade de Évora, Évora. 2002.

CERQUEIRA, R.; BRANT, A.; NASCIMENTO, M.T.; PARDINI, R. **Fragmentação: Alguns Conceitos.** In: Fragmentação de Ecossistemas: Causas, Efeitos sobre a Biodiversidade e Recomendações de Políticas Públicas. Brasília-DF: Ministério do Meio Ambiente, p.23-40. 2005.

CLEVINGER, A. P.; WALTHO, N. **Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals.** Biological Conservation 121, p.453–464. 2005.

CUNNINGTON, G. M.; L. FAHRIG. **Plasticity in the vocalizations of anurans in response to traffic noise.** Acta Oecologica-International Journal of Ecology 36 (5): p.463-470. 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA E TRANSPORTES. DNIT. 2004. **Relatório de Impacto Ambiental.** Departamento de Infraestrutura de Transportes. EIA (Estudo de Impacto Ambiental). Duplicação e Obras de melhorias da BR 116/392, Trecho Pelotas-Rio Grande. Beck de Souza Engenharia/DNIT.

_____. DNIT. 2009. **Programa de Levantamento, Mitigação, Atropelamento e Monitoramento da Fauna. Espécies Bioindicadoras BR/392.** Relatório Final. 2009. 341p.

_____. DNIT. 2012. Histórico. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/meio-ambiente/historico-1>> Acesso em: 06 de dezembro de 2016.

_____. DNIT. 2015. **Gestão e Supervisão Ambiental das obras da BR-116/392. Relatório Semestral de Meio Ambiente - 08.** TOMO I. Serviços Técnicos de Engenharia S.A. 2015. Programa de Levantamento, Mitigação e Monitoramento dos Atropelamentos de Fauna. 155p.

DRAMSTAD, W.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. **Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning.** Harvard University Graduate School of Desing, Island Press, and the American Society of Landscape Architects, 1996. 71p.

FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Brasil. Edipucrs, 2003. 1ª Edição. 632 p.

FORERO - MEDINA, G.; VIEIRA, M. V. **Conectividade funcional e a importância da interação organismo - paisagem**. *Oecol. Bras.*, 11 (4). 2007. p.493 – 502.

FREITAS, S. **O efeito das Estradas sobre a Vegetação Nativa e a Biodiversidade**. SIMPÓSIO SOBRE OBRAS RODOVIÁRIAS. Santo André, 21 de Outubro de 2010. Anais do 3º Simpósio sobre Obras Rodoviárias, RODO. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 2010.

GAISLER, J.; ŘEHÁK, Z.; BARTONIČKA, T. **Bat casualties by road traffic (Brno-Vienna)**. *Acta Theriologica* 54, p. 147-155. 2009.

GIACOBONI, S. F.; KOHLER, A.; COSTA, A. **Utilização de passa-fauna em rodovias no estado do Rio Grande do Sul - Brasil**. *Caderno de Pesquisa, Série Biologia*. v.24, n°.3, p.57-69. 2012.

GUSTAFSON, E. J. **Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art?**. *Ecosystems*, n.1, n°.2. p. 143-156, 1998.

IUELL, B.; BEKKER, H.; CUPERUS, R.; DUFEK, J.; FRY, G.; HICKS, C.; HLAVAC, V.; KELLER, V.; ROSELL, C.; SANGWINE, T.; TORSLOV, N.; WANDALL, B. M. 2003. **Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions**. COST 341. European co-operation in the field of scientific and technical research, 172p.

JUVANHOL, R. S. **Análise Espacial de Fragmentos Florestais no Corredor Ecológico entre os Parques Estaduais de Forno Grande e Pedra Azul, ES**. 15 de Junho de 2011. 58f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo. 2011.

KELLER, K.; EXCOFFIER, L.; LARGIADÈR, C. R. **Estimation of effective population size and detection of a recent population decline coinciding with habitat fragmentation in a ground beetle**. *Journal of Evolutionary Biology* 18 (1): p.90- 100. 2005.

LAUXEN, M. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão**. 31 de Maio de 2012. 163f. Dissertação (Mestrado em Diversidade e Conservação de Fauna) Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2012.

LEITÃO, A. B; AHERN, J. **Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning**. *Landscape and Urban Planning*. Elsevier, v. 59, p. 65-93, 2002.

LIMA, L. T. **A paisagem costeira do Rio Grande Do Sul: leitura e interpretação das propriedades fisionômicas do espaço como estratégia de planejamento e gestão do território.** 163f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro) Instituto de Oceanografia. Universidade Federal do Rio Grande. 2014.

MALTCHIK, L. **Three new wetlands inventories in Brazil.** Interciencia, v. 28, n. 7, p.421-423, 2003.

MCGARIGAL, K. **Landscape pattern metrics.** In: EL-SHAARAWI, A. H.; PIEGORSCH, W. (eds). Encyclopedia of Environmetrics. Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons Ltda, 2 ed., p.1441-1451, 2012. Disponível em <<http://www.umass.edu/landeco/pubs/pubs.html>>.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B.J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure.** General Technical Report PNW-GTR-351, Pacific Northwest Research station, USDA Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 1994.

PEREIRA, V. B.; MAIER, E. B.; SIMÕES, J. C. **Precipitação no sul do Brasil e sua relação com dados paleoclimáticos.** Revista Brasileira de Geografia Física v.09, n.07. p. 1-12, 2016.

PIRES, P. S.; SOLDATELI, M. **Avaliação da Qualidade Visual da Paisagem no Parque Estadual da Serra do Tabuleiro - SC: uma aplicação metodológica focada no uso público e na valorização turística.** In: 6º SEMINTUR. Anais do VI Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul. Universidade Federal de Caxias do Sul. Rio Grande do Sul, 2010.

PIROVANI, D. B.; SILVA, A. G.; SANTOS, A. R. **Análise da paisagem e mudanças no uso da terra no entorno da RPPN Cafundó, ES.** CERNE. v. 21 n. 1. p. 27-35. 2015.

PLANNUS, E. Plano Básico Ambiental (PBA). **Obras de adequação da capacidade e melhorias operacionais das BR-116 e BR-392, trecho Pelotas/RS-Rio Grande/RS.** 266p, 2006.

REZENDE, R. A. **Fragmentação da Flora Nativa como Instrumento de Análise da Sustentabilidade Ecológica de Áreas Protegidas – Espinhaço Sul (MG).** 215f. Tese (Doutorado em Evolução Curstal e Recursos Naturais) Departamento de Geologia, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2011.

RYTWINSKI, T.; FAHRIG, L. **Reproductive rate and body size predict Road impacts on mammal abundance.** Ecological Application, Washington, v.21, n.2, p. 589-600, Jan. 2011.

SANTANA, G. S. **Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados silvestres em rodovias da região central do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.** 23 de Agosto de 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal) Centro de Ciências Naturais e Exatas. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande do Sul. 2010.

- SANTOS, A. L. P. G.; ROSA, C. A.; BAGER, A. **Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil.** Biotemas, 25 (1), p.73-79. 2012.
- SEILER, A. **Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden.** Journal of Applied Ecology 42. p.371-382. 2005.
- SILVA JÚNIOR, S.B.S.; FERREIRA, M.A.G. **Rodovias em Áreas Urbanizadas na Percepção dos Pedestres.** Sociedade & Natureza. Uberlândia, 20: p.221-237. 2008.
- TEIXEIRA, F. Z. **Fauna atropelada: estimativas de mortalidade e identificação de zonas de agregação.** Janeiro de 2011. 58f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011.
- TROCMÉ, M. **Habitat Fragmentation Due to Linear Transportation Infrastructure: An Overview of Mitigation Measures in Switzerland.** Swiss Transport Research Conference. March p.15-17, 2006.
- TROMBULAK, S.C.; FRISSELL, C.A. **Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities.** Conservation Biology. v. 14. n.1. p.18-30. 2000.
- TURNER, M. **Landscape Ecology: what is the state of the science?.** Annual Review of Ecology, Evolutional and Systematics. v. 36, p. 319-344, 2005.
- ZIONI, S. M.; FREITAS, S. R. **Aspectos ambientais no Plano Nacional de Logística e Transporte do Brasil.** Desenvolvimento e Meio Ambiente. v. 35, p. 195-208, 2015.