



**Universidade Federal do Rio Grande  
Instituto de Oceanografia  
Programa de Pós Graduação em Gerenciamento  
Costeiro**



**JULIANA MUNOZ LISBÔA**

**Sistemas de Proteção à Fauna:  
Estudo do Caso BR 392, trecho entre Rio Grande e Pelotas (RS).**

Rio Grande  
2016

JULIANA MUNOZ LISBÔA

**Sistemas de Proteção à Fauna:  
Estudo do Caso BR 392, trecho entre Rio Grande e Pelotas (RS).**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós - Graduação em  
Gerenciamento Costeiro da  
Universidade Federal do Rio Grande,  
como requisito parcial à obtenção do  
título de MESTRE

**Membros do Comitê de Avaliação:**

Prof. Dr. Marcelo Dutra da Silva- Orientador

Prof. Dr. Cleber Palma Silva

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Dione Iara Silveira Kitzmann

Rio Grande  
2016

Banca examinadora

Prof. Dr. Marcelo Dutra da Silva- Orientador

Prof. Dr. Cleber Palma Silva

Prof<sup>a</sup>.Dr<sup>a</sup>. Dione Iara Silveira Kitmann

Prof. Dr. Maurizio Silveira Quadro

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer, primeiramente a Deus pelas oportunidades oferecidas a mim durante todo o percurso da vida, oportunidades estas que me permitiram chegar até aqui.

Dedico este trabalho a meus pais, Almir e Rita, por todo o apoio, carinho e dedicação á mim. Sem vocês nada disso seria possível.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Marcelo Dutra da Silva pelo incentivo durante a realização deste trabalho. Agradeço mais ainda pela enorme paciência dedicada á mim durante todos esses meses. Obrigada, do fundo do coração, Marcelo!

Agradeço a FURG pela oportunidade de estudo e aos professores do PPGC que, através de suas aulas, contribuíram muito para a realização deste trabalho.

Agradeço aos meus colegas do LEPCost, em especial a Marília, por ter me acompanhado tão de perto, e ao Rafael (Gohan) pelo apoio e por todas as conversas “aleatórias” que deixavam minha alma mais leve em dias difíceis. Vocês são demais!

Agradeço aos amigos que, mesmo de longe, seguiram torcendo por mim. A energia positiva de vocês me ajudou a seguir em frente.

Por fim, gostaria de agradecer a todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização desta dissertação, mesmo que muitos deles não estejam cientes da importância que tiveram.

## RESUMO

A BR-392, principal via de acesso terrestre ao Porto de Rio Grande, apresenta um importante papel na economia do País, além de abrigar importantes ambientes da Planície Costeira do Rio Grande do Sul em seu entorno. Durante a duplicação do trecho que liga as cidades de Rio Grande e Pelotas, a rodovia recebeu medidas mitigatórias que visam à minimização de seus efeitos sobre o ambiente natural, entre as quais estão as passagens de fauna. Visando uma melhor compreensão dos ambientes que circundam a rodovia, foi realizado um estudo métrico da paisagem do local utilizando-se conceitos da Ecologia de Paisagens, bem como a identificação e monitoramento dos dispositivos de passagem de fauna instalados na rodovia após a duplicação. A análise revelou um cenário que, embora amplamente antropizado, ainda abriga importantes remanescentes do espaço natural. Em relação às passagens de fauna, ao todo foram contabilizadas 10 (dez) dispositivos, além de telas direcionadoras que têm por objetivo diminuir as taxas de atropelamento de fauna. Entretanto, falhas no projeto de engenharia, na disposição das passagens de fauna, bem como na manutenção das mesmas podem estar comprometendo seu funcionamento, uma vez que estes são fatores determinantes para garantir sua eficácia. Todas as passagens de fauna encontram-se associadas à ambientes úmidos, desconsiderando outros ambientes também importantes como hábitat de diversas espécies da fauna local. 7 (sete) apresentaram falhas no telamento além de falta de iluminação. Além disso, a dificuldade de acesso à informação imposta pelos órgãos responsáveis pela gestão da rodovia cria obstáculos que dificultam a realização de novas pesquisas que visem a correção das medidas utilizadas, bem como na prevenção de erros na execução de futuros projetos rodoviários.

Palavras Chave: Ecologia de Paisagens; Rodovias; Sistemas de proteção à fauna; BR-392;

## ABSTRACT

The BR-392 highway, main terrestrial way access to Rio Grande's Harbor, plays an important role in the country's economy, as it also hosts important environments of the Coastal Plain of Rio Grande do Sul and its surroundings. During duplication in the stretch connecting the cities of Rio Grande and Pelotas, this road received mitigation measures that aims to minimize its effects on the natural environment, including the fauna's crossing. To a better understanding of the road's surrounding environments, a metric study of the local landscape was developed using Landscapes Ecology's concepts, and the identification and monitoring of fauna's crossing devices installed on the road after the duplication. The analysis revealed a scenery that, although highly anthropized, still shelters important remainings of natural environment. About the fauna's crossing, altogether were counted 10 (ten) devices, besides net drivers that intend to decrease the fauna's running over rates. However, failures in engineering project in both, disposing and maintenance of the fauna's crossings, may be compromising its work, once they are determinant factors to ensure their effectiveness. All fauna's crossing are associated to wetlands, disregarding other environments also important as habitat to several species of the local fauna. Seven showed netting failure beyond poor lighting. Furthermore, difficulties to access information due to obstacles imposed by the road's management agencies impedes the development of new researches who aim the accuracy of the used methods, also preventing errors executing future road projects.

Key-words: Landscapes Ecology; Roads; Fauna Protection Systems; BR-392

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	16
2.1.O Estudo da Paisagem e a Fragmentação por Rodovias .....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4.1.Análise Métrica do Trecho.....	26
4.2. Análise das Passagens de Fauna.....	31
4.2.1 Região 1 .....	32
4.2.2 Região 2 .....	36
4.2.3 Região 3 .....	40
4.2.4 Levantamento das falhas encontradas .....	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	46
6. CONCLUSÕES .....	48
7. REFERÊNCIAS.....	50
ANEXOS .....	57

## Lista de Ilustrações

Figura 1: Malha rodoviária presente na Planície Costeira do Rio Grande do Sul .....	13
Figura 2: Localização da Área de Estudo.....	15
Figura 3: Buffer e distribuição das passagens de fauna, sobre o trecho da BR-392. ....	23
Figura 4: Disposição das Regiões de passagens de fauna sobre o trecho de estudo. ....	25
Figura 5 Figura 5 – Análise da porcentagem de área de classes (CA) no entorno da BR-392. ....	27
Figura 6: Análise de Tamanho e Densidade das Manchas por Classe no entorno da BR-392, trecho entre Rio Grande e Pelotas. (A) MPS - Tamanho Médio das Manchas; (B) NumP- Número de Manchas; (C) PScov - Coeficiente de Variância entre o Tamanho das Manchas; (D) PSDD - Desvio Padrão do Tamanho das Manchas. ....	29
Figura 7: Análise de Forma das Manchas por Classe no entorno da BR-392, trecho entre Rio Grande e Pelotas. (A) MSI – Média do Índice de Forma das Manchas; (B) MPFD - Média da Dimensão Fractal das Manchas.....	30
Figura 8: Análise de Borda das Manchas por Classe no entorno da BR-392, trecho entre Rio Grande e Pelotas. (A) TE- Total de Borda; (B) ED – Densidade de Borda.....	31
Figura 9: Localização da Região 1 e dos Passa-faunas nela instalados.....	33
Figura 10: (A) Passa-fauna nº 1 (B) Ausência de passagem seca sob uma das vias (C) e (D) Falta de telamento nas margens da rodovia. ....	34
Figura 11: (A) <i>Didelphis albiventris</i> atropelado no Km 27+500; (B) <i>Didelphis albiventris</i> atropelado no Km 25+ 600; (C) <i>Didelphis albiventris</i> atropelado no Km 30 + 100(D) Duto de drenagem triplo no Km 26+000. ....	35
Figura 12: Localização da Região 2 e dos Passa-faunas nela instalados.....	36
Figura 13: (A) Passa-fauna duplo instalado no Km 35+800; (B) Passa-fauna duplo instalado no Km 36+800; (C) Passa-fauna simples instalado na Região 2, no Km 38+640; (D) Passa-fauna duplo instalado no Km 41 + 600;.....	37
Figura 14: (A) Falta de tela no passa-fauna nº 3, localizado no Km 36+800; (B) Tela danificada no passa-fauna nº 5, localizado no Km 41+497; (C) Malha da tela instalada em toda a rodovia; (D) Duto de Drenagem instalado na Região 2, no Km 36+500.....	38

Figura 15: (A) Tela enterrada a apenas 2 cm do solo; (B) Serpente atropelada em frente ao passa-fauna nº 3, no Km36+800; (C) Quelônio atropelado próximo ao passa-fauna nº 4, no Km 38+640; (D) Falta de tela às margens da rodovia nas proximidades do passa-fauna nº 4. .... 40

Figura 16: Localização da Região 3 e dos Passa-faunas nela instalados..... 41

Figura 17: (A) Passa-fauna duplo nº 9, localizado no Km 51+780; (B) Passagem de gado localizada no Km 49+060; (C) Passa-fauna nº 8, localizado no Km 51+ 156, parcialmente obstruído pela vegetação; (D) Passa-fauna nº 10, localizado no Km 57+500, totalmente obstruído pela vegetação. .... 42

Figura 18: (A) Passa-faunas nº 8, localizado no Km 51+155, alagado após período chuvoso; (B) Passa-faunas nº 7, localizado no Km 49+255, permanentemente alagado; (C) Quelônio atropelado na Região 3; (D) Telamento central danificado no Passa-fauna nº 9, localizado no Km 51 + 780. .... 43

Figura 19: Esquema mostrando (A) as passagens de fauna instaladas na BR-392 e (B) como deveriam ser as passagens de acordo com documentos publicados no período anterior à duplicação..... 45

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Análise Métrica no Plano de Classes no entorno dos Lotes 2 e 3 da BR-392.....	26
Tabela 2: Análise Métrica no Plano de Paisagem no entorno dos Lotes 2 e 3 da BR-392.....	27

## **Lista de Quadros**

Quadro 1: Descritores métricos da paisagem. ....	23
--	----

## 1. INTRODUÇÃO

Devido á ampla gama de serviços ecossistêmicos oferecidos, as regiões costeiras vêm apresentando, além da inquestionável importância ecológica, uma crescente relevância econômica que faz com que cada vez mais estes ambientes sejam pressionados por uma grande diversidade de atividades e interesses. De acordo com Tagliani (2002), estas regiões vêm tendo seu papel estratégico aumentado em função de sua riqueza de recursos bióticos e minerais, fazendo com que haja uma valorização da sociedade em relação a importância destes ambientes.

Entretanto, o crescente interesse econômico relacionado aos ambientes costeiros no Brasil - sobretudo o desenvolvimento ligado ás atividades portuárias – vem impactando cada vez mais as zonas costeiras, já que mesmo as atividades desenvolvidas em ambientes marinhos, tais como a pesca industrial ou atividades ligadas à indústria de petróleo e gás, exigem bases de apoio em terra, de modo a garantir o escoamento de seus produtos, além da distribuição de insumos (MMA, 2010). Entre as principais bases do desenvolvimento econômico estão as rodovias.

Apesar de fundamentais, rodovias podem ser altamente impactantes ao ambiente, uma vez que modificam o espaço, fragmentam paisagens e agem diretamente sobre os seres vivos em seu entorno. A fragmentação dos habitats é considerada uma das principais ameaças à biodiversidade atualmente, pois diminui e isola as áreas propícias à sobrevivência de determinadas populações, sendo responsável por extinções específicas e aleatórias, cujos riscos tendem a aumentar em função da diminuição da população. A área de um fragmento, bem como seu isolamento em relação aos outros, estão intimamente ligados à perda da biodiversidade, pois quanto menor a área de um fragmento, menor serão as condições mínimas para a sobrevivência de uma população, além disso, as espécies que conseguem sobreviver em fragmentos isolados tendem a se tornar dominantes, o que contribui para a diminuição da uniformidade biológica (METZGER, 1999).

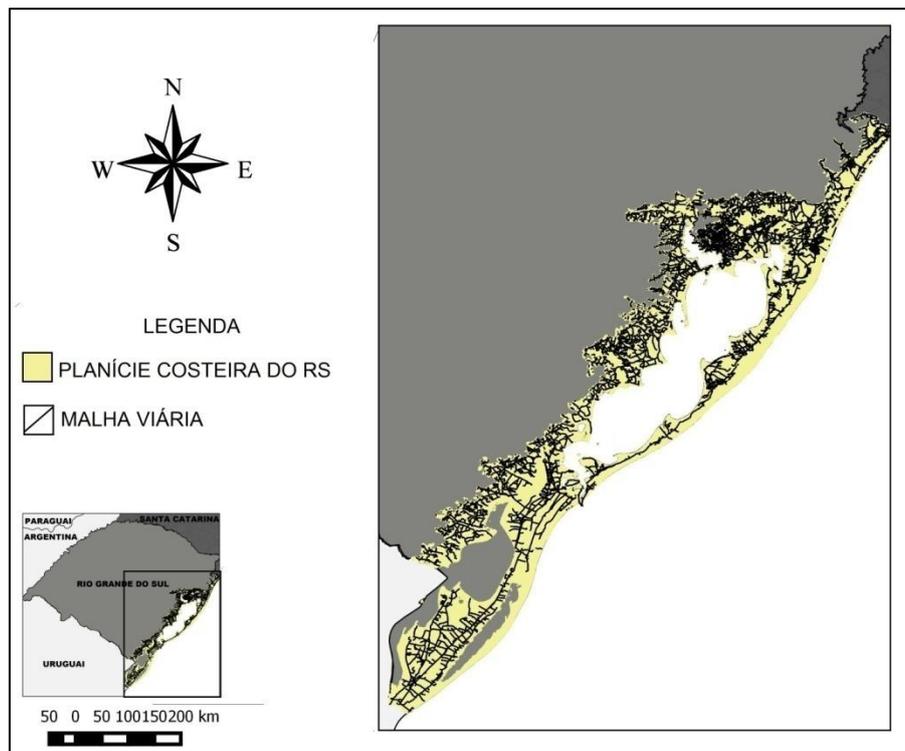
Embora o atropelamento da fauna seja um dos aspectos mais notáveis em relação aos prejuízos causados pelas rodovias à biodiversidade, seus

efeitos negativos podem ir muito além já que sua construção, através da dissecação da paisagem, altera, fragmenta e isola habitats, reduz o tamanho das populações e contribui para a introdução de espécies exóticas no ambiente (GOOSEM, 2007).

Quando a fragmentação é inevitável, tornam-se necessárias medidas que impeçam o isolamento absoluto dos fragmentos (TABARELLI e GASCON, 2005) e, no Brasil, uma das principais medidas adotadas para mitigar os impactos rodoviários ao ambiente é a instalação de estruturas que permitam a travessia segura dos animais sobre ou sob a pista de rodagem, os chamados Passa-faunas que, quando corretamente posicionados e conservados, contribuem para a diminuição dos prejuízos causados à fauna em função do obstáculo imposto pela rodovia em seu meio natural (GAISLER *et al*, 2009; FREITAS, 2010; GIACOBONI *et al*, 2012).

O Rio Grande do Sul, em seus 620 Km de faixa de costa, além da diversidade de paisagens naturais que representam habitats para diversas espécies, conta com uma extensa malha rodoviária (Figura 1) que, em função do desenvolvimento da economia do país nos últimos anos, vem sendo ampliada.

Figura 1: Malha rodoviária presente na Planície Costeira do Rio Grande do Sul



Fonte: da autora

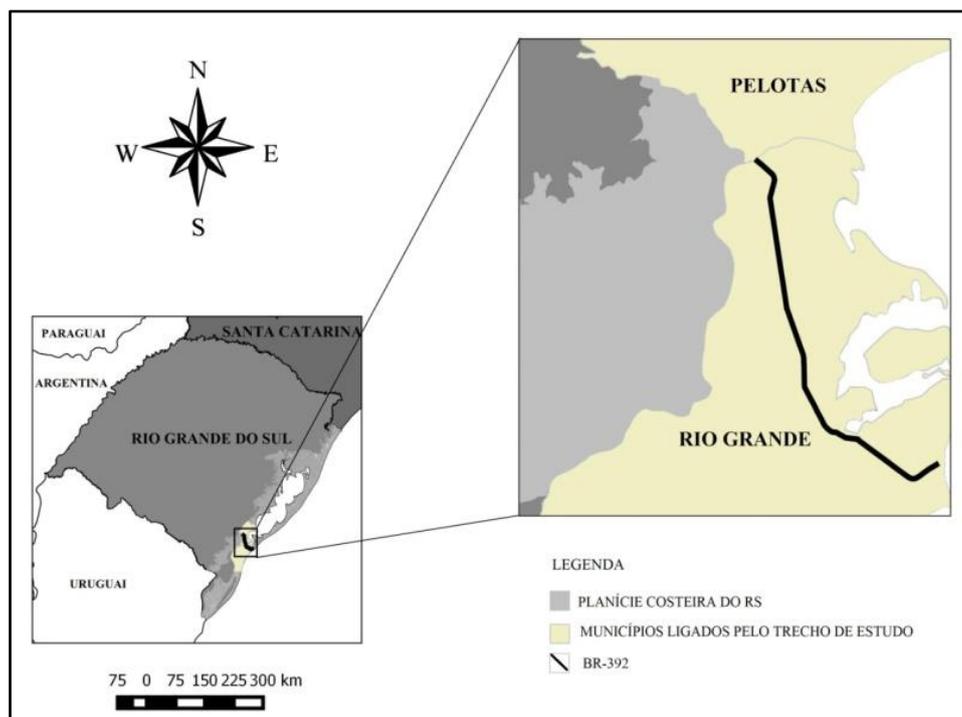
O processo de ampliação e duplicação de rodovias na Planície Costeira do Rio Grande do Sul pode ser evidenciado observando-se o caso da BR-392, no trecho que liga os municípios de Rio Grande e Pelotas: representando a principal via de acesso rodoviário ao porto do Rio Grande, a rodovia liga o extremo sul do estado do Rio Grande do Sul aos principais centros produtores e consumidores do Brasil e também aos demais países do MERCOSUL (PLANNUS, 2006).

Devido a tal importância econômica, em 2004, dando início aos esforços para a duplicação da BR-392 – cujo primeiro projeto foi elaborado e entregue na década de 70 -, foi realizado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte (DNIT) o Estudo do Impacto Ambiental e o seu respectivo Relatório do Impacto Ambiental (EIA/RIMA), previstos pela Resolução nº 01/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), contendo um diagnóstico do meio físico, biótico e social da região das obras, bem como uma avaliação dos impactos ambientais nesses meios. Logo após, em 2005, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) concedeu a licença prévia para o empreendimento (BARROS, 2013) e em 2009 começaram as obras de duplicação da rodovia.

Se por um lado a duplicação da BR-392 gerou melhorias nas bases econômicas, por outro acabou intensificando a pressão sobre os ambientes naturais em função do aumento do fluxo de veículos.

Diante do cenário de divisão do espaço costeiro, na expectativa de retratar a dissecação dos ambientes pelo traçado da rodovia, o trabalho dará foco ao trecho duplicado da BR 392, entre Rio Grande e Pelotas (Figura 2).

Figura 2: Localização da Área de Estudo



Fonte: da autora

Esse segmento da malha, compreendido entre os Km 8,7 e Km 59, corta diversos ambientes característicos da zona costeira, tais como matas de restinga ou palustres, marismas, campos secos e também áreas de banhados que permanecem temporariamente alagados (EIA 2004). A riqueza de ambientes desta região abriga muitas espécies, entre as quais algumas se encontram sob o risco de extinção como o *Leopardus geoffroyi* (SOARES *et al.* 2006; INDRUSIAK e EIZIRIK 2003) e a *Lontra longicaudis* (HENGEMÜHLE e CADEMARTORI, 2008; LAURENTINO e SOUSA, 2014).

Admitindo-se que as rodovias representam indispensável papel econômico e social no mundo, torna-se cada vez mais necessária a adoção de estratégias que visem a identificação e o diagnóstico dos ambientes impactados por elas, para, através desta análise, propor estratégias que se destinem a diminuir os impactos já existentes e, ao mesmo tempo, evitar novos impactos. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo entender o processo de fragmentação costeira por rodovias, além de avaliar as medidas utilizadas para a mitigação deste processo, tendo como modelo o estudo da BR-392, trecho entre Rio Grande e Pelotas.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1.O Estudo da Paisagem e a Fragmentação por Rodovias**

Formada por um conjunto de ambientes naturais e antrópicos, o termo PAISAGEM é definido pelo Dicionário Aurélio (2008), como “a extensão de território que se abrange em um lance de vista”, entretanto, dependendo do contexto em que é utilizada, a palavra paisagem pode adquirir diferentes significados.

Introduzido como termo científico-geográfico por Alexander von Humboldt no século XIX, “Paisagem”, até então entendida somente sob o ponto de vista estético ou como parte do ambiente físico, passou a ter uma conotação geográfico-espacial, já que Humboldt, assim como outros cientistas, buscava um maior entendimento sobre a dinâmica de funcionamento da natureza (NUCCI, 2007; CENE, 2009).

Buscando compreender questões relacionadas ao uso da terra através da interpretação de fotografias aéreas e interpretações de paisagens, Carl Troll em 1939, propôs a unificação de conceitos e campos de trabalho da geografia em relação às paisagens e da ecologia em relação aos ambientes naturais, criando uma disciplina científica que denominou como Ecologia de Paisagens ou Geoecologia (SIQUEIRA *et al.* 2013).

Baseada nas teorias da Biogeografia e de Metapopulações, que enfatizam a importância da conectividade, a Ecologia de Paisagens possui duas abordagens distintas, uma geográfica e outra ecológica. A abordagem geográfica pode ser entendida como uma disciplina holística, com ênfase nas paisagens culturais e uma preocupação maior com o planejamento do território, integrando ciências sociais, geofísicas e biológicas. Já a abordagem ecológica possui uma maior ênfase no estudo de paisagens naturais e na aplicação de conceitos voltados para a conservação da biodiversidade e na gestão dos recursos naturais. De uma forma geral, a abordagem geográfica da Ecologia de Paisagens diz respeito ao espaço em geral, enquanto a abordagem ecológica trata das espécies (ABRA, 2012; METZGER, 2001, SIQUEIRA *et al.*2013).

A paisagem de um local pode ser entendida como um conjunto de habitats, desde os mais naturais até os mais atingidos pela ação antrópica sendo, portanto, o resultado da interação entre componentes naturais e

introduzidos. Neste sentido, a Ecologia de Paisagens busca compreender as mudanças trazidas pelo processo antrópico no ambiente como um todo, uma vez que apresenta escalas de trabalho amplamente variáveis (FILHO, 1998; DIEGUES, 2000; METZGER, 2001; RITTER e MORO, 2012.), permitindo estudos que variam desde uma simples descrição, até uma análise detalhada de seus elementos (PIRES, 1993).

Em uma maior escala, a valoração de elementos da paisagem torna-se uma técnica útil para a identificação de componentes predominantes na mesma, bem como para o reconhecimento de elementos que depreciam sua qualidade visual, podendo ser utilizada em processos de diagnóstico ambiental (BOBROWSKI *et al.* 2010; PIRES e SOLDETI, 2010).

Em uma escala menor, o padrão estrutural de uma paisagem é composto por três tipos de elementos denominados manchas, corredores e matriz. As desigualdades destes elementos em relação a sua forma, tamanho e homogeneidade dentro de uma mesma paisagem, torna-os importantes instrumentos para o planejamento e gestão de territórios, uma vez que através da análise espacial é possível compará-los (DRAMSTAD *et al.*, 1996). Desta forma, a análise da paisagem para estudos ambientais torna-se cada vez comum nos dias atuais, em função tanto de sua eficiência para a determinação de diretrizes de uso adequado do solo, quanto da popularização de softwares cada vez mais complexos que surgem a cada dia. Utilizando-se de descritores específicos ou métricas, a análise espacial da paisagem trabalha com as relações espaciais estabelecidas dentro do espaço/paisagem analisado. (LANDOVSKY *et al.* 2006; BLASCHKE e LANG, 2009).

Métricas de paisagem são algoritmos que, dentro de um determinado contexto, permitem avaliar e classificar características de um cenário multidimensional complexo, associado à noção de paisagem. (MCGARIAL, 2012; REZENDE, 2011; LEITÃO E AHERN, 2002; TURNER, 2005; CARRÃO, 2002).

Divididas em duas categorias, as métricas de paisagem podem quantificar tanto a composição – referindo-se a características ligadas à variedade e abundância de diferentes padrões de manchas na paisagem, sem referência aos atributos espaciais – quanto à configuração do mapa, requerendo, neste caso, a informação espacial para a realização dos cálculos

(MCGARIGAL E MARKS, 1995; GUSTAFSON, 1998).

Entre as métricas existentes, aquelas 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, normalmente, subestimados em relação à sua relevância ambiental, podem desempenhar um importante papel ecológico facilitando o fluxo de espécies e contribuindo para a funcionalidade da paisagem (ALMEIDA, 2008; JUVANHOL, 2001).

Apesar de existir naturalmente, a fragmentação da paisagem vem se intensificando em função das ações antrópicas, alterando sua configuração espacial e interferindo negativamente sobre as comunidades biológicas (REZENDE, 2011) e, entre seus agentes causadores, as rodovias ocupam lugar de destaque.

Normalmente associadas a benefícios sociais e econômicos, a construção de empreendimentos lineares – estradas, rodovias e ferrovias -, constitui-se como um importante elemento de desenvolvimento. Entretanto, nas últimas décadas, a expansão de projetos rodoviários, associada com o aumento do número de veículos em circulação tem intensificado os efeitos negativos das rodovias sobre a biodiversidade, uma vez que estas podem agir em nível de população, comunidade e ecossistemas, gerando impactos a curto, médio e longo prazo em diferentes escalas geográficas e intensidades (BAGER e GRILO, 2013).

Independente de sua extensão, rodovias geram significativos impactos ecológicos, modificando e dissecando a paisagem natural, fragmentando habitats naturais, subdividindo populações, levando a perda da diversidade biológica, beneficiando espécies generalistas e invasoras, alterando o escoamento da água e o transporte de sedimentos, e transformando o uso do solo. (GOOSEM, 2007; POLLETO, 2002). Além do conhecido efeito barreira imposto pelo obstáculo da pista, estudos indicam que rodovias podem afetar o comportamento da fauna de outras formas, como no caso de algumas espécies de aves que têm seu sucesso reprodutivo afetado em função dos ruídos provenientes do tráfego de veículos, já constatado em estudos sobre aves da Holanda (REIJNEN *et al.* 1995, 1997; REIJNEN e FOPPEN, 2006)

Baseada nas demandas sobre estudos de impactos ambientais

causados por rodovias em áreas naturais surgiu um novo campo de conhecimento denominado Ecologia de Estradas, firmando-se como uma disciplina em 2003, quando Richard Forman publicou seu livro intitulado “*Road Ecology: Science and Solutions*” (ABRA, 2012; BECKMANN *et al*, 2010).

Com base na Ecologia de Paisagem, a Ecologia de Estradas busca a integração entre rodovias e a paisagem em que estas estão inseridas, de modo que a distribuição espacial dos ecossistemas e a conectividade entre eles são questões importantes a serem consideradas para que a construção de rodovias gere menos impactos, sobretudo em relação à movimentação natural da fauna pelo ambiente (ABRA, 2012).

Em se tratando de medidas para a diminuição dos impactos ambientais causados por rodovias, pode-se afirmar que as mais eficientes são as de caráter preventivo, ou seja, uma malha rodoviária que evite cortar áreas onde haja grande diversidade de espécies, de modo a não interferir sobre os hábitos e comportamentos das mesmas. Em países do Hemisfério Norte e na Austrália, a construção de túneis e elevados é uma medida bastante utilizada para evitar que rodovias dissequem os ambientes naturais. No entanto, apesar de eficientes, estas são medidas de custo financeiro elevado, o que as torna inviáveis em alguns casos (FREITAS, 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 e mais utilizada em rodovias brasileiras, em se tratando de mitigação de impactos rodoviários ao meio ambiente.

Passagens de fauna ou, simplesmente, passa-faunas, são estruturas planejadas e instaladas de forma a funcionar como corredores lineares, permitindo que a fauna se movimente sem entrar em contato com a rodovia e reduzindo, desta forma, o efeito barreira causados pela estrada (GAISLER *et al*, 2009; GIACOBONI *et al*, 2012). Normalmente, a utilização destas estruturas é combinada com a utilização de telas, de forma a induzir o deslocamento do animal para o passa-fauna, sendo este o único meio da fauna atravessar a pista em segurança (FREITAS, 2010).

Existem vários tipos de estruturas para a travessia de fauna, entre as quais se podem citar as passagens aéreas – estruturas instaladas sobre as

rodovias de modo a permitir a travessia de primatas e outras espécies arborícolas sobre a pista – além da construção de passagens secas sob as pontes. Entretanto, as estruturas mais utilizadas no Brasil correspondem a bueiros celulares colocados sob a pista, sendo estes denominados Passagens Inferiores de Fauna (PIFs). Normalmente, os PIFs correspondem a estruturas de concreto e suas dimensões devem adaptar-se ao porte da fauna existente no local de instalação, sendo recomendado pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), atualmente, a dimensão mínima de 2 x 2m (SILVA JÚNIOR *et al*, 2014).

De acordo com Beckmann *et al.*(2010), em muitos casos, não há necessidade de se instalar novas passagens de fauna, podendo-se utilizar os dispositivos destinados a conexão hídrica para promover a travessia da fauna sob a pista, desde que os mesmos recebam as adaptações necessárias para desempenhar tal função. Nestes casos, a principal adequação relaciona-se a instalação de estruturas – normalmente, rampas e pontes – que permitam a travessia de animais vertebrados terrestres sem, no entanto, interferir no escoamento adequado da vazão de dimensionamento do projeto (SILVA JÚNIOR *et al*, 2014).

Sejam quais forem as medidas adotadas para garantir a conexão entre os ambientes que circundam a rodovia e evitar a perda da fauna por atropelamento, a manutenção das mesmas é indispensável para garantir sua eficácia. Questões ligadas à limpeza regular das passagens são de extrema importância, a fim de se garantir a luminosidade dos dispositivos, crucial para sua utilização por determinadas espécies (ARESCO, 2003). Além disso, as telas devem ser sistematicamente monitoradas para evitar buracos que sirvam de acesso à rodovia para os animais, já que, nestes casos além de ser tornar ineficaz, a presença de tela pode agravar o problema, já que os animais que conseguem transpô-la ficam presos na pista e, desta forma, mais suscetíveis ao atropelamento (FREITAS, 2010; MATA *et al*, 2008).

No Brasil, embora o primeiro grande impulso ao desenvolvimento rodoviário tenha ocorrido entre as décadas de 50 e 60, durante o governo de Juscelino Kubitschek (SILVA JÚNIOR e FERREIRA, 2008), somente a partir da década de 80 foram instituídas leis que determinassem a realização do Estudo de Impacto Ambiental para o licenciamento de atividades

potencialmente poluidoras e, apenas em 1997 a Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro incluiu rodovias como atividades promotoras de degradação ambiental e sujeitas a licenciamento ambiental. Neste contexto, fica claro que todos os empreendimentos rodoviários realizados no período anterior a 1997 não consideraram as questões ecológicas, causando, desta forma, impactos que poderiam ter sido previamente supostos e prevenidos.

Em 2011 foram publicadas duas portarias, uma pelo Ministério do Meio Ambiente (Brasil/MMA nº 420 de 26 de outubro de 2011) e outra pelo Ministério dos Transportes (Brasil/Interministerial nº 423 de 26 de outubro de 2011), prevendo a regularização e o licenciamento de rodovias federais pavimentadas construídas antes da exigência de licenciamento ambiental. Baseada na publicação destas portarias, a estimativa é que até 2031 sejam avaliados os impactos causados por 55.000 Km de rodovias e propostas medidas mitigatórias que visem, principalmente, diminuir os impactos causados por atropelamento de fauna e aumentar a conectividade dos ambientes.

Embora a publicação de resoluções e portarias relacionadas à gestão ambiental de projetos lineares seja considerada 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, perdendo-se, desta forma, a dimensão ambiental no processo de criação de políticas públicas e planejamento (ZIONI e FREITAS, 2015). Um bom exemplo pode ser evidenciado na BR-471, no Rio Grande do Sul: em 1998, visando solucionar o alto índice de atropelamentos registrado no local, foi instalado na área que compreende a Estação Ecológica do Taim (ESECTAIM) o Sistema de Proteção à Fauna (SPF), contando com 19 túneis, telas de proteção, sinalização e controladores de velocidade. Entretanto, problemas relacionados, principalmente, à manutenção e a adequação do SPF às particularidades do trecho e da fauna local, revelaram a ineficiência do mesmo em alguns trechos, evidenciando a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o tema, sobretudo, em relação ao ambiente onde a rodovia está inserida, para assim possibilitar a adoção de as medidas apropriadas para a minimização de seus efeitos (BAGER, 2003).

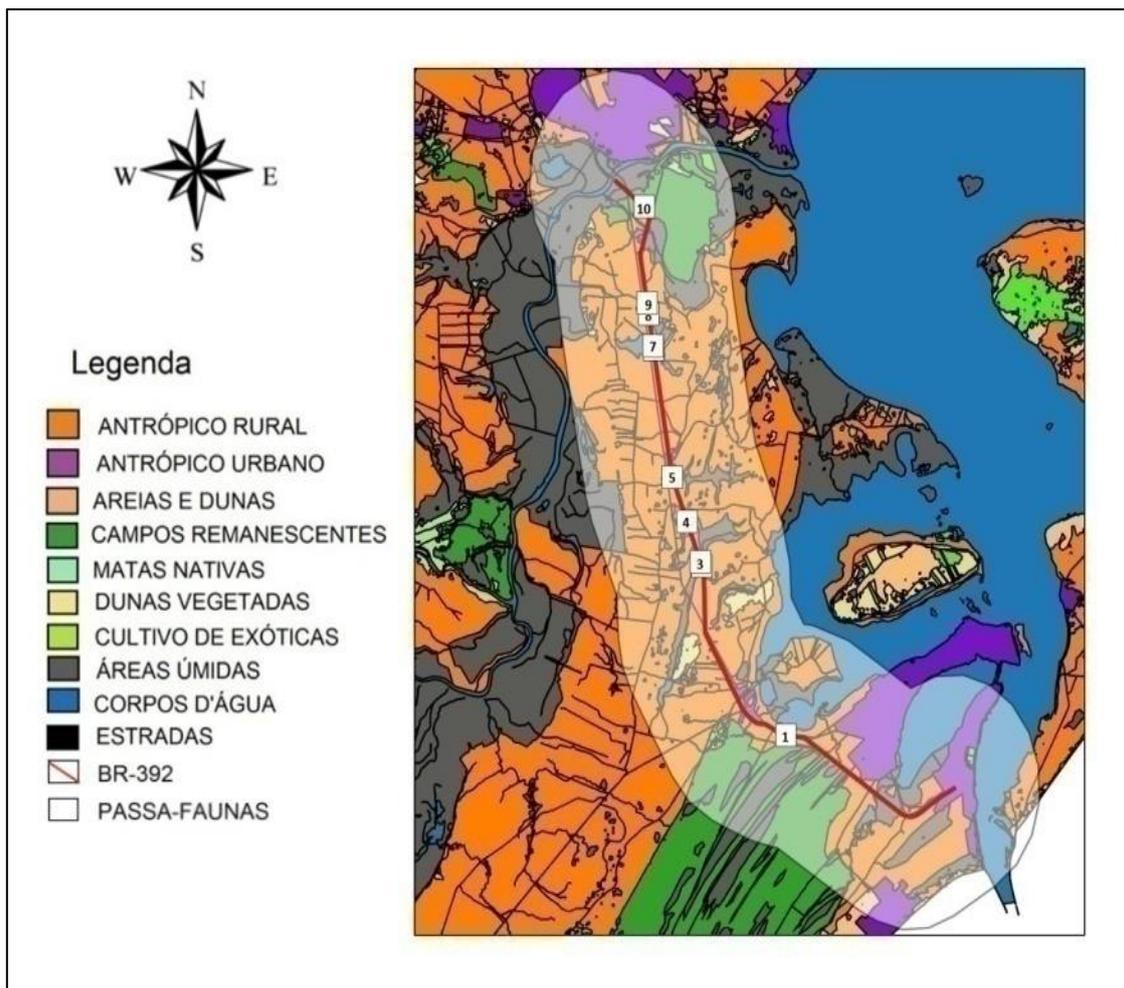
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Embora a BR-392 tenha sido dividida em quatro (4) lotes, este trabalho dará foco apenas aos lotes inseridos dentro do município de Rio Grande, sendo estes os Lotes 2 – do Km 35,6 ao Km 60,7 – e 3 – do Km 8,7 ao Km 35,6.

Para a descrição das fisionomias que compõem a paisagem dissecada pela BR-392, no trecho compreendido entre Rio Grande e Pelotas, utilizou-se o levantamento de uso e ocupação de solo, desenvolvido a partir de imagens orbitais Landsat5 Sensor TM, do ano de 2011, conforme a classificação gerada por Lima (2014), que categorizou as paisagens da planície costeira do Rio Grande do Sul em dez (10) classes: antrópico rural, antrópico urbano, areias e dunas, campos remanescentes, corpos hídricos, cultivos florestais, dunas vegetadas, estradas, matas nativas e áreas úmidas.

A delimitação da área de estudo foi feita com a utilização do *software Quantum GIS 2.8.2*, com o qual foi aplicado um *buffer* de 6 Km de distância a partir do centro da via, de modo a cobrir todos os ambientes dissecados pela mesma. Todas as passagens de faunas, ao longo do trecho, consideradas passagens oficiais, pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), foram numerados e dispostos sobre a base de dados de acordo com sua posição geográfica (Figura 3).

Figura 3: Buffer e distribuição das passagens de fauna, sobre o trecho da BR-392.



Fonte: da autora

A análise métrica do trecho foi realizada pelo plugin *Patch Analyst 5.4* para ArcMap, na qual foram empregados os descritores apresentados no Quadro 1.

Quadro 1: Descritores métricos da paisagem.

Tipo de Análise	Nível da análise	Nome	Abreviação	Descrição	Unidade
Métrica de número	Classes e Paisagem	Número de manchas	NumP	Total de manchas de uma classe, ou da paisagem	Adimensional
Métricas de área	Paisagem	Área total da paisagem	TLA	Extensão total da paisagem.	Hectares
	Classes	Área da classe	CA	Somatório das áreas de todas as manchas da mesma classe.	Hectares
	Classes e Paisagem	Tamanho médio das manchas	MPS	Média do tamanho das manchas.	Hectares

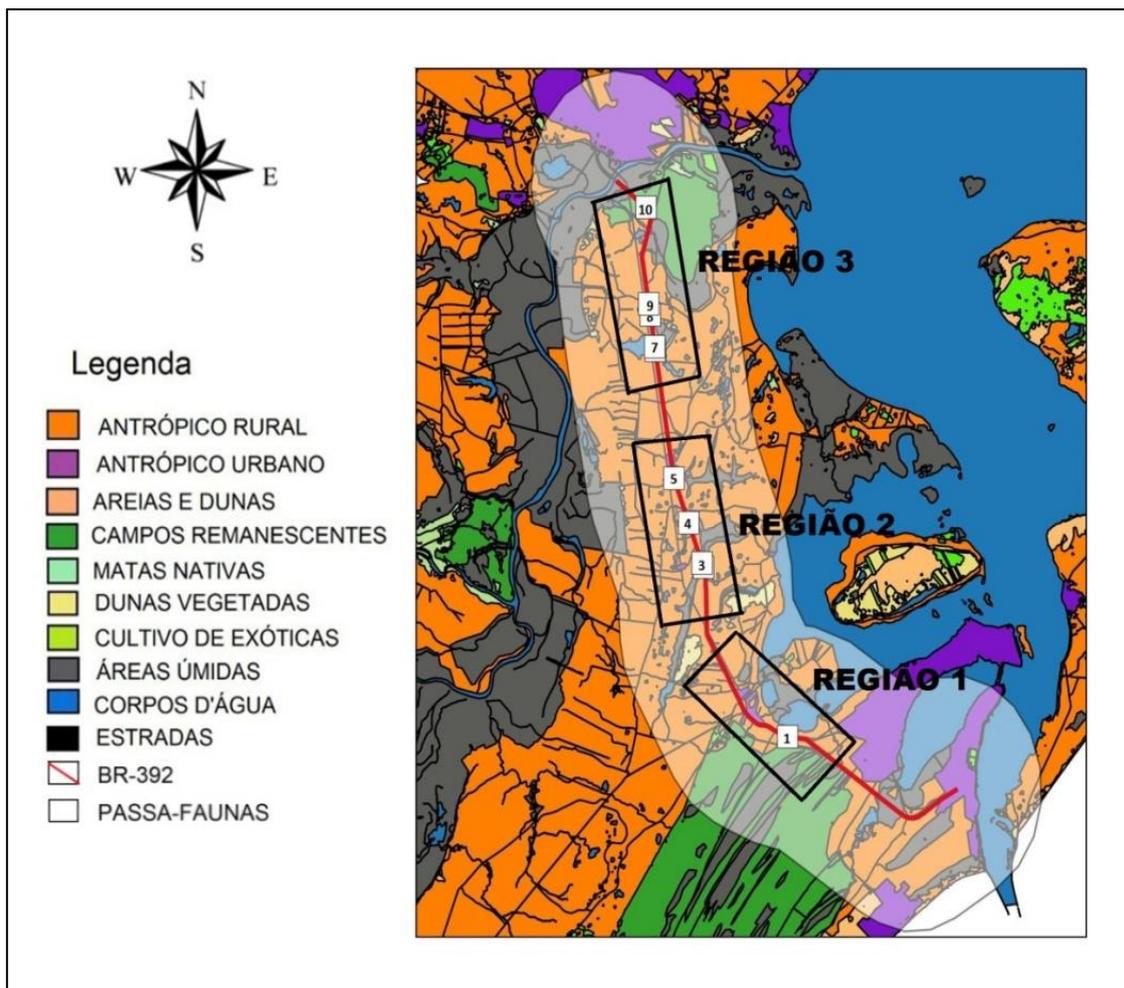
	Classes e Paisagem	Desvio padrão do tamanho das manchas	PSSD	Mede o desvio existente em relação à média do tamanho das manchas.	Hectares
	Classes e Paisagem	Coefficiente de variância do tamanho das manchas	PSCoV	Coefficiente de variação do tamanho das manchas.	Hectares
Métricas de borda	Classes e Paisagem	Total de bordas	TE	Somatório dos perímetros de todas as manchas da mesma classe.	Metros
	Classes e Paisagem	Densidade de bordas	ED	Calcula o tamanho das bordas em relação à área total da paisagem.	Metros/Hectares
Métricas de Forma	Classes e Paisagem	Média do índice de forma	MSI	Média do índice de complexidade da mancha considera o perímetro e área da mancha e a compara com formas simples.	Adimensional
	Classes e Paisagem	Média da dimensão fractal das manchas	MPFD	Média do índice que revela a complexidade da forma das manchas em relação ao tamanho do total das manchas.	Adimensional
Métricas de diversidade	Paisagem	Índice de diversidade de Shannon	SDI	Define a diversidade da paisagem considerando as classes representadas e o padrão de distribuição das manchas.	Adimensional
	Paisagem	Índice de uniformidade de Shannon	SEI	Analisa a distribuição das classes na paisagem sem levar em conta a riqueza.	Adimensional

Fonte: Adaptado de JuvanhoL et al (2011).

Em relação ao registro dos passa-faunas, após serem dispostos sobre a base de dados, com o objetivo de favorecer a interpretação de seu contexto ambiental, os mesmos foram agrupados em três (3) regiões, formadas conforme sua localização e proximidade (Figura 3):

- Região 1: compreendida entre o Km 18 e o Km 28, contém o passa-fauna nº 1.
- Região 2: compreendida entre o Km 33 e o Km 43, contém os passa-faunas nº 2, nº 3, nº 4 e nº 5.
- Região 3: compreendida entre o Km 48 e o Km 58, contém os passa-faunas nº 6, nº 7, nº 8, nº 9 e nº 10.

Figura 4: Disposição das Regiões de passagens de fauna sobre o trecho de estudo.



Fonte: da autora

A caracterização de cada dispositivo baseou-se em monitoramentos feitos entre os meses de janeiro e dezembro de 2015, onde se buscou analisar cada passa-fauna em relação as suas dimensões, telamento isolador, passagem seca para vertebrados terrestres, luminosidade, alagamento e tipo de ambiente que busca conectar (ANEXO 1).

Procurou-se, ainda, entrar em contato via documento oficial com os órgãos DNIT e Instituto Nacional do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), além da empresa Serviços Técnicos de Engenharia S.A. (STE) e da concessionária EcoSul, todos envolvidos no processo de duplicação e/ou gestão ambiental da BR-392, de forma a compreender os processos que nortearam a tomada de decisões em relação a distribuição dos dispositivos

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise Métrica do Trecho

A análise métrica empregada revelou que o trecho de estudo representa perfeitamente os ambientes que compõem a Planície Costeira do Rio Grande do Sul, uma vez que as 10 (dez) classes possíveis, de acordo com a classificação de Lima (2014), foram encontradas no entorno da rodovia.

A grande quantidade de manchas presentes no trecho - totalizando 1010 manchas – e a distribuição irregular destas entre as classes, apresentada nas Tabelas 1 e 2, podem ser consideradas como importantes indicadores ecológicos da área, já que o número de manchas normalmente está associado a processos de fragmentação que, segundo Forero-Medina e Vieira (2007), contribuem para a diminuição das espécies uma vez que esta é diretamente proporcional à diminuição das áreas de hábitat, relacionando-se, desta forma, à perda de diversidade e uniformidade biológica.

Tabela 1: Análise Métrica no Plano de Classes no entorno dos Lotes 2 e 3 da BR-392.

CLASSES	Nº		Área			Forma		Borda	
	NumP*	CA*(ha)	MPS*(ha)	PScov*(ha)	PSSD*(ha)	MSI*	MPFD*	TE*(m)	ED*(m/ha)
Antrópico Rural	281	33520,2	119,3	253,1	301,8	1,81	1,4	1447711,0	21,1
Antrópico Urbano	12	6694,5	557,9	156,2	871,7	1,7	1,3	129122,4	1,9
Areias e Dunas	66	371,3	5,6	360,8	20,3	1,5	1,4	51725,7	0,7
Campos Remanescentes	28	7127,4	254,5	231,1	588,3	1,9	1,3	221975,1	3,2
Corpos Hídricos	263	8571,4	32,6	1004,2	327,3	3,7	1,5	682749,1	9,9
Cultivo de Exóticas	20	261,6	13,1	152,4	19,9	1,6	1,4	31481,7	0,5
Dunas Vegetadas	16	647,4	40,5	191,2	77,4	1,5	1,4	39519,9	0,6
Estradas	47	351,4	7,5	563,5	42,1	8,1	1,7	806489,2	11,7
Matas Nativas	92	466,3	5,1	170	8,6	1,3	1,3	83425,8	1,2
Áreas Úmidas	185	10739,8	58,1	252,1	146,4	1,7	1,4	599968,0	8,7

\* CA (Área da Classe); ED (Densidade de Bordas); MPFD (Média da Dimensão Fractal das manchas); MPS (Média do Tamanho das Manchas); MSI (Média do Índice de Forma); NumP (Número de Manchas); PScov (Coeficiente de Variância entre o Tamanho das Manchas); PSSD (Desvio Padrão do Tamanho das Manchas); TE (Total de Bordas).

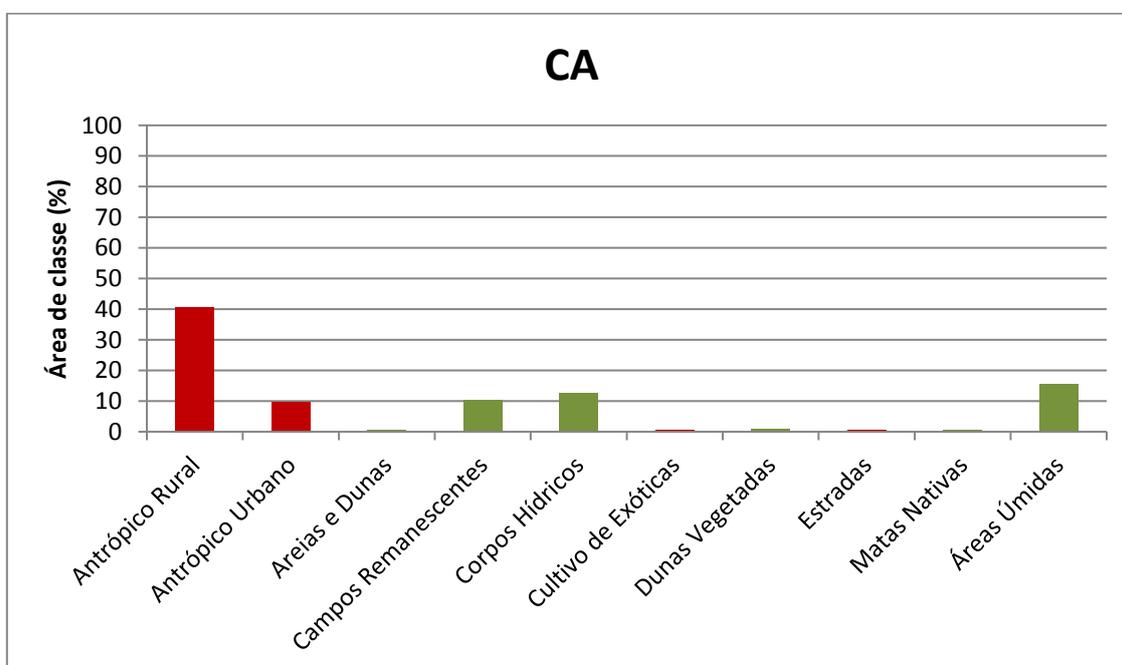
Tabela 2: Análise Métrica no Plano de Paisagem no entorno dos Lotes 2 e 3 da BR-392

CLASSES	Nº		Área			Forma		Borda		Diversidade	
	NumP	CA (ha)	MPS(ha)	PScov(ha)	PSSD (ha)	MSI	MPFD	TE(m)	ED (m/ha)	SDI*	SEI*
	1010	68751,3	68,1	420,0	285,9	2,5	1,4	4094167,9	59,5	1,5	0,6

\*SDI( Índice de Diversidade de Shannon); SEI ( Índice de Uniformidade de Shannon).

Apesar de o trecho apresentar uma maior quantidade de classes naturais – representadas pela cor verde na Figura 5 –, grande parte do mesmo encontra-se modificado pelo uso humano – com destaque para as atividades rurais –, reduzindo o percentual de área natural para 40,6% do total de 68751,3 hectares de paisagem estudada. Deste percentual de áreas naturais, as Áreas Úmidas representam a maior parcela, entretanto, outros ambientes também merecem destaque, sejam devido a seus expressivos valores em termos de cobertura de solo, como é o caso das classes Recursos Hídricos e Campos Remanescentes, ou por sua relevância em termos ecológicos, como as Dunas Vegetadas e Matas Nativas.

Figura 5 – Análise da porcentagem de área de classes (CA) no entorno da BR-392.



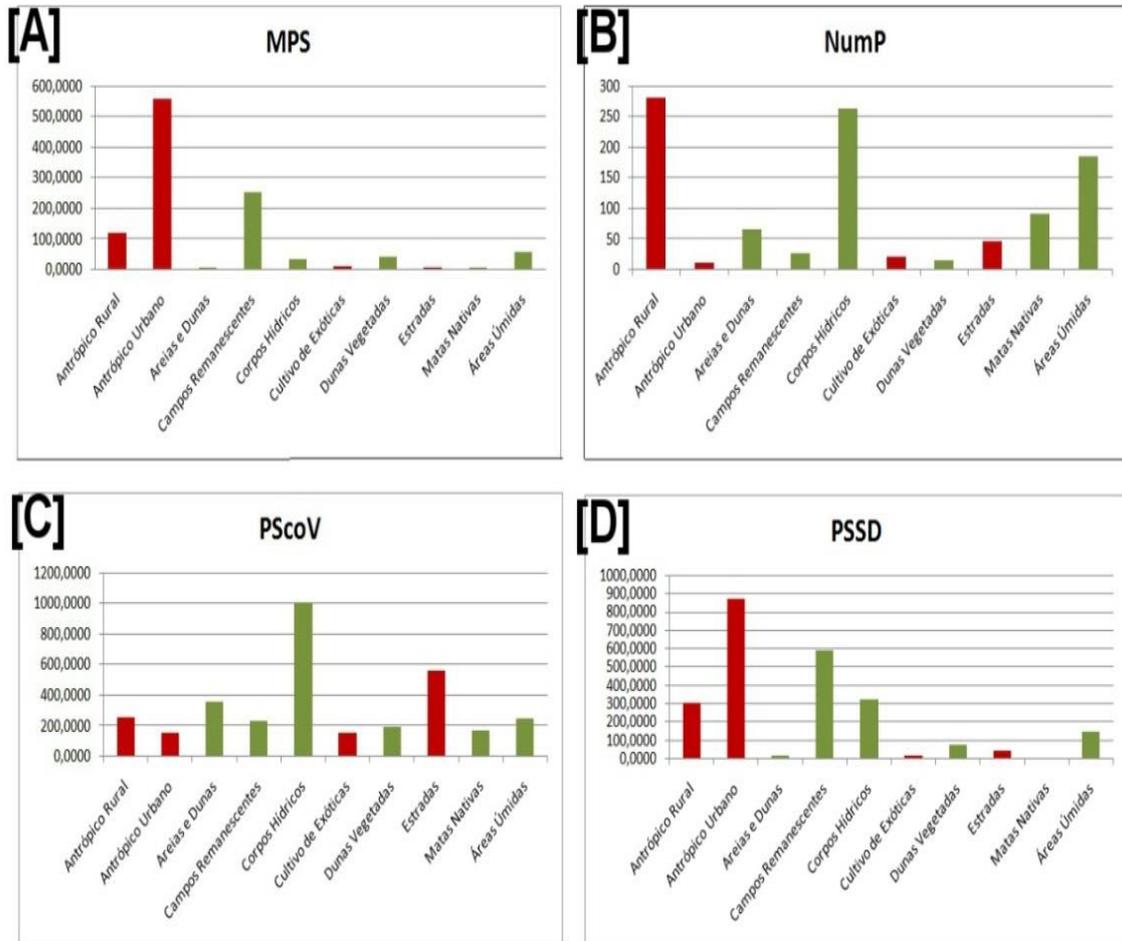
Fonte: da autora.

No caso da BR-392, além da dissecação causada pela própria rodovia, a grande pressão exercida pelas atividades rurais contribui significativamente para o retalhamento de importantes ambientes naturais, como os Corpos Hídricos e as Áreas Úmidas, os mais fragmentados do trecho. Apesar disso, a análise revelou áreas naturais secas bastante expressivas no entorno da rodovia, como é o caso dos Campos Remanescentes, que, além da baixa quantidade de manchas quando comparado às Áreas Úmidas, por exemplo, apresentou valores altos em relação à média de tamanho das manchas. Entretanto, este resultado deixa de ser positivo ao levar-se em conta que o mesmo relaciona-se à pressão antrópica sofrida por estes ambientes, normalmente modificados em função de atividades rurais, tais como plantações e pastagens, que se caracterizam através das grandes e numerosas manchas da classe Antrópico Rural observadas ao longo das margens da BR-392.

Através da análise foi possível perceber que os maiores fragmentos de campos secos encontram-se concentradas no terço inicial e no terço final da área estudada, gerando um grande isolamento entre os mesmos, o que, de acordo com Cerqueira *et al.* (2005), tende a influenciar nas taxas de migração e dispersão das espécies, podendo acarretar em decréscimos populacionais.

Outro fato relevante observado em relação à análise de tamanho e densidade no plano de classes foi que, embora a classe Campos Remanescentes tenha apresentado um valor elevado em relação à média de tamanho das manchas, a mesma também apresentou entre as classes naturais o maior valor em relação ao desvio padrão do tamanho das manchas, evidenciando a baixa uniformidade desta classe que, ao longo da rodovia, apresenta manchas com grandes extensões de áreas, seguidas por outras de tamanhos bastante inferiores, o que mais uma vez comprova a pressão sofrida por estes ambientes (Figura 6)

Figura 6: Análise de Tamanho e Densidade das Manchas por Classe no entorno da BR-392, trecho entre Rio Grande e Pelotas. (A) MPS - Tamanho Médio das Manchas; (B) NumP - Número de Manchas; (C) PScov - Coeficiente de Variância entre o Tamanho das Manchas; (D) PSSD - Desvio Padrão do Tamanho das Manchas.

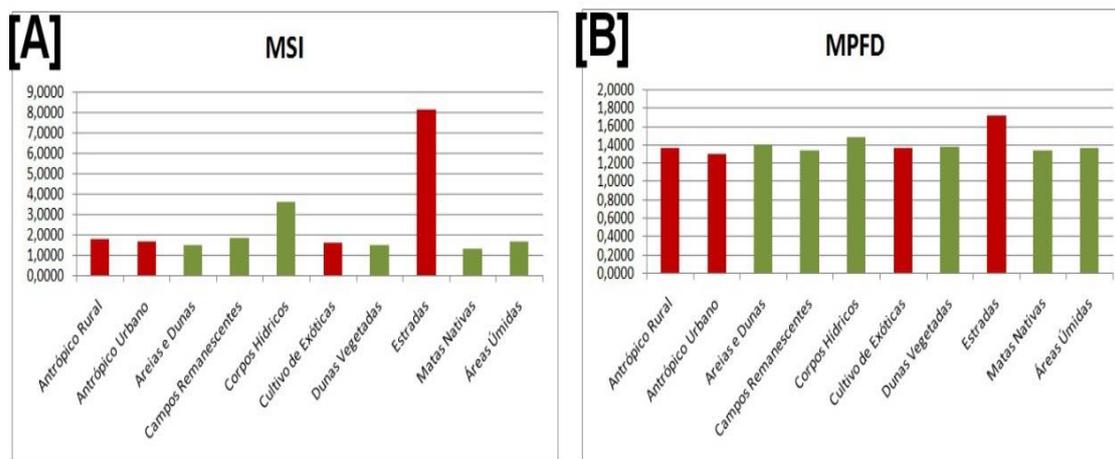


Fonte: da autora.

Em relação ao formato das manchas, pode-se observar certa uniformidade em relação aos valores médios, demonstrando pouca complexidade em relação ao padrão de forma das mesmas (Figura 7). Mais uma vez tais resultados podem ser associados, principalmente, à grande quantidade de ambientes antropizados de uso rural encontrados às margens da rodovia que, segundo Casimiro (1991), por apresentarem caráter linear, acabam por moldar os ambientes naturais que perduram ao seu redor da mesma forma. O mesmo pode ser dito em relação à própria BR que, com suas

margens, além de dividir o espaço, tende a influenciar a forma da borda dos ambientes que a circundam, tornando-as retílineas e regulares.

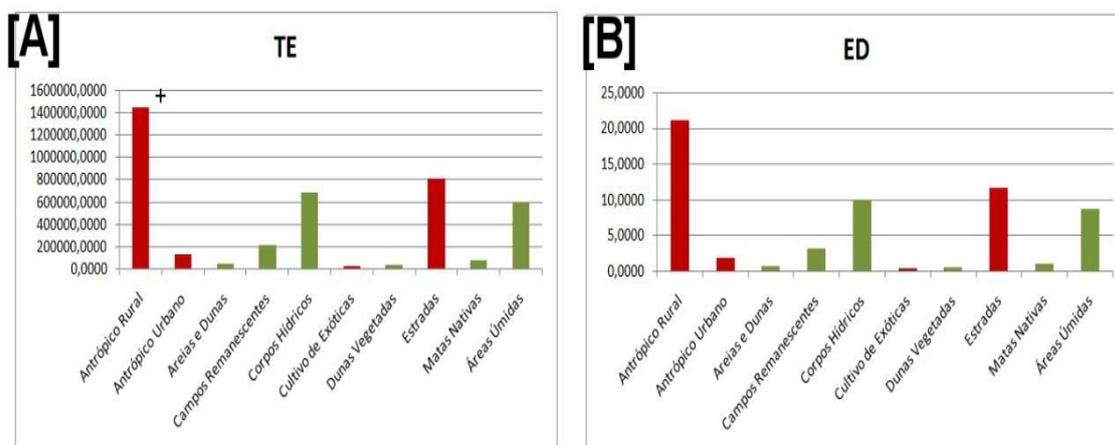
Figura 7: Análise de Forma das Manchas por Classe no entorno da BR-392, trecho entre Rio Grande e Pelotas. (A) MSI – Média do Índice de Forma das Manchas; (B) MPFD - Média da Dimensão Fractal das Manchas.



Fonte: da autora.

Também relacionada à forte intervenção rural sofrida pelo trecho, a análise das bordas (Figura 8) revelou que entre as classes naturais terrestres, as classes Áreas Úmidas e Campos Remanescentes foram as que apresentaram os maiores valores em relação ao perímetro das manchas, respectivamente. No caso das Áreas Úmidas, estes valores evidenciam a fragmentação sofrida por estes ambientes, já que a grande quantidade de manchas de tamanho pequeno indica um forte retalhamento das mesmas que, pressionadas pela rodovia e pelas atividades rurais, subdividem-se por toda a área de estudo. Já em relação aos Campos Remanescentes, o alto valor de borda relaciona-se, principalmente, às poucas e extensas manchas que ainda resistem à pressão antrópica exercida no trecho.

Figura 8: Análise de Borda das Manchas por Classe no entorno da BR-392, trecho entre Rio Grande e Pelotas. (A) TE- Total de Borda; (B) ED – Densidade de Borda.



Fonte: a autora

A dispersão das atividades pastoris ao longo de todo o trecho também está relacionada ao baixo valor em relação à diversidade paisagística do mesmo. O valor encontrado pela métrica relacionada Índice de Diversidade de Shannon é diretamente afetado pelo número de classes e pela distribuição de área de cada uma delas. Quanto maior a proporcionalidade de área entre as classes, maior será o valor do índice de diversidade encontrado. No caso do trecho estudado, a classe Antrópico Rural corresponde a 48,75% de toda a área estudada, fazendo com que haja uma discrepância em relação à área ocupada por outras classes.

Em relação ao Índice de Uniformidade de Shannon, devido à proporcionalidade em relação à área de algumas classes, principalmente as naturais, os valores encontrados mostraram-se relativamente equilibrados no trecho estudado.

#### 4.2. Análise das Passagens de Fauna

Após a realização da análise métrica do trecho da BR-392, entre Rio Grande e Pelotas, o estudo sobre a disposição e caracterização dos passagens de faunas revelou possíveis falhas na disposição dos mesmos e em suas estruturas, além de problemas relacionados, principalmente, à manutenção e limpeza.

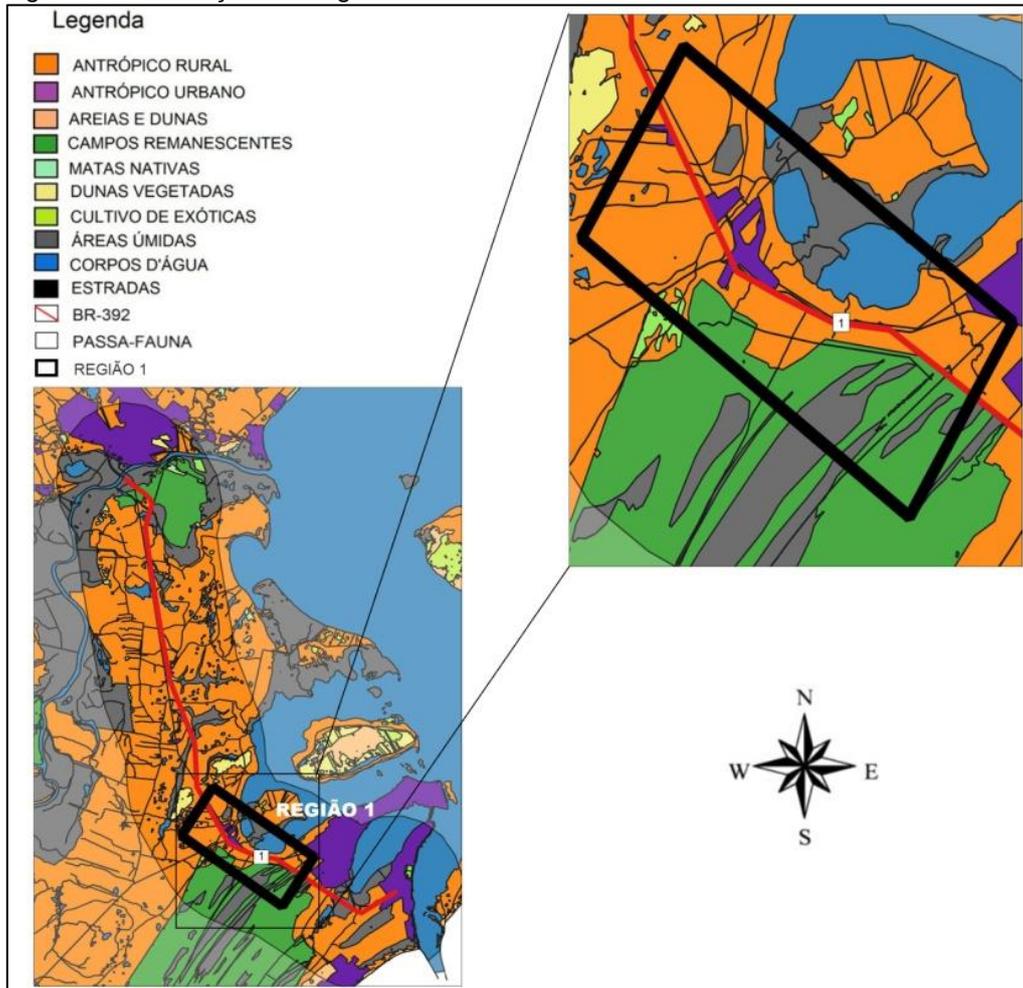
O primeiro fato a chamar atenção é que, no primeiro lote duplicado – Lote 3 – , nos primeiros 14,5 Km não há nenhuma estrutura considerada pelo DNIT como passagem de fauna. No trecho com grande fluxo de veículos, principalmente caminhões, a única intervenção realizada para garantir a travessia da fauna corresponde à adaptação de uma passagem seca sob a ponte do arroio Bolacha. Somente a partir do Km 23 +413 é que se pode observar a instalação de passa-faunas.

Ademais, falhas estruturais e de conservação puderam ser evidenciadas nas passagens instaladas nas três (3) regiões. Tais falhas serão descritas a seguir:

#### **4.2.1 Região 1**

Na Região 1, a única passagem de fauna encontra-se localizada no Km 23+413 (UTM 383657, 6449217) e 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 9).

Figura 9: Localização da Região 1 e dos Passa-faunas nela instalados.



Fonte: da autora

Trata-se de uma estrutura dupla (Figura 10A), 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 10B), o que pode afetar drasticamente 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 10C E 10D). 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 10: (A) Passa-fauna n° 1 (B) Ausência de passagem seca sob uma das vias (C) e (D) Falta de telamento nas margens da rodovia.



Fonte: da autora.

Por apresentar grande contraste entre os ambientes naturais e introduzidos, a Região 1 tende a abrigar espécies generalistas, como o Gambá-de-Orelha-Branca (*Didelphis albiventris*). Com uma área de vida que costuma variar de 0,66 a 7,75 ha, esta espécie costuma se adaptar bem á ambientes antrópicos, desempenhando importante papel ecológico como predadores de pequenos animais e dispersores de sementes (SANCHES *et al.* 2009; CANTOR *et al.* 2007). Entretanto, os hábitos sinantrópicos desta espécie, aliados á falta de uma passagem adequada para que os animais atravessassem a pista em segurança, podem estar contribuindo de forma significativa para o atropelamento da mesma, já que, segundo a Lista de Espécies Atropeladas, fornecida pelo DNIT (2015), o *Didelphis albiventris* é o mamífero mais atropelado na BR-392, e, em um único dia de monitoramento, foi possível identificar dois indivíduos mortos por atropelamento na Região 1 (Figuras 11A e

11B) e um indivíduo atropelado entre a Região 1 e a Região 2 (Figura 11C), o que, em longo prazo, pode ocasionar desequilíbrio ecológico.

É importante salientar que, a Região 1, apesar de possuir apenas uma passagem de fauna, contém duas estruturas de drenagem triplas idênticas, localizadas nos Km 20+200 e Km 26 (Figura 11D) e que tais estruturas, com as adaptações necessárias, poderiam contribuir de forma bastante relevante para o aumento da permeabilidade da rodovia e para a diminuição dos atropelamentos no local.

Figura 11: (A) *Didelphis albiventris* atropelado no Km 27+500; (B) *Didelphis albiventris* atropelado no Km 25+ 600; (C) *Didelphis albiventris* atropelado no Km 30 + 100(D) Duto de drenagem triplo no Km 26+000.



Fonte: da autora

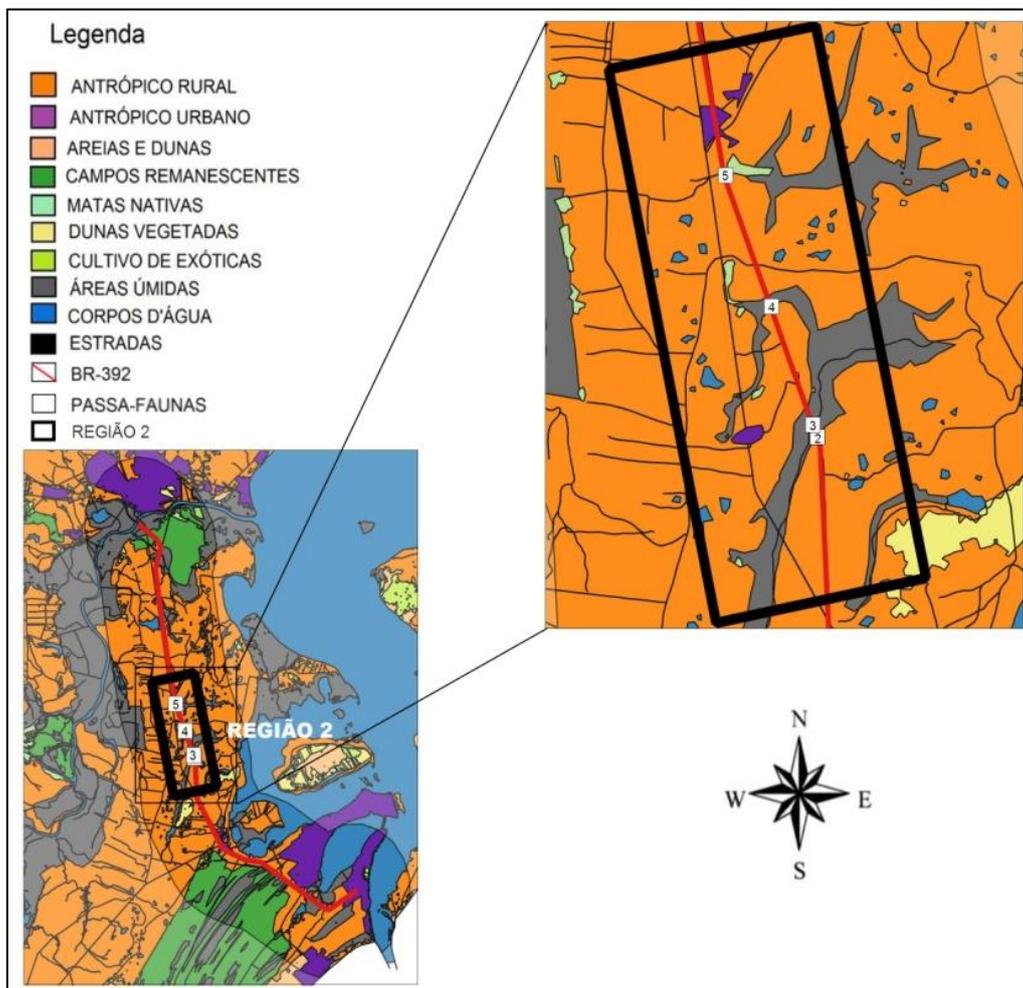
Outra espécie que, devido a seus hábitos, pode se favorecer dos ambientes que formam a Região 1 - correndo assim o risco de ser atropelada devido as falhas apresentadas pela única passagem de fauna no local - é a *Lontra longicaudis*, mamífero semi-aquático, cuja alimentação baseia-se, principalmente, em peixes (QUINTELA *et al.* 2008) e que, apesar de apresentar

um baixo índice de atropelamento na BR-392, necessita de especial atenção, já que encontra-se sob o risco de extinção (HENGEMÜHLE e CADEMARTORI, 2008; LAURENTINO e SOUSA, 2014).

#### 4.2.2 Região 2

Caracterizada por uma extensa e uniforme antropização rural, entremeada por importantes habitats naturais, tais como áreas úmidas, matas nativas e dunas, a Região 2 conta com quatro (4) passa-faunas localizados nos Km 35+800, 36+800, 38+600 e 41+600, todos associados á ambientes úmidos (Figura 12).

Figura 12: Localização da Região 2 e dos Passa-faunas nela instalados

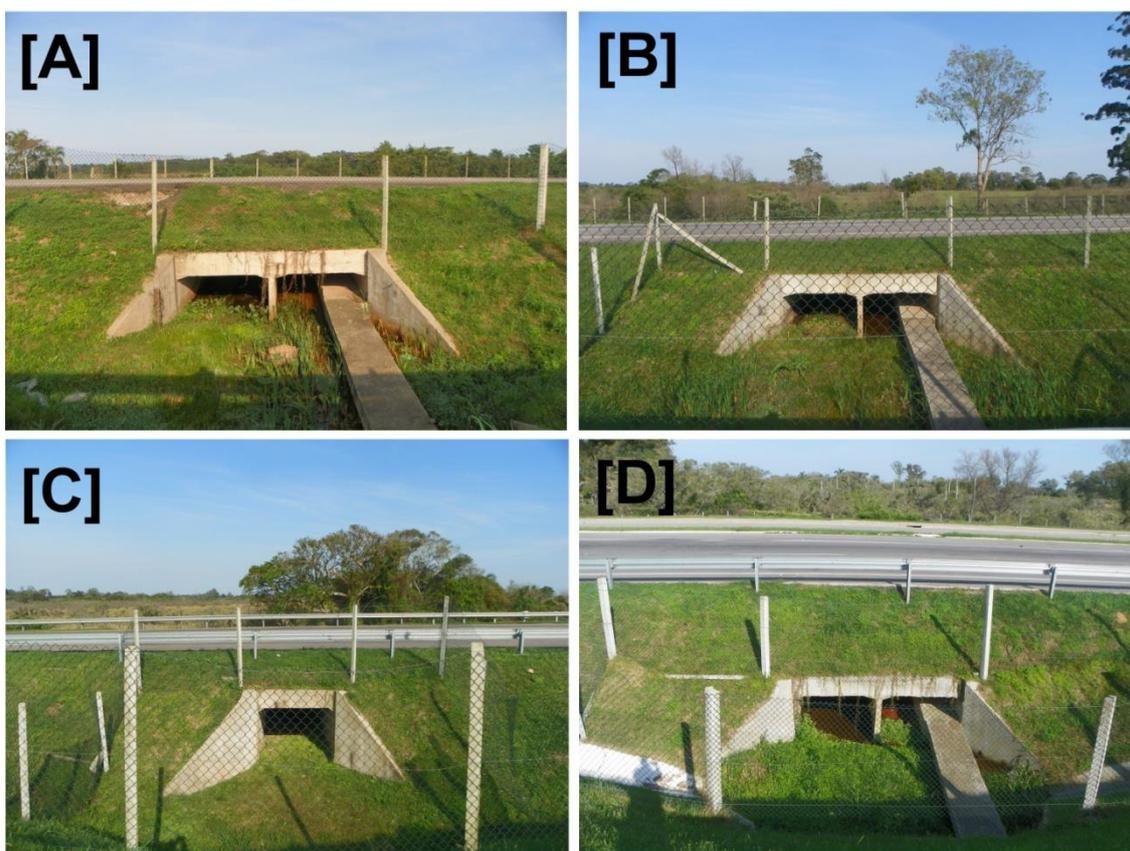


Fonte: da autora.

No caso das estruturas para a passagem de fauna instaladas na Região 2, há dois tipos: simples e duplas.

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 13A, 13B e 13D) - não correspondendo aos padrões estabelecidos pelo DNIT, uma vez que, como já foi citado anteriormente, as passagens de fauna devem obedecer as medidas mínimas de 2 metros de altura por 2 metros de largura -, todos com passagem seca. Já o passa-fauna nº 4 corresponde a uma estrutura simples, de 2 metros de altura por 2 metros de largura e não apresenta passagem seca (Figura 13C).

Figura 13: (A) Passa-fauna duplo instalado no Km 35+800; (B) Passa-fauna duplo instalado no Km 36+800; (C) Passa-fauna simples instalado na Região 2, no Km 38+640; (D) Passa-fauna duplo instalado no Km 41 + 600;



Fonte: da autora.

Na Região 2, a falha mais evidente tem a ver com o telamento das passagens de fauna, já que todas as estruturas apresentaram ausência de tela (Figura 14A) ou danos no telamento (Figura 14B)

Além disso, foi possível observar que a malha da tela utilizada no isolamento de todas os passa-faunas instalados na rodovia é de 7x7cm (Figura 14C), não correspondendo ao indicado por Luell *et al* (2003), que

advertem para a necessidade de uma malha de, no máximo, 4x4 cm para animais de pequeno porte, como os encontrados nas margens da BR-392. Outra consideração relevante sobre a Região 2 é que, além dos passa-faunas considerados pelo DNIT, nesta parte do trecho existem mais quatro (4) estruturas de drenagem iguais que, de acordo com o Relatório Semestral de Meio Ambiente nº 9 da STE, fornecido pelo DNIT, possuem potencial para passagem de fauna por apresentarem as dimensões adequadas para garantir a luminosidade e para agradar ao maior número de espécies. Entretanto, a análise da empresa de gestão ambiental pareceu ter considerado apenas as estruturas instaladas sob uma das pistas, já que sob a outra a estrutura instalada é de forma, cor e material diferente das demais, proporcionando pouca ou nenhuma luminosidade (Figura14D).

Figura 14: (A) Falta de tela no passa-fauna nº 3, localizado no Km 36+800; (B) Tela danificada no passa-fauna nº 5, localizado no Km 41+497; (C) Malha da tela instalada em toda a rodovia; (D) Duto de Drenagem instalado na Região 2, no Km 36+500.

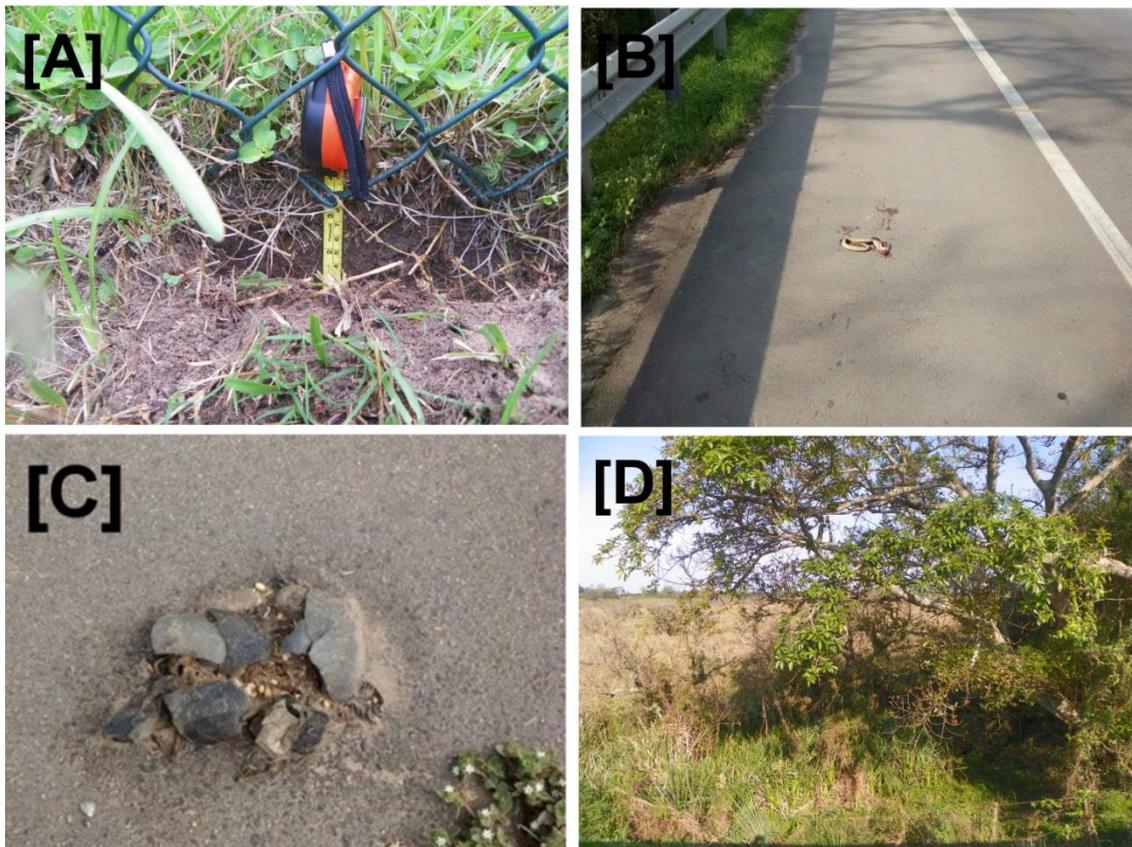


Fonte: da autora.

Outro fator importante a ser considerado é o fato de a recomendação feita no Relatório Final do Programa de Levantamento, Mitigação, Atropelamento e Monitoramento de Fauna (2009) – fornecido pelo DNIT- de que as telas deveriam estar enterradas no mínimo 20 cm abaixo do solo para evitar a transposição de animais por técnicas de escavação não ter sido seguida, uma vez que as mesmas encontram-se a cerca de 2 cm abaixo do solo, encobertas apenas pela vegetação rasteira que se acumula sobre elas (Figura 15A).

As telas são consideradas as ferramentas mais eficazes para evitar atropelamentos, uma vez que, em combinação com as estruturas de passagem de fauna, representam a melhor alternativa para manter a conectividade dos ambientes que circundam a rodovia (AHERN *et al.* 2009; BOND e JONES 2008). Entretanto, sem a manutenção adequada, as telas tornam-se armadilhas para os animais que conseguem transpô-las, uma vez que dificultam o seu retorno, mantendo-os confinados em uma área muito próxima a pista e favorecendo o atropelamento (LAUXEN, 2012). Evidências como o atropelamento de uma serpente em frente ao passa-faunas nº 3 próximo a linha do acostamento (Figura 15B), onde há telamento em ambos os lados da rodovia, e também de uma espécie de quelônio próximo ao passa-fauna nº 4 (Figura 15C), onde não há telamento nas margens da BR (Figura 15D), indicam uma necessidade urgente de revisão do tipo de telamento adequado, bem como a manutenção do mesmo, principalmente, se levado em consideração a importância desta Região, já que a mesma abriga o Banhado-do-Vinte-e-Cinco, área de reconhecida importância ecológica.

Figura 15: (A) Tela enterrada a apenas 2 cm do solo; (B) Serpente atropelada em frente ao passa-fauna nº 3, no Km36+800; (C) Quelônio atropelado próximo ao passa-fauna nº 4, no Km 38+640; (D) Falta de tela às margens da rodovia nas proximidades do passa-fauna nº 4.

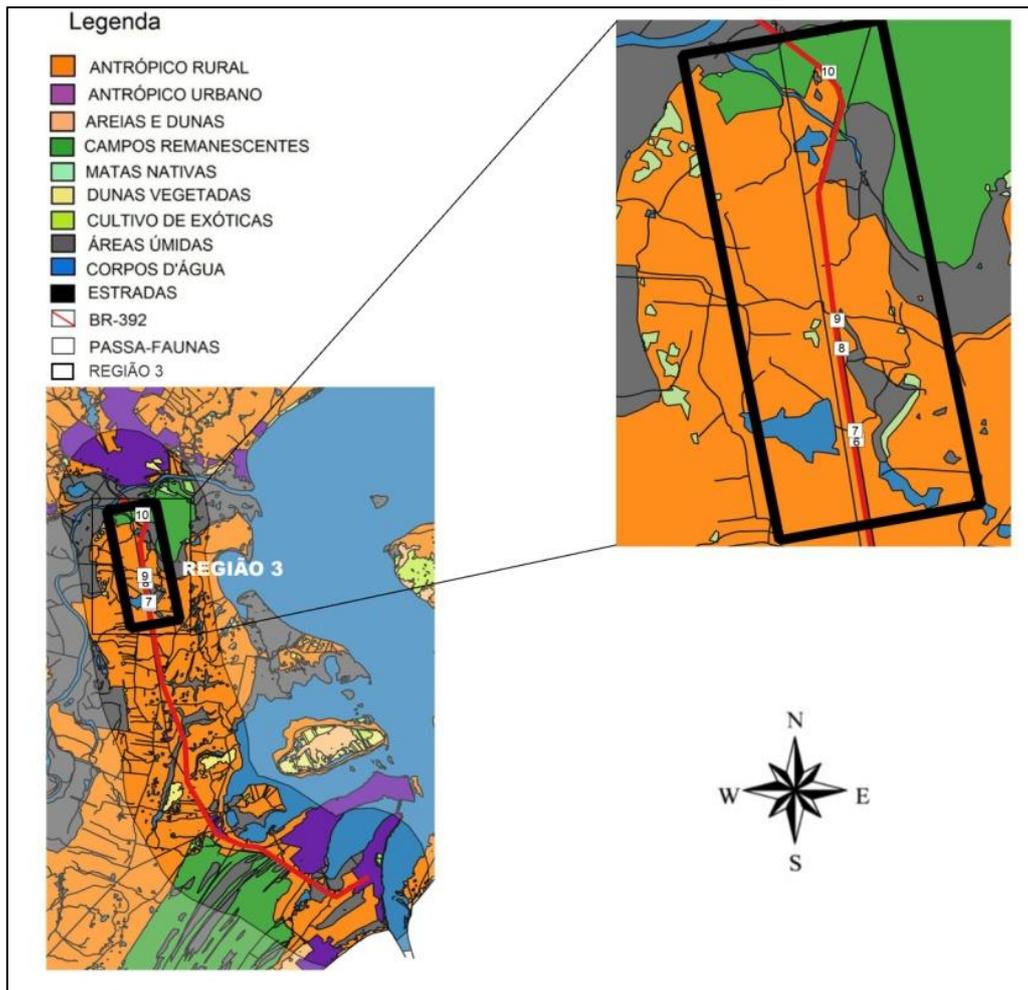


Fonte: da autora.

### 4.2.3 Região 3

A Região 3, assim como as demais, caracteriza-se pela forte antropização rural. Entretanto, pode-se observar que a margem direita da rodovia abriga ainda uma grande quantidade de ambientes naturais, sendo que, de acordo com Bager *et al* (2009), este é o trecho que apresenta a maior extensão de áreas úmidas do entorno da BR-392 (Figura 16).

Figura 16: Localização da Região 3 e dos Passa-faunas nela instalados.



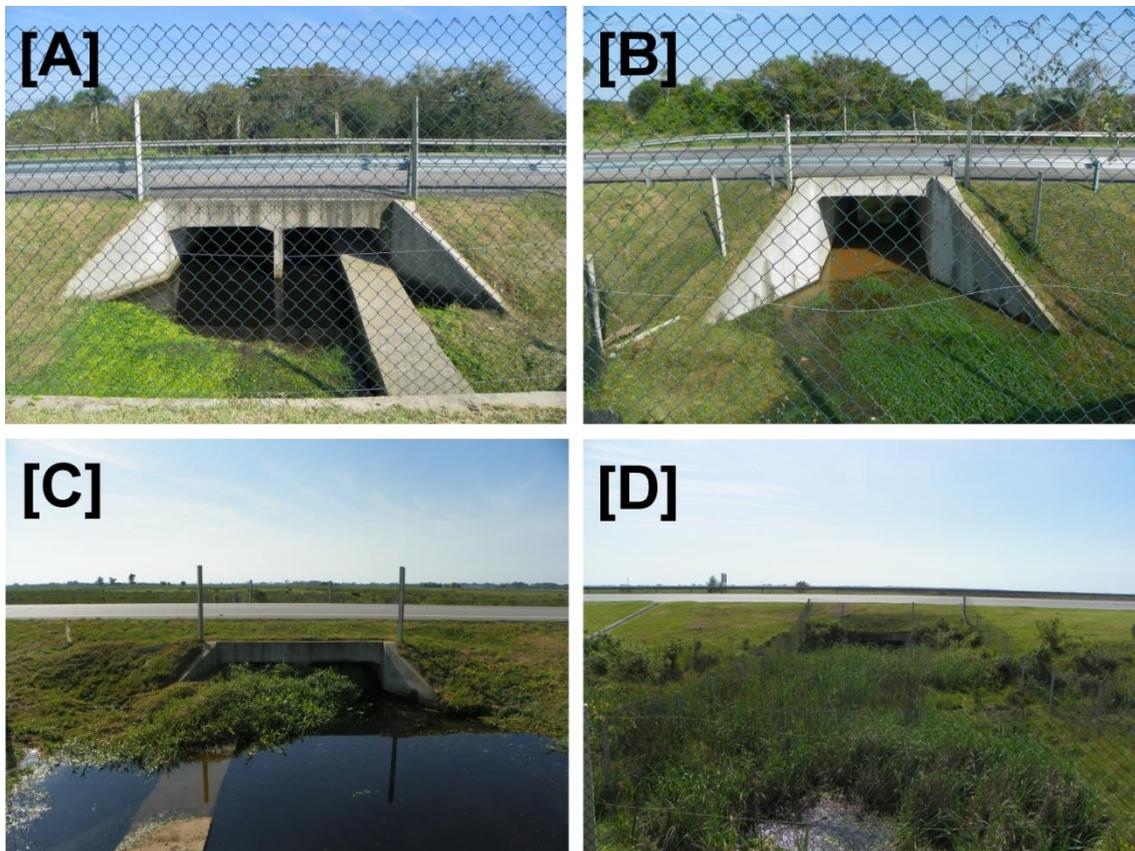
Fonte: da autora.

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 possibilite uma travessia segura da fauna local.

A princípio, o trecho contaria com quatro (4) passa-faunas duplos, de 1,5 metros de altura por 2 metros de largura (Figura 17A), no entanto, de acordo com o DNIT, por determinação do IBAMA, a passagem de gado localizada no Km 49+060 (Figura 17B) recebeu telamento isolador e passou a ser considerada como passa-faunas também.

Nesta Região, o que chama bastante atenção é a falta de limpeza dos dispositivos que, em sua maioria, encontram-se obstruídos pela vegetação (Figuras 17C E 17D), prejudicando a luminosidade dos mesmos.

Figura 17: (A) Passa-fauna duplo n° 9, localizado no Km 51+780; (B) Passagem de gado localizada no Km 49+060; (C) Passa-fauna n° 8, localizado no Km 51+ 156, parcialmente obstruído pela vegetação; (D) Passa-fauna n° 10, localizado no Km 57+500, totalmente obstruído pela vegetação.



Fonte: da autora.

Além da falta de manutenção a luminosidade dos dispositivos instalados na Região 3 é bastante prejudicada devido aos alagamentos sofridos pelos mesmos (Figura 18A), sobretudo em períodos chuvosos, o que, de acordo com Barszcz *et al.* (2011) pode dificultar a travessia de mamíferos terrestres. Também foi notado que mesmo fora do período de chuvas, a estrutura dupla localizada no Km 49+255, que mostrou-se alagado durante todo o período do estudo (Figura 18B), além de não apresentar nenhum tipo de telamento que a isole na união das vias. E quando questionado o DNIT informou que a mesma foi desconsiderada como passagem de fauna devido a pouca altura do terreno.

Durante o estudo, foi possível observar uma grande quantidade de quelônios cruzando a BR-392 por cima da pista na Região 3 o que, em muitos casos resultou no atropelamento dos mesmos (Figura 18C). Tal fato parece

estar diretamente relacionado a aversão da herpetofauna a ambientes mal iluminados (ARESCO, 2003) e também as falhas no telamento desta Região (Figura 18D).

Figura 18: (A) Passa-faunas nº 8, localizado no Km 51+155, alagado após período chuvoso; (B) Passa-faunas nº 7, localizado no Km 49+255, permanentemente alagado; (C) Quelônio atropelado na Região 3; (D) Telamento central danificado no Passa-fauna nº 9, localizado no Km 51 + 780.



Fonte: da autora.

#### 4.2.4 Levantamento dos problemas encontrados

A maior parte dos problemas encontrados, em relação à engenharia, manutenção e distribuição das passagens de fauna, poderia ter sido evitada, se as precauções previstas em documentos publicados em períodos anteriores à duplicação tivessem sido tomadas.

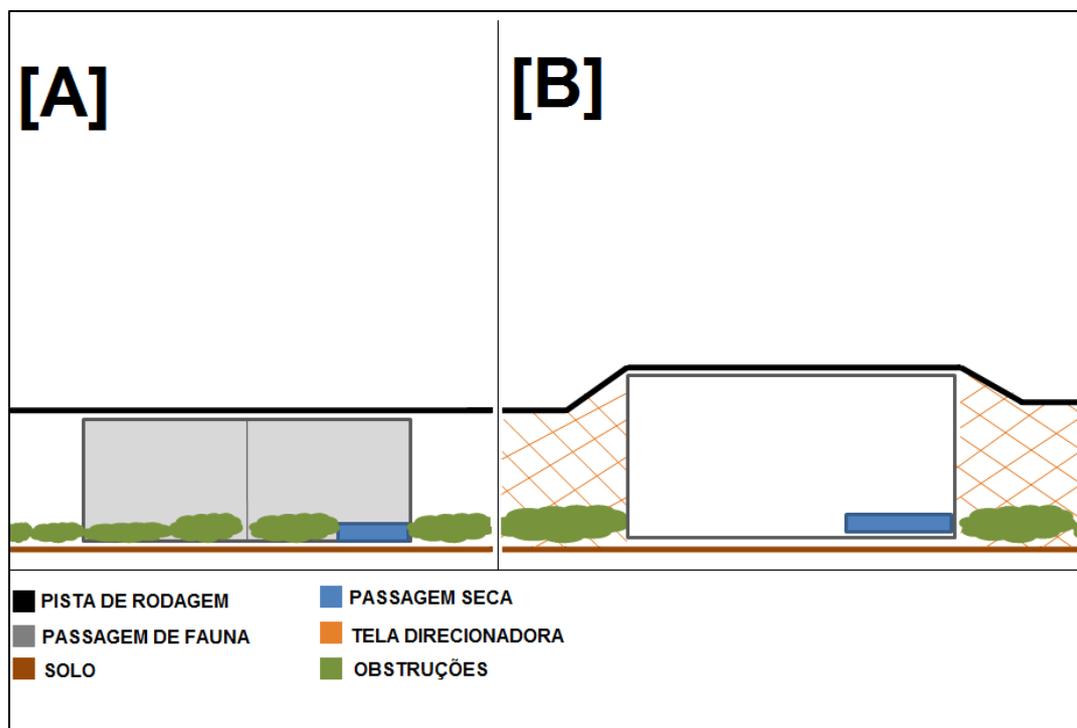
A otimização da luminosidade das passagens de fauna, por exemplo, é um dos motivos pelo qual foi recomendada a substituição das passagens duplas por passagens simples com as mesmas dimensões no relatório final Programa de Levantamento, Mitigação, Atropelamento e Monitoramento da

Fauna-Espécies Bioindicadoras BR/392 (2009). De acordo com o documento, tal mudança influenciaria no aumento da luminosidade natural, já que, devido ao aumento na entrada do túnel, o mesmo poderia suportar uma carga maior de sedimentos entre uma manutenção e outra. 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.

Além disso, de acordo com o RIMA apresentado no período anterior ao começo das obras de duplicação, uma das principais recomendações é a de 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 levar em conta a alta pluviosidade entre inverno e primavera na cidade, de forma a adequar as estruturas para que as mesmas não fossem alagadas durante as chuvas.

Em suma, é possível concluir que as passagens duplas e pequenas instaladas na BR-392 (Figura 19A), teriam sua eficiência potencializada se fossem substituídas por passagens mais altas – o que seria possível elevando-se o nível das duas pistas – e sem divisórias (Figura 19B), já que tais medidas aumentariam sua luminosidade e diminuiriam os riscos de alagamento das mesmas, facilitando desta forma o fluxo da fauna.

Figura 19: Esquema mostrando (A) as passagens de fauna instaladas na BR-392 e (B) como deveriam ser as passagens de acordo com documentos publicados no período anterior à duplicação.



Fonte: da autora.

É importante salientar que dos órgãos solicitados a cerca das passagens de fauna instaladas na BR-392, apenas EcoSul e DNIT – através de documentos elaborados pelas STE - responderam as solicitações (ver ANEXOS).

Em relação à distribuição dos dispositivos, o DNIT afirma que a eleição dos locais onde os mesmos seriam implantados foi decidida através de reuniões de trabalho e vistorias de campo entre DNIT e IBAMA, que se basearam nos resultados dos monitoramentos de fauna, realizados a cada dois meses, nas informações sobre a paisagem da rodovia e também no Projeto Executivo da obra.

Em relação à utilização dos dispositivos por espécies da fauna local, o DNIT, através de seu Relatório Semestral nº 9 – Programa de Monitoramento de Fauna – Subamostragem de Mata Paludosa (2015)– informou que, dos 10 passa-faunas instalados ao longo da BR-392, apenas para a passagem de fauna localizada no Km 38 +640 houve monitoramento através de um par de armadilhas fotográficas instaladas no mesmo a partir de maio de 2014.

Nenhum dos órgãos que responderam às solicitações soube precisar de quem seria a responsabilidade pela manutenção das passagens de fauna e do telamento instalado na BR-392.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise métrica espacial aplicada neste trabalho possibilitou uma melhor compreensão do espaço onde o traçado da rodovia está inserido, permitindo assim, um maior entendimento sobre os ambientes afetados pela mesma.

Durante o trabalho de campo, foi possível perceber diferenças bastante marcantes em relação ao tipo de fauna atropelada em cada região, deixando claro o fato de algumas espécies serem mais encontradas em determinados ambientes do que em outros. Tal fato justifica a realização de estudos mais aprofundados sobre a paisagem do entorno da BR-392, uma vez que as medidas mitigatórias aplicadas na rodovia não parecem ter levado em conta a diversidade, tanto paisagística, como de fauna local. Tais estudos serviriam como base para a aplicação de medidas realmente eficazes para a minimização dos impactos da rodovia sobre o meio natural e, conseqüentemente, sobre a fauna que ali habita.

A persistência dos atropelamentos pareceu estar ligada, principalmente, aos problemas de localização das passagens de fauna e das telas direcionadoras, além da falta de cuidados na edificação das mesmas, já que as passagens não obedecem sequer às dimensões sugeridas como ideais pelo próprio DNIT e a malha das telas não condiz com o que foi sugerido em documentos elaborados no período anterior a duplicação. Além disso, o total descaso em relação à manutenção das estruturas faz com que as mesmas não cumpram o objetivo proposto fazendo com que, muitas vezes, sirvam para agravar os problemas que deveriam resolver.

A observação dos aspectos analisados mostrou que, embora a duplicação da BR-392 represente importantes avanços econômicos para o país, no que diz respeito aos aspectos ecológicos do empreendimento, parece ter havido negligência por parte dos órgãos envolvidos.

Apesar de todos os esforços realizados por especialistas no período anterior a obra de duplicação, na tentativa de elaborar um documento que norteasse as medidas mitigatórias referentes à minimização dos efeitos da rodovia, grande parte das sugestões foi simplesmente ignorada. Até mesmo as

recomendações previstas no EIA/RIMA não foram seguidas tal qual estavam previstas.

A realização deste trabalho mostrou que há ainda um longo caminho a ser percorrido em relação à aplicação de medidas que realmente visem à proteção ambiental nas rodovias brasileiras. O que podemos perceber ao observarmos o caso da BR-392, trecho entre Rio Grande e Pelotas, é que houve apenas a preocupação de cumprir com os quesitos legais necessários para a duplicação da rodovia sem, no entanto, buscar a certeza da eficácia dos mesmos durante o período de operação da mesma, já que o monitoramento das passagens de fauna vem acontecendo de forma bastante precária, onde apenas uma das dez (10) passagens de fauna recebeu câmeras para registrar a movimentação dos animais pelo túnel, conforme documentos enviados pelo DNIT (ver Anexo 3 ).

Outro fato a ser considerado é a falta de transparência entre os órgãos envolvidos no que diz respeito à disponibilização de informações a respeito do assunto. A falta de interesse em esclarecer dúvidas simples, o oferecimento de informações vazias e o sigilo de documentos que deveriam ser de domínio público, foram obstáculos consideráveis na realização da pesquisa. Além disso, o desencontro de informações por parte da concessionária que administra a rodovia e da empresa responsável pela gestão ambiental das obras gerou muitas dúvidas sobre as responsabilidades de cada um sobre o trecho estudado.

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho indicam a necessidade de uma urgente revisão das medidas mitigatórias implantadas na BR-392, no trecho que liga as cidades de Rio Grande e Pelotas, uma vez que as mesmas não parecem estar atendendo os objetivos aos quais se propunham.

As passagens de fauna mostraram-se, em sua maioria, inferiores ao tamanho estabelecido pelo DNIT como padrão. A falta de dimensões apropriadas faz com que as mesmas tornem-se escuras e mais facilmente soterradas em função da alta carga de sedimentos, de forma que a substituição destas por estruturas maiores potencializaria sua eficiência. Além disso, o baixo nível do terreno vem influenciando no alagamento das estruturas de passagem de fauna em alguns pontos do trecho, sendo, nestes casos, a elevação do nível da pista sobre a passagem, a medida mais apropriada para evitar o problema.

Telas com malhas muito largas vem possibilitando a travessia de vertebrados de pequeno porte sobre a pista de rodagem, o que, além de favorecer o atropelamento dos mesmos, faz com que outras espécies sejam atropeladas ao se alimentarem de seu cadáver. Além disso, o fato de não estarem enterradas no solo facilita sua transposição por técnicas de escavação.

A falta de manutenção das estruturas e das telas vem contribuindo para a baixa eficiência das mesmas em minimizar os atropelamentos, já que, ao mesmo tempo em que as obstruções tornam as passagens de fauna pouco atrativas, as falhas no telamento possibilitam outra rota de travessia, neste caso, a própria rodovia.

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

Embora existam evidências que levem a crer que as passagens de fauna instaladas não funcionem, apenas através do monitoramento de cada uma delas será possível comprovar tal fato. Desta forma, um passo importante em busca da comprovação da eficiência das passagens de fauna seria a instalação de armadilhas fotográficas em cada uma delas.

É importante ainda ressaltar que este trabalho, embora preliminar, chama a atenção para a reprodução dos mesmos problemas em outros trechos, que no momento vêm sendo duplicados (BR116 – Pelotas/Camaquã), pois os atores são exatamente os mesmos. Sendo assim, espera-se que este sirva para, através de um olhar crítico, propor uma visão que vá além dos critérios legais necessários para a implantação do projeto, levando em consideração também as particularidades de cada ambiente, bem como a eficácia das medidas adotadas, unindo, desta forma, desenvolvimento e proteção ambiental nas rodovias brasileiras.

## 7. REFERÊNCIAS

AHERN et al. Issues and methods for transdisciplinary planning of combined wildlife and pedestrian highway crossings. *Transportation Research Record. Journal of the Transportation Research Board* **2123**, Washington, n. 1, p. 129-136, 2009.

ALMEIDA, C. G. **Análise Espacial dos Fragmentos Florestais na Área do Parque Nacional dos Campos Gerais, Paraná**. 2008. 74f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa. 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, New York: Lake Placid, 2003. p. 433-449.

AURÉLIO. **Dicionário Aurélio**. Coordenação Marina Baird Ferreira e Margarida dos Anjos. Curitiba: Positivo. 2008.

BAGER, A. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos rodoviários associados a unidades de conservação – um estudo de caso. In: **Áreas Protegidas: Conservação no Âmbito do Cone Sul**. Pelotas: Edição do Editor, 2003. 223 p.

\_\_\_\_\_; GRILO, Clara. 2013. **Road Ecology** - *Oecologia Australis Special Issue*, [s.l.], v. 17, n.1, p. 4-5, 2013.

\_\_\_\_\_; 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, 2009, Lavras. **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil**. São Lourenço, 2009.

BARROS, E. Gestão ambiental na BR-116/392. **Infraestrutura Urbana – projetos, custos e construção**. [s.l.], 29.ed. ago. 2013. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/29/gestao-ambiental-na-br-116-392-obras-de-duplicacao-da-292638-1.aspx>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

BARSZCZ, Leonardo Beltrão et al. Uso das Passagens de Fauna da Rodovia SP-322 por Mamíferos de Médio e Grande Porte. **Anais Road Ecology Brazil**, Lavras, 2011. p. 87-100.

BECKMANN, J. P. et al. **Safe passages: Highways, wildlife and habitat connectivity**. Washington: Island Press., 2009.

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

BOND, A. R.; JONES, D. N. Temporal trends in use of fauna-friendly underpasses and overpasses. **Wildlife Research**, Nathan, v. 35, n. 2, p. 103-112, 2008.

CANTOR, M. et al. A contribuição de *Didelphis albiventris* (Marsupialia, Didelphidae) para a dispersão de sementes em um fragmento florestal urbano. In: VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, Caxambu, 2007.

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

CENE, V.R.; VITTE, A.C. A representação cartográfica da paisagem em Alexander von Humboldt: uma contribuição à história da geografia. In: ENCUENTRO E GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 2009, Montevideo. **Anais XII EGAL.** Montevideo, 2009. p. 1-16.

DIEGUES, Antonio Carlos (org.) et al. **Os saberes tradicionais e a biodiversidade no Brasil.** São Paulo: MMA/COBIO/NUPAUB/USP, 2000.

DRAMSTAD, W.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. **Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning.** (s/l): Island Press, 1996.

EIA/RIMA (Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto ao Meio Ambiente). **Duplicação e Obras de melhorias da BR 116/392, Trecho Pelotas-Rio Grande.** Beck de Souza Engenharia/DNIT. 2004.

FILHO, B. S. S. **Análise da Paisagem: fragmentação e mudanças.** Minas Gerais: UFMG, 1998.

FREITAS, S. R. de. O efeito das Estradas sobre a Vegetação Nativa e a Biodiversidade. In: 3º SIMPÓSIO SOBRE OBRAS RODOVIÁRIAS, 2010, São Paulo. **Anais do 3º Simpósio sobre Obras Rodoviárias.** São Paulo, 2010.

GAISLER, J.; Z. ŘEHÁK; T. BARTONIČKA. Bat casualties by road traffic (Brno-Vienna). **Acta Theriologica**, Viena, v. 54, n. 2, p. 147-155, 2009.

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

GOOSEM, M. W. Fragmentation impacts caused by roads through rainforests. **Current Science**, [s.l.], v. 93, p. 1587–1595, dez. 2007.

HENGEMÜHLE, A.; CADEMARTORI, C. V. Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do mar (RS-389). **Revista Biodiversidade Pampeana**, Uruguiana, v. 6, n. 2, p. 4-10, dez. 2008.

INDRUSIAK, C.; EIZIRIK, E. Carnívoros. In: **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS. p. 507-533, 2003.

IUELL, B. et al. **COST 341** - Habitat Fragmentation due to Transportation Infrastructure Wildlife and traffic: a European handbook for identifying conflicts and designing solutions. [s. l.]: 172 p. 2003.

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

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Traduzido por Hermann Kux, v. 1. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LAURENTINO, I. C.; SOUSA, R. T. M. Ocorrência inédita da *Lontra Longicaudis* (Olfers 1818) no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Eletrônica de Biologia (REB)**, [s. l.], v. 7, n. 4, p. 458-474, 2014.

LANDOVSKY, G. S.; BATISTA, D. B.; ARAKI, H. Análise da qualidade visual da paisagem da região de Tibagi, PR - aplicando o sensoriamento remoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.188–195, 2006.

LAUXEN, M. S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão**. 2012. 163f. Trabalho (Especialização em Diversidade e Conservação da Fauna) Conclusão de Curso - Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal/Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LEITÃO, A. B.; AHERN, J. Applying Landscape Ecological Concepts and Metrics in Sustainable Landscape Planning. **Landscape and Urban Planning (Elsevier)**, Massachusetts, v. 59, p. 65-93, jan. 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**. 2014. 162f. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento Costeiro) – Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento Costeiro, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2014.

MATA, C., I et al. Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 88, p. 407-415, 2008.

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.1995.

\_\_\_\_\_. Landscape pattern metrics. In: **Encyclopedia of Environmetrics**. Chichester: John Wiley & Sons Ltda, 2.ed., p. 1441-1451, 2012. Disponível em: <<http://www.umass.edu/landeco/pubs/pubs.html>>. Acesso em: 30 ago. 2015.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. [s.l.], v. 71, n. 3, p. 445-463, jan. 1999.

\_\_\_\_\_. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, [s.l.], v. 1, n. 1-2, 2001.

NUCCI, J. C. Origem e desenvolvimento da Ecologia e da Ecologia da Paisagem. **Revista Eletrônica Geografar**, [s.l.], 2.ed., p. 77-99, 2007.

PIRES, P. S. **Avaliação da Qualidade Visual da Paisagem na Região Carbonífera de Criciúma-SC**. 1993. 72f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

\_\_\_\_\_ ; 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: VI SEMINÁRIO DE PESQUISA EM TURISMO DO MERCOSUL. 2010. Caxias do Sul. **Anais do VI Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul**. Universidade Federal de Caxias do Sul, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.

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.

POLLETO, M. C. **A ecologia de Paisagens na avaliação de impacto ambiental de corredores rodoviários: o caso de um segmento do trecho Sul do Rodoanel de São Paulo**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

REIJNEN, R.; R, FOPPEN. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. III. Reduction of density in relation to the proximity of main roads. **Journal of Applied Ecology**, [s.l.], v. 32, p. 187-202, 1995.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; VEENBAAS, G. Disturbance by traffic as a threat to breeding birds: evaluation of the effectand considerations in planning en managing road corridors. **Biodiversity and Conservation**, [s.l.], v. 6, p. 567-581, 1997.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_. Impact of road traffic on breeding birds. In:**The ecology of transportation: managing mobility for the environment**. Dordrecht: Springer, p. 255-274, 2006.

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

RITTER, L. M. O.; MORO, R. S. As bases epistemológicas da ecologia da paisagem. **Journal Biotechnology and Biodiversity**, Ponta Grossa, v. 3, n. 3: p. 58-61, ago. 2012.

SANCHES ; GOMES, M. M. A. ; PASSOS, F. C. ; Gracioli, G. Área de vida de *Didelphis albiventris* (Marsupialia, Didelphidae) em uma ilha do rio Paraná, Brasil. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, São Lourenço- MG. **Anais do III Congresso Latino Americano de Ecologia**. São Lourenço, 2009. p. 1-3.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, Selma Simões; FARIA, Karla Maria Silva. Geografia e Ecologia da Paisagem: pontos para discussão. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 25, n. 3, p. 557-566, dez. 2013.

SILVA JÚNIOR, S. B.; FERREIRA, M. A. G. Rodovias em Áreas Urbanizadas na Percepção dos Pedestres. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 1, p. 221-237, jun. 2008.

SILVA JÚNIOR, C. A.; MIGATTA, C. S.; CARVALHO JÚNIOR, M. M. Aspectos relacionados à mitigação dos impactos sobre a fauna em empreendimentos rodoviários do DNIT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE, 2014, João Pessoa. **Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade (CONGESTA)**. João Pessoa, 2014, p. 91-97.

SOARES, J. B. G.; MAZIM, F. D.; OLIVEIRA, T. G. . **Ecologia de *L. geoffroyi* no extremo sul do Brasil através de armadilhamento fotográfico e rádio – telemetria: resultados preliminares**. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOLOGIA, Londrina, 2006.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 181-188, jul. 2005.

TAGLIANI, C. R. A. **A mineração na porção média da Planície Costeira do Rio Grande do Sul: estratégia para a gestão sob um enfoque de Gerenciamento Costeiro Integrado**. 2002. 271f. Tese (Doutorado em Geociências) - Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

TURNER, M. Landscape Ecology: what is the state of the science? **Annual Review of Ecology, Evolutional and Systematics**, [s.l.], 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**, Santo André, v. 35, p. 195-208, dez. 2015.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1 - Tabela de Caracterização das Passagens de Fauna

	Ponto GPS	Km	Estrutura			Telamento			Passagem seca		Luminosidade		Ambiente
	UTM		Simples	Dupla	Tripla	Intacto	Danificado	Não possui	SIM	NÃO	SIM	NÃO	Natural
PF 1	383657 6449217	23+413		X				X	X		X		A.Ú.
PF 2	378186 6459256	35+845		X			X		X			X	A.Ú.
PF 3	377984 6459797	36+800		X			X		X			X	A.Ú.
PF 4	377232 6461880	38+640	X				X			X	X		A.Ú.
PF 5	376260, 6464562	41+497		X			X		X			X	A.Ú./M.N.
PF 6	375060 6472029	49+060	X			X				X	X		A.Ú./M.N.
PF 7	375026 6472232	49+255		X			X		X			X	A.Ú.
PF 8	374733 6474098	51+155		X			X		X			X	A.Ú./M.N.
PF 9	374635 6474714	51+780		X			X		X			X	A.Ú./M.N.
PF 10	374527 6480266	57+500		X		X			X			X	A.Ú./C.R.

A.Ú = ÁREA ÚMIDA

M.N.= MATA NATIVA

C.R. = CAMPOS REMANESCENTES

## ANEXO 2 Resposta do DNIT

# DNIT



Diretoria de Planejamento e Pesquisa  
Coordenação- Geral de Meio Ambiente

Processo nº. 50600.005726/2015-32

À Diretoria de Planejamento e Pesquisa

1. Trata o presente da demanda do Serviço de Informação ao cidadão, encaminhada a esta Coordenação em 22/04/2015, solicitando informações relacionadas ao atropelamento de fauna e critérios que levaram a decisão quanto a distribuição das passagens de fauna.
2. No tocante à solicitação de **"informações relacionadas ao atropelamento de fauna"**, vimos esclarecer: *são desenvolvidas campanhas de monitoramento de atropelamento de fauna a cada dois meses. Os monitoramentos são realizados durante 5 dias consecutivos por campanha. O trecho monitorado tem uma extensão de 75 quilômetros e os levantamentos são desenvolvidos percorrendo-se o trecho em carro a uma velocidade média de 40km/h, por ambos os sentidos da pista para distribuir o melhor possível o esforço de procura na via (acostamentos, canteiro central, ambas as faixas de rolamento), além de manter um esforço similar em ambas às pistas após a duplicação, já que a largura da pista duplicada pode gerar incapacidade de enxergar animais no outro extremo da rodovia. O trajeto foi percorrido pelo acostamento nos trechos não duplicados devido ao alto fluxo veicular, especialmente caminhões nesta rodovia. Considera-se para este trabalho o esforço de amostragem de 75 km/dia. As carcaças encontradas são colocadas fora da rodovia para posterior remoção pela concessionária. São levantadas informações de classe, espécie, localização das carcaças encontradas, sendo os dados apontados em fichas de campo individuais. A identificação das espécies foi realizada com o auxílio de manuais de campo ilustrados e os procedimentos descritos estão de acordo com a IN nº 13/2013 do IBAMA.*
3. Em relação aos **"critérios que levaram a decisão quanto à distribuição das passagens de fauna"**, informamos que: *a localização e distribuição das passagens de fauna foram eleitas mediante reuniões de trabalho e vistorias de campo entre o DNIT e IBAMA levando em consideração informações da paisagem, resultados dos monitoramentos de fauna*

Luana Baroni 4984  
P:\CG\_MEIO\_AMBIENTE\CGMAB\_RUGIAO\_SUL\ MINUTAS DOCUMENTOS\DISPACHO\2015\DE\_2015\_DPP\_BR392-RS\_informações\_fauna.doc

## ANEXO 3 A - Resposta do DNIT



1.02.1186-Nº *565*/2015

Pelotas/RS, 05 de novembro de 2015.

Sr.  
Marcelo Dutra da Silva  
Professor do PPGC/IO-FURG

Sra.  
Juliana Monuz Lisboa  
Aluna do PPGC/IO-FURG

Ref.: Contrato DNIT Nº 1.086/2010

**Assunto: Resposta ao ofício S/N solicitando informações sobre as obras de duplicação da BR-116/392.**

Prezados,

A STE – SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A., detentora do contrato Nº 1.086/2010, cujo objeto é **“Gestão Ambiental das Obras de Duplicação, abrangendo a Supervisão Ambiental, a implementação de Programas Ambientais e Gerenciamento Ambiental das obras incluindo obras-de-arte especiais nas Rodovias BR-392/RS e 116/RS”**, vem pelo presente responder ao ofício enviado pela aluna Juliana Munoz Lisboa solicitando informações acerca das obras de duplicação da BR-116/392.

A documentação solicitada é de propriedade do DNIT, portanto as demandas serão atendidas através de ofício enviado pela Coordenação Geral de Meio Ambiente (CGMAB) do DNIT/DF.

Sendo o que se apresenta para o momento, subscrevemo-nos.

Atenciosamente,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Silvia S. Aurélio".

**ENG. SILVIA SOARES AURÉLIO**

Coordenadora Setorial

STE – Serviços Técnicos de Engenharia S.A.

C/C DNIT-CGMAB

Praça 7 de Julho, 36, sala 02 | Centro | CEP 96020-010 | Pelotas/RS  
Ouvidoria: 0800 0116 392 | f.(53) 3027 2713  
www.br116-392.com.br | www.stesa.com.br



**ANEXO 3 B** Resposta do DNIT – Mídias Enviadas ( Conteúdo em Acervo).



## ANEXO 4 A Resposta da Concessionária EcoSul



**CE 969/2015 – CSU** Pelotas, 30 de outubro de 2015.

A  
Universidade Federal do Rio Grande  
Instituto de Oceanologia  
Programa de Pós Graduação em Gerenciamento Costeiro  
*Ílma Sra. Juliana Munoz Lisboa – Aluna do PPGC/IO-FURG*

Prezada Senhora,

Empresa Concessionária de Rodovias do Sul S/A - ECOSUL, pessoa jurídica de direito privado, estabelecida na cidade de Pelotas, Estado de Rio Grande do Sul, na BR 116, KM 511, Bairro Retiro, regularmente inscrita no CNPJ sob o nº 02.511.048/0001-90, vem por meio desta, informar que desde 2006 a Ecosul mantém um programa de identificação de animais atropelados nas rodovias sob concessão, excluindo desta forma o trecho duplicado da BR 392.

O plano de trabalho previamente acordado, compreende coletas que totalizam quatro (04) amostragens em cada rodovia com intervalos trimestrais, buscando contemplar as diferentes estações do ano. Segundo a empresa responsável pelo monitoramento, a *KA'AGUY Consultoria Ambiental Ltda.*, o estudo é concentrado na identificação de répteis, aves e mamíferos, pois são os únicos grupos taxonômicos capazes de serem identificados após as colisões com os veículos.

Com relação à responsabilidade de manutenção, limpeza e monitoramento dos dispositivos de passagem de fauna instalados na rodovia duplicada, informamos que esta Concessionária não recebeu de forma oficial o trecho duplicado, portanto não mantemos responsabilidades sobre instalações, ajustes, limpezas e manutenções de passagens secas ou túneis instalados nesse segmento. Sendo assim, não possuímos registros fotográficos ou vídeos que apontem a funcionalidade destes dispositivos.

BR 116 KM 511 | Pelotas / RS | Caixa Postal 114 | 96070-560 | www.ecosul.com.br | ts 2128-4400



**ANEXO 4 B - Resposta da Concessionária EcoSul (Conteúdo em Acervo)**

