



## ESTIMATIVAS DE FATALIDADE DE LEPIDOPTERA EM UMA RODOVIA CONSIDERANDO REMOÇÃO E DETECÇÃO

SHIMENE TORVE MALTA<sup>1</sup>; ISMAEL VERRASTRO BRACK<sup>2</sup>; ANDREAS  
KINDEL<sup>3</sup>; FERNANDA ZIMMERMANN TEIXEIRA<sup>4</sup>; VICTÓRIA AMARAL DOS  
SANTOS<sup>5</sup>; CRISTIANO AGRA ISERHARD<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – meny\_malta@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul – ismaelbrack@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul – andreaskindel@gmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul – fernandazteixeira@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – amaralsvictoria@gmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – cristianoagra@yahoo.com.br

### 1. INTRODUÇÃO

O crescimento e manutenção das rodovias causa forte impacto sobre a biodiversidade pela grande alteração no ambiente e suas consequências no entorno da rodovia, como a fragmentação do habitat e o atropelamento da fauna nativa (MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2014). Boa parte dos estudos que avaliam as fatalidades em rodovias utilizam contagens diretas, que podem representar apenas uma parcela do número real de mortes que acontecem (RAO; GIRISH, 2007), visto que estes números são influenciados por remoção e detecção (MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2014; RAO; GIRISH, 2007; SKÓRKA, 2016). A remoção é a retirada das carcaças da rodovia, resultante de fatores bióticos, como animais, ou abióticos, como o vento (SKÓRKA, 2016). A detecção é definida pela probabilidade do amostrador de registrar o animal atropelado na rodovia, estando ele disponível (SKÓRKA, 2016). Tanto a remoção, quanto a detecção, podem variar no tempo e no espaço. Em muitos estudos, os indivíduos removidos ou não detectados não são contabilizados nas estimativas, causando uma subnotificação destes números.

O táxon Lepidoptera, que inclui borboletas e mariposas, é um dos mais abundantes em atropelamentos em rodovias (RAO; GIRISH, 2007), porém ainda pouco contemplados nesses estudos, sendo ainda mais negligenciados no Brasil. Pouco se conhece sobre os efeitos das estradas em insetos, sendo que estes são peças chave no funcionamento dos ecossistemas terrestres. Dessa forma, os impactos causados nas espécies podem refletir em toda a comunidade (MUÑOZ; TORRES; MEGÍAS, 2014). Além disso, as borboletas são consideradas organismos bioindicadores, fornecendo uma representação dos efeitos das estradas sobre outros grupos (THOMAS, 2005). Em virtude de as estimativas de atropelamentos serem afetadas por remoção e detecção, é necessário propor estimativas mais próximas aos valores reais de Lepidoptera atropeladas visando entender os efeitos das fatalidades neste grupo. O objetivo desse estudo é estimar a fatalidade de Lepidoptera reconhecendo estimativas de remoção e detecção destes insetos em uma rodovia no bioma Pampa.

### 2. MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada na rodovia federal Eliseu Maciel (31°47'05.09"S; 52°24'48.13"W), que dá acesso ao Campus Universitário do Capão do Leão/UFPEl em uma zona afastada da área urbana no município do Capão do Leão, Rio Grande do Sul. A paisagem do entorno varia desde áreas urbanizadas até áreas campestres com vegetação nativa. É uma rodovia de pista

simples com velocidade máxima permitida de 60km/h. Um trecho de 3 quilômetros desta rodovia, que possui um total de 5,24 km (DAER, 2019), foi subdividido em 50 segmentos de 60 metros para a realização das amostragens.

Foram realizadas oito amostragens em um período de quatro meses, de dezembro de 2019 a março de 2020. Estas ocorreram pelo método de caminhamento de todos os 50 trechos por amostragem, que tinha duração aproximada de 3 horas, estendendo-se entre as 9h e 15h. Todas as observações foram realizadas por entre cinco a seis pesquisadores, que percorreram a totalidades dos segmentos por amostragem. Antes de cada amostragem, para cada segmento, foi sorteada qual das vias (esquerda/direita) seria percorrida por todos observadores, que partiram de um mesmo segmento inicial, sendo o intervalo entre cada um de 8 minutos. Este intervalo foi identificado em uma amostragem piloto como adequado para garantir independência entre os observadores e ao mesmo tempo evitar a remoção completa das carcaças e ausência de recapturas.

Para cada dia de amostragem foram gerados históricos de captura de zeros (0) e uns (1) para cada carcaça encontrada por cada observador. Sendo zero o não registro e um o registro da carcaça. Para modelar estes históricos de captura foi usado um modelo de captura-recaptura para populações abertas (Popan) para múltiplas espécies adaptado para dados de atropelamentos considerando remoção e detecção. Este modelo estima quatro parâmetros: a superpopulação ( $N$ ) que corresponde ao número total de carcaças presentes na rodovia no momento da amostragem, independente de terem sido detectadas ou removidas; probabilidade de entrada ( $b$ ), que estima a probabilidade de uma carcaça entrar no sistema (um animal ser atropelado) nos intervalos entre cada amostrador; probabilidade de persistência ( $\phi$ ), que estima a probabilidade de uma carcaça permanecer na estrada nos intervalos entre amostradores; probabilidade de detecção ( $p$ ), que estima a probabilidade de uma carcaça ser detectada por um amostrador. A taxa de atropelamento foi calculada somando todos os indivíduos entrantes (atropelados) durante a amostragem e dividindo pelo número de observadores menos 1, pelo tempo entre os observadores e o tamanho do trecho da estrada. Com isso obtivemos uma taxa de atropelamentos por intervalo de 8 minutos por quilômetro. O modelo foi ajustado através de uma abordagem bayesiana usando o software JAGS através da plataforma R.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados 136 lepidópteros atropelados em 39 espécies, sendo apenas 8 indivíduos de mariposas. As espécies mais atropeladas foram *Hylephila phyleus* (39,7%), *Junonia evarete* (12,5%) e *Agraulis vanillae* (7,3%). É possível notar que foram encontradas mais borboletas do que mariposas e isso possivelmente se deve ao fato de as mariposas possuírem hábitos geralmente noturnos. Estudos demonstram que amostragens diurnas dificilmente terão registros de animais noturnos (RAO; GIRISH, 2007), pois a permanência de insetos nas rodovias tende a ser baixa.

Até o momento, foram analisadas apenas duas amostragens (amostragem 3, que ocorreu em fevereiro e amostragem 7, que ocorreu em março de 2020). Para os resultados parciais dos parâmetros avaliados, foram consideradas somente as espécies de Lepidoptera com mais de um indivíduo registrado (amostragem 3) e que apresentaram pelo menos uma recaptura no dia da amostragem (amostragens 3 e 7) (Tabela 1).

Tabela 1 – Estimativas dos parâmetros das análises estatísticas (Observado = número de carcaças observadas nas respectivas amostragens; N = superpopulação; B = entrada por intervalo;  $\phi$  = probabilidade de permanência por intervalo; p = probabilidade de detecção). Os números entre parênteses representam o intervalo de credibilidade obtido para cada parâmetro.

	Observado	N	B	$\phi$	p
Amostragem fevereiro	22	27 (22-37)	3.6 (2-5.2)	0.76 (0.38-0.96)	0.6 (0.27-0.89)
Amostragem março	23	70 (33-138)	6.1 (0-16)	0.82 (0.34-0.99)	0.29 (0.08-0.65)

Pode-se perceber que em ambas amostragens houve uma grande subnotificação de indivíduos quando as estimativas de remoção e detecção não são levadas em conta. Na amostragem 3 (fevereiro), 22 de 27 indivíduos foram registrados e na amostragem 7 (março), apenas 23 de 70 foram observados. Essa subnotificação é apontada também em outros estudos (SLATER, 2002; TEIXEIRA et al., 2013). A probabilidade de entrada de carcaças e da persistência podem ser influenciadas pelas características ambientais e fluxo de veículos. Skórka et al. (2013) demonstrou uma forte correlação positiva entre atropelamentos de borboletas e volume do tráfego. Variáveis ambientais e de fluxo serão incluídas ao modelo posteriormente. Outro fator que pode influenciar a probabilidade de entrada das carcaças é a abundância das populações de borboletas vivas ao redor da rodovia (SKÓRKA et al., 2013). Os dados de abundância das borboletas vivas serão incluídos ao modelo do presente estudo visando aprimorar as estimativas de atropelamentos. Apesar de as probabilidades de persistência de 76% e 82% poderem parecer altas, estas são as probabilidades de uma carcaça persistir no intervalo de no máximo 8 minutos entre um amostrador e o amostrador seguinte. Assim, em uma hora, a probabilidade de persistência baixa para 13% e 22%, respectivamente, que vai de encontro aos resultados de Skórka (2016), que demonstrou que poucas borboletas persistem na estrada por mais de 12 horas.

Além disso, a detecção foi determinante no processo de amostragem na rodovia influenciando sobremaneira nas diferenças da superpopulação estimada. A probabilidade de detecção pode variar entre uma amostragem e outra, dado que varia de acordo com características intrínsecas do amostrador, associado as características de cada inseto e sua probabilidade de ser visto na rodovia. Características como tamanho (SKÓRKA, 2016) e cor (SLATER, 2002) também serão incluídas no modelo final. A baixa detecção da amostragem 7 pode ter sido um fator determinante para ter ocorrido maior amplitude de erro nessa amostragem quando comparada com a amostragem 3. O modelo está sendo corrigido para minimizar esses erros e diminuir as incertezas das estimativas, para fornecer valores de estimativa de atropelamentos confiáveis em um modelo analítico robusto a ser aplicado para invertebrados atropelados em rodovias.

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados na presente pesquisa é possível ver que a fatalidade de insetos causadas por colisões com veículos são subnotificadas. Essas subnotificações são causadas, em grande parte, pelos erros de detecção, assim como pela fácil remoção desse grupo após os



atropelamentos, dado a facilidade de serem deslocados para fora da rodovia. Dessa forma, a presente pesquisa demonstrou que a inclusão de dados de remoção e detecção nas análises, associados a metodologia de coleta com intervalos curtos entre amostradores, permite uma melhor avaliação e estimativa das taxas de fatalidade para insetos.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MUÑOZ, P.; TORRES, F.; MEGÍAS, A. Effects of roads on insects: a review. **Biodiversity and Conservation**, v. 24, n. 3, p. 659–682, 2014.

RAO, R. .; GIRISH, M. Road kills: Assessing insect casualties using flagship taxon. **Current Science**, v. 92, n. 6, p. 830–837, 2007.

SKÓRKA, P.; LENDA, M.; MORÓN, D.; KALARUS, K.; TRYJANOWSKI, P. Factors affecting road mortality and the suitability of road verges for butterflies. **Biological Conservation**, v. 159, p. 148–157, 2013.

SKÓRKA, P. The detectability and persistence of road-killed butterflies: An experimental study. **Biological Conservation**, v. 200, p. 36–43, 2016.

SLATER, F. An assessment of wildlife road casualties - The potential discrepancy between numbers counted and numbers killed. **Web Ecology**, v. 3, p. 33–42, 2002.

TEIXEIRA, F.; COELHO, A; ESPERANDIO, I.; KINDEL, A. Vertebrate road mortality estimates: Effects of sampling methods and carcass removal. **Biological Conservation**, v. 157, p. 317–323, 2013.

THOMAS, J. A. Monitoring change in the abundance and distribution of insects using butterflies and other indicator groups. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 360, n. 1454, p. 339–357, 2005.