

ARTIGO

Desenvolvimento de passagens de fauna para *Trachemys dorbigni* em Ferrovias no Rio Grande do Sul

1º Tatiane Bressan Moreira^{1*}, 2º Tiê Pires Com Adamenas², 3º Leandro Brenner Fernandes³, 4º, 5º Stefani Gabrieli Age⁴, 6º Renata Twardowsky Ramalho Bonikowski⁵

^{1,2,3,4,5} *Meio Ambiente* – Rumo Malha Sul S.A., Rua Emilio Bertolini, 100, CEP 82920-030, Curitiba, Paraná.

e-mail: 1º autor tatiane.moreira@rumolog.com, 2º autor tje.adamenas@rumolog.com, 3º autor leandro.fernandes@rumolog.com, 4º autor stefani.age@rumolog.com, 5º autor renatatr@rumolog.com

Resumo

O monitoramento de fatalidades envolvendo animais na ferrovia mostrou que na Malha Sul da Rumo Logística S.A., uma das espécies mais impactadas é *Trachemys dorbigni*, testudíneo endêmico do Rio Grande do Sul. A morte desta espécie em ferrovias se dá principalmente por desidratação, inanição e intermação, causados pelo aprisionamento entre trilhos. Diante deste cenário, com o intuito de promover a conectividade e fornecer meios de escape para animais aprisionados, a Rumo desenvolveu e implantou passagens de fauna com design específico. Ao total foram instaladas 205 passagens, ao longo de 20 Zonas Críticas de Fatalidade, nos trechos ferroviários de Santa Maria – Triunfo e Cacequi – Rio Grande. A primeira campanha de monitoramento demonstrou que nos trechos onde foram instaladas as passagens não houve registro de fatalidades envolvendo testudíneos. Ainda, foram coletadas evidências e relatos da correta utilização desse dispositivo pela espécie alvo, o que sugere que a estrutura é adequada.

Palavras-Chaves: Via Permanente, Mitigação, Tigre-d'água, Fauna.

1. INTRODUÇÃO

As infraestruturas de transporte terrestre, como rodovias e ferrovias, são elementos essenciais ao desenvolvimento socioeconômico, promovendo a acessibilidade e o transporte de uma série de materiais e insumos (Coffin 2007). Entretanto, a implantação e operação das vias de tráfego provocam inúmeros impactos ao meio ambiente (Forman & Alexander 1998), tanto nos componentes abióticos quanto os bióticos.

Os atropelamentos da fauna silvestre resultam em grandes impactos na conservação da biodiversidade. No Brasil, existem três estimativas disponíveis para atropelamento de vertebrados: 14,7 (± 44.8) milhões e 475 milhões de vertebrados mortos na estrada por ano (Dornas et al., 2012 CBEE, 2019) e mais

dois milhões de mamíferos mortos ao ano (González-Suárez et al., 2018). Para o estado de São Paulo, estudos recentes apontaram que a estimativa média dos atropelamentos de mamíferos silvestres por ano é de 39.605 indivíduos (Abra, 2021). Os dados relativos à mortalidade de animais em ferrovias são escassos, limitando-se a poucos relatos de outros países. Segundo Rautsaw, 2018, apenas 17 artigos envolvendo ecologia de ferrovias foram publicados entre 1990 e 2014, valor muito inferior comparado ao número de publicações relativas a ecologia de estradas. A maioria dos estudos publicados se concentra no atropelamento de grandes mamíferos como alces e ursos e com isso, a taxa de mortalidade de pequenos animais acaba sendo subestimada.

Além disso, estradas e ferrovias representam um obstáculo ao deslocamento de animais, uma vez que estes podem evitar a transposição dessas vias em função do barulho gerado pelo fluxo de veículos e pelo tipo de estrutura encontrada. A fragmentação e o isolamento de populações animais geram redução do fluxo gênico e consequente diminuição da variabilidade genética, o que pode levar diferentes populações à extinção (Jackson & Fahrig 2011).

Aliados a superestrutura ferroviária, outros fatores podem contribuir para o aumento da mortalidade de animais de pequeno porte como por exemplo o aprisionamento entre grampos, trilhos ou aparelhos de mudança de via (AMVs), tornando-os mais suscetíveis a predação, inanição e morte por intermação (Kornilev, 2006). Carcaças de cágados e jabutis frequentemente são encontradas entre os trilhos e muitas vezes não apresentam indícios de trauma ou atropelamento, sugerindo que a morte possa ter ocorrido em função das circunstâncias acima apresentadas (Engeman, 2007). Segundo Kornilev, 2006, este tipo de evento é muito comum ao grupo dos testudíneos, que muitas vezes acessam a ferrovia pelas passagens de nível (PN) e por motivos comportamentais e particularidades anatômicas e fisiológicas não conseguem mais sair da via. Outros estudos sobre o comportamento de cágados e jabutis frente a transposição de barreiras mostraram que esse grupo prefere percorrer toda a extensão do obstáculo do que tentar superá-lo (Ruby, 1997 e Peaden, 2017) e quando o fazem, correm o risco de capotar sobre a carapaça e apresentar dificuldades para se endireitarem (Rautsaw, 2018). A mortalidade de testudíneos em ferrovias também foi registrada por Iosif em 2012 e Heske comprovou em 2015 o efeito barreira causado pelos trilhos (Iosif, 2012 e Heske, 2015).

Além da perda de biodiversidade, tais incidentes também podem impactar na atividade ferroviária, aumentando a chance de acidentes e atrasos na operação, dessa forma a implementação de medidas mitigadoras torna-se essencial.

As primeiras passagens projetadas para testudíneos surgiram de uma parceria entre a Greenbush Line Commuter e a Massachusetts Bay Transportation Authority, em 2005. Tal parceria teve como objetivo testar diferentes modelos de travessia segura para a espécie-

alvo, a tartaruga-machada (*Clemmys guttata*) (Pelletier, 2005).

Em meados de 2015, outra parceria entre a CIA Ferroviária JR West e o Suma Aqualife Park, no Japão também culminou com a criação de passagens específicas para testudíneos, com o objetivo de reduzir a mortalidade destes animais na ferrovia. Ao que tudo indica, tais estruturas contribuíram para o aumento da conectividade e redução da taxa de mortalidade da espécie-alvo.

No Brasil, a malha ferroviária da região sul da Rumo (Malha Sul) é composta por 7.223 Km de linha férrea e é considerada a mais extensa de todas as malhas, abrangendo os Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Toda estrutura desta malha ferroviária está sob domínio dos biomas Cerrado, Mata Atlântica e Pampa.

No Rio Grande do Sul em específico (LO 888/2009), o monitoramento de animais mortos devido a operação ferroviária se deu entre os anos de 2010 e 2017. A análise dos registros de animais silvestres mostra um total de 610 mortes de animais silvestres, sendo que *Trachemys dorbignii* (tigre-d'água) lidera o ranking das cinco espécies mais acometidas, conforme mostra a tabela a seguir:

Tabela 1 – Registros de mortalidade de animais silvestres associada a ferrovia no Rio Grande do Sul - espécies mais acometidas (2010-2017).

Espécies	Nome Popular	nº de registros
<i>Trachemys dorbignii</i>	Tigre-d'água	169
<i>Dasytus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	94
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	68
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	25
<i>Salvator merianae</i>	Teiú	22
<i>Conepatus chinga</i>	Zorrilho	22

As circunstâncias apontam que as fatalidades envolvendo *Trachemys dorbignii* estejam em sua grande maioria relacionadas ao aprisionamento destes animais entre os trilhos, levando a morte por inanição, desidratação e hipertermia. A morte de outros testudíneos como *Hydromedusa tectifera* (7 indivíduos), *Phrynops hilarii* (1), *P. williamsi* (1) e *Acanthochelys spixii* (1) também foi registrada.

Trachemys dorbignii é uma espécie endêmica do Rio Grande do Sul, ocorrendo em boa parte do território Uruguaio e Nordeste da Argentina, associada sempre à corpos hídricos, como rios, lagos e banhados. A perda de habitat em

função das atividades agrícolas, atropelamentos e a comercialização ilegal de filhotes são os principais fatores responsáveis pelo declínio populacional. Atualmente a espécie está classificada como quase ameaçada (NT) (ICMBio, 2019; ICMBio/MMA,2018; IUCN, 2019).

Em relação a problemática envolvendo a ferrovia, os trechos com maior registro de mortalidade de testudíneos estão próximos a corpos hídricos, e muitas vezes associados a drenagens lindeiras a própria ferrovia. Em geral, o acesso destes animais a ferrovia é facilitado principalmente pela presença de passagens em nível (PN) e elevações externas aos trilhos, como maior quantidade de lastro. No intuito de avaliar qual seria a melhor estrutura ou maneira de promover a conectividade entre os dois lados da ferrovia, entre 2017 e 2019, a Rumo Malha Sul realizou testes ao longo de dois principais *hotspots* de mortalidade para tigrés-d' água, no Rio Grande do Sul.

Estes testes com diferentes estruturas, em específico com uma construída com chapas de zinco moldadas de forma a serem encaixadas entre os dormentes, apresentaram falhas ao longo de seu uso na operação como a viabilidade de travessia apenas na seção de uma lateral a outra da plataforma ferroviária e não entre os trilhos, onde ocorrem a maioria dos casos de morte destas espécies; o aquecimento excessivo da placa de zinco em dias ensolarados; a elevação da aba lateral, além de um outro ponto observado com relação ao ângulo e altura das paredes laterais, que também formam um degrau de dimensão considerável. Tal fato levantou o questionamento e uma possível conclusão de que espécies que estejam transitando entre os trilhos, como o tigre-d' água, possam evitar a estrutura em função da diferença de superfície, do calor transmitido em dias quentes e a altura do degrau, o que poderia paradoxalmente funcionar como obstáculo a passagem destes.

Com base no que foi apresentado, a Rumo desenvolveu um Plano de Redução de Mortalidade específico para testudíneos, bem como um novo design para as canaletas, conforme descrito nos próximos tópicos.

2. MATERIAIS E METODOS

2.1 DEFINIÇÃO E ESCOLHA DOS HOTSPOTS

A partir da compilação dados gerados através do Programa de Monitoramento e Mitigação de Atropelamentos de Fauna e auxílio do Software SIRIEMA 2.0[®], foram realizadas análises de agregação específicas para a Ordem Testudinata, permitindo a identificação dos principais hotspots.

A metodologia para seleção dos hotspots de testudíneos considerou os dados de mortalidade das últimas oito campanhas realizadas entre 2015 e 2017 e também a planilha de registros acumulados desde 2011. Neste último, foram utilizados critérios de corte, sendo selecionados apenas hotspots com agregações médias, altas e muito altas. Foram identificadas 20 Zonas Críticas de Fatalidade ou hotspots nos trechos Cacequi - Rio Grande e Santa Maria – Triunfo.

A extensão destes hotspots variou entre 510 e 2.141 metros. Nas tabelas abaixo são apresentados os quilômetros de via de início e fim dos hotspots selecionados, assim como os municípios que estão inseridos.

Table 1 - Hotspots trecho Santa Maria - Triunfo

Pontos	Início	Fim	Município
	Km via	Km via	
1	35+230	36+490	Triunfo
2	36+900	38+240	
3	40+130	40+970	
4	52+940	54+620	
5	57+560	58+580	
6	60+150	61+152	
7	77+035	78+871	General Câmara
8	79+393	80+207	
9	205+686	206+553	Cachoeira do Sul
10	218+875	219+674	
11	221+260	223+461	

Table 2 - Hotspots Trecho Cacequi - Rio Grande

Pontos	Início Km via	Fim Km via	Município
1	64+115	64+700	São Gabriel
2	65+235	65+810	
3	66+380	67+073	
4	83+640	84+649	
5	113+337	114+171	
6	125+238	126+043	Lavras do Sul

7	249+279	250+035	Candiota
8	429+082	429+700	Rio Grande
9	450+804	451+522	

2.2 IMPLANTAÇÃO DAS PASSAGENS PARA TESTUDÍNEOS

Junto à engenharia de Via Permanente da Rumo, foi validado o novo modelo de passagem para testudíneos, bem como o distanciamento seguro entre cada canaleta, proposto inicialmente em intervalos de 100 metros, ao longo de toda extensão do *hotspot*.

As tabelas abaixo apresentam a quantidade de canaletas propostas para cada trecho:

Table 3 - Quantidade de canaletas propostas para cada hotspot do Trecho Santa Maria - Triunfo.

Pontos	Extensão do hotspot (m)	Município	Nº de canaletas
1	1190	Triunfo	12
2	1340		14
3	870		9
4	1690		17
5	1020		10
6	1020		10
7	1850	General Câmara	19
8	847	Cachoeira do Sul	8
9	944		9
10	853		9
11	2141		21
Total			138

Table 4 Quantidade de canaletas propostas para cada hotspot do Trecho Cacequi - Rio Grande.

Pontos	Extensão do hotspot (m)	Município	Nº de canaletas
1	550	São Gabriel	5
2	575		6
3	751		8
4	993		10
5	857		9
6	698	Lavras do Sul	7
7	944	Candiota	9
8	618	Rio Grande	6
9	718		7
Total			67

Para o desenvolvimento do design das passagens para testudíneos, foram levados em consideração quatro fatores:

- 1º - Segurança ferroviária
- 2º - Capacidade de aquecimento e composição do material
- 3º - Facilidade de instalação, reposição e manutenção
- 4º - Porte da espécie alvo

Considerando os fatores apresentados acima, o modelo para as passagens desenvolvidas, será apresentado no passo-a-passo a seguir:



Foto 1 - 1ª Etapa: Remoção do lastro entre os dormentes.



Foto 2- Rebaixamento do lastro até a cota base do dormente.



Foto 3 - Suavização do declínio na parte central, aumentando à medida que se aproxima do trilho.

Tal suavização foi projetada para a saída dos animais que estiverem transitando entre os trilhos, sendo a camada central de lastro mais alta, rebaixando à medida que se aproxima do trilho. Dessa forma há a formação de uma rampa e não de um degrau.



Foto 4 - 2ª Etapa: Aplicação de retensores no trilho para travamento dos dormentes.

Os retensores possuem a função de impedir a aproximação entre os dormentes a medida que passam as composições.



Foto 5 - 3ª Etapa: Sinalização com tinta para piso de coloração amarela nas pontas dos dormentes.

A pintura realizada na cabeça do dormente indica que há, naquele local, uma passagem para testudíneos. E em caso de obstrução de alguma passagem devido à manutenção da Via Permanente, os colaboradores desse setor conseguem localizar e restaurar a estrutura, tornando-a funcional novamente.



Foto 6 - Design da canaleta já concluída.

O intervalo livre entre os dormentes tem aproximadamente 40 centímetros de largura e 20 centímetros de altura, dimensão suficiente para a travessia de um tigre-d' água adulto.



Foto 7 - De dentro do veículo auto de linha é possível avistar a localização da canaleta com facilidade.

Ao total, foram instaladas 205 canaletas ao longo dos principais hotspots. As atividades de instalação das canaletas tiveram início no dia 01 de abril de 2019 e foram concluídas no dia 13 de novembro de 2019.

2.3 PLANO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE

A avaliação da efetividade das medidas implementadas consistirá no monitoramento trimestral com veículo auto de linha, dos trechos Santa Maria – Triunfo (início em Canoas, Km 15+400 e término em Santa Maria, Km 308+000) e Cacequi – Rio Grande (início em Cacequi, Km 0 e término em Rio Grande, Km 470+000). Serão realizadas oito campanhas de monitoramento ao longo de dois anos.

O trecho Santa Maria – Triunfo possui aproximadamente 308 km de extensão e compreende os municípios de Canoas, Nova Santa Rita, Triunfo, General Câmara, Vale Verde, Rio Pardo, Passo do Sobrado, Cachoeira do Sul, Restinga Seca e Santa Maria.

O trecho Cacequi – Rio Grande possui cerca de 470 km de extensão e compreende os municípios de Cacequi, São Gabriel, Lavras do Sul, Dom Pedrito, Bagé, Hulha Negra, Candiota, Pinheiro Machado, Piratini, Herval, Pedro Osório, Cerrito, Capão do Leão, Pelotas e Rio Grande.

2.3.1 Metodologia de Monitoramento

A metodologia seguiu os mesmos preceitos dos monitoramentos anteriores já executados pela Rumo, como velocidade máxima do veículo

auto de linha de 40 km/hora, presença de dois observadores e marcação de carcaças com tinta spray azul. As observações dos condutores de auto de linha também foram contabilizadas. Carcaças pequenas foram retiradas do gabarito da via e do campo visual dos observadores. Foram considerados como mortos pela ferrovia os animais encontrados em um limite de até 20 metros perpendiculares, para cada um dos lados dos trilhos, inclusive em taludes e pés de aterros. O limite admitido visa não atribuir de forma equivocada óbitos oriundos de fatores alheios a ferrovia.

2.3.1.1. Coleta e análise de dados

Todos os animais mortos dentro do limite admitido (domésticos e silvestres), foram registrados em uma planilha de campo, bem como as características de entorno, horário e data do registro, coordenadas geográficas, município e quilometragem da via. O registro fotográfico (nº da foto), foi obtido a partir de vários ângulos (lado direito e esquerdo), além de fotos da estrutura corpórea do espécime para facilitar posterior identificação. Quando não foi possível a identificação in loco, principalmente para os atropelados com pouca integridade, foi realizada a identificação a posteriori, a partir dos registros fotográficos. As carcaças encontradas com alto dano ou que consistiram apenas em ossadas e pelos/penas que impossibilitaram a identificação foram consideradas como indeterminadas.

Os dados obtidos em campo alimentam o banco de dados em plataforma Excel®, sendo preenchidos em formulário específico de registros. Após a identificação e verificação da consistência dos registros, quando possível, os espécimes foram classificados a partir do tamanho corporal (pequeno porte: ≤ 500 g; médio porte: > 500 g e ≤ 25 kg; Grande porte: > 25 kg); por grupo taxonômico (anfíbios, répteis, aves e mamíferos) e por categoria (silvestres; domésticos, exóticos e não identificados). Outras informações como presença de áreas protegidas e grau de conservação das espécies também foram analisadas.

Ao final das oito campanhas propostas será realizada nova análise de agregação dos atropelamentos com o auxílio do software SIRIEMA 2.0®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira campanha de monitoramento da mortalidade de animais nos trechos onde foram instaladas as canaletas teve início no dia 20 de janeiro de 2020. Os dados obtidos em campo mostraram um total de 101 registros, dos quais 32 (31,7%) foram classificados como animais domésticos, sendo todos representados pela classe dos mamíferos e 69 (68,3%) incluídos na categoria de animais silvestres, representados pelas classes Amphibia (n=3/69 - 4,3%), Aves (n=3/69 - 4,3%), Mammalia (n=33/69 - 47,8%) e Reptilia (n=30/69 - 43,47%). Relacionando apenas os registros de mortalidade de animais silvestres (n=69), é possível verificar que a espécie mais frequente é *Trachemys dorbignii* (n=30), representando 43,5% do total.

Considerando o tipo de registro, obteve-se um total de 43 carcaças (42,57%) e 58 ossadas (57,42%). O grupo dos mamíferos silvestres apresentou o maior índice de ossadas e carcaça não identificadas a nível de gênero e espécie (n= 14/33 – 42,4%). Dos répteis, foram registrados também os avistamentos de *Trachemys dorbignii* viva próxima ou entre os trilhos, o que totalizou em 7 indivíduos. Sobre os espécimes vivos, cinco deles (71%) estavam transitando entre os trilhos e dois (29%) estavam do lado de fora dos trilhos. Em relação ao local com maior concentração de carcaças e ossadas, temos um predomínio no sub-trecho Cacequi – Bagé, com 44 registros (n= 44/101 – 43,56%).

Considerando o número total de registros (mortalidade n= 101 e avistamentos n= 7) em relação a quantidade de linhas presentes na ferrovia, temos que 93% dos registros (n=100/108) se concentram em linha singela. Nesse sentido é válido ressaltar que nos trechos monitorados há o predomínio da linha singela, sendo as linhas duplas e triplas restritas a pátios de cruzamento, pátios de manobra e estações ferroviárias.

Para avaliação da efetividade das passagens para testudíneos, foi comparado ao longo da primeira campanha de monitoramento a pontualidade das ocorrências envolvendo *Trachemys dorbignii* e a presença ou ausência de canaletas. Considerando os dados obtidos até então, é possível afirmar que não houve registro de carcaça ou ossada de testudíneos nos locais onde as passagens foram implantadas. Essa análise foi feita a partir da sobreposição dos arquivos em kmz contendo localização das 205 canaletas e os pontos

onde as carcaças foram registradas ao longo desta campanha.

Sobre a utilização adequada da passagem por parte do grupo alvo, já foi evidenciada vezes a travessia de animais que se encontrava transitando entre os trilhos e encontraram como meio de escape a canaleta. A sequência de imagens abaixo foi retirada de um vídeo:

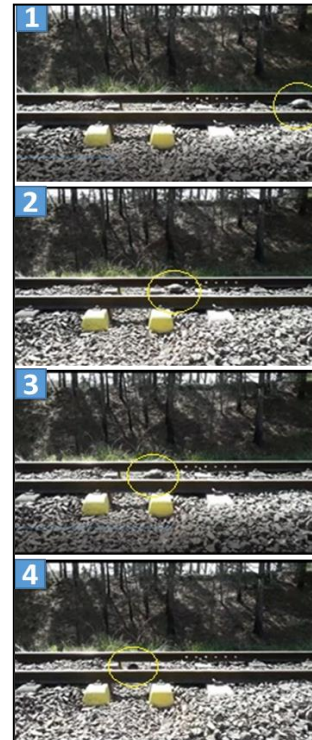


Foto 8 - Evidência de utilização da canaleta por *Trachemys dorbignii*

4. CONCLUSÃO

Conforme apresentado nos resultados do primeiro monitoramento de fauna, a espécie mais afetada pela estrutura do transporte ferroviário é a *Trachemys dorbignii*, representando 43,5% dos animais silvestres encontrados mortos devido ao empreendimento. Contudo, nos locais onde foram instaladas as passagens de fauna não houve ocorrência da mortalidade dessa espécie.

Com este plano a Rumo pretende reduzir a mortalidade de testudíneos nas principais Zonas Críticas de Fatalidade, e a partir das Campanhas de Monitoramento, avaliar a efetividade das medidas implementadas.

Novos pontos para instalação de canaletas serão definidos ao longo destes monitoramentos e também considerando o reporte dos colaboradores da via permanente

e condutores de auto de linha. Se comprovada a eficácia das passagens para testudíneos, a metodologia de instalação poderá e deverá ser compartilhada com outras concessionárias.

O projeto é facilmente aplicável na via férrea, pois trata-se de uma alternativa de baixo custo e com pouca interferência na operação e manutenção ferroviária.

5. AGRADECIMENTOS

A um dos idealizadores, Lucas Lacerda Totti Quintilham pela concepção e instalação dos primeiros protótipos. Às equipes de Via Permanente do Rio Grande do Sul pelo apoio na implantação e manutenção das passagens para testudíneos.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Reportagem Independent, *Japanese rail workers build special tunnels to save turtles from train deaths*. Disponível em: <http://www.independent.co.uk/news/world/asia/japanese-rail-workers-build-special-tunnels-to-save-turtles-from-train-deaths-a6757466.html>.
- [2] Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas (<http://cbee.ufla.br/portal/noticias.php?year=2017#65>)
- [3] Coffin AW, *From roadkill to road ecology: A review of the ecological effects of roads*. Journal of Transport Geography 15 (2007), pág. 396–406.
- [4] Dornas, R. A. P., Kindel, A., Bager, A. Freitas, S.R., 2021. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil. Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas. In: Bager, A. (Ed), pp. 139-152.
- [5] Forman RTT, Alexander L, *Roads and their major ecological effects*. Annu. Rev. Ecol. Syst. 29 (1998), pág. 207-231.
- [6] Gonzáles-Suarez, M., Zanchetta, F. F., Grilo, C., 2018. *Spatial and species-level predictions of road mortality risk using trait data*. Global Ecol. Biogeogr.
- [7] Jackson ND, Fahrig L, *Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity*. Biological Conservation (2011), pág 144,143–3148
- [8] Kornilev, Y. V., Price, A. J., Dorcas, M. E. *Between a Rock and a Hard Place: Responses of Eastern Box Turtles (Terrapene carolina) When Trapped Between Railroad Tracks*. Society for the Study of Amphibians and Reptiles, 2006
- [9] *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume IV – Répteis* / -- 1. ed. -- Brasília, DF: ICMBio/MMA, 2018. 7v.: il.
- [10] Engeman, R. M., H. T. Smith, and G. S. Kaufmann. 2007. *Gopherus polyphemus (Gopher Tortoise) Mortality*. Herpetological Review 38:331–332.
- [11] Heske, E. J. 2015. *Blood on the tracks: track mortality and scavenging rate in urban nature preserves*. Urban Naturalist 4:1–13.
- [12] Iosif, R. 2012. *Railroad-associated mortality hot spots for a population of Romanian Hermann's Tortoise (Testudo hermanni boettgeri): a gravity model for railroad-segment analysis*. Procedia Environmental Sciences 14:123–131.
- [13] Peadar, J. M., A. J. Nowakowski, T. D. Tuberville, K. A. Buhlman, and B. D. Todd. 2017. *Effects of roads and roadside fencing on movements, space use, and carapace temperatures of a threatened tortoise*. Biological Conservation 214:13–22.
- [14] Pelletier, S. K., L. Carlson, D. Nein, and R. D. Roy. 2006. *Railroad crossing structures for spotted turtles: Massachusetts Bay Transportation Authority—Greenbush rail line wildlife crossing demonstration project*, p. 414–425. In: Proceedings of the 2005 International Conference on Ecology and Transportation. C. L. Irwin, P. Garrett, and K. P. McDermott (eds.). Raleigh, North Carolina.
- [15] RAUTSAW, R.M.; MARTIN, S.A.; VINCENT, B.A.; LANCTOT, K.; BOLT, M.R.; PARKINSON, C.L. *Stopped Dead in Their Tracks: The Impact of Railways on Gopher Tortoise (Gopherus polyphemus) Movement and Behavior*. *Copeia*, v.106, n.1, p.135-143. 2018.
- [14] Ruby, D. E., J. R. Spotila, S. K. Martin, and S. J. Kemp. 1994. *Behavioral responses to barriers by Desert Tortoises: implications for wildlife management*. Herpetological Monographs 8:144–160.