

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DISPERSÃO DE SEMENTES PELO FLUXO DE AR GERADO POR VEÍCULOS**

Nicole da Rosa Oliveira

Porto Alegre

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**DISPERSÃO DE SEMENTES PELO FLUXO DE AR GERADO POR VEÍCULOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, a ser submetido à revista *Perspectives in Ecology and Conservation*.

Autora: Nicole da Rosa Oliveira

Orientador: Dr. Gerhard Ernst Overbeck

Porto Alegre

2017

Nicole da Rosa Oliveira

**Dispersão de sementes pelo fluxo de ar gerado por veículos**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aprovado em: 03 de agosto de 2017.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Dr. Andreas Kindel - UFRGS

---

Demetrio Luis Guadagnin - UFRGS

---

Gerhard Ernst Overbeck - UFRGS (orientador)

## **Dispersão de sementes pelo fluxo de ar gerado por veículos**

Nicole da Rosa Oliveira<sup>1 2</sup>, Gerhard Ernst Overbeck<sup>1 3</sup>

### **RESUMO**

A dispersão de sementes ocorre por meios naturais, mas também por ação humanas, podendo ter participação em invasões biológicas. O transporte de sementes por veículos é reconhecidamente um possível caminho de propagação de espécies invasoras. Contudo, os meios em que veículos podem ser vetores de dispersão de sementes e propágulos ao longo das estradas ainda é um assunto pouco explorado. O objetivo deste trabalho foi avaliar quantitativamente a distância das sementes dispersas pelo fluxo de ar gerado por um veículo, em diferentes velocidades. Foram utilizadas sementes de espécies nativas, invasoras e cultivadas encontradas na região dos Campos Sulinos, totalizando doze espécies. O experimento, realizado em um Autódromo, consistiu em dispor cinco réplicas de 20 sementes de cada espécie em círculos demarcados no asfalto com giz, e monitorar a distância percorrida por cada uma, além da direção da dispersão, após a passagem de um veículo a cerca 50cm das mesmas, a 40, 60, 80, 100 e 115km/h. A distância percorrida pelas sementes diferiu entre as espécies e entre as diferentes velocidades. Foi observada relação entre velocidade e distância. Os resultados demonstram que as espécies contendo diásporos adaptados à dispersão anemocórica, serão dispersas por uma distância maior.

Palavras-chave: Campos Sulinos, dispersão de sementes, ecologia de estradas, espécies invasoras.

<sup>1</sup>Laboratório de Estudos em Vegetação Campestre, Departamento de Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43432, Sala 109. Agronomia, Porto Alegre/RS – Brasil. CEP 91501-970  
<sup>2</sup> nicole.rosa.bio@gmail.com, <sup>3</sup> gerhard.overbeck@ufrgs.br

## Seed dispersal by the airflow of vehicles

### ABSTRACT

Seed dispersal occurs by natural means, but also by human action, and may have participation in biological invasions. The seed transport by vehicles is considered a possible way of spreading invasive species. However, the ways in which vehicles can be vectors for seed dispersal along the roads is still an unexplored subject. The aim of this work was to evaluate quantitatively the distance that seeds can be dispersed by the air flow generated by a vehicle, at different speeds. Seeds of a total of twelve native, invasive and cultivated species found in the region of the Campos Sulinos were used. In the experiment, conducted at a Racetrack, five replicates of 20 seeds per species were placed in a circle marked on the pavement with chalk, and the distance traveled by each and the dispersion direction were monitored for each seed after the passage of a vehicle at a distance of about 50 cm, at the speed 40, 60, 80, 100 and 115 km/h. The distance travelled by the different seeds differed among some of the species and among velocities. Both seed size and presence or not of appendices that contribute to dispersal influenced the dispersal distance. Higher velocities in general mean longer dispersal.

Keywords: Campos Sulinos, seed dispersal, road ecology, invasive species

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Disposição na estrada e direção.....	10
Figura 2 – Relação entre Velocidade e distância de dispersão.....	13
Figura 3 – Direção de dispersão.....	13

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.</b>
2.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	9
2.2 ANÁLISE DOS DADOS .....	Erro! Indicador não definido.
<b>3 RESULTADOS .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>16</b>
<b>ANEXO A – NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA .....</b>	<b>18</b>
<b>APENDICE 1. DISPERSÃO MÉDIA DAS SEMENTES ESTUDADAS (CM) APÓS A PASSAGEM DE VEÍCULO EM DIFERENTES VELOCIDADES.....</b>	<b>19</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A dispersão de sementes liga o fim do ciclo reprodutivo de plantas adultas ao estabelecimento de sua prole, sendo amplamente reconhecida como um fator determinante na estrutura da vegetação, além de influenciar a colonização de novos habitats. Assim, conhecer a dinâmica da dispersão de sementes e sua influência, apesar de ser um desafio por diversas razões, tem implicações na compreensão da manutenção da biodiversidade, sucessão e regeneração e, conseqüentemente, para a conservação (Howe, 1989; Wang & Smith, 2002).

Modelos mais completos de dispersão de plantas em ambientes antropizados devem incorporar os meios de dispersão criados pelas atividades humanas, que podem ser considerados um tipo diferenciado de dispersão secundária e tem sido sugerido o termo ‘antropocoria’ (Hodkinson & Thompson, 1997). Ao contrário dos mecanismos de dispersão que evoluíram a fim de permitir a dispersão de plantas por outros animais, não houve tempo suficiente para que tais mecanismos evoluíssem entre plantas e humanos como seus vetores específicos. Mesmo assim, as espécies antropocóricas são em sua maioria oportunistas com atributos pré-adaptados a essa forma de dispersão (Hodkinson & Thompson, 1997).

A dispersão mediada por humanos (HMD, human-mediated dispersal) tende a introduzir níveis mais elevados de diversidade genética dentro de uma população, sendo mais provável que facilite a miscigenação e resulte em um aumento mais rápido do tamanho da área de distribuição de uma espécie, quando comparada à dispersão natural, principalmente quando se trata de dispersão por grandes distâncias geográficas (LDD - long-distance dispersal).

A introdução inicial de uma espécie invasora em um novo local é seguida pela sua dispersão secundária por diversos vetores, portanto, a dispersão é um passo crítico no processo de invasão (Davis & Thompson, 2000). Os humanos têm cumprido esse papel como vetores, não somente através do cultivo, mas também pelo transporte acidental de propágulos e sementes por veículos (Clifford 1959; Wace 1977; Lonsdale & Lane 1994; Greenberg *et al.* 1997; Salisbury 1961), bens/produtos/mercadorias ou diretamente com as pessoas em seus calçados, inclusive ao praticar turismo dentro de áreas protegidas (Powell 1968; Pickering *et al.* 2011; Pauchard & Alaback, 2004; Wichmann *et al.* 2009). Assim, humanos são considerados os principais vetores de introdução e dispersão de espécies invasoras, enquanto as estradas agem como importantes corredores, facilitando sua dispersão. Isto se deve ao fato



de que as estradas não somente conduzem pessoas e, estas por sua vez, agem como vetores de diversas formas, mas também por proporcionarem habitat propício para o estabelecimento destas espécies, devido aos diferentes níveis de perturbação encontrados às suas margens, em diferentes ecossistemas (Gelbard & Belnap, 2003; Greenberg *et al.* 1997; Hansen & Clavenger, 2005; Meunier & Lavoie, 2012; Dar *et. al.* 2015; Parendes & Jones, 1999; Pauchard & Alaback, 2004).

Contudo, o impacto dos veículos como vetores de dispersão de sementes e propágulos ao longo das estradas ainda foi pouco explorado. O primeiro estudo a investigar o tema foi o de Clifford (1959), analisando o transporte e germinação de sementes presas à lama colada aos carros, seguido de trabalhos semelhantes feitos posteriormente (Schmidt, 1989; Lonsdale & Lane, 1993; Zwanepoel *et. al.* 2006). O uso de armadilhas em estradas para captura de sementes dispersas por veículos foi feito por von der Lippe & Kowarick (2007), e o uso de armadilhas coladas ao veículo para avaliar o transporte por longas distâncias por Taylor *et al.* (2012). De forma geral, estes trabalhos demonstram um alto potencial de transporte de sementes através de meios de transporte.

Estudos anteriores sobre a dispersão de sementes pelo vento sugerem que o fluxo de ar gerado por veículos pode influenciar a dispersão de sementes ao longo das estradas. O fluxo de ar gerado pela turbulência é descrito por estudos da aerodinâmica de veículos (von der Lippe *et al.* 2013). Uma zona estreita ao redor do veículo em movimento é afetada pela turbulência, causada pela separação de fluxo da camada limite na superfície do veículo em movimento. Apesar de isso possuir uma natureza estocástica, a principal direção dessa turbulência leva a um campo de fluxo característico próximo ao veículo. Além do fluxo de ar turbulento próximo ao veículo, é principalmente a corrente de deslizamento na esteira do veículo de passagem que afeta o fluxo de ar na direção do movimento do tráfego. Esse deslizamento age sobre uma distância que é determinada como um múltiplo do peso do veículo. Entretanto, uma análise quantitativa da distância percorrida por sementes dispersas pelo fluxo de ar gerada por veículos ainda foi pouco explorada, apesar desse fator facilitar a movimentação das sementes ao longo das estradas e o seu depósito nos habitats adjacentes, tendo importantes implicações no manejo de espécies invasoras e conservação (von der Lippe *et al.*, 2013).

Neste estudo, buscamos quantificar a distância percorrida por sementes de espécies invasoras, nativas e cultivadas, presentes nos Campos Sulinos, ao serem dispersas pelo fluxo

de ar gerado por veículos. Nosso objetivo foi avaliar se I) há relação positiva entre a velocidade do veículo e a distância de dispersão, II) o peso da semente influencia a sua capacidade de dispersão e III) espécies morfologicamente adaptadas à dispersão são dispersas por distâncias maiores que as demais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

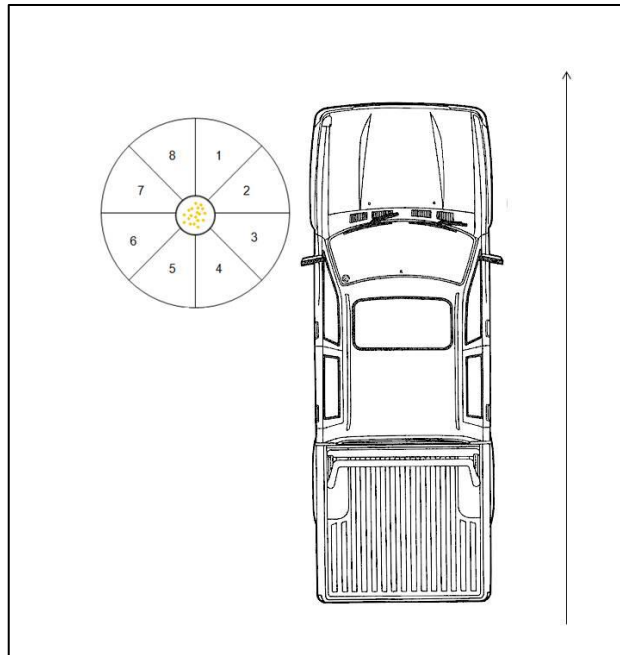
### 2.1. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O veículo foi conduzido a 40, 60, 80, 100 e 115 km/h, de modo a passar a cerca de cinquenta centímetros de distância das sementes, em velocidade constante, com 5 réplicas para cada velocidade. Para cada réplica utilizamos 20 sementes de cada espécie (com exceção de *Eragrostis plana*, em que utilizamos 50 unidades devido ao tamanho menor). As sementes foram posicionadas em linha, a cerca de 10 metros de distância entre cada espécie, ao lado direito da pista de rodagem, depositadas em marcações circulares de 2 cm de diâmetro (10cm de diâmetro para espécies de *Aristida* sp., devido ao tamanho maior) (Figura 1). A cada passagem do veículo, as sementes eram localizadas, contadas e suas posições registradas de acordo com a direção e distância em relação às suas posições iniciais. A direção foi definida a partir da posição final da semente, utilizando como referência um círculo dividido em oito partes.

O experimento foi realizado em uma pista asfaltada (Autódromo de Tarumã, em Viamão/RS), utilizando como veículo uma Toyota Hilux, no dia 08 de maio de 2017. Com início às 10h e conclusão às 17h, durante um dia de sol com vento leve e relativamente constante (máxima de 9km/h).

Foram sementes de doze espécies. As espécies invasoras utilizadas foram: *Eragrostis plana* (capim-annoni); *Pinus* spp., *Ulex europaeus* (tojo) e *Urochloa* spp. (braquiária). As espécies nativas foram: *Aristida jubata* (barba-de-bode), *Aristida laevis* (barba-de-bode-alta), *Paspalum guenoarum*, *Paspalum notatum* (grama-forquilha), *Paspalum urvillei* (capim-das-roças) e *Setaria parviflora* (rabo-de-gato). Adicionalmente, foram utilizadas as espécies cultivadas: *Lolium multiflorum* (azevém) e *Panicum miliaceum* (painço). Antes do experimento, as sementes foram pesadas em conjuntos de 100 sementes, para a obtenção do peso médio de cada semente por espécie.

Para facilitar a recaptura, as sementes foram pintadas com tinta neon à base de água e pesadas novamente. Diásporos danificados durante o experimento foram substituídos e, quando foi observada dispersão exclusivamente pelo vento, antes da passagem do veículo, a atividade foi repetida.



**Figura 1. Disposição na estrada e direção:** sementes posicionadas dentro de um círculo (2 ou 10cm de diâmetro), à esquerda do veículo em movimento; a direção da dispersão foi definida de acordo com a posição final em uma das oito seções da divisão circular.

## 2.2. ANÁLISE DOS DADOS

A influência da pintura no peso das sementes foi avaliada com teste de randomização (com 1000 permutações, utilizando Distância Euclidiana), comparando o peso de cada espécie em ambos os grupos: com e sem tinta.

Para testar a influência da velocidade do veículo, assim como do peso da semente (variáveis preditoras) na distância de dispersão (variável resposta), foram realizadas regressões lineares simples, utilizando os valores médios de cada réplica, para cada espécie e também considerando o conjunto de espécies.

O efeito de diferentes velocidades do carro sobre o valor médio percorrido para as sementes foi analisado via teste de randomização (com 1000 permutações, utilizando

Distancia Euclidiana), separadamente por espécie e para o conjunto total das espécies. Para testar a influência da presença de estruturas de dispersão, a mesma análise foi realizada utilizando os valores médios de distância casa espécie, onde a velocidade do veículo foi utilizada como fator bloco. Para tal, as espécies foram divididas em dois grupos, com estruturas de dispersão anemocóricas: *Aristida jubata* (barba-de-bode), *Aristida laevis* (barba-de-bode-alta), *Paspalum urvillei*, *Pinus* spp. e *Setaria parviflora*. As espécies sem estruturas de dispersão foram: *Eragrostis plana* (capim-annoni), *Lolium multiflorum* (azevém), *Panicum miliaceum* (painço), *Paspalum guenoarum*, *Paspalum notatum* (gram-forquilha), *Ulex europaeus* (tojo) e *Urochloa* spp. (braquiária). Todas as análises foram realizadas com o software MULTIV v.3.55b.

Avaliamos a direção da dispersão através de análise circular com o programa ORIANA 4.0, onde convertemos as oito seções em ângulos (intervalos de 45 graus) e utilizamos o número de sementes registrado em cada seção como frequência de cada ângulo, obtendo um ângulo médio que representa a direção mais percorrida. O teste de Uniformidade de Rayleigh (Z) foi realizado para avaliar a significância do ângulo médio em relação a uma distribuição uniforme dos registros em todas as seções avaliadas. Também estimamos a intensidade de concentração das sementes ao longo do círculo pelo comprimento (r) do ângulo médio, que varia de 0 (dispersão) a 1 (agrupamento dos registros na mesma direção).

### 3. RESULTADOS

A aplicação da pintura não alterou significativamente o peso das sementes ( $p=0.61$ ) e o índice de recaptura foi de 97%. As maiores distâncias foram percorridas por sementes de *Aristida jubata* (838 cm), *Aristida laevis* (645 cm) e *Paspalum urvillei* (615 cm; ver apêndice 1).

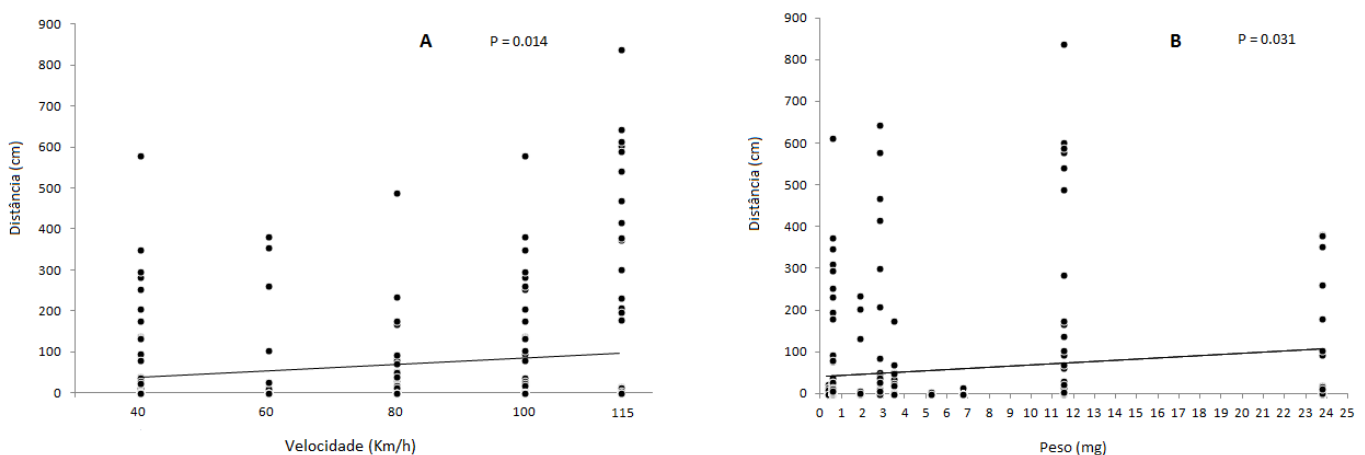
A relação entre velocidade do veículo e a distância de dispersão das sementes foi confirmada (Coef=0.78;  $p=0.014$ ) considerando todas as espécies estudadas, assim como a influência do peso das sementes na distância percorrida (Coef=2.81;  $p=0.031$ . Figura 2A, B). Entretanto, os resultados das regressões entre velocidade e distância para cada espécie, revelaram que esta relação não é significativa para todas elas, mas pode ser observada naquelas com maior capacidade de dispersão (Tabela 1).

A comparação entre espécies com estruturas de dispersão anemocórica e as demais,

confirma a hipótese de que a distância alcançada pelas mesmas é maior ( $p=0.018$ ). Foi observada variância significativa na distância percorrida pelas sementes das espécies nativas *A. jubata*, *A. Laevis* e *P. urvillei* de acordo com o fluxo de ar gerado pelo veículo em diferentes velocidades, enquanto *Lolium multiflorum*, *Panicum miliaceum* e *Ulex europaeus* não se deslocaram, ou se deslocaram por uma distância extremamente pequena em apenas uma velocidade. *Eragrostis plana* também demonstra pouco deslocamento, e apenas por distâncias curtas (Tabela 1).

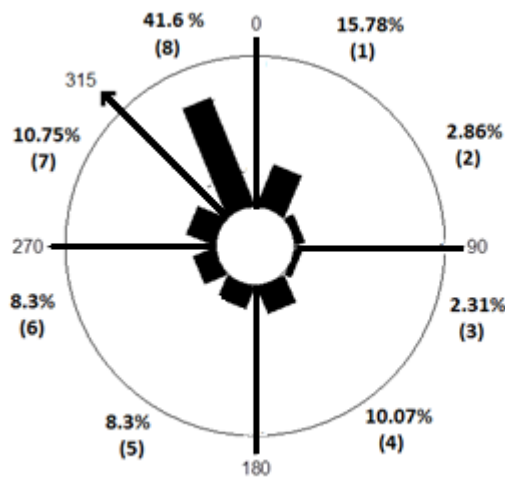
**Tabela 1. Dispersão média das sementes estudadas (cm) após a passagem de veículo em diferentes velocidades.** O asterisco indica presença de estruturas de dispersão anemocórica. Letras diferentes após os valores de dispersão média indicam diferenças significativas entre velocidades, testadas por espécie.

Espécie	Peso (mg) 1000 unid.	Distância média (cm)				
		40km/h	60km/h	80km/h	100km/h	115km/h
<i>Aristida jubata</i> *	11.46	4.80 b	18.69 bd	33.35 cd	70.21 ad	265.27 ad
<i>Aristida laevis</i> *	2.27	1.34 b	5.86 bc	6.78 ac	64.33 ac	103.35 ab
<i>Paspalum urvillei</i> *	0.52	18.95 b	0.45 b	10.11 b	78.91 a	106.51 a
<i>Pinus spp.</i> *	23.75	2.55	9.62	2.51	28.23	10.93
<i>Setaria parviflora</i> *	0.56	0.60	1.43	0.15	0.04	0.6
<i>Paspalum guenoarum</i>	3.46	0.92	0.67	3.94	0.02	0.03
<i>Eragrostis plana</i>	0.30	0	0.02	0.13	0.24	0.29
<i>Paspalum notatum</i>	1.81	0	0	5.39	8.75	0.05
<i>Urochloa spp.</i>	3.45	0	0	1.13	1.88	0.07
<i>Panicum miliaceum</i>	3.45	0	0	0	0	0.12
<i>Ulex europaeus</i>	6.73	0.17	0	0	0	0
<i>Lolium multiflorum</i>	2.12	0	0	0	0	0
<b>MÉDIA Geral</b>		<b>2.44</b>	<b>3.06</b>	<b>5.29</b>	<b>21.05</b>	<b>40.6</b>



**Figura 2. Relação entre Velocidade e distância de dispersão (A) e entre peso da semente e distância de dispersão (B), utilizando o conjunto total das sementes.**

A dispersão das sementes ocorreu principalmente na direção do fluxo e oposta ao veículo (seções 7 e 8) correspondendo a 10.75 e 41.6% de todos os registros nestas posições, respectivamente, com ângulo médio igual a  $315^\circ$  ( $Z=137,519$ ,  $p<0.001$ ), demonstrando agrupamento significativo nessa direção ( $r=0,95$ )(Figura 3).



**Figura 3.** Direção de dispersão das sementes de todas as espécies, com frequência relativa de registros em cada seção, representadas em ângulos de  $45^\circ$ . Ângulo médio representado pela seta dentro do círculo. Setas externas representam a localização e direção do movimento do veículo.

#### 4. DISCUSSÃO

Conhecer os meios de dispersão secundária de sementes, apesar de ser um desafio, contribui para a compreensão da dinâmica de comunidades vegetais, especialmente a dispersão de espécies exóticas invasoras e pode ter implicações em ações de manejo. Estudos anteriores demonstraram que veículos podem contribuir de diversas formas no processo de dispersão (Clifford, 1959; Schmidt, 1989; Lonsdale & Lane, 1993; Zwanepoel et al. 2006; von der Lippe & Kowarick, 2007; Taylor *et al.*, 2012; von der Lippe *et al.*, 2013), podendo transportar sementes por longas distâncias e resultar na colonização de áreas adjacentes à estrada.

Avaliamos a distância percorrida pelas sementes após a passagem de somente um veículo, mas já tendo como resultado uma distância de deslocamento considerada suficiente para as mesmas alcançarem a vegetação marginal (838 cm). Porém, essa distância pode ser aumentada de acordo com o tráfego, uma vez que a suspensão das sementes após a passagem

de um veículo pode ser mantida pela passagem de outros veículos, aumentando a sua probabilidade de deslocamento. A soma do efeito do fluxo de ar de muitos veículos pode levar o mesmo diásporo a deslocar-se longitudinalmente na estrada por até 45m de acordo com estudo anterior (von der Lippe *et al.*, 2013).

A baixa dispersão de *Eragrostis plana*, *Ulex europaeus* e *Urochloa* spp. não era esperada, visto que estas são espécies invasoras amplamente distribuídas em ecossistemas campestres, principalmente ao longo de estradas. Portanto, este meio de dispersão secundária não deve ser um fator tão determinante para o sucesso destas espécies durante o processo de invasão, quanto à sua dispersão primária e/ou vantagem competitiva em relação às espécies nativas.

Considerando o conjunto de espécies analisadas, quanto maior a velocidade do veículo, maior a dispersão de sementes pelo fluxo de ar gerado pelo seu deslocamento. Entretanto, quando analisamos a resposta de cada espécie, observamos que essa relação só é significativa para *Aristida jubata*, *Aristida laevis* e *Paspalum urvillei*. Uma análise par a par comparando as distâncias alcançadas entre as diferentes velocidades, revela não haver diferença significativa, mesmo para estas três espécies, entre a dispersão feita por veículos a 40 e 60km/h ou a 100 e 115km/h.

Observamos a relação entre peso das sementes e distância de dispersão, assim como a presença de estruturas de dispersão. A dispersão das espécies com estas adaptações morfológicas por maiores distâncias, também foi observada por von der Lippe *et al.* (2013) para *Ailanthus altissima* e *Clematis vitalba*. O autor associa o tamanho das estruturas de dispersão a uma menor velocidade de queda dos diásporos. Estruturas maiores devem sofrer maior dispersão, tanto primária quanto secundária, pois permanecem mais tempo suspensas no ar e sujeitas à velocidade de deslocamento do vento, tanto horizontalmente quanto verticalmente. O mesmo é observado para as espécies estudadas, uma vez que *Aristida jubata* e *Aristida laevis* possuem diásporos maiores quando comparadas com as demais.

Apesar da diferença significativa que encontramos entre estes dois grupos, diásporos de *Pinus* spp. e *Setaria parviflora* não tiveram a sua dispersão influenciada pela velocidade do veículo. Diásporos de *Pinus* spp. alcançaram a distância máxima de 380 cm, com a passagem de veículo a 115km/h, de modo que, apesar de sua adaptação anemocórica, parece necessitar de um deslocamento de ar em alta velocidade para tirá-los da inércia. Entretanto, o deslocamento pelo transporte, quando combinado com condições meteorológicas com presença de vento, pode levar a dispersão por distâncias significativas, considerando que

modelos criados para espécies com sementes aladas sugerem o alcance de até 60m de distância da planta genitora para *Pinus contorta*. Diásporos de *Setaria parviflora* foram considerados como estruturas anemocóricas devido à presença de cerdas, entretanto, estas se encontram em pequena quantidade e possuem tamanho diminuto, resultando em uma baixa capacidade de dispersão por esse tipo de deslocamento de ar (Max. 30 cm, a 40km/h).

Utilizando modelagem para simular a dispersão de sementes de espécies campestres anemocóricas, Soons *et al.* (2004) demonstra que quanto maior a velocidade vertical do vento, maior a distância de dispersão, entretanto, a altura de liberação da semente é o principal parâmetro determinando a distância total alcançada pelos diásporos. Entretanto, a movimentação das sementes observada durante nosso experimento revela a influência do fluxo de ar do veículo principalmente no deslocamento horizontal do ar e, conseqüente, das sementes, visto que a posição inicial das mesmas era sobre a superfície da estrada.

O fluxo de ar levou à movimentação das sementes principalmente no sentido do fluxo do tráfego e oposto ao veículo. O mesmo efeito foi observado por von der Lippe *et al.* (2013), onde as sementes sofreram o mesmo deslocamento longitudinal, principalmente, mas também lateral. Tal comportamento também foi descrito por Solazzo *et al.* (2008) na distribuição de partículas ao longo de estradas, com um efeito considerável de fluxo de ar gerado pela passagem de um veículo, em experimento realizado em um túnel de vento com simulação do deslocamento do ar e do veículo simultaneamente.

Estes resultados, assim como a dispersão em menor quantidade em outras direções, refletem o efeito da aerodinâmica veicular que leva à movimentação estocástica do ar próximo ao veículo devido à turbulência e, principalmente, pela corrente de deslizamento causada pela passagem do veículo, que afeta o fluxo de ar na direção do seu movimento. Esse deslizamento age sobre uma distância que é determinada como um múltiplo do peso do veículo, portanto, o veículo de grande porte utilizado neste estudo pode ter levado à dispersão por distâncias maiores que a gerada pelo fluxo de carros populares.

## 5. CONCLUSÃO

O potencial de dispersão de sementes pelo fluxo de ar gerado por veículos, combinado com a dispersão feita pelas sementes presas a eles, o tornam um importante vetor de dispersão secundária capaz de influenciar diretamente a dinâmica de comunidades vegetais próximas às



estradas. Esse efeito pode ser ainda maior em ecossistemas campestres, por se tratar de um ambiente com vegetação mais baixa e onde há o predomínio de espécies dispersas pelo vento. Os dados obtidos permitem a modelagem de processos de dispersão ao longo de rodovias, considerando velocidade do tráfego e características morfológicas das sementes. O trabalho também tem potencial para formular recomendações práticas para manejo de áreas em que é necessário o controle de dispersão de determinadas espécies.

## AGRADECIMENTOS

À equipe executora do experimento pela dedicação e aos gestores do Autódromo Internacional de Tarumã, pela disponibilização da área.

## REFERÊNCIAS

- DAVIS, M. A.; THOMPSON, K. 2000. **Eight ways to be a colonizer; two ways to be an invader: a proposed nomenclature for invasion ecology**. *ESA Bulletin* 81:226–230.
- CLIFFORD, H. T. (1959). **Seed dispersal by motor vehicles**. *Journal of Ecology* 47: 311–315.
- DAR, P. A.; RESHI, Z. A.; SHAH, A. 2015. **Roads act as corridors for the spread of alien plant species in the mountainous regions: A case study of Kashmir Valley, India**. *Tropical Ecology* 56(2): 183-190.
- GELBARD, J.; BELNAP, J. 2003. **Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape**. *Conservation Biology*, Vol. 17, No. 2, pp 420–432. GREENBERG, C. H.,
- CROWNOVER, S. H. and GORDON, D. R. 1997. **Roadside soils: a corridor for invasion of xeric scrub by non indigenous plants**. *Natural Areas Journal* 17(2): 99–109.
- GREENE D. F.; JOHNSON E. A. 1989. **A model of wind dispersal of winged or plumed seeds**. *Ecology*, 70(2): 339-347.
- HANSEN, M. J.; CLEVENGER, A. P. 2005. **The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors**. *Biological Conservation*, 125: 249–259.
- HODKINSON, D. J.; THOMPSON, K. 1997. **Plant Dispersal: The Role of Man**. *Journal of Applied Ecology*, Vol. 34 (6): 1484-1496.
- HOWE, H. F. 1989. **Scatter- and clump-dispersal and seedling demography: hypothesis and implications**. *Oecologia* 79, 417–426.

- LONDSDALE, W. M., LANE, A. M. 1994. **Tourist vehicles as vectors of weed seeds in Kakadu National Park, Northern Australia.** *Biological Conservation*, 69: 277–283.
- MEUNIER, G.; LAVOIE, C. 2012. **Roads as Corridors for Invasive Plant Species: New Evidence from Smooth Bedstraw (*Galium mollugo*).** *Invasive Plant Science and Management*, 5(1):92-100.
- PARENDES, L. A.; JONES, J. A. 1999. **Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streams in the H.J. Andrews Experimental Forest, Oregon.** *Conservation Biology*, vol. 14. (1):64-75.
- POWELL, R. H. 1968. **Harmful plant species entering New Zealand 1963–1967.** *New Zealand Journal of Botany* 6: 395–401.
- PAUCHARD, A.; ALABACK, P. B. 2004. **Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in Protected Areas of South-Central Chile.** *Conservation Biology*. Vol. 18. N°1, p. 238-248.
- PICKERING, C. M.; MOUNT, A.; WICHMANN, C.; Bullock, J. M. 2011. **Estimating human-mediated dispersal of seeds within an Australian protected area.** *Biological Invasions*, Vol. 13:1869–1880.
- SALISBURY, E. 1961. **Weeds and Aliens.** Collins, London, 384 pp.
- SOLAZZO E.; CAI X.M.; VARDOULAKIS S. 2008. **Modelling wind flow and vehicle-induced turbulence in urban streets.** *Atmospheric Environment* 42: 4918–4931.
- VON DER LIPPE, M.; KOVARICK, I. 2007. **Long- Distance Dispersal of Plants by Vehicles as a Driver of Plant Invasions.** *Conservation Biology* 21.4 (2007): 986-996.
- VON DER LIPPE M.; BULLOCK J.M.; KOVARIK I.; KNOPP T.; WICHMANN M. 2013. **Human-Mediated Dispersal of Seeds by the Airflow of Vehicles.** *PLoS ONE* 8(1): e52733.
- WACE, N. 1977. **Assessment of dispersal of plant species. The carborne flora in Canberra.** *Proceedings of the Ecological Society of Australia* 10: 167–186.
- WANG, B. C.; SMITH, T. B. 2002. **Cloosing the seed dispersal loop.** *TRENDS in Ecology & Evolution*, August, Vol.17 (8).
- WICHMANN, M. C.; ALEXANDER, M. J.; SOONS, M.; GALSWORTHY, S.; DUNNE, L.; GOULD, R.; FAIRFAX, C.; NIGGEMANN, M.; HAILS, R. S.; BULLOCK, J. M. 2009. **Human-mediated dispersal of seeds over long distances.** *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 276 (1656), 523-532.

**ANEXO A – NORMAS DE PUBLICAÇÃO DA REVISTA PERSPECTIVES IN  
ECOLOGY AND CONSERVATION (PECON)  
Seção Research Letters**

**Research Letters** are original scientific research presented in a more concise manuscript with up to 3500 words in length (excluding text in boxes, figures, tables and references), abstract with up to 200 words, and up to 1 box (400 words) and 4 figures or tables, 40 references and highlights (a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system).

**APENDICE 1. DISPERSÃO MÉDIA DAS SEMENTES ESTUDADAS (CM) APÓS A  
PASSAGEM DE VEÍCULO EM DIFERENTES VELOCIDADES**

<b>Espécie</b>	<b>Máxima (cm)</b>				
	<b>40 km/h</b>	<b>60 km/h</b>	<b>80 km/h</b>	<b>100 km/h</b>	<b>115 km/h</b>
<i>Aristida jubata</i>	95	106	490	580	838
<i>Aristida laevis</i>	39	40	87	580	645
<i>Paspalum urvillei</i>	311	22	93	350	615
<i>Pinus</i> spp.	182	355	94	382	380
<i>Eragrostis plana</i>	0	4	12	24	17
<i>Setaria parviflora</i>	30	28	15	4	14
<i>Urochloa</i> spp.	0	0	52	176	5
<i>Panicum mileaceum</i>	0	0	0	0	5
<i>Paspalum notatum</i>	0	0	236	205	4
<i>Paspalum guenoanum</i>	50	26	72	2	2
<i>Lolium multiflorum</i>	0	0	0	0	0
<i>Ulex europaeus</i>	17	0	0	0	0

