



HERBIVORIA PRÉ-DISPERSÃO EM FRUTOS E SEMENTES DE *STRYPHNODENDRON ADSTRINGENS* (MART.) COVILLE, UMA ESPÉCIE POTENCIAL À RESTAURAÇÃO

LETÍCIA CARRARO BEDIN; LUCAS FRANCO DE GODOI; BEATRIZ FREITAS
MELO; GABRIEL AIRES DE SOUZA; LUAN DA SILVA VITTO

RESUMO

A predação de sementes é influenciada pela densidade e pela distância das sementes em relação à planta-mãe, de modo que herbívoros especialistas tornam as áreas próximas a essas plantas inóspitas para a sobrevivência de suas sementes. Além disso, a hipótese da concentração de recursos prevê que insetos herbívoros especialistas devem ser mais abundantes onde há concentrações de plantas que consomem, devido a maior facilidade de encontrá-las. *Stryphnodendron adstringens*, conhecida popularmente como barbatimão, é uma espécie nativa e endêmica do Cerrado, pertencente à família Fabaceae. O objetivo do presente estudo foi testar a relevância da densidade e concentração de frutos em indivíduos de *Stryphnodendron adstringens*, correlacionando a quantidade destes recursos à herbivoria pré-dispersão e as possíveis consequências para a sobrevivência de suas sementes. A hipótese a ser testada foi se uma maior concentração de frutos em um indivíduo leva a uma maior herbivoria pré-dispersão, diminuindo a sobrevivência das sementes. Quantificamos os frutos presentes em 25 indivíduos de *S. adstringens* localizados na Estação Ecológica de Santa Bárbara, no município de Águas de Santa Bárbara em São Paulo. Utilizamos os frutos danificados para identificar padrões de herbivoria e, dentre esses, foram selecionados aleatoriamente 10 de cada indivíduo para análise das sementes. Utilizamos o teste de correlação de Pearson, que demonstrou a existência de uma correlação positiva ($r = 0,927$) entre o número de frutos totais e o número de frutos herbivorados. A herbivoria de frutos pode não afetar o sucesso reprodutivo da espécie mesmo com o comprometimento do tecido vegetal, ressecamento das sementes e do interrompimento de passagem de nutrientes. Isso, somado a boa resistência a radiação solar, essa pode ser uma espécie potencial a restauração de áreas degradadas.

Palavras-chave: Biologia Vegetal; Ecologia; Insetos; Leguminosas; Predação

1. INTRODUÇÃO

A herbivoria de frutos, ou frugivoria, é frequentemente vista como uma interação mutualística, no qual animais consomem essas estruturas e beneficiam as plantas através da dispersão de suas sementes (Howe *et al.*, 1985). No entanto, essa interação também pode ser antagonística, envolvendo consumidores de polpa, que se alimentam dessa porção dos frutos sem necessariamente realizar a dispersão. Além disso, predadores especialistas muitas vezes danificam ou consomem o fruto para acessar as sementes, afetando o sucesso reprodutivo das plantas e também a estrutura, dinâmica e composição das comunidades vegetais (Cortinoz, 2017; Brandolim, 2010).

Para Janzen (1970) e Connell (1971) a predação de sementes é um dos mecanismos que contribuem para a alta diversidade de plantas nos ecossistemas tropicais, influenciando a distribuição espacial das espécies vegetais e a colonização de novas áreas (Brandolim, 2010).

A partir das contribuições desses autores, desenvolveu-se o modelo Janzen-Connell, que propõe que a predação de sementes é influenciada pela densidade e pela distância em relação à planta-mãe. Herbívoros especialistas, patógenos e outros inimigos naturais tornam as áreas próximas à planta-parental inóspitas para a sobrevivência de sementes e plântulas (Janzen, 1970). Dentre esses inimigos naturais, há os chamados “predadores dependentes de densidade”, que predam frutos, sementes ou mudas onde estas são mais abundantes (Janzen, 1970). Além disso, a hipótese da concentração de recursos de Root (1973) prevê que insetos herbívoros especialistas devem ser mais abundantes onde há concentrações de plantas que consomem, devido à maior facilidade de encontrá-las.

O Cerrado é um ambiente com importantes interações ecológicas, mas também é um ambiente altamente antropizado (Santos *et al.*, 2007). Visto isso, há a necessidade de escolha de espécies vegetais que sejam resilientes e que sobrevivam às condições impostas por esses biomas para a recuperação de áreas que já foram devastadas (Cortes, 2012)

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi testar a relevância da densidade e concentração de frutos em indivíduos de *Stryphnodendron adstringens*, correlacionando a quantidade destes recursos à herbivoria pré-dispersão, as possíveis consequências para a sobrevivência de suas sementes e a possibilidade de utilização dessa espécie em áreas degradadas do Cerrado.

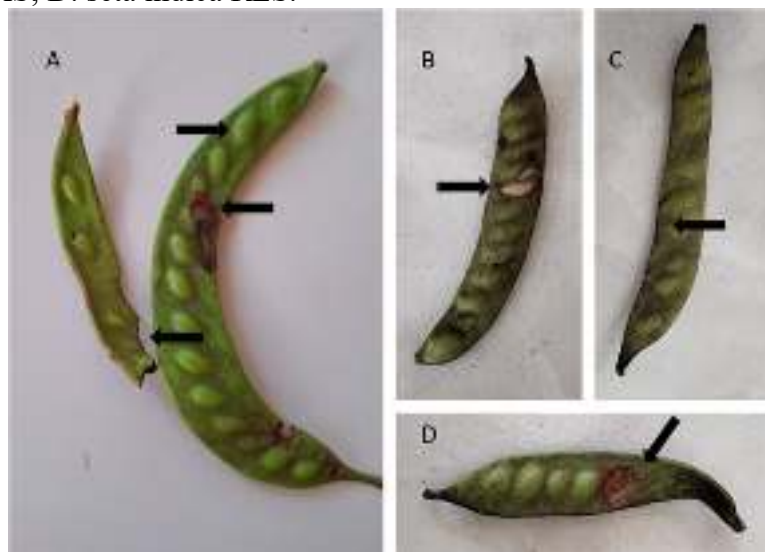
2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em uma área de cerrado *sensu stricto* na Estação Ecológica de Santa Bárbara, localizada no município de Águas de Santa Bárbara, SP. Como modelo, foi escolhida a espécie *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville (Fabaceae), conhecida popularmente como barbatimão. Uma planta nativa e endêmica do Brasil que possui tronco tortuoso, folhas alternas paripinadas, flores com corola creme-esverdeada, actinomorfas e sésseis. Seu fruto é do tipo legume indeiscente sésil, linear-oblongo, com sementes numerosas oblongas e achatadas. Sua propagação é feita através das sementes, que devem ser liberadas da mucilagem que as envolve (Lameira *et al.*, 2022).

Selecionamos 25 indivíduos de *S. adstringens* ao longo da estrada que atravessa a Estação Ecológica, excluindo plantas sem frutos. Os frutos de todos os indivíduos foram contabilizados. Coletamos aqueles que apresentavam sinais de dano para análise do padrão herbivoria e, dentre esses, foram selecionados aleatoriamente 10 para análise da predação de sementes.

Para a classificação dos danos, criamos 9 categorias baseadas nos padrões de herbivoria (Figura 1), sendo elas: Presença de cicatriz (CIC) em forma ovalada ou arredondada; Presença de perfuração ou abertura (AB); Presença de rastro (RAS); Presença de Corte ou Rasgo (COR); Presença de perfuração com secreção (SEC); Exposição completa ou parcial da semente (EXS), em que a semente não foi consumida pelo herbívoro; Remoção completa da semente (RES); Remoção parcial do fruto (REF), tipo de dano em que uma parcela dos tecidos do fruto, sem necessariamente considerar as sementes, foi removida pela ação de um herbívoro; Presença de Insetos (INS), indicando a presença de inseto no fruto.

Figura 1. Frutos de *S. adstringens* com diferentes tipos de danos; A. seta superior indica CIC; seta ao meio indica um dano da categoria AB e seta inferior indica REF; B. seta indica EXS; C. seta indica RAS; D. seta indica RES.



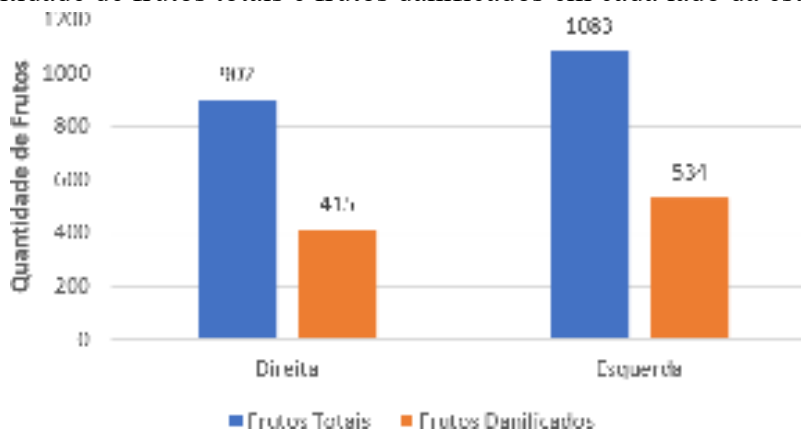
Medimos também a altura do primeiro dano no fruto em relação ao pedúnculo utilizando uma régua de 30 cm. Os frutos foram abertos longitudinalmente para análise dos danos causados às sementes.

Para a análise estatística, utilizamos o teste de correlação de Pearson, que mede a relação estatística entre duas variáveis contínuas e apresenta um coeficiente com intervalo de valores entre -1 e 1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 1985 frutos, distribuídos em 25 indivíduos de *Stryphnodendron adstringens*, sendo 949 com sinais de herbivoria. Dentre as plantas, 15 indivíduos estavam localizados ao lado direito da estrada, com 902 frutos e outros 10 estavam ao lado esquerdo, com 1083 frutos. A quantidade de frutos herbivorados para cada lado da estrada é de 415 e 534, respectivamente (Figura 2).

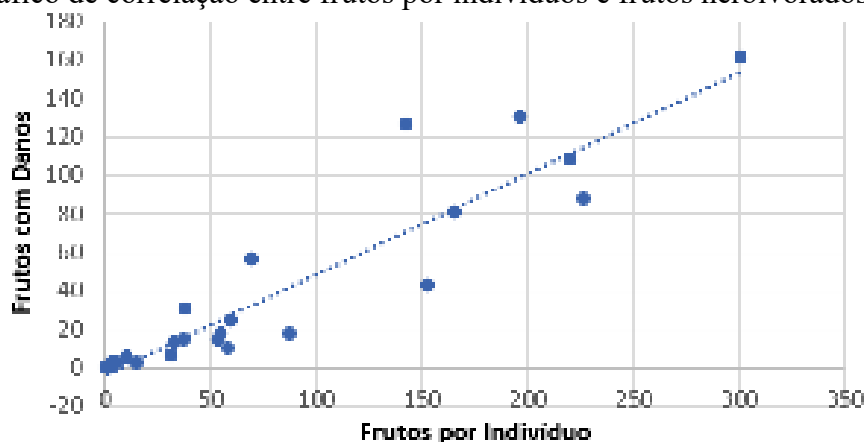
Figura 2. Quantidade de frutos totais e frutos danificados em cada lado da estrada



Os resultados indicam que a densidade de frutos em *Stryphnodendron adstringens* influencia diretamente a herbivoria pré-dispersão, com uma correlação positiva ($r = 0,927$, Figura 3) entre o número total de frutos e aqueles que sofreram danos. Este padrão sustenta a teoria de Janzen-Connell, que sugere que a predação de sementes é mais intensa em áreas com

alta densidade de frutos devido à atração de herbívoros especializados.

Figura 3. Gráfico de correlação entre frutos por indivíduos e frutos herbivorados



Do ponto de vista do herbívoro, a presença de recursos distribuídos de forma concentrada é vantajosa, pois segundo a teoria do forrageamento ótimo de MacArthur & Pianka (1966), os custos energéticos envolvidos na busca de alimento não devem ser maiores que os benefícios energéticos adquiridos na alimentação. Dessa forma, a presença de grandes quantidades de frutos concentrados em um único indivíduo, como na espécie estudada, apresenta uma relação de custo/benefício importante para o herbívoro, uma vez que este teria que gastar menos energia com deslocamento na busca por alimento.

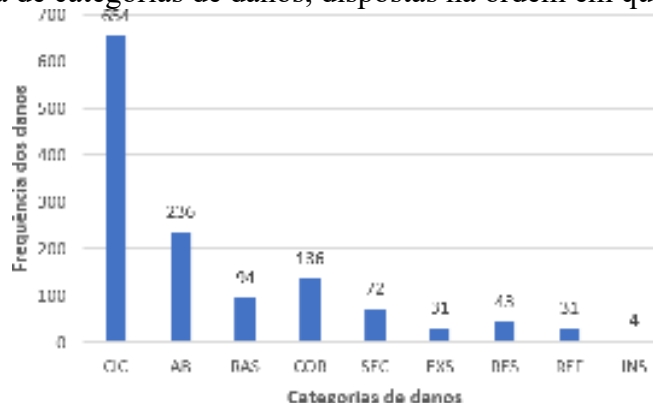
Por outro lado, quando analisamos do ponto de vista da planta, com o elevado risco de mortalidade, escapar da vizinhança imediata de uma planta-mãe, por meio da dispersão, pode ser uma estratégia crucial para aumentar as chances de sobrevivência das sementes (Janzen, 1970; Connell, 1971). No entanto, a espécie vegetal estudada apresenta autocoria, ou seja, suas sementes possuem baixa capacidade de deslocamento (Felfili *et al.*, 1999). Assim, o investimento em outros meios para escapar de possíveis herbívoros é essencial para a perpetuação da espécie, como por exemplo, a maturação dos frutos durante a época seca, quando há menos insetos no ambiente (Felfili *et al.*, 1999).

Estudos mostram que os frutos de *S. adstringens* podem ser ingeridos por bovinos (Pereira, 1985) e, apesar de apresentar toxicidade a esses animais, esse comportamento é comum em áreas de cerrado impactadas por atividades antrópicas relacionadas à pecuária de criação extensiva. Tal perturbação pode estar relacionada com aumento de herbivoria em plantas presentes nessas áreas, uma vez que o consumo de tecidos, como as folhas, pode estimular maior produção de compostos fenólicos e taninos (Coleman, 1991), consequentemente aumentando as taxas de herbivoria causada por insetos (Coley & Barone, 1996).

Categorizamos os danos relacionados com a herbivoria dos frutos baseado em padrões encontrados e classificados durante a análise de 179 frutos distribuídos em 24 indivíduos que apresentavam sinais de herbivoria. Estudos mostram que as sementes dessa espécie são frequentemente predadas por besouros do gênero *Bruchus* (Almeida *et al.*, 2014), e Osório (2003) observou a associação de 15 espécies de Geometridae (Lepidoptera) a duas espécies de *Stryphnodendron*. Isso mostra que diversos grupos de insetos são responsáveis pelos diferentes danos observados nos frutos. Foram observadas 9 categorias de danos nos frutos (Figura 4), sendo eles: Presença de cicatriz (CIC), provavelmente causado por coleópteros que buscavam acessar as sementes, por ortópteros que buscavam o pericarpo como alimento, ou por hemípteros que buscavam secreções; Presença de perfuração ou abertura (AB), provavelmente causado também por coleópteros que buscavam acessar as sementes e

lepidópteros que realizavam a oviposição; Presença de rastro (RAS), provavelmente causado por uma larva de lepidóptero que se alimentava do tecido; Corte ou rasgo (COR), provavelmente causado por herbívoros que buscavam acessar as sementes no interior do fruto, ou que buscavam o próprio pericarpo como alimento; Presença de perfuração com secreção (SEC), causado por hemípteros que apresentam aparelho sugador; Exposição completa ou parcial da semente (EXS), provavelmente causada por um herbívoro que buscava o pericarpo como alimento, ou que, por algum motivo, não foi capaz de se alimentar da semente; Semente completa da semente (RES), causado por um animal granívoro como coleópteros e aves; Remoção parcial do fruto (REF), provavelmente causado por ortópteros ou outros animais de porte grande o suficiente para provocar esse tipo de dano; por fim a categoria Insetos (INS), que indica a presença de inseto no fruto.

Figura 4. Frequência de categorias de danos, dispostas na ordem em que foram citadas



As medidas de 179 frutos de 23 indivíduos revelaram que o primeiro dano a partir do pedúnculo ocorre, em média, a $2,75 \pm 2,63$ cm, com uma altura máxima observada de 11,5 cm. Com a análise da parte interna dos frutos, observamos que 15,01% das sementes de todos os frutos apresentavam algum sinal de herbivoria, que pode comprometer ou não a viabilidade dessa semente.

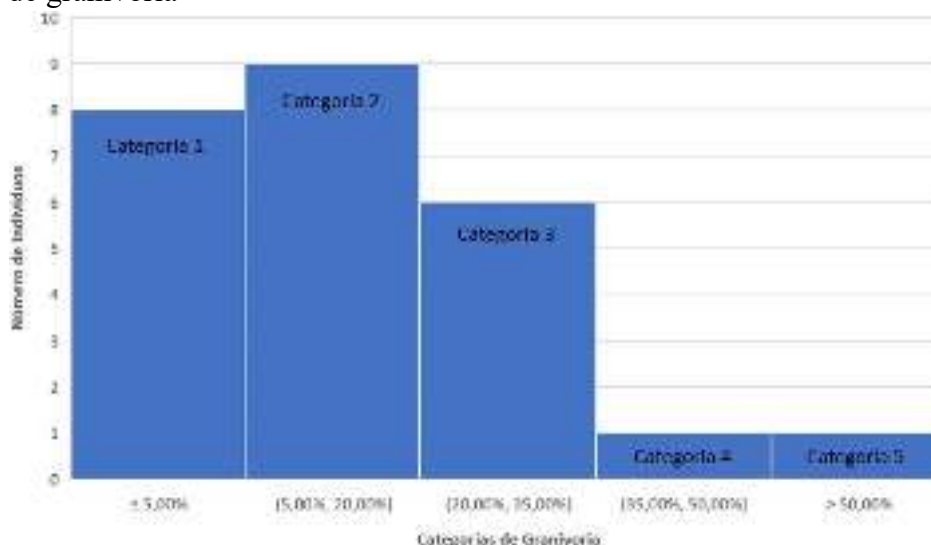
Também analisamos a quantidade total de sementes danificadas para cada indivíduo, dividindo-os em 5 categorias, de acordo com a porcentagem de dano em suas sementes (Tabela 1, Figura 5).

Tabela 1. Categorias de porcentagem de dano nas sementes de *Stryphnodendron adstringens*

Categoria	Porcentagem de dano	Total de indivíduos
1	menor ou igual a 5%	8
2	5 a 20%	9
3	20 a 35%	6
4	35 a 50%	1
5	maior ou igual a 50%	1

A média ponderada para os danos às sementes da população amostral é 10,6, indicando que a maioria dos indivíduos amostrados se enquadram na Categoria 2 (Figura 5). Apesar da observação de frutos com quase todas as sementes herbivoradas, no geral, os frutos não apresentaram altas taxas de granivoria. Isso provavelmente ocorreu por conta das estratégias de defesa da planta contra a herbivoria, como a presença de substâncias que tornam o fruto impalatável (Pereira, 1985). Além disso, grande parte dos danos observados estavam apenas no pericarpo, podendo ter sido causado por herbívoros que não tinham a semente como principal fonte de alimento ou por insetos que desistiram do consumo.

Figura 5. Histograma representando a frequência de indivíduos em cada uma das cinco categorias de granivoria



Além de *Stryphnodendron adstringens* ser uma espécie que apresenta altos níveis de sobrevivência à pleno sol (Corrêa & Cardoso, 1998), o presente estudo mostrou que essa é uma espécie também resiliente a predação de seus frutos em pré-dispersão, tendo baixos níveis de sementes predadas, que podem lhe garantir um bom sucesso reprodutivo. Considerando o Cerrado um dos ambientes naturais do Brasil com maiores índices de antropização, essa pode ser uma espécie a ser utilizada para a recuperação de áreas degradadas.

4. CONCLUSÃO

Concluimos que quanto maior a concentração de recursos em *Stryphnodendron adstringens*, maior a taxa de herbivoria de frutos pré-dispersão. Essa herbivoria pode não afetar o sucesso reprodutivo da planta por não prejudicar as sementes, mesmo com o comprometimento do tecido vegetal e interrompimento de passagem de nutrientes. Ainda, essa é uma espécie resiliente pois sobrevive a altas taxas de radiação solar e também tem seu sucesso reprodutivo pouco afetado pela herbivoria, podendo ser utilizada para recuperação de áreas degradadas. Estudos futuros devem testar o sucesso reprodutivo da espécie para uma análise completa dos impactos da herbivoria nos frutos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. Cerrado: espécies vegetais úteis. Brasília: **Embrapa Cerrados**, 464 p., 2014.

BRANDOLIM, R. Testando o modelo de Janzen-Connell para o jerivá, *Syagrus romanzoffiana*, em três fragmentos florestais de Mata Atlântica em São Paulo. **Trabalho de conclusão de curso** (Licenciatura e bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 37 p., 2010.

CONNELL, J. H. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animal and in rain Forest trees. In: DEN BOEN, P. J.; GRADWELL, P. R. (Eds). Dynamics of populations. Wageningen: **Pudoc**, pp. 298-312, 1971.

CORRÊA, R. S.; CARDOSO, E. S. Espécies testadas na revegetação de áreas degradadas. *In*: CORRÊA, R. S.; MELO FILHO, B. (Eds.). Ecologia e recuperação de áreas degradadas no cerrado. Brasília-DF: **Paralelo**, p. 101 - 116, 1998.

CORTES, J. M. Desenvolvimento de espécies nativas do cerrado a partir do plantio de mudas e da regeneração natural em uma área em processo de recuperação, Planaltina-DF. **Dissertação** (mestrado) - Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2012.

CORTINOZ, J. R. Frugivoria por insetos: Padrões de uso de hospedeiro e efeitos sobre as plantas. **Tese** (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, 2017.

FELFILI, J. M.; SILVA JUNIOR, M. C.; DIAS, B. J.; REZENDE, A. V. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n. 1, p. 83-90, 1999.

HOWE, H. F.; SCHUPP, E. W.; WESTLEY, L. C. Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Viola surinamensis*). **Ecology**, v. 66, n. 3, p. 781-791, 1985

JANZEN, D. H. Herbivores and the number of trees species in tropical forests. **The American Naturalist**, v. 104, n. 940, p. 501-528, 1970

LAMEIRA, O.A.; SANTOS M.A.C. dos; PARACAMPO, N. E. N. P.; FERREIRA M.C. *Stryphnodendron adstringens*: barbatimão. *In*: CORADIN L.; CAMILLO J.; VIEIRA I.C.G. (ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro: região Norte**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, p. 1088-1094, 2022.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. Plantas Medicinais do Brasil Nativas e Exóticas. São Paulo: **Instituto Plantarum**, p. 296, 2002.

MacARTHUR, R. H. & PIANKA, E. R. On optimal use of a patchy environment. **American Naturalist**, v. 100, n. 916, p. 603-609, 1966.

OSÓRIO, T. C. Estágios imaturos de Geometridae (Lepidóptera) associados a *Stryphnodendron* spp. (Mimosaceae) em área de Cerrados no município de São Carlos (SP). **Dissertação** (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos. 91 p., 2003.

PEREIRA, C. A. Aspectos clínicos, laboratoriais e anátomo-histopatológicos na intoxicação experimental pela fava do “barbatimão” (*Stryphnodendron barbatimao* Mart.) em bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 37, n. 3, p. 286-289, 1985.

ROOT, R. B. Organization of a plant-arthropod association in simple and diverse habitats: the fauna of collards (*Brassica oleracea*). **Ecological Monographs**, v. 43, n. 1, p. 95-124, 1973.

SANTOS, V. E; MARTINS, A. R; FERREIRA, M. I. O processo de ocupação do bioma cerrado e a degradação do subsistema vereda no sudeste de Goiás. **Pós-Graduação em Geografia** da Universidade Federal de Goiás, 2007