



AGENTES NUCLEADORES E VARIÁVEIS AMBIENTAIS NA RESTAURAÇÃO DE UMA ÁREA PERTURBADA DE CERRADO SENTIDO RESTRITO NO DF.

C.M.Lopes¹

F.B.Passos²; J.F.Ribeiro³

1 - Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Departamento de Ecologia, PPG - Ecologia Instituto de Central de Ciências Sul, 70.910 - 970 Brasília, DF, Brasil. 2 - Universidade de Brasília, Instituto de Biologia, Departamento de Botânica, PPG - Botânica, Instituto de Central de Ciências Sul, 70.919 - 970 Brasília, DF, Brasil. 3 - Embrapa Sede, Parque Estação Biológica - PqEB s/n^o. Brasília, DF - Brasil - CEP 70770 - 901. 1 - camila662@gmail.com

INTRODUÇÃO

Interações positivas entre plantas podem determinar a estrutura da comunidade e a diversidade local em muitos habitats (Callaway, 1995; Callaway & Walker, 1997), podendo propiciar a sucessão ecológica de espécies, sendo este o processo central para o entendimento da dinâmica de comunidades vegetais naturais (Franks, 2003). Dessa forma, a sucessão pode ocorrer por mecanismos de facilitação, onde a chegada e o crescimento de espécies tardias são dependentes da modificação do solo feita pelas espécies iniciais (Connell & Slatyer, 1977). Esses mecanismos de facilitação podem ocorrer por meio de agentes nucleadores, os quais possibilitam que espécies arbóreas pioneiras gerem pequenos agregados de outras espécies sob suas respectivas copas (núcleos), que se expandem e se conectam entre si, proporcionando uma rápida cobertura do solo (Yarranton & Morrison, 1974).

Na vegetação de Cerrado sentido restrito, tal estratégia de nucleação pode ser usada na recuperação de áreas perturbadas com a espécie arbórea *Solanum lycocarpum* (Silva - Junior, 2005). Essa espécie apresenta rápida germinação de sementes, alta taxa de emergência de plântulas (Vidal *et al.*, 1999), possui crescimento rápido e facilita a sucessão ecológica nos estágios iniciais (Oliveira, 2006), provavelmente por modificarem o ambiente local pelo sombreamento e produção de serapilheira. Os poleiros artificiais também se apresentam como alternativa na restauração dessas áreas, pois simulam galhos de árvores, proporcionando locais de pouso para animais dispersores de sementes, incrementando o número de propágulos levados à área a ser restaurada, elevando assim a probabilidade de estabelecimento de plântulas (Reis *et al.*, 003).

A modificação do ambiente local pelas espécies pioneiras pode ser avaliada em termos de estrutura do solo, densidade, conteúdo de nutrientes e matéria orgânica, aporte de serapilheira, além da luminosidade, pois são variáveis que podem impedir ou facilitar a germinação e o estabelecimento de

plantas no local (Holl *et al.*, 000). Em geral, os solos em ambientes degradados ou perturbados são mais compactados do que em áreas naturais. Essa situação proporciona alteração da estrutura e, conseqüentemente, decréscimo da porosidade, da macroporosidade, da disponibilidade de água e nutrientes e da difusão de gases no solo (Taylor & Brar, 1991), cujas relações com o desenvolvimento das raízes são fundamentais. A compactação do solo pode ser estimada pela medição da condutividade hidráulica e da densidade aparente do solo, pois com a compactação, ocorrem reduções significativas, principalmente no volume de macroporos; já os microporos permanecem praticamente inalterados e há aumento da densidade e resistência mecânica à penetração (Hillel, 1982). Isto afeta a infiltração da água no solo, que está relacionada diretamente com a macroporosidade do solo. Por outro lado, os poleiros artificiais não modificam o ambiente como as espécies pioneiras, porém, o aumento da probabilidade do estabelecimento de plântulas, causado pelo incremento da chuva de sementes, pode possivelmente proporcionar certa diferença no solo em relação a áreas abertas sem poleiros.

OBJETIVOS

O presente estudo visa avaliar os efeitos nucleadores da espécie *Solanum lycocarpum* (lobeira) e de poleiros artificiais na restauração de uma área perturbada de Cerrado e relacioná-los com possíveis variáveis ambientais que eles estariam modificando.

MATERIAL E MÉTODOS

2.1-Área de estudo

O estudo foi realizado nos limites do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Brasília - DF (15°46'56,5"S e 47°55'38,6"W, altitude de 1.159,5 m.). O clima da região é

estacional, classificado como Cwa (Köppen, 1948). O solo é do tipo Latossolo - Vermelho, caracterizado por ser profundo, poroso, bem drenado e com altos níveis de ferro e alumínio, que lhe conferem acidez e baixa fertilidade (Reatto *et al.*, 1998; Haridasan, 2000).

O experimento foi instalado em 1,2 ha de uma área perturbada de Cerrado sentido restrito, que sofrera desmatamento há 30 anos, com subsequente plantio de braquiária (*Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster) para recobrimento do solo. Desde então, a área era constantemente capinada, impossibilitando a regeneração natural da vegetação original. Adjacente ao local de estudo, há um fragmento de Cerrado sentido restrito, relativamente conservado, o qual foi utilizado no estudo para fins comparativos. A fim de incentivar a restauração do Cerrado nativo, em 2004, dando - se fim à prática da capina da área da braquiária, foi realizado o plantio de enriquecimento com 19 espécies nativas do bioma Cerrado, incluindo espécies de Mata e Cerrado sentido amplo, num total de 885 indivíduos plantados (aproximadamente 46 por espécie) espaçados em 3 x 3 m (Oliveira, 2006), dispostos de acordo com o modelo de anéis hexagonais, que visa minimizar a competição entre os indivíduos e uniformizar a distribuição das espécies ao longo da área experimental (Fasoulas & Fasoulas, 1995).

Foram também instalados 20 poleiros artificiais, sendo 10 na área em que houve plantio e 10 numa área adjacente que não houve plantio. Tais poleiros foram confeccionados a partir de troncos de eucalipto, consistindo de um eixo de 3 m de altura e 10 cm de diâmetro e de quatro hastes de 0,40 m de comprimento e 1 cm de diâmetro em seu topo, dispostas em forma de cruzeta, com a finalidade de oferecer lugares de pouso para aves dispersoras de sementes (Oliveira, 2006).

2.2-Método de amostragem

Dentre as espécies plantadas, *Solanum lycocarpum* A. St - Hill. foi a que apresentou maior sobrevivência e crescimento, com presença de copa e se destacando de longe das outras espécies, sendo por isso escolhida para o estudo de nucleação. Foram selecionados dez indivíduos de *S. lycocarpum*, com diâmetro >5 cm, a 30 cm do nível do solo, com evidências de reprodução e isolados de outros indivíduos da mesma e de outras espécies com porte semelhante. Da mesma forma, foram escolhidos para o estudo os 10 poleiros artificiais localizados na área sem plantio, em local aberto, livres da interferência de espécies vegetais do porte de *S. lycocarpum* e dez áreas controles, delimitadas em locais também abertos, sem plantio e sem poleiros. Os indivíduos de *S. lycocarpum* e os poleiros artificiais constituíram - se assim os agentes nucleadores estudados, ou tratamentos.

Para avaliar a abundância de indivíduos de outras espécies que estavam colonizando a área estudada e quantificá - los, a área de influência dos indivíduos de *S. lycocarpum* foi delimitada em área interna e área externa, correspondente ao tamanho da copa e ao redor da copa, respectivamente. O limite externo foi obtido duplicando - se os raios internos a partir do ponto de inserção (tronco), sendo esta área externa três vezes maior do que a área interna (3:1). A área de influência dos 10 poleiros artificiais e das 10 áreas controle foi baseada na média da área total dos limites internos e externos de *S. lycocarpum*, constituindo - se por isso, de áreas circulares. Assim, para a comparação estimada da

abundância de espécies nos limites interno e externo de *S. lycocarpum*, o poleiro e o controle também foram divididos em interno e externo, padronizado em 50 m² e 150 m², respectivamente, totalizando 200 m².

2.3-Coleta de dados

As coletas de dados tiveram início na estação chuvosa (fevereiro-maio de 2007) e o inventário consistiu na contagem de indivíduos do estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, com exceção das espécies graminóides e forrageiras, nos limites externos e externos dos agentes nucleadores e do controle.

2.3.1 - Variáveis ambientais

As variáveis ambientais foram coletadas entre fevereiro e abril de 2009. Foram analisadas a condutividade hidráulica saturada (Ks médio), a densidade aparente e a serapilheira nos limites interno e externo de *S. lycocarpum* e do poleiro, e no controle, que para essas análises não foi dividido entre interno e externo, pois por não possuir nenhum agente nucleador que modificasse seu ambiente, foi considerado homogêneo ambientalmente. A espessura da camada de serapilheira foi medida pelo aparelho coletor - medidor de camada de serapilheira M - H (Patente INPM nº PI - 0505830 - 9), sendo tomados vários pontos em cada parcela, para uma melhor representação da área, estabelecendo - se uma média das medições para cada parcela.

A amostragem de solo foi realizada de forma vertical ao plano do terreno, coletando - se 240 amostras de solos, com o auxílio do extrator de solo tipo Uhland e cilindros metálicos (altura = 5,1 cm; diâmetro = 5,0 cm; volume=100 cm³, nos primeiros 5 cm na superfície do solo, para verificar os efeitos de cada tratamento na camada superficial e avaliar o nível de recuperação daquele solo em relação ao Cerrado conservado adjacente. Uma vez retirada, as amostras eram acondicionadas em recipientes próprios e transportadas para o Laboratório de Física da Solos da Embrapa Cerrados para análise.

Para a avaliação da Condutividade Hidráulica Saturada do solo (método de laboratório) as amostras indeformadas foram colocadas em uma bandeja com água a 2/3 da altura do cilindro durante 24 horas para saturação. Em seguida foi colocada em um permeâmetro de carga constante, onde foram submetidas a uma carga Hidráulica da ordem de 6,8 cm. A condutividade hidráulica saturada foi calculada obtida por meio da equação de Darcy. O volume de água percolado foi calculado utilizando - se valores da última leitura do volume drenado, quando não há variação entre os valores anteriores ou as médias das leituras quando existe alguma variação (Passo & Luiz, 2007). Para a medição da densidade aparente, as amostras foram postas em estufa por 24h, em seguida pesadas e calculada a densidade de acordo com o volume da latinha (100 cm³).

2.4-Análise dos dados

A diferença na abundância das espécies registradas em *S. lycocarpum*, no poleiro e no controle foi analisada por ANOVA, seguida de teste de Tukey, utilizando o programa SYSTAT, versão 9, 1998. A diferença nas variáveis ambientais analisadas nos limites interno e externo dos agentes nucleadores, e do controle como um todo, também foram comparadas por meio da ANOVA e teste de Tukey. Em

todos os testes, adotou - se o nível de 5% de probabilidade para a rejeição da hipótese nula.

RESULTADOS

S. lycocarpum apresentou média de densidade de indivíduos de 1.56 ± 0.29 nos limites internos e 0.862 ± 0.236 nos limites externos. Os poleiros artificiais apresentaram média de 1.196 ± 0.405 nos limites internos e 0.963 ± 0.237 indivíduos/m² nos limites externos. Já na área controle, foi registrada média de 1.10 ± 0.47 indivíduos/m² no limite interno e 0.94 ± 0.41 no limite externo. Entre os limites internos, houve diferença significativa apenas entre *S. lycocarpum* e controle ($F=3.625$; $p=0.040$), com *S. lycocarpum* apresentando maior densidade de indivíduos. *S. lycocarpum* e poleiro foram, portanto, semelhantes, com o poleiro apresentando - se como intermediário entre *S. lycocarpum* e controle. Entre os limites externos não houve diferença significativa entre os tratamentos ($F=0.303$; $p=0.741$), o que já era esperado.

A fim de desvendar alguma atividade nucleadora, foram também comparados os limites externos com os internos de cada tratamento. Controle e poleiro não apresentaram diferença significativa entre seus limites internos e externos ($F=0.753$; $p=0.397$ e $F=2.505$; $p=0.131$, respectivamente), diferentemente de *S. lycocarpum*, que apresentou diferença significativa ($F=34.239$; $p < 0.0001$). Esses resultados apontam uma atividade nucleadora da espécie, indicando que ela de fato está facilitando a ocorrência de maior número de indivíduos sob sua copa.

A segunda parte do estudo analisou possíveis variáveis ambientais que poderiam estar relacionadas ao recrutamento e estabelecimento de maior número de indivíduos sob a copa de *S. lycocarpum*, sendo estas a condutividade hidráulica, a densidade aparente e a espessura média da camada de serapilheira. Os resultados da análise da Condutividade Hidráulica (Ks médio) em cm/seg foram: *S. lycocarpum*-área interna: 0.018 ± 0.004 cm/seg; área externa: 0.019 ± 0.003 cm/seg; Poleiros-área interna: 0.022 ± 0.007 cm/seg; área externa: 0.019 ± 0.004 cm/seg; e controle: 0.020 ± 0.004 cm/seg, não havendo diferença significativa entre os tratamentos ($F=1.049$; $p=0.393$). Entretanto, o Ks médio do solo do Cerrado natural foi significativamente maior do que os tratamentos analisados (0.034 ± 0.012 cm/seg), com $F=8.739$ e $p < 0.0001$. Da mesma forma, a densidade aparente (g/cm³) foi semelhante em todos os agentes nucleadores e controle: *S. lycocarpum*-área interna: 1.203 ± 0.037 g/cm³, área externa: 1.20 ± 0.031 g/cm³; poleiros artificiais-área interna: 1.20 ± 0.035 g/cm³, área externa: 1.23 ± 0.022 g/cm³; controle: 1.21 ± 0.018 g/cm³, com $F=2.099$ e $p=0.097$, mas diferente do solo do Cerrado, que apresentou densidade aparente significativamente inferior estatisticamente 1.05 ± 0.050 g/cm³ ($F=40.823$; $p < 0.0001$).

A semelhança entre os tratamentos se deve provavelmente ao fato de que a área possui cobertura vegetal, não havendo tempo suficiente para modificar essa característica do solo. Os valores distintos do solo do Cerrado adjacente indicam que o solo não está ainda totalmente recuperado, apesar da presença de cobertura vegetal. Essas variáveis po-

dem também significar um obstáculo ao estabelecimento de plântulas, pois implica na compactação desse solo, que dificulta o desenvolvimento de raízes e diminui a quantidade de oxigênio disponível, que resulta na menor absorção de água e nutrientes (Hakansson *et al.*, 1998).

A serapilheira apresentou maior espessura média na área interna de *S. lycocarpum* (2.18 ± 0.708 cm) em relação à área externa (0.435 ± 0.234 cm), à área interna (0.433 ± 0.255 cm) e externa (0.368 ± 0.176 cm) do poleiro e ao controle (0.355 ± 0.180 cm), com $F=46.914$ e $p < 0.0001$, sendo com isso, fator bastante relevante, diferenciando significativamente os ambientes estudados. Essa presença relaciona - se positivamente com a atividade nucleadora de *S. lycocarpum*, pois indica que a serapilheira estaria possibilitando microclima mais diversificado, maior proteção ao solo, prevenção da evapotranspiração para a germinação das sementes que chegam ou que já estavam presentes no banco de sementes, como constatado por Xiong & Nilsson (1999) em uma meta-análise de 35 estudos independentes no mundo inteiro sobre os efeitos da serapilheira na germinação, estabelecimento, riqueza e biomassa de plantas.

Ganade e Brown (2002) sugeriram que a serapilheira tem efeitos positivos no estabelecimento de plântulas tanto em um pasto abandonado, como em um ambiente florestal, pois a sua remoção resultou na diminuição significativa desse estabelecimento nesses locais. Porém, com o prosseguimento da sucessão, ressaltam que pode haver inibição pela competição pela luz, dependendo das exigências de cada espécie. Portanto, além da serapilheira, outras variáveis ambientais, como o sombreamento e o incremento de matéria orgânica no solo, poderão também estar envolvidas na densidade de espécies (facilitação) sob a copa de *S. lycocarpum*.

Contrariamente, as estruturas de poleiros para pássaros per se não parece ter sido estratégia efetiva para a restauração. Holl *et al.*, (1998) observaram que eles somente servem para aumentar a dispersão de sementes, mas não modificam o ambiente local propiciando o estabelecimento de plântulas. Portanto, como aconselhado por Tres *et al.*, (2007), diante da importância genética do material aportado pelos poleiros, deve haver preparação do solo no sentido de propiciar uma maior probabilidade de recrutamento deste material.

CONCLUSÃO

Esse estudo mostrou que a espécie *S. lycocarpum* parece ser ótima alternativa para iniciar a restauração de áreas perturbadas de Cerrado, pois os indivíduos adultos proporcionaram microclima favorável ao estabelecimento de indivíduos de outras espécies sob sua copa através do aporte de serapilheira, embora outras variáveis, também presentes ali, como luminosidade e manutenção de umidade no solo podem também estar contribuindo para o estabelecimento desses indivíduos. Quanto ao poleiro artificial, não houve alteração do ambiente local, não se verificando diferença entre a densidade de indivíduos em sua área interna e externa.

5-Agradecimentos

Esse trabalho é parte de dissertação de mestrado do PPG em Ecologia da Universidade de Brasília. Agradeço à Embrapa Cerrados na pessoa da Dra. Fabiana Aquino, pelo

apoio nas análises de solo; ao Denilson, pelo auxílio na coleta dos solos; e ao prof. Dr. John Hay pelo empréstimo do Coletor - medidor de serapilheira.

REFERÊNCIAS

- Callaway, R. M. & L. R. Walker. 1997. Competition and facilitation: a synthetic approach to interactions in plant communities. *Ecology* 78: 1958 - 1965.
- Callaway, R. M. 1995. Positive interaction among plants. *Botanical Review* 61: 306 - 349.
- Connell, J.H. & Slatyer, R. 1977. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. *The American Naturalist* 111:1119 - 1144.
- Fasoulas, A.C., and V.A. Fasoula. 1995. Honeycomb selection designs. *Plant Breed. Rev.* 13:87-139..
- Franks, S.J. 2003. Facilitation in multiple life - history stages: evidence for nucleated succession in coastal dunes. *Plant Ecology* 168: 1 - 11.
- Ganade, G. & Brown, V. 2002. Succession in Old Pastures of Central Amazonia: Role of Soil Fertility and Plant Litter. *Ecology*, Vol. 83, No. 3, (Mar.), pp. 743 - 754.
- Hakansson, I.; Stenberg, M.; Rydberg, T. 1998. Long - term experiments with different depths of mouldboard ploughing in Sweden. *Soil and Tillage Research*, v.46, p.209 - 223.
- Haridasan, M. 2000. Nutrição mineral de plantas nativas do cerrado. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 12, 54 - 64.
- Hillel, D. 1982. *Introduction to soil physics*. San diego: Academic Press 364 p.
- Holl, K.D. 1998. Do Bird Perching Structures Elevate Seed Rain and Seedling Establishment in Abandoned Tropical Pasture? *Restoration Ecology* Vol. 6 No. 3, pp. 253-261.
- Holl, K.D. 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: Overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology* 8: 339 - 349.
- Köppen, W. 1948. *Climatología*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Oliveira, F.F. 2006. Plantio de espécies nativas e uso de poleiros artificiais na restauração de uma área perturbada de cerrado sentido restrito em ambiente urbano no Distrito Federal, Brasil. Brasília, Universidade de Brasília.155p.
- Passo, D.P. & Luiz,G.P. 2007. Estimativa da condutividade hidráulica saturada em solos da bacia do rio buriti vermelho - Distrito Federal. Formosa, Universidade Estadual de Goiás. 51pp.
- Reatto, A., Correia, J.R., & Spera, S.T. 1998. Solos do bioma Cerrado: aspectos pedológicos. In *Cerrado: ambiente e flora* (eds S.M. Sano & S.P. Almeida), pp. 47 - 86. EMBRAPA - CPAC, Planaltina.
- Reis, A.; Bechara, F.C.; Espíndola, M.B.; Vieira, N.K.; Sousa, L.L. 2003. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação*, 1, 28 - 36.
- Silva - Junior, M.C. 2005. *100 árvores do Cerrado: guia de campo*. Brasília, Rede de Sementes do Cerrado.
- Taylor, H.M.; Brar, G.S.1991. Effect of soil compaction on root development. *Soil and Tillage Research*, v.19, p.111 - 119.
- Tres, D.R.; Sant'Anna, C.S.; Basso, S.; Langa, R.; Ribas Jr., U; Reis, A. 2007. Poleiros Artificiais e Transposição de Solo para a Restauração Nucleadora em Áreas Ciliares. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 312 - 314.
- Vidal, M.C., Stacciarini - Seraphin, E. & Câmara, H.H.L.L.1999. Crescimento de plântulas de *Solanum lycocarpum* St. Hil. (lobeira) em casa de vegetação. *Acta Botanica Brasilica* 13:271 - 275.
- Xiong, S. & Nilsson, C. 1999. The effects of plant litter on vegetation: a meta - analysis. *Journal of Ecology* 87, 984 - 994.
- Yarranton, G.A. & Morrison, R.G. 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology* 62:417 - 428.