

RESCIMENTO DE UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECÍDUA SECUNDÁRIA SOB MANEJO EM RELAÇÃO A FATORES AMBIENTAIS, EM PIRENÓPOLIS, GOIÁS

FÁBIO VENTUROLI

Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Área de Engenharia Florestal, Goiânia, Goiás, Brasil; e-mail: fabioventuroli@gmail.com

CHRISTOPHER WILLIAM FAGG

Universidade de Brasília, Brasília, Distrito Federal, Brasil; e-mail: fagg@unb.br

JEANINE MARIA FELFILI FAGG

Universidade de Brasília, *in memoriam*

RESUMO: Neste estudo, avaliou-se o crescimento de espécies arbóreas em uma floresta estacional semi-decídua secundária em Pirenópolis, Goiás, relacionando-o a fatores ambientais das parcelas por Análise de Correspondência Canônica (ACC). O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos silviculturais de liberação da competição para árvores selecionadas como desejáveis nas parcelas. Após quatro anos da aplicação dos tratamentos, avaliaram-se os incrementos diamétricos das espécies em relação à declividade do terreno e às intensidades das intervenções silviculturais, em função da abertura do dossel em cada tratamento. Os resultados demonstraram que as espécies responderam diferentemente aos tratamentos silviculturais e que, de maneira geral, os tratamentos foram suficientes para estimular o crescimento diamétrico das espécies, não rejeitando a hipótese testada. Grande parte das espécies apresentou maiores incrementos diamétricos associados a menor sombreamento, correspondendo às parcelas que sofreram intervenções silviculturais. Sugerimos a continuidade dos estudos para as diferentes populações separadamente, a fim de aperfeiçoar as técnicas de manejo de florestas estacionais e difundi-las como estratégia de conservação desses ambientes altamente ameaçados de extinção, os quais são muito importantes no mercado madeireiro nacional em decorrência da presença de muitas espécies com alto valor madeireiro que foram e continuam sendo exploradas intensivamente.

PALAVRAS-CHAVE: Abertura no dossel, Análise de Correspondência Canônica, intervenções silviculturais, manejo florestal, sombreamento.

GROWTH OF A SEASONAL SEMIDECIDUOUS SECONDARY FOREST UNDER MANAGEMENT IN RELATION TO ENVIRONMENTAL FACTORS, IN PIRENÓPOLIS, GOIÁS, BRAZIL

ABSTRACT: In this study, we evaluated the growth of tree species in a seasonal semideciduous secondary forest in Pirenópolis, Goiás, Brazil, and its relationship with environmental factors using the Canonical Correspondence Analysis (CCA). We used a randomized block design with four silvicultural treatments. After four years, we evaluated the diameter increment of the species according to the slope and canopy openness in each treatment. The results showed that the diameter of the trees species studied increased differently depending on the silvicultural treatments and, in general, the treatments stimulated the diameter growth of the species, not rejecting the hypothesis tested. A great part of the species had higher diameter increment associated with lower shading, corresponding to the plots that underwent silvicultural treatments. We suggest further studies on the different populations separately, so that the technical management of seasonal forests can be improved and spread as a strategy to conserve these highly endangered environments, which are very important in the national timber market due to the presence of many species with high-value timber that have been explored intensively in natural environments.

KEY WORDS: Canopy openness, Canonical Correspondence Analysis, silvicultural treatments, forest management, shading.

INTRODUÇÃO

As florestas estacionais são caracterizadas, sobretudo, pela deciduidade das árvores no dossel, que varia em função da duração do período seco do ano, sendo influenciadas, principalmente, pelo clima (Gerhardt & Hytteborn, 1992). As características edáficas (Haridasan, 2001) são determinantes secundários da deciduidade, podendo se sobrepor ou modificar a influência do clima local (Richards, 1996). Em florestas estacionais, a fertilidade dos solos é considerada alta (Lugo et al., 2006), com pH de moderadamente ácido a alcalino e baixos teores de alumínio (Pennington et al., 2006). Nessas florestas, o dossel fechado durante a estação chuvosa desfavorece a presença de espécies arbustivas no sub-bosque, enquanto a diminuição da cobertura na estação seca não permite a presença de espécies epífitas (Ribeiro & Walter, 1998; Richards, 1996).

No bioma Cerrado, existem fragmentos naturais de florestas estacionais (IBGE, 2004), que funcionam como um “corredor estacional”, o qual conecta as florestas deste tipo do nordeste brasileiro (caatinga arbórea) às do leste de Minas Gerais e de São Paulo, às manchas encontradas no Pantanal, às florestas pré-amazônicas e ao Chaco boliviano (Felfili, 2003).

No Brasil Central, as maiores concentrações atuais dessas formações florestais estão no vale do rio Paranã, no nordeste de Goiás, e na região chamada Mato Grosso Goiano, no sudoeste de Goiás, existindo também áreas significativas no Triângulo Mineiro, no sudoeste de Minas Gerais e em algumas partes de Mato Grosso, Tocantins e Bahia (Felfili et al., 2006; Silva et al., 2003). A composição florística dessas florestas estacionais caracteriza-se pela abundância de espécies das famílias Fabaceae, Bignoniaceae, Malvaceae (*sensu* APG II) e Euphorbiaceae no dossel, e de Cactaceae, Bromeliaceae e Marantaceae no sub-bosque, havendo baixa frequência de gramíneas. As famílias Anacardiaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Sapindaceae e Flacourtiaceae também estão bem representadas nessas florestas (Gentry, 1995).

As florestas estacionais compreendem hoje um ecossistema ameaçado, pois seus solos

férteis, com altos teores de cálcio e magnésio, são os preferidos para as práticas de agricultura e pecuária e, também, para a mineração por fábricas de cimento e calcário (Scariot & Sevilha, 2005).

Além disso, outros fatores põem em risco as florestas estacionais, como as queimadas anuais, a invasão pelo gado, a presença de espécies invasoras, o corte raso para a produção de carvão vegetal, a exploração seletiva de madeiras nobres, como aroeira (*Myracrodruon urundeuwa* Allemão), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), ipês (*Handroanthus* spp.) e perobas (*Aspidosperma* spp.), e a extração de cascas, frutos, sementes e raízes. Ademais, estão rodeadas por extensas áreas com monoculturas exóticas, que são pesadamente tratadas com produtos químicos (fertilizantes e agrotóxicos) (Felfili, 2003). Também existem riscos associados às mudanças climáticas e à poluição, sendo poucas as áreas destinadas à conservação e à proteção dessas florestas, não só no Brasil, mas em todo o mundo, conforme estimativa de Miles et al. (2006).

Formações florestais que estão em estágio inicial de sucessão, comumente apresentam alta densidade de árvores baixas e de pequeno diâmetro, possuem alto índice de área foliar, devido à alta produtividade primária líquida, têm menor riqueza de espécies e são ricas em lianas e em espécies invasoras (Brown & Lugo, 1990; Lamprecht, 1990). Em geral, nessas florestas, as espécies de valor comercial não apresentam indivíduos maduros, de grande porte (Brown & Lugo, 1990), o que justifica plantios de enriquecimento. Também são dependentes da chuva de sementes provenientes de áreas adjacentes para sua regeneração e recuperação, em decorrência da provável extinção de um grande número de espécies importantes no local (Brown & Lugo, 1990).

Como estratégia de conservação dessas florestas e por sua importância para o mercado madeireiro, é necessário manejá-las com o uso de técnicas silviculturais, visando o aproveitamento racional de seus recursos a longo prazo.

O manejo florestal visa a produção de madeira de forma sustentada e, portanto, as informações sobre os incrementos em diâmetro

das árvores devem, sempre que possível, ser obtidas por meio de estudos populacionais (Silva et al., 2002), pois as espécies possuem requerimentos ecológicos distintos e respondem diferentemente às intervenções silviculturais (Freitas, 2004; Hosokawa et al., 1998).

Desbastes seletivos em florestas tropicais, ao reduzir a densidade de indivíduos, também reduzem a competição por espaço, luz e nutrientes entre as árvores, proporcionando o crescimento em altura e área basal das remanescentes nessas áreas, até que a capacidade do sítio seja novamente atingida, quando, então, haverá necessidade de nova intervenção (Silva et al., 2001).

Nas florestas estacionais em todo o mundo, o manejo florestal ao longo do tempo objetivou, em muitos casos, a produção de lenha e carvão vegetal, com cortes rasos para fornecimento de energia a pequenas comunidades rurais, especialmente na África, conforme estudo da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) (Bellefontaine et al., 2000). No Brasil, isso ainda ocorre, principalmente nas regiões da Caa-tinga e do Cerrado (Bellefontaine et al., 2000; Felfili, 2003).

As pesquisas sobre manejo em florestas estacionais têm tido os mais diversos propósitos e consistido, especialmente, de avaliações das respostas das comunidades vegetais a diferentes técnicas de manejo e das consequências de distúrbios no desenvolvimento da vegetação, tais como: cortes de lianas (McLaren & McDonald, 2003a; Vieira & Scariot, 2006); intensidades de intervenções silviculturais (Barberis & Tanner, 2005; McLaren & McDonald, 2003a); efeitos do fogo (Marod et al., 2002; Rozza, 2003); efeitos de secas (Marod et al., 2002) e de sombreamento (McLaren & McDonald, 2003b); capacidade de rebrota (McLaren & McDonald, 2003c); alterações na composição florística (Higuchi et al., 2006; Marangon et al., 2008); e danos provocados pela exploração (Carvalho, 2004).

Além disso, muitos pesquisadores investigaram o efeito de intervenções silviculturais nos incrementos em biomassa, tanto em florestas tropicais pluviais como nas sazonalmente secas. Os resultados apontam forte correlação entre a exposição das copas à luz e

o crescimento das árvores (d'Oliveira & Braz, 2006; Gerwing, 2001; Pariona et al., 2003; Silva et al., 2001; Villegas et al., 2009). No entanto, faz-se necessário investigar as intensidades de intervenções silviculturais que sejam suficientes para promover o crescimento das árvores sem permitir a invasão por espécies oportunistas que possam interferir negativamente na dinâmica da regeneração natural e comprometer a sustentabilidade da produção.

Assim, este estudo teve como objetivo verificar a eficiência de diferentes técnicas silviculturais de manejo em relação à abertura do dossel, visando aumento no incremento em área basal de espécies de interesse para a produção de madeira, bem como avaliar a existência de relações entre essas técnicas de manejo e alguns fatores ambientais, tais como a declividade do terreno.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi iniciado em 2003, na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Vagafofo, em Pirenópolis, Goiás, (15 49'S, 48 59'W), a uma altitude média de 770 m. Segundo a classificação de Köppen, o clima na região enquadra-se no tipo Aw, característico dos climas úmidos tropicais (A), com duas estações bem definidas: seca no inverno e úmida no verão (w) (Nimer, 1989). A temperatura média anual no município é de 22°C, variando de 16°C a 34°C, e a precipitação média anual é de 1800 mm, com um período de estiagem que vai de maio a agosto (INMET, 2006).

A floresta estudada é caracterizada como floresta estacional semidecídua secundária submontana (IBGE, 2004), com influência de floresta de galeria em um extremo e de Cerrado *stricto sensu* no outro, nas porções mais altas do relevo.

Os solos predominantes na região são do tipo Neossolo Litólico (+RL 12) (IBGE, 2001), considerados como Entisols por Brady & Weil (2001).

INVENTÁRIO FLORESTAL

Em abril de 2003, foram instaladas na floresta 16 parcelas de 25 m x 30 m, adjacentes umas às outras e respeitando-se uma distância

de 60 m da floresta úmida, em direção a relevos mais altos sob influência de Cerrado *stricto sensu*. No local, foram identificados todos os indivíduos que apresentavam circunferência à altura do peito (CAP, $\pm 1,30$ m de altura) maior do que 9 cm em uma faixa de 5 m x 30 m localizada na parte superior das parcelas de 25 m x 30 m. Essa amostragem permitiu realizar uma análise de ordenação por *Detrended Correspondence Analysis* (DCA) (Kent & Coker, 1992), com o objetivo de espacializar a composição florística em relação ao gradiente ambiental de umidade, conforme recomendado por Kent & Coker (1992), e então prescrever o delineamento experimental.

Posteriormente, em toda a parcela (25 m x 30 m), os indivíduos com CAP > 9 cm foram classificados em árvores desejáveis ou indesejáveis. Foram qualificadas como desejáveis aquelas com fuste retilíneo, copa bem formada, poucos galhos, aparentemente saudáveis, sem problemas fitossanitários (sem ocos e sem sinais de ataques por insetos xilófagos) e com reconhecido valor econômico, como as produtoras de madeira, frutos, resinas e outros produtos utilizáveis pelo homem. Também foram consideradas desejáveis as árvores de espécies com valor ecológico, aquelas de importância mais evidente para a alimentação da fauna silvestre e que podem se beneficiar da eliminação da competição, via tratamentos silviculturais, e colonizar a área por regeneração natural, o que favorece a integridade ecológica local e ajuda a viabilizar o manejo florestal.

As árvores desejáveis que possuíam CAP > 9 cm, além de identificadas em nível de espécie, tiveram as CAP medidas e registradas. Foram também plaqueteadas, com placas de alumínio de aproximadamente 3 cm x 3 cm, afixadas nas árvores com arame liso logo acima do ponto de medição da CAP, e numeradas sequencialmente, totalizando 2.670 árvores em 1,2 ha.

As árvores indesejáveis localizadas dentro de um raio de 1 m em relação a uma desejável foram abatidas, compondo os tratamentos silviculturais testados neste experimento. As árvores indesejáveis foram selecionadas por defeitos no tronco, comprometimento de estado fitossanitário, risco de queda iminente

ou por serem competidoras de menor valor comercial que estavam suprimindo as mais desejáveis.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os resultados da ordenação por DCA permitiram propor o delineamento experimental em blocos casualizados e a definição das parcelas que compuseram cada bloco seguiu um gradiente de umidade compreendido entre a borda da floresta úmida e a proximidade com o Cerrado *stricto sensu* (Figura 1), claramente identificado na ordenação. A distribuição dos blocos na floresta secundária ficou assim determinada:

- a) Bloco I – ambiente de maior influência ripária (distante ± 60 m do córrego);
- b) Bloco II – ambiente sob menor influência ripária do que o Bloco I (distante do córrego ± 90 m);
- c) Bloco III – menor influência ripária, maior distância do córrego e mais próximo ao Cerrado *stricto sensu*;
- d) Bloco IV – transição floresta-Cerrado, ambiente mais seco.

TRATAMENTOS SILVICULTURAIS

Após a realização do levantamento da vegetação e da definição de cada bloco, as parcelas experimentais foram aleatoriamente submetidas aos diferentes tratamentos silviculturais:

- a) Tratamento 1 (T1) – controle;
- b) Tratamento 2 (T2) – retirada de todos os indivíduos lenhosos dentro de um raio de 1 m em relação às árvores classificadas como desejáveis;
- c) Tratamento 3 (T3) – idem ao T2 mais retirada de cipós de grande porte em toda a parcela;
- d) Tratamento 4 (T4) – idem ao T3 mais plantio de cinco mudas de baru (*Dipteryx alata* Vogel) e cinco mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão), por parcela, com distância mínima de 5 m entre as mudas, alternando as espécies.

A escolha dessas espécies para plantio foi baseada em sua importância econômica. O baru é muito explorado na região e tem valor tanto madeireiro como frutífero. A aroeira é

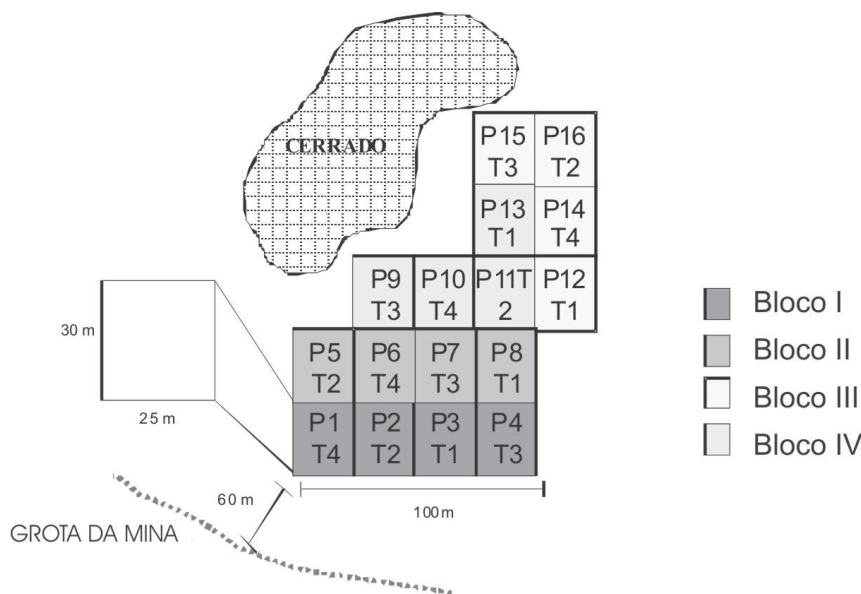


Figura 1 – Disposição dos tratamentos silviculturais (T1 a T4), nas parcelas do experimento (P1 a P16), em floresta estacional semidecídua secundária sob manejo, em Pirenópolis, Goiás.

uma espécie altamente comercial em todo o Brasil, sendo muito utilizada na construção civil e na área rural, para a fabricação de postes e mourões de cerca. O número de indivíduos foi estabelecido com base no tamanho das parcelas experimentais, que são consideradas pequenas e já possuem alta densidade arbórea.

O abate das árvores indesejáveis e a retirada dos cipós, conforme preestabelecido em cada tratamento, foram realizados por uma equipe composta de um operador de motosserra e dois ajudantes, utilizando facão ou machado. A motosserra foi utilizada somente em árvores com CAP > 30 cm. Já a extração foi realizada por três pessoas, sendo as toras deslocadas e carregadas manualmente para a parte mais baixa do terreno, onde foram empilhadas. Esse procedimento foi realizado com o estudo do direcionamento da queda das árvores e a extração foi feita por carregamento e não por arraste, buscando minimizar ao máximo os danos ao solo e à vegetação remanescente.

Os tratamentos silviculturais sofreram manutenções periódicas semestrais de corte de cipós e rebrotas das árvores cortadas.

As árvores selecionadas como desejáveis tiveram as CAP novamente medidas em novembro de 2007, o que permitiu calcular os incrementos periódicos anuais (IPA) em diâmetro das espécies.

Os fatores ambientais mensurados utilizados nas análises foram a declividade do terreno e o percentual de sombreamento no sub-bosque na estação chuvosa, quando os processos ecológicos são mais evidentes.

DECLIVIDADE DO TERRENO

A declividade do terreno foi estimada utilizando-se hipsômetro Haga, conforme recomendado por Imaña (1998) e seguindo metodologia descrita por Espartel & Lüderitz (1968). Nesse caso, verificou-se a influência da declividade do terreno na dinâmica florestal, pois presume-se que esta esteja relacionada, principalmente, à umidade do solo, em decorrência da proximidade do lençol freático em áreas mais íngremes, e que isto se reflita nos padrões de crescimento das árvores (Oliveira-Filho et al., 2001).

ABERTURA NO DOSSEL

O sombreamento nas parcelas experimentais foi medido pela abertura do dossel da floresta. Para isso, quantificou-se a densidade de fluxo de fótons (DFF, $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$) que atravessava o dossel da floresta. A DFF foi estimada com a utilização de sensores de *quanta*, na faixa fotossinteticamente ativa. Os sensores

foram previamente calibrados, um contra o outro, sob condição uniforme de pleno sol.

Nas avaliações, um sensor ficou localizado no interior da floresta (sensor de *quanta* LI-190 S, Li-cor Inc., Estados Unidos) e o outro a pleno sol (sensor de *quanta* ELE, Skye Instruments, Reino Unido). Para cada medida tomada no interior da floresta, outra medida era tomada, simultaneamente, no lado de fora da floresta, a pleno sol. Essa técnica permitiu, por comparação, quantificar a luz que conseguia atravessar o dossel da floresta até a altura dos sensores.

As avaliações ocorreram durante quatro dias consecutivos e foram realizadas em duas ocasiões diferentes, uma na estação chuvosa (junho de 2006) e a outra na estação seca (setembro de 2007). As medidas foram tomadas entre as 7h30min e as 17h20min.

Os valores médios da DFF foram obtidos pela integração da curva diária de luz incidente no sub-bosque da floresta e a pleno sol, nas duas estações climáticas em cada tratamento.

A porcentagem de sombreamento no sub-bosque da floresta estudada foi calculada pela razão entre os valores médios da DFF ao longo do dia, no interior da floresta e a pleno sol.

ANÁLISE DE CORRESPONDÊNCIA CANÔNICA (ACC)

A Análise de Correspondência Canônica (ACC) foi executada por meio da matriz de dados ambientais e de crescimento das espécies ao longo do gradiente ambiental. Essa técnica permite testar a significância das correlações entre os tratamentos, as espécies e os fatores ambientais pelo teste de Monte Carlo (ter Braak, 1987). Como resultado, foi produzido um diagrama *triplot*, no qual os eixos representam a combinação das variáveis ambientais com as espécies e os tratamentos silviculturais (ter Braak, 1988).

A ACC foi efetuada com as espécies que foram comuns aos quatro tratamentos silviculturais aplicados na floresta e que, ao mesmo tempo, possuíam mais de 10 indivíduos, pois, de acordo com ter Braak (1987), espécies raras influenciam pouco nos resultados e, neste estudo, procurou-se identificar padrões de crescimento relacionados aos tratamentos silviculturais.

Como critério de inclusão de variáveis ambientais na ACC foi considerado um fator de inflação abaixo de 20, pois valores acima de 20 indicam alta multicolinearidade e redundância entre as variáveis, podendo confundir a interpretação dos resultados (ter Braak, 1988).

As variáveis ambientais foram padronizadas para retirar o efeito da discrepância entre as unidades de medida de cada variável (Zar, 1999).

RESULTADOS

DECLIVIDADE DO TERRENO

A declividade do terreno nas parcelas variou de 40% a 85%, como mostrado na Figura 2.

CRESCIMENTO DAS ÁRVORES DESEJÁVEIS EM RELAÇÃO A FATORES AMBIENTAIS

Os tratamentos silviculturais foram suficientes para aumentar o crescimento diamétrico das árvores selecionadas como desejáveis na floresta. O IPA mediano foi 0,26 cm.ano⁻¹ no T1, 0,27 cm.ano⁻¹ no T2, 0,30 cm.ano⁻¹ no T3 e 0,31 cm.ano⁻¹ no T4.

O percentual médio de sombreamento na estação chuvosa foi de 97,5% no T1 e variou de 93,7% a 94% em T2 a T4.

A ACC apontou que os IPA em diâmetro das árvores desejáveis estiveram associados com a porcentagem de sombreamento na estação chuvosa e com a declividade do terreno.

O somatório dos autovalores nos eixos de ordenação foi 0,64 (0,10 no primeiro eixo e 0,06 no segundo). Os dois primeiros eixos da ordenação reuniram 24% da variância total dos dados, indicando que a declividade do terreno e a porcentagem de sombreamento na estação chuvosa não foram eficientes para explicar os incrementos diamétricos das espécies. No entanto, as correlações entre espécies e ambientes foram de 0,80 e 0,91 para os dois primeiros eixos da ordenação, indicando que, mesmo sendo baixa a porcentagem da variância explicada por esses dois eixos, a ordenação foi significativa para explicá-la, como confirmado pelo teste de Monte Carlo ($p = 0,11$ no

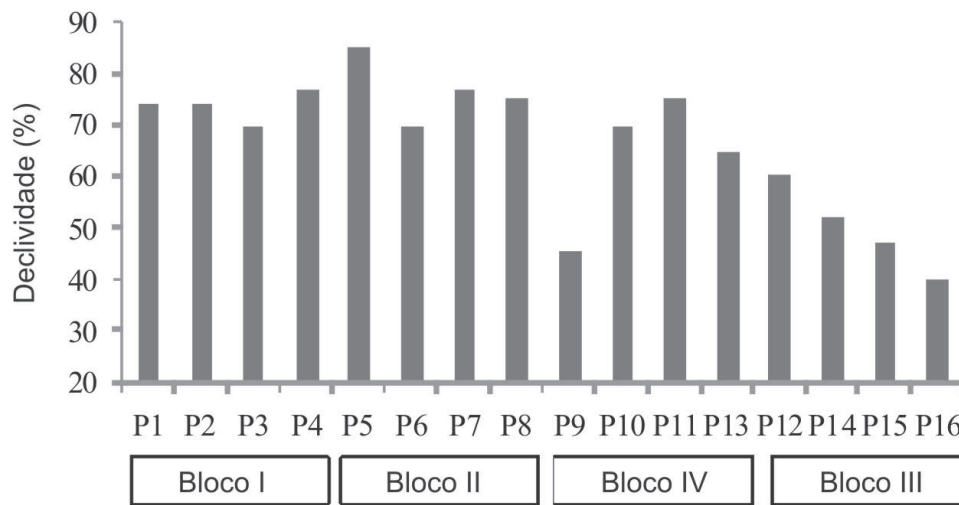


Figura 2 - Percentuais de declividade do terreno nas parcelas experimentais (P1 a P16), em floresta estacional semi-decídua secundária sob manejo, em Pirenópolis, Goiás.

primeiro eixo e $p = 0,12$ em todos os outros eixos), sugerindo diferenças nos IPA em diâmetro das espécies entre as parcelas do experimento (Figura 3).

O diagrama gerado pela ACC (Figura 3) apresentou tendência de agrupar as parcelas que não receberam tratamentos silviculturais (T1) aos maiores percentuais de sombreamento, compreendendo P3, P8, P12 e P13 do experimento. Além disso, foram identificadas espécies que apresentaram maior IPA diamétrico associado a essas parcelas e, consequentemente, ao maior sombreamento, como *Hymenaea courbaril* L., *Myrcia rostrata* DC., *Qualea multiflora* Mart., *Siphoneugena densiflora* O. Berg, *Myrcia tomentosa* (Aubl.) DC., *Campomanesia velutina* (Cambess.) O. Berg, *Myrcia sellowiana* O. Berg, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud., *Handroanthus roseo-albus* (Ridl.) Mattos e *Myracrodruon urundeuva*. Essas quatro últimas espécies não são consideradas heliófitas (Felfili et al., 2000) e esperava-se maior crescimento associado aos tratamentos nos quais o sombreamento nas parcelas foi menor.

Por outro lado, verificou-se que várias espécies apresentaram maiores IPA diamétricos associados ao menor sombreamento, no lado oposto ao vetor de sombreamento: *Myrciaria glanduliflora* (Kiaersk.) Mattos & D. Legrand, *Plathymenia reticulata* Benth., *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart., *Protium heptaphyllum*

(Aubl.) Marchand, *Matayba guianensis* Aubl. e *Pseudobombax tomentosum* (Mart. & Zucc.) Robyns, em menor intensidade; e *Machaerium acutifolium* Vogel, *Casearia sylvestris* Sw., *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk., *Roupala montana* Aubl., *Maytenus floribunda* Reissek, *Cardiopetalum calophyllum* Schlttdl., *Platymiscium floribundum* Vogel, *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr., *Aspidosperma subincanum* Mart. ex A. DC., *Diospyros burchellii* Hiern, *Virola sebifera* Aubl., *Astronium fraxinifolium* Schott ex Spreng. e *Rudgea viburnoides* (Cham.) Benth. em maior intensidade. Além dessas espécies, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Guettarda viburnoides* Cham. & Schlttdl., *Guapira opposita* (Vell.) Reitz, *Erythroxylum daphnites* Mart., *Guapira noxia* (Netto) Lundell e *Alibertia edulis* (Rich.) A. Rich. ex DC. também apresentaram IPA em diâmetro associados à maior abertura do dossel, o que foi provocado pelos tratamentos silviculturais na floresta sob manejo e favorecido pelas intervenções silviculturais.

Algumas parcelas ficaram associadas à maior declividade do terreno, como P1, P2, P4 e P7, mas foram poucas as espécies que se agruparam a elas, somente *Heisteria ovata* Benth., *Dilodendron bipinnatum* Radlk. e *Magonia pubescens* A. St.-Hil. O vetor de declividade do terreno agrupou as parcelas mais íngremes, mas a declividade do terreno não influenciou o crescimento diamétrico das espécies.

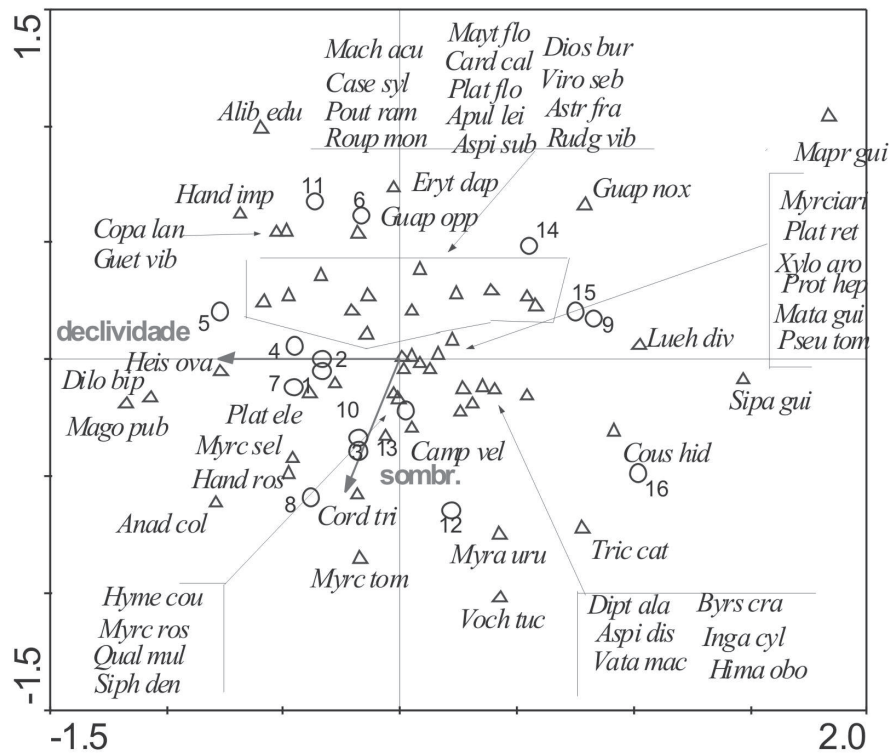


Figura 3 - Diagrama de ordenação gerado pela Análise de Correspondência Canônica (ACC), apresentando a distribuição das espécies em função dos incrementos periódicos anuais (IPA) em diâmetro, em relação às parcelas do experimento (P1 a P16) e aos fatores ambientais: declividade do terreno (declividade) e porcentagem de sombreamento na estação chuvosa (somb.), em floresta estacional semidecídua secundária sob manejo, em Pirenópolis, Goiás. As espécies estão representadas no diagrama pelas primeiras letras do binômio e a identificação exata encontra-se em Venturoli (2008).

DISCUSSÃO

A mediana dos IPA diamétricos das espécies, nas parcelas sob tratamentos silviculturais, acompanharam as intensidades das intervenções, sendo maiores nos tratamentos de maior intensidade de intervenções (T3 e T4). Esperava-se que não ocorressem diferenças nos IPA diamétricos entre T3 e T4, pois as mudas plantadas ainda não tinham capacidade de competir com as espécies arbóreas por conta de seu pequeno porte. De certa forma, isso ocorreu, corroborando a eficiência dos tratamentos.

A ordenação por ACC apontou que poucas espécies se associaram às parcelas mais sombreadas do T1 e às maiores declividades do terreno. Essas formaram um grupo distinto das demais parcelas do experimento que estiveram sob intervenção, corroborando a afirmação de Hosokawa et al. (1998) e Freitas (2004) com relação às respostas diferenciadas das espécies às intervenções silviculturais.

Os tratamentos silviculturais de liberação de árvores indesejáveis foram considerados eficientes para estimular o crescimento de algumas espécies, assim como encontrado por Silva et al. (2001) em floresta ombrófila densa, na Amazônia Oriental, e por Pariona et al. (2003) em duas florestas tropicais bolivianas, uma úmida e outra sazonalmente seca. Os autores citados verificaram forte correlação entre a exposição das copas à luz e o crescimento, independentemente do grupo ecológico das espécies. Outros autores também encontraram respostas favoráveis ao crescimento em função da exposição à luz, tanto em florestas tropicais pluviais, como Gerwing (2001), com corte de lianas, e d'Oliveira & Braz (2006), com técnicas de manejo de impacto reduzido, ambos na Amazônia brasileira, como em florestas estacionalmente secas, como Villegas et al. (2009), na Bolívia.

Neste estudo, não foi verificada associação entre os IPA em diâmetro das espécies e os diferentes ambientes (blocos), resultado igualmente encontrado por Silva et al. (2002)

em floresta densa de terra firme na Amazônia brasileira. Isso demonstrou que o padrão de crescimento das árvores foi o mesmo nos diferentes ambientes e que não houve influência da declividade do terreno no crescimento diamétrico das espécies.

Deve-se destacar, ainda, que outros fatores também influenciam o crescimento das espécies, pois sabe-se que a ACC trabalha diretamente com gradientes e, por intermédio dela, somente se verificam as relações com os fatores ambientais mensurados.

CONCLUSÃO

Os IPA em diâmetro das espécies foram influenciados pelas intervenções silviculturais. Além disso, as espécies responderam diferentemente aos tratamentos silviculturais e não houve influência da declividade e proximidade do curso d'água, representados pelos blocos, nos IPA das espécies.

A hipótese inicial de que as intervenções silviculturais, com a liberação de árvores desejáveis e o corte de cipós de grande porte, seriam suficientes para acelerar o crescimento das espécies desejáveis não foi rejeitada, pois os tratamentos silviculturais foram eficientes na liberação da competição para as árvores desejáveis e estas responderam positivamente com aumento no crescimento radial.

Sugere-se intensificar os estudos dos IPA dessa comunidade separadamente para as diferentes espécies, incluindo-se outras variáveis ambientais, como a fertilidade do solo, que podem também influenciar o crescimento das árvores.

Como recomendação de manejo, sugere-se adotar a intensidade de intervenção do T3, no qual houve liberação da competição aliada ao corte de cipós, pois pode representar um modelo que favorece o crescimento das espécies, diminuindo o intervalo de tempo para que estas alcancem o diâmetro mínimo para exploração comercial.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Evandro Ayer, proprietário do Santuário de Vida Silvestre Vagafogo, e à Professora Jeanine Felfili, admirável pesquisadora brasileira.

REFERÊNCIAS

- Barberis, I. M. & E. V. J. Tanner.** 2005. Gaps and root trenching increase tree seedling growth in Panamanian semi-evergreen forest. *Ecology*, 86: 667-674.
- Bellefontaine, R., A. Gaston & Y. Petrucci.** 2000. Management of natural forests of dry tropical zones. Rome, FAO Conservation Guide 32.
- Brady, N. C. & R. R. Weil.** 2001. The nature and properties of soils. 13th ed, Prentice Hall, New Jersey, 960 p.
- Brown, S. & A. E. Lugo.** 1990. Tropical secondary forests. *J. Trop. Ecol.* 6: 1-32.
- Carvalho, H. R.** 2004. Avaliação dos impactos causados por diferentes tratamentos silviculturais em uma área de mata seca no município de Pirenópolis - GO. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- d'Oliveira, M. V. N. & E. M. Braz.** 2006. Estudo da dinâmica da floresta manejada no projeto de manejo florestal comunitário do PC Peixoto na Amazônia Ocidental. *Acta Amaz.* 36: 177-182.
- Espartel, L. & J. Lüderitz.** 1968. Caderneta de campo. Globo, Porto Alegre, 655 p.
- Felfili, J. M.** 2003. Fragmentos de florestas estacionais do Brasil Central: diagnóstico e proposta de corredores ecológicos, p. 139-160. *In:* R. B. Costa (Org), fragmentação florestal e Alternativas ao Desenvolvimento Rural na Região Centro-Oeste. Campo Grande, UCDB.
- Felfili, J. M., J. F. Ribeiro, C. W. Fagg, & B. M. T. Machado.** 2000. Recuperação de matas de galeria. Embrapa, Planaltina.
- Felfili, J. M., M. C. Felfili, C. W. Fagg, A. V. Rezende, P. E. Nogueira & M. C. Silva Júnior.** 2006. Phytogeography of cerrado *sensu stricto* and system zoning in Central Brazil, p. 79-94. *In:* R. T. Pennington, G. P. Lewis & J. A. Ratter (Eds), Neotropical savannas and seasonally dry forests: diversity, biogeography, and conservation. Oxford, CRC Press.
- Freitas, J. V.** 2004. Improving tree selection for felling and retention in natural forest in

Amazônia through spatial control and targeted seed tree retention: a case study of a forest management project in Amazonas state, Brazil. Tese de Doutorado. University of Aberdeen, Aberdeen, Scotland.

- Gentry, A. H.** 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests, p. 146-194. *In*: S. H. Bullock, H. A. Mooney & E. Medina. Seasonally dry tropical forest (Eds), Cambridge, Cambridge University Press.
- Gerhardt, K. & H. Hytteborn.** 1992. Natural dynamics and regeneration methods in tropical dry forests – an introduction. *J. Veg. Science* 3: 361-364.
- Gerwing, J. J.** 2001. Testing liana cutting and controlled burning as silvicultural treatments for a logged forest in the eastern Amazon. *J. Appl. Ecol.* 38: 1264-1276.
- Haridasan, M.** 2001. Nutrient cycling as a function of landscape and biotic characteristics in the Cerrados of Central Brazil, p. 68-83. *In*: M. E. McClain, R. L. Victoria & J. E. Richey (Eds), Biogeochemistry of the Amazon basin and its role in a changing world. New York, Oxford University Press.
- Higuchi, P., M. G. F. Reis, G. G. Reis, A. L. Pinheiro, C. T. Silva & C. H. R. Oliveira.** 2006. Composição florística da regeneração natural de espécies arbóreas ao longo de oito anos em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Viçosa, MG. *Rev. Árvore*, 30: 893-904.
- Hosokawa, R. T., J. B. Moura & U. S. Cunha.** 1998. Introdução ao manejo e economia de florestas. UFPR, Curitiba, 162 p.
- IBGE.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2001. Mapa de solos do Brasil. Rio de Janeiro.
- IBGE.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa de vegetação do Brasil. Rio de Janeiro.
- Imaña, J. E.** 1998. *Dasometria practica*. Editora da Universidade de Brasília, Brasília, DF, 112 p.
- INMET.** Instituto Nacional de Meteorologia. 2006. Normas climatológicas. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 15 jan. 2006.
- Kent, M. & P. Coker.** 1992. Vegetation description and analysis: a practical approach. Belhaven Press, London, 363 p.
- Lamprecht, H.** 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Tradução Antonio Carrillo. GTZ, Eschborn.
- Lugo, A. E., E. Medina, J. C. Trejo-Torres & E. Helmer.** 2006. Botanical and ecological basis for the resilience of Antillean dry forests, p. 359-382. *In*: R. T. Pennington, G. P. Lewis & J. A. Ratter (Eds), Neotropical savannas and seasonally dry forests: diversity, biogeography, and conservation. Oxford, CRC Press.
- Marangon, L. C., J. J. Soares, A. L. P. Feliciano & C. F. L. S. Brandão.** 2008. Regeneração natural em fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Rev. Árvore*, 32: 183-191.
- Marod, D., U. Kutintara, H. Tanaka & T. Nakashizuka.** 2002. The effects of drought and fire on seed and seedling dynamics in a tropical seasonal forest in Thailand. *Plant Ecol.* 161: 41-57.
- McLaren, K. P. & M. A. McDonald.** 2003a. Coppice regrowth in a disturbed tropical dry limestone forest in Jamaica. *For. Ecol. Manag.* 180: 99-111.
- McLaren, K. P. & M. A. McDonald.** 2003b. Seedling dynamics after different intensities of human disturbance in a tropical dry limestone forest in Jamaica. *J. Trop. Ecol.* 19: 567-578.
- McLaren, K. P. & M. A. McDonald.** 2003c. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. *For. Ecol. Manag.* 183: 61-75.
- Miles, L., A. C. Newton, R. S. DeFies, C. Ravilious, I. May, S. Blyth, V. Kapos & J. E. Gordon.** 2006. A global overview of the conservation status of tropical dry forests. *J. Biogeogr.* 33: 491-505.
- Nimer, E.** *Climatologia do Brasil*. 1989. IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro, 422 p.
- Oliveira-Filho, A. T., N. Curi, E. A. Vilela & D. A. Carvalho.** 2001. Variation in tree community composition and structure

- with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in South-Eastern Brazil. *Edinburgh J. Bot.* 58: 139-158.
- Pariona, W., T. S. Fredericksen & J. C. Licona.** 2003. Natural regeneration and liberation of timber species in logging gaps in two Bolivian tropical forests. *For. Ecol. Manag.* 181: 313-322.
- Pennington, R. T., G. P. Lewis & J. Ratter.** 2006. An overview of the plant diversity, biogeography and conservation of neotropical savannas and seasonally dry forests, p. 1-30. *In:* R. T. Pennington, G. P. Lewis & J. A. Ratter (Eds), *Neotropical savannas and seasonally dry forests: diversity, biogeography, and conservation.* Oxford, CRC Press.
- Ribeiro, J. F. & Walter, B. M. T.** 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado, p. 89-166. *In:* S. M. Sano & S. P. Almeida (Eds), *Cerrado: ambiente e flora.* Planaltina, Embrapa.
- Richards, P. W.** 1996. *The tropical rainforest: an ecological study.* 2nd ed., Cambridge University Press, Cambridge.
- Roza, A. F.** 2003. Manejo e regeneração de trecho degradado de floresta estacional semidecidual: Reserva Municipal de Santa Genebra, Campinas, SP. Tese de Doutorado. UNICAMP, Campinas, SP.
- Scariot, A. & A. C. Sevilha.** 2005. Biodiversidade, estrutura e conservação de florestas estacionais decíduais no Cerrado, p. 121-139. *In:* A. Scariot, J. C. Sousa-Silva & J. M. Felfili (Orgs), *Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação.* Brasília, DF, Ministério do Meio Ambiente.
- Silva, J. F., M. R. Fariñas, J. M. Felfili & C. A. Klink.** 2006. Spatial heterogeneity, land use and conservation in the cerrado region of Brazil. *J. Biogeogr.* 33: 536-548.
- Silva, J. N. M., S. M. A. Silva, D. H. M. Costa, A. M. V. Baima, L. C. Oliveira, J. O. P. Carvalho & J. C. A. Lopes.** 2001. Crescimento, mortalidade e recrutamento em florestas de terra firme da Amazônia Oriental: observações nas regiões do Tapajós e Jarí, p. 291-308. *In:* J. N. M. Silva, J. O. P. Carvalho & J. A. G. Yared. (Orgs), *A silvicultura na Amazônia Oriental: contribuições do projeto Embrapa/DFID.* Belém, Embrapa Amazônia Oriental.
- Silva, R. P., J. Santos, E. S. Tribuzy, J. Q. Chambers, S. Nakamura & N. Higuchi.** 2002. Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil. *For. Ecol. Manag.* 166: 295-301.
- ter Braak, C. J. F.** 1987. The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio*, 69: 69-77.
- ter Braak, C. J. F.** 1988. CANOCO: a FORTRAN program for canonical community ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis (version 2.1). Report LWA-88-02. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, 95 p.
- Venturoli, F.** 2008. Manejo de floresta estacional semidecídua secundária, em Pirenópolis, Goiás. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- Vieira, D. L. M. & A. Scariot.** 2006. Tropical dry-forest regeneration from root suckers in Central Brazil. *J. Trop. Ecol.* 22: 353-357.
- Villegas, Z., M. Peña-Claros, B. Mostacedo, A. Alarcón, J. C. Licona, C. Leño, W. Pariona & U. Choque.** 2009. Silvicultural treatments enhance growth rates of future crop trees in a tropical dry forest. *For. Ecol. Manag.* 258: 971-977.
- Zar, J. H.** 1999. *Biostatistical analysis.* Prentice-Hall, New Jersey, 663 p.

Recebido em 14/IX/2009

Aceito em 12/X/2010

