



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Iohann Soares de Souza Lima

**Proporções de plantio de espécies florestais fixadoras de nitrogênio no
estabelecimento de povoamento para restauração ecológica**

Dr. Eduardo Francia Carneiro Campello
Orientador

Seropédica, RJ
Dezembro – 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Iohann Soares de Souza Lima

**Proporções de plantio de espécies florestais fixadoras de nitrogênio no
estabelecimento de povoamento para restauração ecológica**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Dr. Eduardo Francia Carneiro Campello
Orientador

Seropédica, RJ
Dezembro – 2016

RESUMO

Diversos estudos mostram que a alta incidência de plantas indesejáveis em projetos de reflorestamento causa grandes prejuízos ao crescimento das espécies florestais e oneram o custo final dos projetos por conta das sucessivas manutenções que necessitam ser realizadas. As espécies indesejáveis apresentam elevada capacidade de adaptação ambiental em áreas degradadas destinadas aos projetos de reflorestamento. A sua exposição completa ou parcial à incidência solar possibilita rápido crescimento fazendo com que haja competição, prejudicando o desenvolvimento do plantio realizado. Uma boa alternativa para o controle da matocompetição através do sombreamento é o plantio das leguminosas nativas fixadoras de nitrogênio que apresentam rápido crescimento até mesmo em solos pobres. O consórcio de espécies arbóreas leguminosas e não leguminosas, em diferentes proporções pode ser uma forma de melhorar a eficiência dos plantios na recuperação de áreas degradadas. Este estudo visou observar a eficiência de um plantio misto de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio em conjunto com outras espécies nativas não leguminosas no controle da matocompetição. O plantio misto foi feito com as seguintes proporções de leguminosas fixadoras: 0%, 25%, 39% e 47%. Dois anos após o plantio foi observado maior crescimento das leguminosas fixadoras em relação às demais espécies, sendo o tratamento com 39% o que apresentou maior altura média (1,46 m) e área de projeção de copa (1,50 m² indivíduo⁻¹), seguido pelos tratamentos 25% e 47% respectivamente, com 1,38 m e 1,35 m de altura e 1,18 m² indivíduo⁻¹ e 1,06 m² indivíduo⁻¹ de área de projeção de copa, enquanto o tratamento sem a presença de fixadoras (0%) apresentou altura de 1,22 m e área de projeção de 0,55 m² indivíduo⁻¹.

Palavras-chave: Leguminosas arbóreas; reflorestamento; tratos culturais.

ABSTRACT

Several studies show that the high incidence of unwanted plants in reforestation projects cause great damage to the growth and development of forest species. The project final cost may be increased by several maintenances that can be performed. Unwanted plants have high environmental adaptability in degraded areas intended for reforestation projects. Full or partial exposition of these plants to the sunlight allow fast growth causing competition and harming the plantation development. An alternative by shading to weed competition control is the use of nitrogen fixing native trees (NFT) that present fast growth even in poor soil. The association of legume trees and non-legume species in different proportions can be a way to improve plantations efficiency to land reclamation. This study aimed to observe the effectiveness of a mixed plantation of nitrogen fixing native trees with non-fixing native trees to weed competition control . The mixed planting was with the following proportions of NFT: 0%, 25%, 39% and 47%. Two years after planting was observed higher growth of NFT than the other species. The treatment with 39% presented the highest height (1.46 m) and crown projection area ($1.50 \text{ m}^2 \text{ plant}^{-1}$), followed by treatment 25% and 47% respectively, with 1.38 and 1.35 m height and $1.18 \text{ m}^2 \text{ plant}^{-1}$ and $1.06 \text{ m}^2 \text{ plant}^{-1}$ crown projection area. Meanwhile the treatment without the presence NFT (0%) had a height of 1.22 m and $0.55 \text{ m}^2 \text{ plant}^{-1}$.

Keywords: Legume-trees; cultivation practices; reforestation.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1. Restauração ecológica.....	2
2.2. Matocompetição.....	3
2.3. Leguminosas Fixadoras de Nitrogênio	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	5
3.1. Localização do experimento	5
3.2. Caracterização do Experimento	6
3.3. Coleta e processamento de dados	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
4.1. Tratamentos	9
4.2. Fixadoras e não fixadoras	12
4.3. Espécies	14
4.4. Desrama pós-queimada.....	16
5. CONCLUSÕES.....	19
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20

1. INTRODUÇÃO

Devido à crescente conscientização ambiental e às obrigações previstas na legislação, a quantidade de projetos de restauração florestal tem aumentado. Isso acaba gerando uma demanda contínua por novos estudos técnicos e científicos para aperfeiçoar os sistemas de plantio utilizados e como consequência garantir padrões de qualidade aos povoamentos formados e reduzir custos (NASCIMENTO *et al.*, 2012). O primeiro bioma brasileiro a ser drasticamente degradado foi a Mata Atlântica, sofrendo ainda mais intensamente no último século. Atualmente o bioma tem apenas 12,5% da sua extensão original (INPE, 2014) e a maioria corresponde a fragmentos pequenos, isolados e alterados (SILVA e TABARELLI, 2000). Isso tem motivado muitas iniciativas e pesquisas relacionados a restauração ecológica nesse bioma, sendo necessárias pesquisas que apontem técnicas que assegurem o sucesso deste tipo de plantio (RODRIGUES, 2009).

O conjunto de plantas que colonizam áreas agrícolas, pecuárias e de outros setores do interesse humano, sendo conceituadas como invasoras ou indesejáveis, são plantas com características pioneiras, ou seja, plantas que ocupam locais que por qualquer motivo tiveram a cobertura natural suprimida parcial ou integralmente deixando o solo exposto (PITELLI, 1987). A presença dessas plantas, predominantemente gramíneas, em plantios florestais e agrícolas promove intensa competição resultando em diminuição significativa da produtividade e/ou aumentos nos custos de produção, pois é necessário o controle das mesmas. Toledo *et al.* (1996) estudaram quatro métodos para o controle de plantas invasoras em plantações de eucalipto e concluíram que a capina manual foi o método que melhor controlou a matocompetição, entretanto esse método apresentou um custo cerca de 2,6 vezes maior que o dos demais tipos de manejo.

Dentre as espécies utilizadas em projetos de reflorestamento, podemos destacar as da família Fabaceae que são capazes de se associarem com bactérias do solo que fixam nitrogênio atmosférico (N₂), possibilitando um bom desenvolvimento em áreas degradadas e geram condições para o crescimento de espécies mais exigentes, seja por nutrientes, características físicas do solo ou sombreamento (FARIA & CAMPELLO, 2000; REQUENA *et al.*, 2001; CHADA *et al.*, 2004). Espécies com essas características são vistas com potencial uso em técnicas conservacionistas que visem o controle de plantas daninhas, a melhoria da fertilidade do solo e, conseqüentemente a redução nos custos com tratamentos culturais (ALVINO, 2006).

Muitos dos povoamentos de recomposição com espécies florestais nativas não tem obtido êxito em decorrência do pouco conhecimento técnico, principalmente sobre o comportamento das espécies utilizadas para o restabelecimento dos diferentes processos ecológicos existente nas florestas tropicais. Dessa forma, são indispensáveis pesquisas específicas que apontem técnicas mais adequadas para o sucesso deste tipo de empreendimento (RODRIGUES, 2009). Resende *et al.* (2006) aponta como técnicas mais importantes a serem estudadas a escolha das espécies e o controle de plantas invasoras. No presente trabalho foi estudada a proporção mudas de espécies florestais fixadoras de nitrogênio de rápido crescimento em plantios mistos influenciando no desenvolvimento das demais espécies plantadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Restauração ecológica

As técnicas utilizadas para a restauração ecológica variam muito pouco em relação a diversas nomenclaturas encontradas na bibliografia, desde o mais utilizado, recuperação, passando por reflorestamento, revegetação e recomposição até o mais recentemente proposto, restauração (MORAES *et al.*, 2010). De acordo com a Sociedade Internacional para a Restauração Ecológica (2004), restauração ecológica é o processo de auxílio ao reestabelecimento de um ecossistema que foi degradado, danificado ou destruído e tem como meta auxiliar ou iniciar a recuperação do ecossistema.

As áreas potenciais para restauração florestal englobam 17.728.187 ha na Mata Atlântica, incluindo faixas próximas à unidades de conservação, com ocorrência de espécies endêmicas / ameaçadas de extinção, que promovem a conectividade entre remanescentes significativos de floresta nativa, áreas de proteção permanente, entre outras (Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, 2011). Na tentativa de multiplicar a área de ecossistemas efetivamente restaurados, leis, decretos e resoluções, entre outros dispositivos jurídicos, têm sido instituídos no Brasil, estabelecendo normas, cada vez mais rigorosas e complexas, sobre técnicas de restauração ecológica. (DURIGAN *et al.*, 2010)

A resolução do INEA nº 89/2014 é a mais recente legislação relacionada à restauração na Mata Atlântica e aborda alguns indicadores para que uma área de restauração florestal possa ser considerada como estabelecida. Esta resolução orienta que a manutenção e o monitoramento deverão ser planejados para serem realizados até um período mínimo de quatro anos ou até seu pleno estabelecimento, com a descrição dos índices a serem utilizados como indicadores de estabilização do plantio e relatórios de monitoramento. Os indicadores de estabilização do plantio deverão considerar:

I) Mortalidade: número de indivíduos mortos, classificados por espécie, dentre os que foram plantados, considerando-se aceitável até 20%.

II) Infestação por espécies competidoras: considerando-se aceitável que a competição esteja abaixo do nível da copa das mudas, de forma a não prejudicar seu desenvolvimento.

III) Regeneração natural: que o processo possa ocorrer sem novas intervenções antrópicas.

Melo (2010) aponta a área de copa como um importante indicador da restauração da estrutura florestal. Uma vez que controla a quantidade, qualidade e distribuição da luz, condiciona o micro-habitat interno da floresta, interfere no crescimento e sobrevivência de plântulas e afeta processos de oxidação da matéria orgânica. Além disso, atua no controle da matocompetição e interceptação da água das chuvas pelas copas possibilitando a proteção do solo.

O restabelecimento de florestas nativas utiliza simultaneamente princípios ecológicos e práticas silviculturais sustentáveis (KNOWLES e PARROTTA 1995). O plantio de mudas de espécies arbóreas nativas vem sendo a técnica mais adotada para a restauração de áreas degradadas, pois aumenta a probabilidade de ocorrer a sucessão secundária, ou até mesmo acelera o processo (PARROTTA *et al.*, 1997). O controle de invasoras e a escolha de espécies são as técnicas que mais merecem destaque e, portanto, necessitam de mais pesquisas para garantir o sucesso de um plantio de restauração (RESENDE *et al.*, 2006).

Durante muito tempo a escolha de espécies e os modelos de distribuição de mudas no campo se deu através do conhecimento sobre dinâmica florestal natural, de acordo com seus grupos ecológicos (BUDOWSKI, 1965). Os projetos eram realizados com "receitas de restauração": estabelecendo plantações de espécies nativas misturadas que tentavam copiar a composição da estrutura das florestas naturais (RODRIGUES *et al.*, 2009). Mais recentemente, visando iniciar a sucessão natural sem um clímax pré-definido, Nave e Rodrigues (2007) desenvolveram a metodologia dos grupos funcionais, que divide as espécies utilizadas em dois grandes grupos: o grupo de preenchimento que tem como principais características espécies com bom crescimento e boa cobertura de copa, com função de recobrir rapidamente a área, desfavorecer o ambiente à matocompetição. Além de criar um ambiente propício ao desenvolvimento de espécies do segundo grupo; o grupo de diversidade, que visa promover o desenvolvimento a longo prazo da floresta e sua autoperpetuação através de uma maior diversidade funcional.

A partir do que foi comentado anteriormente, os diversos autores como Resende *et al.* (2006), Nave e Rodrigues (2007), Melo (2010) e INEA (2014) destacam a importância da cobertura de solo proporcionada pela copa das árvores e o controle de plantas invasoras. Pimentel *et al.* (2005) aponta a vulnerabilidade de um ecossistema à matocompetição, principalmente, por conta de distúrbios antrópicos como a intensa fragmentação, degradação e simplificação do ambiente, alteração no uso e cobertura do solo, inundações e incêndios. Pois ambientes nessas condições apresentam resiliência baixa e as espécies invasoras apresentam alto poder competitivo, normalmente suprimindo as espécies nativas. O passo mais importante para a restauração na Mata Atlântica é criar uma estrutura florestal capaz de manter o solo permanentemente sombreado, especialmente em áreas dominadas por capim. (RODRIGUES *et al.*, 2009)

2.2. Matocompetição

Espécies invasoras são descritas por Valéry *et al.* (2008), com base no conceito ecológico de competição interespecífica, onde a espécie invasora rapidamente aumenta a densidade de sua população e amplia a área de ocupação. O conjunto de plantas que colonizam áreas agrícolas, pecuárias e de outros setores do interesse humano, sendo conceituadas como invasoras, são plantas com características pioneiras, ou seja, plantas que ocupam locais que por qualquer motivo tiveram a cobertura natural suprimida parcial ou integralmente deixando o solo exposto (PITELLI, 1987). A presença dessas plantas, principalmente gramíneas exóticas é comum em áreas de restauração florestal e ocasiona intensa competição, altera as condições abióticas e prejudica o desenvolvimento das mudas ou sementes de espécies nativas introduzidas artificial ou naturalmente na área. Esta competição pode ser chamada de matocompetição e deve ser controlada, pois vem sendo o principal motivo de insucesso na restauração (CORNISH e BURGIN, 2005; NALON *et al.*, 2008).

Algumas das características que fazem com que gramíneas exóticas se comportem como invasoras são metabolismo C4 e heliofilia, tornando-as adaptadas para colonizar e se desenvolver em áreas abertas, comuns em ecossistemas perturbados, alta eficiência fotossintética e no uso de nutrientes, sobrevivendo em solos menos férteis e degradados. Assim como as elevadas taxas de crescimento vegetativo, rebrota e intensa produção de sementes com alta viabilidade e capacidade de dispersão (D'ANTONIO; VITOUSEK 1992; PIVELLO *et al.*, 1999).

O controle das plantas invasoras pode ser realizado através de métodos mecânicos, químicos, biológicos e suas combinações, que visam desfavorecer o desenvolvimento da

espécie invasora e favorecer as nativas (MARTINS, 2006). Em áreas de restauração florestal utilizando-se espécies nativas, as plantas invasoras devem ser controladas no início do processo para que não atrapalhem o desenvolvimento inicial das mudas e espera-se que com o crescimento destas, ocorra naturalmente o controle da matocompetição através do sombreamento (RODRIGUES *et al.*, 2009)

Em plantio de *Eucalyptus grandis* Toletto *et al.* (1996) constataram que o controle de matocompetição foi atividade mais onerosa na instalação e condução da cultura e comparando quatro métodos de controle (roçadeira, grade, herbicida e capina manual) de *Brachiaria decumbens*, verificaram que a capina manual se mostrou o mais efetivo e o mais custoso até os 12 meses após o plantio, atingindo o valor de U\$ 1.034,71 ha⁻¹ referente à 30,7% do custo total de implantação, entretanto, os autores ainda indicam, sem perquirir, que de maneira geral os custos de controle das plantas daninhas totalizaram cerca de 66% do custo total de implantação da floresta. Nascimento (2007) em estudo sobre espaçamento de plantio de nativas numa área de reflorestamento em Seropédica-RJ, encontrou o valor de U\$ 2.032,61 ha⁻¹ no primeiro ano para o controle de capim colônio (*Panicum maximum*). Aos 25 meses o custo com o controle de matocompetição foi 19,49% do custo total, no plantio de espaçamento mais adensado (1,0 m x 0,5 m), 37,28% em espaçamento médio (1,5 m x 1,5 m) e 70,66% em espaçamento mais aberto (3,0 m x 2,0 m). Com isso, concluiu que a presença do colônio foi diretamente proporcional ao espaçamento dos plantios florestais. Resultado semelhante ao encontrado por Piña Rodrigues *et al.* (1997), onde a incidência de capim colônio no sub-bosque seis meses após o plantio para recuperação de área degradada na Mata Atlântica foi de 20% de ocorrência sob plantio com espaçamento de 1 m x 1 m, enquanto no espaçamento 3 x 2 m foi de 80%.

Holl *et al.* (2000) concluíram que a cobertura mais rápida do solo significa redução dos custos de manejo de plantas daninhas e melhores ambientes para o estabelecimento e crescimento de outras formas de vida.

2.3. Leguminosas Fixadoras de Nitrogênio

As leguminosas, espécies pertencentes à família Fabaceae, ocorrem em todos os biomas brasileiros e podem formar associação simbiótica com bactérias do tipo rizóbio possibilitando a fixação biológica de nitrogênio atmosférico, o que confere a essas plantas uma autossuficiência nesse elemento. Esse benefício não só as torna aptas a tolerar condições adversas, como solos pobres ou que já se encontram desprovidos de sua camada orgânica superficial, mas também geram uma série de melhorias físicas, químicas e biológicas no solo. A deposição das folhas e o crescimento das raízes estabilizam o solo, eventualmente diminuindo a erodibilidade do solo; a matéria vegetal depositada possui baixa relação C/N, aumentando a atividade biológica e contribui com a ativação do mecanismo de sucessão natural. A partir dessas melhorias funcionais do ambiente criam condições mais propícias para o estabelecimento de outras espécies mais exigentes, seja pela necessidade de nutrientes, disponibilizado através da serapilheira, de um microclima mais sombreado, formado pela copa de leguminosas de rápido crescimento, entre outros fatores (FRANCO *et al.*, 1992; FARIA e CAMPELLO, 2000; REQUENA *et al.*, 2001).

Em revisão sobre plantios mistos de *Eucalyptus* sp. com leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio, Vieira *et al.* (2013) indicaram que esse sistema de plantio proporciona, em muitos casos, maior incremento na produtividade de povoamentos de eucaliptos devido, principalmente, à alta taxa de ciclagem de nutrientes. Chada *et al.* (2004) analisou a composição florística e fitossociologia da regeneração natural sete anos

depois, em área reflorestada com leguminosas arbóreas exóticas (*Acacia auriculiformis*, *A. mangium* e *Mimosa tenuiflora*), em Angra dos Reis – RJ. No estudo se observou que o reflorestamento foi eficaz na ativação dos mecanismos de sucessão natural, com regeneração semelhante à de fragmento florestal próximo, além das espécies exóticas já manifestarem uma senescência com a tendência de saída do sistema pouco a pouco.

Na região do Pontal de Paranapanema em plantio de restauração florestal, Beltrame e Rodrigues (2008) utilizaram feijão guandu (*Cajanus cajan*), uma leguminosa arbustiva fixadora e exótica, em consórcio com espécies florestais nativas, visando criar condições ambientais para favorecer o desenvolvimento dessas através dos potenciais benefícios já citados. Os autores observaram que o consorcio proporcionou efeitos positivos em alguns momentos e para algumas espécies florestais; e negativos em outros momentos e para outras espécies, dependendo da densidade da leguminosa. Alvino Rayol (2011) também utilizou leguminosas de cobertura (*C. cajan* e *Canavalia ensiformis*) como alternativa de controle de matocompetição em plantio de *Schizolobium amazonicum* na Amazônia e também concluiu que o controle através do sombreamento proporcionado pelas leguminosas de cobertura foi efetivo, limitando o crescimento de espécies invasoras.

Diante do exposto fica claro a necessidade de técnicas para o controle de matocompetição mais eficientes e menos custosas econômica e ambientalmente. O objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento do plantio com diferentes proporções de espécies arbóreas nativas, fixadoras de nitrogênio e de rápido crescimento com espécies arbóreas nativas não fixadoras de nitrogênio e sua resistência à interferência de plantas invasoras.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

O experimento foi instalado num reflorestamento de 6,13 hectares, realizado como medida compensatória da Companhia Siderúrgica do Atlântico (CSA). O plantio foi realizado no final de maio de 2014 no Campo Experimental da EMBRAPA Agrobiologia, Seropédica, RJ nas seguintes coordenadas geográficas: UTM 23K 635182m E, 7483547m S (Figura 1). A maior parte do relevo encontrava-se entre 24 m e 38 m de altitude e em solos classificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como Cambissolo e Gleissolo com manchas de Planossolo. A fim de caracterizar a fertilidade da área foi realizada uma análise de fertilidade inicial (Tabela 1) junto ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, tropical com chuvas de verão. Segundo os dados dos últimos 20 anos da estação meteorológica da PESAGRO-RIO, próxima ao local do estudo, a precipitação média anual foi de 1.245 mm com o período mais seco nos meses de junho a agosto e excedentes hídricos em dezembro, janeiro e fevereiro. A área se manteve em pousio por pelo menos 30 anos, tendo sofrido queimadas e pastejos periódicos, que impediram a regeneração natural de espécies florestais nativas.



Figura 1: Blocos com repetições do experimento de proporções de espécies fixadoras de N₂, localizado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. (Fonte: Goolge Earth TM Mapping Service).

Tabela 1: Média dos resultados das análises químicas do solo nas diferentes profundidades.

Profundidade	C (%)	Al (cmol/d)	Ca (cmol/d)	H + Al (cmol/d)	K (mg/L)	Mg (cmol/d)	N (%)	P (mg/L)	Ph (unid)
0-5 cm	0,97	0,01	1,97	2,84	91,13	1,05	0,096	5,72	6,10
5-20 cm	0,75	0,10	1,14	3,00	33,96	0,70	0,07	1,66	5,70

3.2. Caracterização do Experimento

O preparo da área consistiu em roçada em área total com utilização de roçadeira costal e coroamento com 1 m de diâmetro em volta do berço de plantio com enxada. Os berços foram abertos com motocoveador em espaçamento de 2 x 2 m e dimensões de 30 x 30 cm de largura x 40 cm de profundidade, adubados com 200 g de N-P-K 6:30:6 e adição de polímero hidroabsorvente na época do plantio, visto que foi realizado no início do período seco.

Os tratamentos consistiram no plantio de mudas de espécies florestais de nitrogênio nas proporções de 0, 16, 32 e 48%, sendo utilizadas espécies florestais nativas não fixadoras de nas proporções complementares. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com quatro tratamentos e quatro repetições.

As espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio utilizadas foram: *Anadenathera macrocarpa* (Vell.) Brenan (Angico-vermelho), *Inga edulis* Mart. (Ingá), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Orelha) e *Plathymenia foliolosa* Benth. (Vinhático); como complemento utilizou-se *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá), *Eugenia uniflora* L. (Pitanga), *Eugenia brasiliensis* Lam. (Grumixama), *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O.Berg (Jaboticaba), *Triplaris americana* L. (Pau-formiga), *Cytharexylum myrianthum* Cham. (Pau-viola) e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl (Ipê-amarelo).

Em julho de 2015 ocorreu um incêndio no Bloco 1 (Figura 2A), que na época foi dado como perdido para o experimento. Entretanto em março de 2016 grande parte das plantas apresentavam-se vivas, tendo perdido o fuste principal e rebrotado na base, apresentando mais de um caule (Figura 2B). Em função do ocorrido buscou-se avaliar o efeito da desbrota no crescimento em altura das espécies que rebrotaram. Dessa forma, duas parcelas sofreram desbrota artificial, deixando uma brotação por indivíduo e nenhuma intervenção nas duas parcelas restantes, sendo realizada uma avaliação de altura nesse momento (março de 2016) e mais duas com intervalos de três meses (junho e setembro de 2016).



Figura 2: Visão do Bloco 1 após o incêndio (A) e comportamento típico das mudas 8 meses após o incêndio no experimento (B), Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ

3.3. Coleta e processamento de dados

As variáveis biométricas analisadas foram altura (H) e diâmetro na altura do coleto (DAC) de todas as plantas dentro do experimento, a cada seis meses após o plantio, durante dois anos. As medições de diâmetro foram realizadas com auxílio de paquímetro digital, próximo ao solo, na altura do coleto das plantas e a altura com o auxílio de vara graduada em cm (Figura 3A) e duas dimensões da copa para o cálculo de área de projeção de copa (APC) foram mensuradas aos dois anos após o plantio, também com auxílio de vara graduada em cm (Figura 3B).



Figura 3: Mensuração de altura (A) e em um dos sentidos para área de projeção de copa (B), do experimento de proporções de espécies fixadoras de N₂, no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Foram calculados o incremento médio mensal para as variáveis altura e diâmetro pela seguinte expressão, adaptada de Figueiredo Filho *et al.* (2010)

$$IMM = \frac{M_{24} - M_6}{I}$$

Sendo: IMM = Incremento médio mensal; M_{24} = Medida aos 24 meses; M_6 = Medida aos 6 meses; I = Intervalo entre as medições (18 meses).

Para área de projeção de copa foi mensurado o comprimento da linha de maior expansão da copa e da linha perpendicular a esta e calculada como uma elipse, conforme Wink *et al.* (2012).

$$APC = \frac{\pi}{4} * \left[\frac{(L + l)}{2} \right]^2$$

Sendo: APC = Área de projeção de copa (m^2); L = Comprimento da maior largura da copa (m); l = comprimento da linha perpendicular à linha de maior largura (m).

Sendo o espaçamento 2 x 2 m, a área total a ser preenchida pelos indivíduos é de 4 m^2 , portanto, a taxa de cobertura de solo é dada pela seguinte expressão:

$$TC = \frac{APC}{4} \times S$$

Sendo: TC = Taxa de Cobertura de Solo (%); APC = Área de projeção de copa (m^2);
 S = Taxa de sobrevivência.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA), com o auxílio do programa estatístico Sisvar 5.3 e as médias de cada variável foram submetidas ao teste Tukey à 5%, exceto para análise por espécies, onde foi utilizado o teste Scott-Knott à 5%. Altura e diâmetro à altura do colo foram plotadas em gráficos de linha e área de projeção de copa em gráfico de colunas para uma melhor visualização dos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Próximo a completar um ano de plantio, apesar de constante vigilância e manutenção de aceiros, houve um incêndio no Bloco I, fazendo com que fossem utilizados apenas três blocos para o experimento inicial e realizado um novo experimento nesse bloco, relacionado à desbrota de perfilhamento ocasionados pelo incêndio. Inicialmente foi pretendido instalar os tratamentos nas proporções de 0%, 16%, 32% e 48% de leguminosas fixadoras de N, mas por se tratar de um plantio realizado por empresa terceirizada, algumas dificuldades ocorreram na distribuição das mudas e mortalidade, fazendo com que as proporções finais ficassem 0%, 25%, 39% e 47%.

A espécie invasora predominantemente encontrada na área de plantio foi capim rabo de burro (*Andropogon bicornis* L.) com algumas manchas de braquiária (*Urochloa* sp.), não havendo diferença quanto a ocorrência entre os tratamentos nos blocos.

4.1. Efeito das espécies fixadoras de N

Ao final dos 24 meses de observação não houve diferença significativa em altura entre os tratamentos, analisando apenas espécies não fixadoras (Figura 4A), ocorrendo um ganho significativo em altura quando analisadas juntamente com fixadoras (Figura 4B), sendo o tratamento com 39% de espécies fixadoras o que apresentou maior altura aos 24 meses, com média de 1,46 m, seguido pelos tratamentos com 25% e 47% de fixadoras que apresentaram, respectivamente, 1,38 m e 1,35 m, enquanto o tratamento 0% apresentou a menor média, 1,22 m.

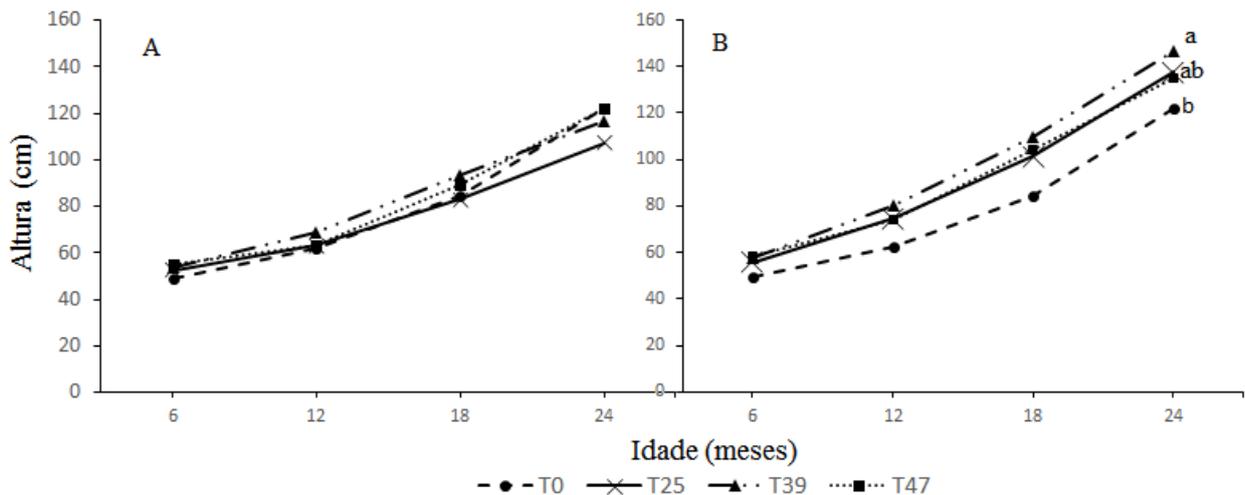


Figura 4: Alturas das plantas de espécies não fixadoras isoladamente (A) e com fixadoras (B) em altura no período entre 6 a 24 meses após o plantio do experimento de diferentes proporções de leguminosas fixadoras de nitrogênio, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ. Letras diferentes representam diferença estatística entre médias pelo teste de Tukey 5% aos 24 meses.

Silva (2007) também não verificou diferença em altura para povoamento misto de *E. grandis* e *Acacia mangium* aos 29 meses de idade, em estudo conduzido na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga – SP. Entretanto, os indivíduos de *Acácia* foram dominados pelo *Eucalipto*, diferente do ocorrido no presente estudo, onde as leguminosas apresentaram maior crescimento.

As mensurações de diâmetro na altura do colo não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, analisando apenas espécies não fixadoras (Figura 5A), com médias finais para o tratamento 0%, 25%, 39% e 47% de 28,26 mm, 23,13 mm, 25,33 mm e 23,54 mm respectivamente. Em conjunto com as espécies fixadoras (Figura 5B), as médias foram, respectivamente de 28,26 mm, 31,30 mm, 34,08 mm e 31,08 mm.

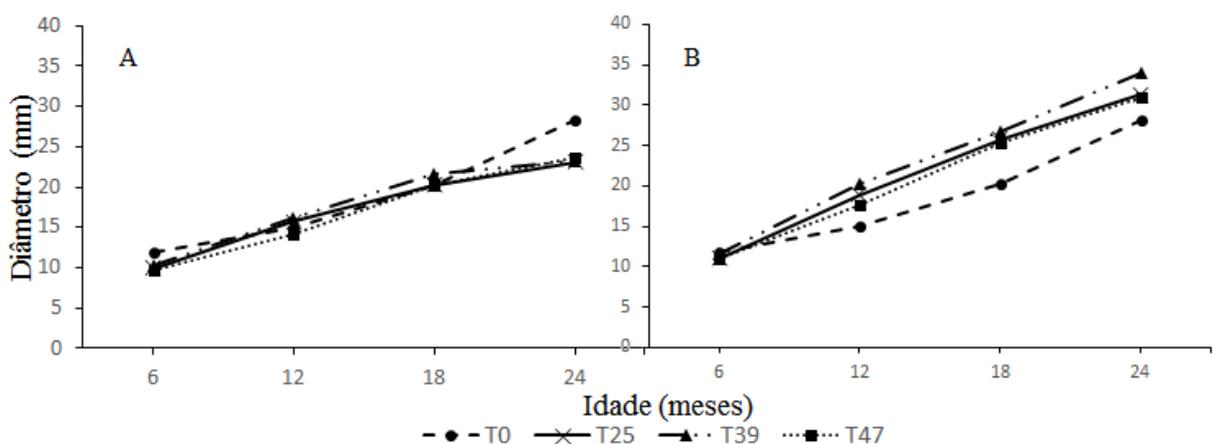


Figura 5: Crescimento do diâmetro na altura do colo de espécies não fixadoras isoladamente (A) e com fixadoras (B) no período entre 6 a 24 meses após o plantio do experimento de diferentes proporções de leguminosas fixadoras de nitrogênio, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Silva (2007) em Itatinga – SP e Kleinpaul (2008) em Bagé – RS não encontraram diferença estatística para diâmetro em povoamento misto de Eucalipto e Acácia Negra aos 29 e 10 meses, respectivamente. Já povoamentos mais velhos apresentam resultados distintos, indicando vantagem de leguminosas no sistema à longo prazo. Forrester *et al.* (2010) observaram na Austrália, onde a espécie é nativa, que *Eucalyptus globulus* apresentou melhor desempenho em H e diâmetro à altura do peito (DAP) em consórcios do que em monoculturas, aos quatro anos de idade, aumentando essa vantagem quando o mesmo plantio foi observado aos 15 anos de idade.

Uma das grandes vantagens da presença de leguminosas fixadoras num plantio misto é o aporte de nutrientes, principalmente de nitrogênio por deposição de serapilheira (RESENDE *et al.*, 2006; CALDEIRA *et al.*, 2008). Contudo, nos primeiros anos do presente trabalho ainda não houve deposição de serapilheira expressiva, o que pode explicar, nesta fase, a falta de resposta em altura e diâmetro das espécies não fixadoras que não se beneficiaram da presença das espécies fixadoras de N₂.

Para a variável taxa de cobertura de solo, analisando-se apenas as espécies não fixadoras não houve diferença estatística. Entretanto, com a adição das espécies fixadoras (Figura 6) ocorre um aumento significativo, tornando os tratamentos com presença de leguminosas fixadoras (25%, 39% e 47%) superiores, com taxa de cobertura média, respectivamente, de 21,83%, 27,00% e 19,61% enquanto o tratamento sem fixadoras (0%) com taxa de 10,31%.

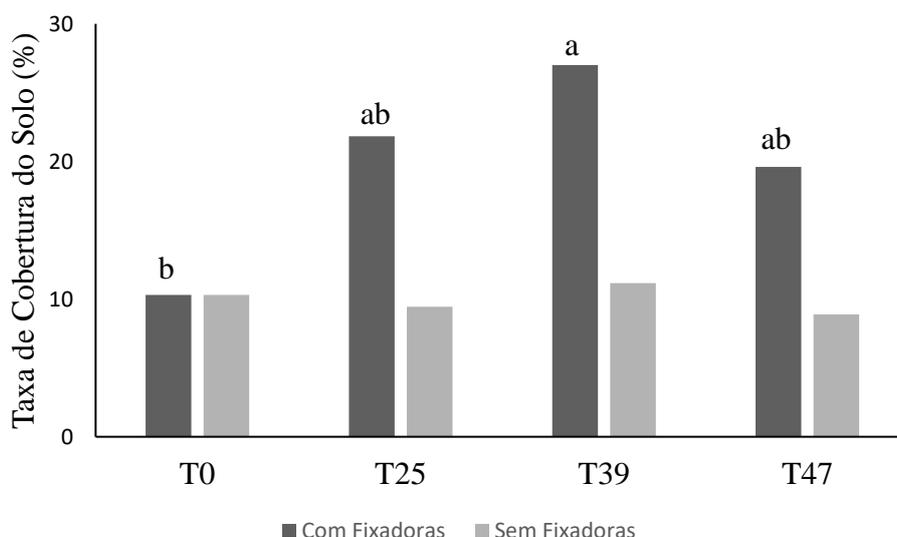


Figura 6: Taxa de cobertura de solo de espécies não fixadoras isoladamente e com fixadoras aos 24 meses após o plantio do experimento de diferentes proporções de leguminosas fixadoras de nitrogênio, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ (Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

Resende (2015) observou aos 20 meses, em estudo de recuperação de áreas degradadas no município de Inconfidentes, Minas Gerais, que espécies florestais de leguminosas promoveram maior cobertura do solo por apresentarem bom desenvolvimento da copa, corroborando os dados encontrados neste estudo.

Não houve diferença estatística quanto à sobrevivência nos diferentes tratamentos, os tratamentos 0%, 25%, 39% e 47% apresentaram, respectivamente, 75%, 74%, 72% e 74%. Nenhum dos tratamentos estudados seria considerado estabelecido de acordo com a resolução INEA n° 89 (2014), pois a mortalidade mínima se encontra próxima à 25% enquanto a aceitável é de 20%. O método para determinação do índice de cobertura de solo utilizado no estudo é diferente do utilizado pelo INEA (2014), invalidando tal comparação. Em contrapartida, o parâmetro relacionados à matocompetição atende o preconizado na resolução, visto que se encontra abaixo do nível das copas das mudas, não demandando necessidade de intervenções para supressão de invasoras.

4.2. Fixadoras e não fixadoras

A importância do N no crescimento e estabelecimentos do povoamento pode ser observada analisando-se espécies fixadoras de nitrogênio separadamente das não fixadoras. No final do segundo ano as fixadoras apresentaram melhor desempenho no campo do que as demais espécies em altura, com médias finais de 183,7 cm contra 114,7 cm (Figura 7). Para o diâmetro na altura do colo os valores foram 45,35 mm contra 25,05 mm das não fixadoras (Figura 8). A taxa de cobertura de solo das fixadoras foi de 46% e de apenas 10% para as não fixadoras (Figura 9).

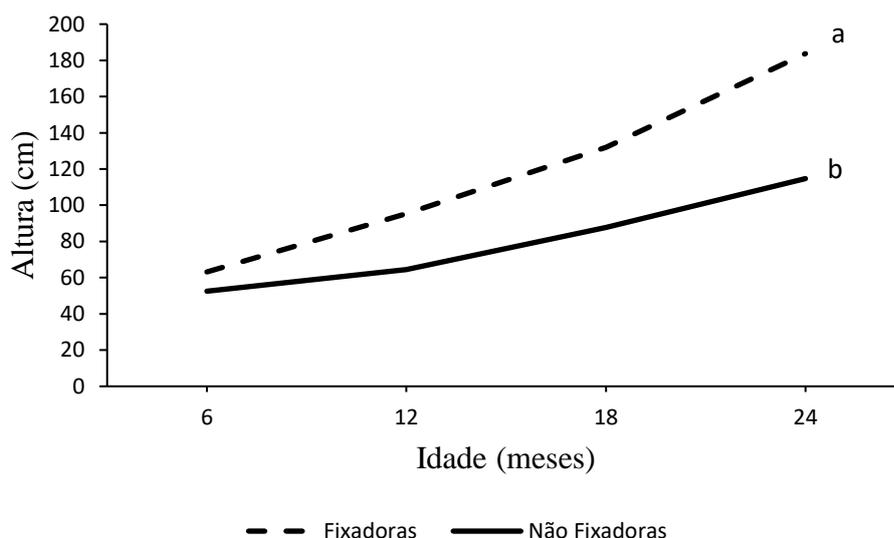


Figura 7: Crescimento em altura de espécies fixadoras e não fixadoras de nitrogênio nos diferentes tratamentos de 6 a 24 meses após o plantio do experimento de diferentes proporções de leguminosas fixadoras de nitrogênio, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ (Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

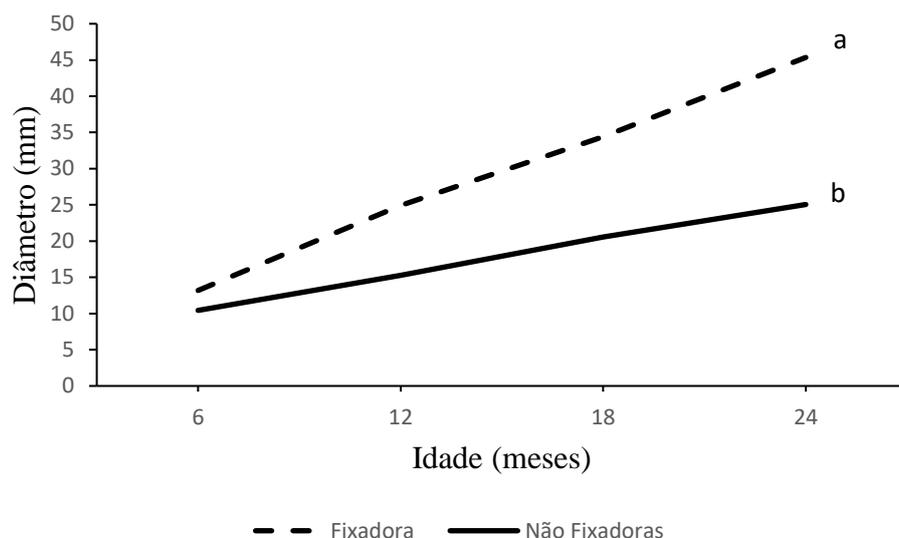


Figura 8: Crescimento em diâmetro à altura do colo de espécies fixadoras e não fixadoras de N nos diferentes tratamentos de 6 a 24 meses após o plantio do experimento de diferentes proporções de leguminosas fixadoras de nitrogênio, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ (Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

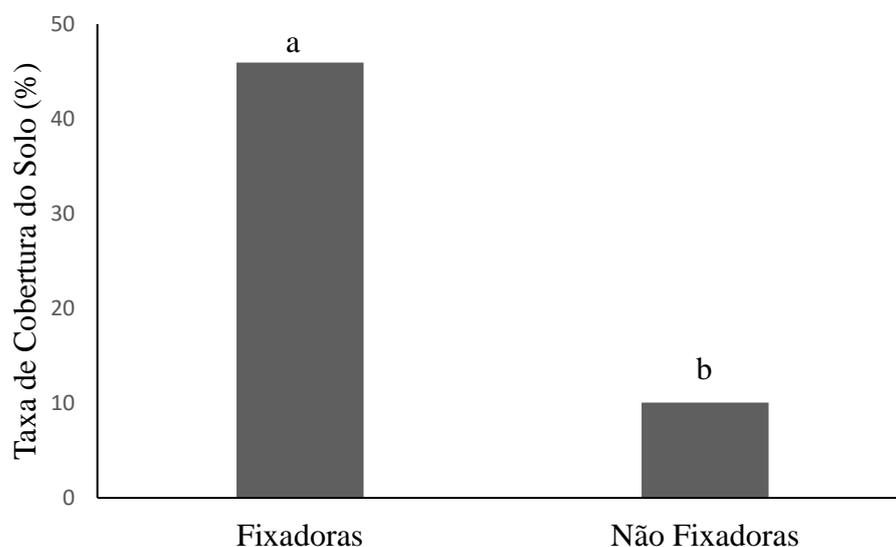


Figura 9: Taxa de cobertura de solo de espécies fixadoras e não fixadoras de N nos diferentes tratamentos de aos 24 meses após o plantio do experimento de diferentes proporções de leguminosas fixadoras de nitrogênio, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ (Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade).

As espécies fixadoras não apresentaram superioridade significativa apenas para a variável sobrevivência, apresentando média de 77% de sobrevivência, enquanto as não fixadoras apresentaram 70%.

O maior crescimento por conta das fixadoras é devido ao rápido crescimento em ambientes adversos devido, principalmente, à capacidade de se associarem à bactérias do grupo dos rizóbios (CHADA *et al.*, 2004). Já as espécies nativas não fixadoras apresentam crescimento mais lento, estando mais suscetíveis à competição com espécies invasoras no curto prazo, por possuírem alta eficiência no uso de recursos, principalmente luz (FUNK e VITOUSEK, 2007).

4.3. Espécies

A separação por espécie permite observar que 24 meses após o plantio a espécie com maior incremento médio de altura e diâmetro foi o Vinhático, ficando com médias ao fim dos dois anos, respectivamente de 234,5 cm e 63,98 mm e as menores foram Grumixama e Jabuticaba com média de altura de 82,3 cm e de diâmetro de 19,65 mm (Tabela 2).

Tabela 2: Altura (H), diâmetro na altura do colo (DAC), área de projeção de copa (APC), taxa de sobrevivência (S) e taxa de cobertura (TC) por espécie, 2 anos após o plantio do experimento. Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ (Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade).

Espécie	H (cm)	DAC (mm)	APC (m²)	S (%)	TC (%)
Vinhático	234,5 a	63,98 a	4,08 a	72,22 a	73,67 a
Orelha	178,8 b	49,12 b	0,96 c	79,41 a	19,06 e
Angico	176,2 b	27,69 e	1,76 c	89,88 a	39,54 c
Pau Formiga	159,8 c	35,51 d	0,55 d	83,76 a	11,52 f
Ingá	145,2 d	40,6 c	3,04 b	67,78 b	51,51 b
Pitanga	127,8 e	30,96 e	0,53 d	74,34 a	9,85 f
Jatobá	124,5 e	23,34 f	1,25 c	82,92 a	25,93 d
Ipê	121,6 e	20,78 f	0,43 d	76,01 a	8,17 f
Pau Viola	96,4 f	25,53 f	0,39 d	59,83 b	5,83 f
Grumixama	89,3 f	21,7 f	0,28 d	60,81 b	4,25 f
Jaboticaba	75,5 g	17,61 f	0,36 d	52,31 b	4,71 f
CV (%)	19,13	24,37	81,08	15,65	37,54

O vinhático apresentou também a maior média para área de projeção de copa, seguido pelo Ingá, enquanto todas as espécies não pertencentes à família Fabaceae (Pitanga, Pau Formiga, Ipê, Pau Viola, Jaboticaba e Grumixama) apresentaram, conjuntamente, as menores médias. (Figura 10)

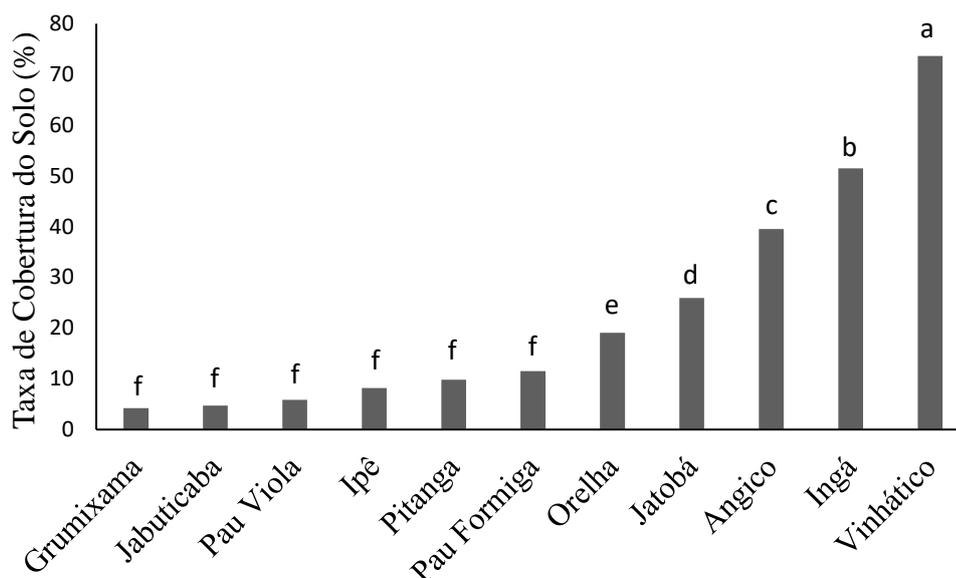


Figura 10: Taxa de cobertura de solo por espécies nos diferentes tratamentos de aos 24 meses após o plantio do experimento de diferentes proporções de leguminosas fixadoras de nitrogênio, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

Jabuticaba e Grumixama apresentaram desempenho inferior em campo por serem espécies extremamente exigentes em termos de nutrientes e sombreamento, por vezes ocorrendo rebrota, diminuindo ainda mais a média das variáveis biométricas. De Melo *et al.* (2004) seis anos após plantio de recuperação em área de cerrado, utilizada até então como pastagem, em Assis – SP, destacaram o desenvolvimento em altura e área de projeção de copa das espécies *Anadenanthera falcata*, *Plathymenia reticulata* e *Inga laurina*, as duas primeiras pertencentes, respectivamente, aos mesmos gêneros de Vinhático e Angico-vermelho e a terceira espécie também utilizada no presente estudo, corroborando os resultados encontrados.

4.4. Desbrota pós-queimada

As análises foram feitas separadamente por espécies, observando o efeito da desrama em cada uma (Tabela 3). Pitanga e Jabuticaba não foram submetidas à desrama, pois esse tratamento poderia resultar na mortalidade de muitos indivíduos, uma vez que se apresentavam pequenas e com muitas rebrotas.

Tabela 3: Incremento médio mensal em altura (H) e diâmetro na altura do colo (DAC) das espécies nativas 6 meses após serem submetidas à desrama (D) ou sem desrama (SD). (Médias seguidas pela mesma letra nos diferentes tratamentos para cada espécie não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade).

Espécie	H (cm mês ⁻¹)		DAC (mm mês ⁻¹)	
	D	SD	D	SD
Vinhático	12,93	12,89	3,86	3,42
Orelha	5,13	5,75	2,60	4,22
Angico	7,53 b	14,19 a	2,43	5,93
Pau Formiga	9,65	11,29	1,00	2,09
Ingá	3,58	4,80	3,31	2,96
Jatobá	1,95	2,96	1,16	0,86
Ipê	4,03	4,95	1,92	1,40
Pau Viola	3,50 b	7,10 a	0,91	1,10
Grumixama	4,66	4,76	1,60	0,72

De uma maneira geral, as testemunhas apresentaram desenvolvimento superior às desbastadas em altura, havendo diferença significativa apenas para Angico e Pau Viola. Na bibliografia são encontrados estudos de desrama e desbrota relacionadas à Eucalipto. Simões e Coto (1985), em Lençóis Paulista – SP, observaram que quanto mais brotos ocorrem, menor a altura e o DAP médio das brotações, diferente do resultado encontrado no presente estudo.

O melhor desempenho da testemunha pode ter sido pelo momento da intervenção, oito meses após o incêndio, causando um possível estresse num momento de estabilização das plantas, além de ter sido feito no período seco do ano. Sousa (2016) aplicou a desbrota em momentos distintos também em Eucalipto, em Rio Verde – GO, quatro meses (precoce) e outra dozes meses (tradicional) após a colheita e observou que os tratamentos não influenciaram na produção de biomassa, mas a desbrota precoce promoveu uma maior sobrevivência, indicando de fato que existe um momento mais oportuno para a desbrota. Espera-se que durante o período chuvoso, quando as plantas investem mais em crescimento vegetativo, seja possível uma melhor observação do efeito das intervenções.

Relacionado à sobrevivência, Simões e Coto (1985) não observaram diferença significativa para diferentes intensidades de desbaste, incluindo testemunha, resultado semelhante ao encontrado no presente estudo (Tabela 4).

Tabela 4: Área de projeção de copa (APC), taxa de sobrevivência (S) e taxa de cobertura (TC) das espécies nativas 6 meses após serem submetidas à desrama (D) ou sem desrama (SD). (Médias seguidas pela mesma letra nos diferentes tratamentos para cada espécie não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, à 5% de probabilidade).

Espécie	APC (m ²)		S (%)		TC (%)	
	D	SD	D	SD	D	SD
Vinhático	2,31	4,15	75,00	75,00	43,31 b	77,81 a
Orelha	1,17	1,29	75,00	85,71	21,94	27,64
Angico	1,61 b	4,32 a	84,62	62,73	34,06 b	67,75 a
Pau Formiga	0,33 b	0,65 a	87,82	66,16	7,26	10,75
Ingá	1,86	2,15	66,67	76,19	31,00	40,95
Jatobá	0,66 b	1,74 a	87,50	93,75	14,44 b	40,78 a
Ipê	0,2 b	0,37 a	90,00	76,26	4,50	7,05
Pau Viola	0,18 b	0,57 a	66,67	77,78	3 b	11,08 a
Grumixama	0,11 b	0,21 a	51,92	40,38	1,43 b	2,12 a

Pode se observar que houve diferença estatística para maioria das espécies nas variáveis de área de projeção e copa e consequentemente taxa de cobertura, sendo o tratamento sem desrama o que apresentou maiores valores (Figura 11). Isso por que os indivíduos que apresentaram mais caules e ramificações de fato possuem maior área de copa, além do pouco tempo de crescimento vegetativo após a desrama e por estas medições terem se concentrado apenas no período seco do ano.

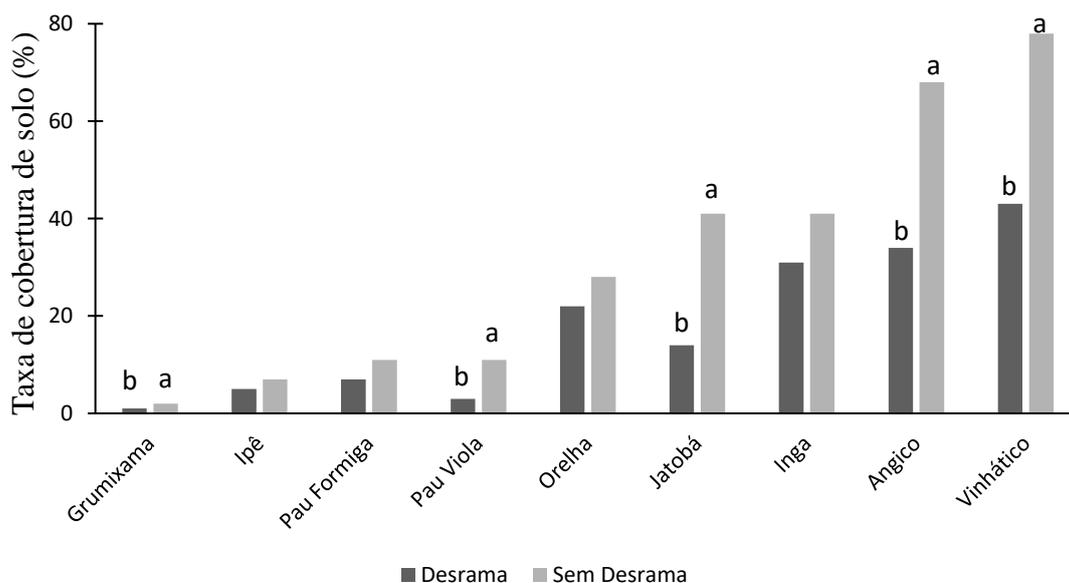


Figura 11: Taxa de cobertura de solo por espécies submetidos à desrama e sem desrama 6 meses após a intervenção, Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ.

5. CONCLUSÕES

Com apenas dois anos de estudo a presença de leguminosas fixadoras não afetou o crescimento das espécies não fixadoras. Entretanto, as fixadoras favoreceram a taxa de cobertura do solo por apresentarem maiores áreas de copa. Dentre os tratamentos testados indica-se, principalmente, o plantio com 39% de fixadoras, pois apresenta maior altura e área de projeção de copa. Portanto, criando condições mais favoráveis para um maior controle da matocompetição.

Dentre as 11 espécies utilizadas no plantio, Vinhático (*Plathymenia foliolosa*) apresentou o melhor desempenho em altura, diâmetro à altura do colo e área de projeção de copa, sendo a mais indicada para plantios com condições e objetivos semelhantes, junto com Inga (*Inga edulis*), Angico (*Anadenathera Macrocarpa*) e Orelha (*Enterolobium contortisiliquum*). Enquanto Jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) e Grumixama (*Eugenia brasiliensis*) apresentarem o pior desempenho nas mesmas variáveis devendo ser evitadas em plantios nesta fase inicial nas mesmas condições ambientais.

A avaliação da desrama nas plantas após incêndio foi preliminar, os efeitos ainda precisam ser monitorados, pelo menos após uma estação chuvosa, para saber se esta prática pode trazer benefícios para espécies rebrotam a partir da ação do fogo.

A etapa atual do trabalho executou uma série de avaliações fundamentais para o acompanhamento do experimento ao longo dos próximos anos. A partir dessas avaliações iniciais será importante que a área continue sendo estudada, possibilitando um melhor entendimento da influência das diferentes proporções de leguminosas fixadoras no controle da matocompetição e sobre as demais espécies florestais plantadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVINO, F. O. **Influência do espaçamento e da cobertura do solo com leguminosas sobre o crescimento do paricá**. 2006. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

BELTRAME, T. P., RODRIGUES, E. Comparação de diferentes densidades de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração florestal de uma área de reserva legal no Pontal do Paranapanema, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 317-327, dez. 2008

CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D.; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; BALBINOT, R. Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. Semina. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 53-68, 2008.

CAMPELLO, E. F. C., FRANCO, A. A. **Estratégia de recuperação de áreas degradadas**. Seropédica: Embrapa *Agrobiologia*, 2001. 18p.

CHADA, S. S.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.801-809, 2004.

CORNISH P.S.; BURGIN S. Residual effects of glifosato herbicide in ecological restoration, **Restoration Ecology**, Malden, v. 13, n.4, p. 695-702, Dec. 2005

D'ANTONIO C. M.; VITOUSEK P. M. Biological invasion by exotic grasse, the grass/fire cycle, and global change. **Annual Review of Ecology and Systematics**, Palo Alto, V. 63, p. 63-87, 1992.

DE MELO, A. C. G.; DURIGAN, G.; KAWABATA, M.. Crescimento e Sobrevivência de Espécies Arbóreas Plantadas em Área de Cerrado, Assis SP. **Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista**, 2004.

DURIGAN G.; ENGEL, V. L.; TOREZAN, J. M.; MELO, A. C. G.; MARQUES, C. M.; MARTINS, S. V.; REIS. A.; SCARANO, F. R. (2010). Normas jurídicas para a restauração ecológica: Uma barreira a mais a dificultar o êxito das iniciativas?. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.3, p.471-485, 2010

FIGUEIREDO FILHO, Afonso *et al.* Crescimento, mortalidade, ingresso e distribuição diamétrica em Floresta Ombrófila Mista. **Revista Floresta**, v. 40, n. 4, 2010.

FARIA, S.M. de e CAMPELLO, E.F.C. 2000. Algumas espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio recomendadas para revegetação de áreas degradadas. Seropédica, Embrapa *Agrobiologia*, **Recomendação Técnica**, 7, 4p.

FORRESTER, D. I. Mixed-species plantations of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing trees. **Forest Ecology and Management**, v. 233, p. 211-230, 2006.

FORRESTER, D. I. *et al.* Enhanced water use efficiency in a mixed *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii* plantation. **Forest Ecology and Management**, v. 259, n. 9, p. 1761-1770, 2010.

FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, E. M. R.; FARIA, S. M. **Revegetação de solos degradados**. Seropédica: Embrapa-CNPBS, 1992. 8p. (Embrapa-CNPBS Comunicado Técnico, 9)

FUNK, J.; VITOUSEK, P. Resource-use efficiency and plant invasion in low-resource systems. **Nature**, v.446, p.1079-1081, 2007.

HOLL, K.D., LOIK, M.E., LIN, E.H.V., SAMUELS, I.A., 2000. Tropical montane forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. **Restoration Ecology** 8, 339–349.

KLEINPAUL, I. S. **Plantio misto de Eucalyptus urograndis e Acacia mearnsii em sistema agroflorestal**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

KNOWLES, O. H. e PARROTTA, J. A. 1995. Amazon forest restoration: an innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. **Commonwealth Forestry Review** 74(3): 230-243.

MARTINS, C. R. Caracterização e manejo de gramínea *Melinis minutiflora* P. Beauv. (capim-gordura): uma espécie invasora do cerrado. 2006. 320 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

MELO, G.C.A.; REIS, M.C.; RESENDE, U.R. **Guia para monitoramento de Reflorestamento para restauração**. São Paulo: SMA-SP, Jan. 2010. p10. (Circular Técnica, 1)

MORAES, L. F. D., CAMPELLO, E. F. C., FRANCO, A. A. Restauração florestal: do diagnóstico de degradação ao uso de indicadores ecológicos para o monitoramento das ações. **Oecologia Australis** 14(2): 2010. p. 437-451.

NALON, C.F. *et al.* Indicadores de avaliação de monitoramento de áreas ciliares em recuperação. In: **Simpósio de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas**, 2., Mogi-Guaçu, 2008. Anais IB/SMA: Mogi-Guaçu, p.42-53, 2008.

NASCIMENTO, D.F. **Avaliação do crescimento inicial, custos de implantação e manutenção de reflorestamento com espécies nativas em diferentes espaçamentos**. 60p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2007.

NAVE, A. G.; RODRIGUES, R.R. Combination of species into filling and diversity groups as forest restoration methodology. In: RODRIGUES, R.R.; MARTINS, S.V.; GANDOLFI, S. **High diversity restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. New York, Science Publ., 2007, p.103-126.

PACTO PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. **Mapa de áreas potenciais para restauração florestal**. 2011. Disponível em: <http://media.wix.com/ugd/5da841_c4c4a0c5c32f44298a2808ef2df520f1.pdf>

PARROTTA, J. A.; TURNBULL, J. W. & JONES, N. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management** 99(1,2): 1-7

PIMENTEL, D.; ZUNIGA, R.; MORRISON D. Update on the environmental and economic cost associated with alien-invasive species in the United State. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 52 p. 273-288, 2005.

PIÑA RODRIGUES, F.C.M.; LOPES, L.R.; MARQUES, S. Sistema de plantio adensado para revegetação de áreas degradadas da Mata Atlântica: bases ecológicas e comparações de estudo / benefício com o sistema tradicional. **Floresta e Ambiente**. Ano 4, p.30-41, 1997.

PITELLI, R. A. Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 1 – 24, 1987.

PIVELLO, V. R.; CARVALHO, V. M. C.; LOPES, P. F.; PECCININI, A. A.; ROSSO, S. Abundance and distribution of native and invasive alien grass in a “cerrado” (Brazilian savana) biological reserve. **Biotropica**, Washington, v. 31, p. 71-82, 1999

REQUENA, N.; PEREZ-SOLIS, E.; AZCÓN-AGUILAR, C.; JEFRIES, P.; BAREA, J. Management of indigenous plant-microbe symbioses aids restoration of desertified ecosystems. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 67, n 2, p. 495-498, 2001.

RESENDE, A. S. *et al.* Recuperação de Áreas Degradadas através da Reengenharia Ecológica. In: BECKER, Bertha K.; GARAY, Irene. Dimensões Humanas da Biodiversidade: O Desafio de Novas Relações Sociedade - **Natureza no Século XXI**. Petrópolis: Editora Vozes, 2006. p. 315-340.

RESENDE, L. A.; PINTO, L. V. A.; DOS SANTOS, E. C., & SILVA, S. (2015). Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas em diferentes modelos de plantio na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos. **Revista Árvore**, 39(1), 147-157.

RODRIGUES, R. R., LIMA, R. A., GANDOLFI, S., & NAVE, A. G. (2009). On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological conservation**, 142(6), 1242-1251.

RODRIGUES, R.R.; BRANCALION, P.H.S.; ISERNHAGEN I. (Org.) **Pacto pela restauração da Mata Atlântica**: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal. São Paulo: Instituto BioAtlântica. 2009. p. 256.

SILVA, E. V. Desenvolvimento de raízes finas em povoamentos monoespecíficos e mistos de *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*. 2007. 54 f. Diss. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais: Silvicultura e Manejo Florestal) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SILVA, J.M.C., TABARELLI, M., 2000. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil. **Nature** 404, 72–74.

SIMÕES, J.W.; COTO, N.A.S. Efeito do número de brotos e da fertilização mineral sobre o crescimento da brotação de *Eucalyptus saligna* SMITH em segunda brotação. **IPEF**, v.31, p. 23-32, 1985.

SOCIEDADE INTERNACIONAL PARA A RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, Grupo de Trabalho sobre Ciência e Política. 2004. Princípios da SER International sobre a

restauração ecológica. www.ser.org y Tucson: **Society for Ecological Restoration International**.

SOUSA, J. P. **Produção e viabilidade nas primeiras intervenções de dois métodos de condução de desbrota em talhadia de eucalipto**. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2016.

TOLEDO, R.E.B., ALVES, P.L.C.A., VALLE, C.F., ALVARENGA, S.F. Comparação dos custos de quatro métodos de manejo de *Brachiaria decumbens* Stapf. em área reflorestada com *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v.20, n.3, p.319-330, 1996.

VIERA M, SCHUMACHER M. V., LIBERALESSO E., CALDEIRA M. V. W., WATZLAWICK L. F. Plantio Misto de *Eucalyptus* spp. com Leguminosas Arbóreas Fixadoras de Nitrogênio. **Floresta e Ambiente** 2013 jan./mar.; 20(1):16-25.

VALÉRY, L.; FRITZ, H.; LEFEUVRE, J.C.; SIMBERFF, D. In search of a real definition of the biological invasion phenomenon itself. **Biological Invasions**, tampa, v.10, n. 8, p. 1345-1351, 2008.

WINK, C., MONTEIRO J. S., REINERT D. J., LIBERALESSO, E. Parâmetros da copa e a sua relação com o diâmetro e altura das árvores de eucalipto em diferentes idades. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 93, p. 057-067, mar. 2012