

UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
AMBIENTAIS E FLORESTAIS

DISSERTAÇÃO

**Formação de povoamento para restauração florestal sob
estratégias de controle de *Urochloa* spp.**

Flávio Augusto Monteiro dos Santos

2016



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

**Formação de povoamento para restauração florestal sob estratégias de
controle de *Urochloa* spp.**

FLÁVIO AUGUSTO MONTEIRO DOS SANTOS

Sob a orientação do Professor
Paulo Sérgio dos Santos Leles

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de concentração de Silvicultura e Manejo Florestal.

**Seropédica – RJ
Fevereiro de 2016**

632.954

S237f

T

Santos, Flávio Augusto Monteiro dos, 1989-
Formação de povoamento para restauração
florestal sob estratégias de controle de
Urochloa spp. / Flávio Augusto Monteiro
dos Santos - 2016.

82 f.: il.

Orientador: Paulo Sérgio dos Santos
Leles.

Dissertação (mestrado) - Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de
Pós-Graduação em Ciências Ambientais e
Florestais.

Bibliografia: f. 59-71.

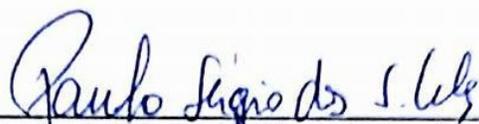
1. Herbicidas - Teses. 2. Capim-
braquiaria - Teses. 3. Agrossilvicultura -
Teses. 4. Reflorestamento - Teses. 5.
Leguminososa - Teses. 6. Eucalipto -
Teses. I. Leles, Paulo Sérgio dos Santos,
1966-. II. Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais e Florestais. III.
Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E
FLORESTAIS**

FLÁVIO AUGUSTO MONTEIRO DOS SANTOS

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Silvicultura e Manejo Florestal

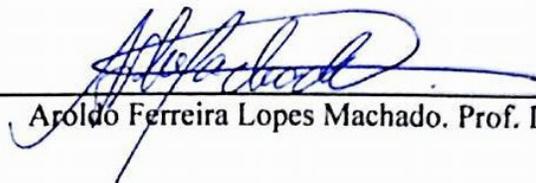
DISSERTAÇÃO APROVADA EM: 18/02/2016.



Paulo Sérgio dos Santos Leles. Prof. Dr. UFRRJ



Alexander Silva de Resende. Dr. Embrapa Agrobiologia



Aroldo Ferreira Lopes Machado. Prof. Dr. UFRRJ

"O Senhor Deus formou, pois, o homem do barro da terra, e inspirou-lhe nas narinas o sopro da vida e o homem tornou-se um ser vivente"
(GÊNESIS, 2:7).

Ao Deus que me inspira a vida e à todos aqueles que, de alguma forma, a tornam vivente...

AGRADECIMENTOS

Querido Deus, mais um trecho importante nesta jornada de vida acaba de ser percorrido. Tenho aqui, em breves palavras, a oportunidade de eternizar minha gratidão à Tua divina providência que tornou vivente cada passo deste caminho.

Grato Vos sou, zeloso Deus, por toda a proteção, ao me reservar um berço de dignidade e amor sem igual, nos braços da professora Maria Bernadete e do operário José Augusto. Pais amados, que ao lado de minha irmã, Júlia, teceram meu caráter através de um exemplo indelével de vida.

Grato Vos sou, sábio Deus, por todo direcionamento nesta jornada, iniciada na mais tenra idade, quando meus passos eram amparados por anjos Teus, chamados aqui de professores. Professores que alfabetizaram meus sonhos, firmaram meus passos e encorajaram minha caminhada de vida.

Grato Vos sou, Amigo Deus, por colocar neste meu caminho muitos de Teus filhos, dos quais pude receber e ofertar um apoio fraterno. Amigos e amigas imprescindíveis nos meandros desta vida. Anjos de uma só asa, que unidos me permitiram alçar voo.

Em especial, querido Deus, te agradeço por aqueles que participaram diretamente deste trabalho. Agradeço pela oportunidade de estudar na UFRRJ e integrar o PPGCAF, viabilizado pelo auxílio financeiro da CAPES, custeado pelo suor de tantos brasileiros. Agradeço pelo companheirismo do prof. Paulo Sérgio; dos amigos do LAPER: Gilsonley, Pedro, Alan, Gabriel, Tafarel, Gerhard, Aline, Jussara e Avner; dos funcionários de campo da PCH Santa Rosa II e de todos que de alguma forma construíram comigo este trabalho.

Certamente, Senhor Deus, a vida tem mais graça quando não se caminha sozinho.

Que através de Ti, todos possam receber minha sincera gratidão na forma de muitas graças e bênçãos.

"Se quiser ir rápido, vá sozinho. Mas se quiser ir longe, vá com alguém"
(Provérbio Africano)

RESUMO

SANTOS, Flávio Augusto Monteiro dos. Formação de povoamento para restauração florestal sob estratégias de controle de *Urochloa* spp. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

A restauração florestal em áreas de pastagens, dominadas por *Urochloa* spp. (braquiárias) apresenta custo relativamente elevado, principalmente pela dificuldade de controle das populações destas espécies. O objetivo deste trabalho foi determinar a forma de controle mais eficaz para a rápida formação do povoamento florestal, com menor custo de manutenção. Foram comparadas cinco diferentes estratégias para controle de populações de braquiária em área de restauração florestal no município de Bom Jardim, RJ: T1 (capina em faixas nas linhas de plantio e roçadas nas entrelinhas); T2 (capina em faixas nas linhas de plantio e aplicações do herbicida glyphosate nas entrelinhas); T3 (capina em faixas nas linhas de plantio, roçada nas entrelinhas e adubações de cobertura complementar para as espécies florestais); T4 (capina em área total e consórcio com leguminosas herbáceas fixadoras de nitrogênio) e T5 (capina em faixas nas linhas de plantio, roçadas e consórcio com eucalipto nas entrelinhas). Avaliou-se o crescimento em altura, diâmetro ao nível do solo e comprimento de copa de dez espécies arbóreas nativas da Mata Atlântica, bem como todos os custos envolvidos na aplicação e manutenção de cada tratamento até 30 meses após o plantio. Em todas as épocas de avaliação, as plantas florestais apresentaram crescimento significativamente superior nos tratamentos consórcio com leguminosas e de aplicação de glyphosate. Quando comparadas com o manejo convencional (T1), o grupo formado pelas dez espécies florestais nativas cresceram mais em altura, diâmetro ao nível do solo e de copa nas unidades que receberam o T4 (Leguminosas) e o T2 (Glyphosate). Tanto o consórcio com leguminosas (T4) quanto a aplicação de glyphosate (T2) foram estratégias eficazes na redução de tempo de formação do povoamento implantado, resultando em ganho de crescimento de 78% e 58%, respectivamente, quando comparadas com o manejo convencional (T1). Entretanto, o custo de manutenção no tratamento consórcio com leguminosas (T4) foi quase seis vezes maior que o tratamento de aplicação de glyphosate (T2), indicando que esta última foi também a estratégia mais eficiente, uma vez que o rápido crescimento das espécies nativas foi alcançado com menor custo de manutenção. Adubações complementares aumentaram os custos de manutenção e o ganho de crescimento não diferiu do tratamento convencional (T1). O cultivo do eucalipto nas entrelinhas de plantio não prejudicou o crescimento das espécies nativas até os 30 meses após o plantio. O uso futuro da madeira de eucalipto tem como preditivo a geração de receita nas áreas destinadas à restauração florestal. Uma vez que todas as espécies florestais avaliadas, apresentaram ganho em crescimento quando em consórcio com leguminosas, sendo possível antecipar a formação do povoamento, esta estratégia deve ser aprimorada, visando ganhos em eficiência. A estratégia de controle por aplicação de glyphosate foi a mais eficiente, de tal forma que com apenas duas aplicação deste herbicida foi possível formar povoamentos para catalisar a restauração florestal no estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chave: Controle de plantas daninhas, sistemas agrossilviculturais, consórcio florestal, leguminosas, herbicida, eucalipto.

ABSTRACT

SANTOS, Flávio Augusto Monteiro dos. Planting for forest restoration under *Urochloa* spp. control strategies. 2016. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Forest restoration in pastures dominated by *Urochloa* spp. (brachiaria) has relatively high cost, mainly due to the difficulty of controlling the populations of these species. The objective of this study was to determine the most efficient form of control for the rapid formation of afforestation, with lower maintenance costs. five different strategies were compared to control brachiaria populations in forest restoration area in the city of Bom Jardim, RJ: T1 (weeding in bands along the lines of planting and mowing between the lines); T2 (weeding in ranges in plant rows and glyphosate applications between the lines); T3 (weeding in ranges in plant rows, mowing the supplementary cover lines and fertilization for forest species); T4 (weeding in total area and consortium with herbaceous legume nitrogen fixing) and T5 (weeding in ranges in plant rows, mowing and consortium with eucalyptus between the lines). Evaluated the growth in height, diameter at ground level and length of crown ten native species of the Atlantic, as well as all costs involved in the implementation and maintenance of each treatment up to 30 months after planting. In every age assessment, forest plants showed significantly higher growth in treatments intercropped with legumes and glyphosate application. When compared to the conventional management (T1), the group formed by the ten native species grew in height, diameter at ground level and in the pantry units that received the T4 (Legumes) and T2 (Glyphosate). Both the consortium with legumes (T4) and the application of glyphosate (T2) were effective strategies in training time reductions of deployed settlement, resulting in growth gain of 78% and 58% respectively compared to the conventional management (T1). However, the maintenance cost of the treatment consortium with legumes (T4) was almost six times greater than the treatment of glyphosate application (T2), indicating that the latter was also the most efficient strategy for promoting growth of indigenous species at lower cost maintenance. Supplementary fertilization increased maintenance costs and growth gain was not different from the conventional treatment (T1). The cultivation of eucalyptus in the planting lines not harmed the growth of native species up to 30 months after planting. The future use of eucalyptus wood has as predicate revenue generation in the areas intended for forest restoration. Once all forest species assessed, increased in gain when intercropped with legumes, and you can anticipate the formation of the population, this strategy should be enhanced to achieve gains in efficiency. The control strategy by applying glyphosate was the most efficient, so that with only two application of this herbicide was possible to form stands to catalyze forest restoration in state of Rio de Janeiro.

Keywords: Weed control, agrossilviculturais systems, forestry consortium, cover crops, herbicid, eucalyptus.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE TABELAS	xv
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Conceitos	2
2.2 Interferências Causadas pelas Plantas Daninhas	3
2.2.1 Fatores que afetam o grau de interferência sobre a cultura de interesse	4
2.2.2 Período de convivência	5
2.3 Principais Plantas Daninhas na Restauração Florestal da Mata Atlântica	6
2.4 Métodos de Controle de Plantas Daninhas	7
2.4.1 Método preventivo	7
2.4.2 Método biológico	8
2.4.3 Método cultural	8
2.4.4 Método mecânico	12
2.4.5 Método físico	13
2.4.6 Método químico	14
3 OBJETIVOS	18
3.1 Objetivos específicos	18
4 MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1. Caracterização da Área Experimental	18
4.2. Caracterização do Experimento	20
4.3. Implantação e Manutenção dos Tratamentos	23
4.5 Avaliações	24
4.5.1 Crescimento das espécies florestais	24
4.5.2 Biomassa de capim braquiária	25
4.5.3 Custos de manutenção	26
4.6 Análise dos Dados	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1 Sobrevivência das Espécies Florestais	27
5.2 Crescimento das Espécies Florestais	28
5.2.1 Crescimento do conjunto das dez espécies florestais implantadas	28
5.2.2 Crescimento por espécie florestal implantada	35
5.3 Características Químicas do Solo	54
5.4 Custos de Manutenção	55
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	58
8. CONCLUSÕES	59
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	72

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Localização do município de Bom Jardim- RJ, com detalhe da barragem e do lago da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Santa Rosa II. 18
- Figura 2. Balanço hídrico mensal para a região de Bom Jardim, RJ no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2014. 19
- Figura 3. Localização da área experimental (demarcado em vermelho) às margens do lago da represa da PCH Santa Rosa II, Município de Bom Jardim, RJ. Fonte: LAPER (2013). 20
- Figura 4. Distribuição das espécies entre os berços de plantio nos cinco tratamentos de controle de *Urochloa* spp. em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. Onde: Ap= Aroeira pimenteira; Lp= Louro pardo; Gu= Guapuruvu; On= Orelha de negro; Fs= Farinha seca; Ca= Carrapeta; Qr= Quaresmeira; Av= Angico vermelho; Pv= Pau viola e Pc= Pau cigarra..... 22
- Figura 5. Avaliações de altura (A), diâmetro ao nível do solo (B) e comprimento de copa (C) realizadas ao longo do período de monitoramento do experimento de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ. 24
- Figura 6. Triagem, secagem e pesagem da matéria seca de capim braquiária coletada nas unidades experimentais do experimento de controle de *Urochloa* spp. na em área de reflorestamento no município de Bom Jardim, RJ..... 26
- Figura 7. Altura semestral, dos 6 aos 30 meses após o plantio, para o conjunto de dez espécies florestais, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. Para cada idade, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$). 28
- Figura 8. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, para o conjunto de dez espécies florestais, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. Para cada idade, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$). 30
- Figura 9. Unidade experimental do consórcio de espécies de nativas com eucalipto, aos 30 meses após plantio, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 33
- Figura 10. Massa de matéria seca (g/m^2) de braquiária em área não consorciada e em consórcio com eucalipto, aos 12, 24 e 30 meses após o plantio em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. Sobre as barras é o intervalo de confiança ($P \geq 95\%$). 34

- Figura 11. Ganho em crescimento relativo das dez espécies florestais com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 35
- Figura 12. Ganho em crescimento relativo de *Anandenanthera macrocarpa* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 37
- Figura 13. Ganho em crescimento relativo de *Senna multijulga* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 38
- Figura 14. Registro de ataque de percevejos à indivíduo de *Enterolobium contortisiliquum* no experimento de cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., aos 12 meses após o plantio, em área de reflorestamento no município de Bom Jardim, RJ. 39
- Figura 15. Ganho em crescimento relativo de *Enterolobium contortisiliquum* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 41
- Figura 16. Ganho em crescimento relativo de *Peltophorum dubim* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 42
- Figura 17. Ganho em crescimento relativo de *Schizolobium parahyba* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 44
- Figura 18. Ganho em crescimento relativo de *Cordia trichotoma* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 45
- Figura 19. Ganho em crescimento relativo de *Cytharexylum myrianthum* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o

	plântio, para quatro estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plântio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.....	47
Figura 20.	Ganho em crescimento relativo de <i>Guarea guidonea</i> com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plântio, para quatro estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plântio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.	48
Figura 21.	Ganho em crescimento relativo de <i>Schinus terebinthifolius</i> com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plântio, para quatro estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plântio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.	50
Figura 22.	Ganho em crescimento relativo de <i>Tibouchina granulosa</i> com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plântio, para quatro estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plântio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.	51
Figura 23.	Custo de manutenção para os diferentes tratamentos de controle do capim braquiária (<i>Urochloa</i> spp.) em área de reflorestamento no município de Bom Jardim, RJ.	57
Figura 24.	Altura, dos 6 aos 30 meses após o plântio, de <i>Anandenanthera macrocarpa</i> , em resposta a cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.	72
Figura 25.	Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plântio, de <i>Anandenanthera macrocarpa</i> , em resposta a cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. ...	72
Figura 26.	Altura, dos 6 aos 30 meses após o plântio, de <i>Senna mltijuga</i> , em resposta a cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.	73
Figura 27.	Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plântio, de <i>Senna mltijuga</i> , em resposta a cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.....	73
Figura 28.	Altura, dos 6 aos 30 meses após o plântio, de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> , em resposta a cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.	74

- Figura 29. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Enterolobium contortisiliquum*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 74
- Figura 30. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Peltophorum dubim*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 75
- Figura 31. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Peltophorum dubim*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 75
- Figura 32. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Schizolobium parahyba*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 76
- Figura 33. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Schizolobium parahyba*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 76
- Figura 34. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Cordia trichotoma*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 77
- Figura 35. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Cordia trichotoma*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 77
- Figura 36. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Cytharexylum myrianthum*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 78
- Figura 37. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Cytharexylum myrianthum*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 78
- Figura 38. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Guarea guidonia*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 79
- Figura 39. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Guarea guidonia*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 79
- Figura 40. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Schinus terebinthifolius*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 80

- Figura 41. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Schinus terebinthifolius*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ 80
- Figura 42. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Tibouchina granulosa*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 81
- Figura 43. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Tibouchina granulosa*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. 81

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Resultado da análise química de amostra composta do solo na profundidade de 0-30 cm, extraída da área experimental no município de Bom Jardim, RJ 20
- Tabela 2. Espécies utilizadas no experimento de diferentes estratégias de controle de *Urochloa* spp. em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ 21
- Tabela 3. Atividades de manutenção para cada tratamento do experimento de avaliação de diferentes estratégias de controle de capim braquiária (*Urochloa* spp.) em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ 23
- Tabela 4. Taxa de sobrevivência (%) de dez espécies arbóreas implantadas para restauração florestal, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em diferentes épocas de avaliação, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ 27
- Tabela 5. Cobertura do solo pela copa do conjunto das dez espécies florestais implantadas, segundo os métodos do "Grau de cobertura" e "Intercessão de linhas" duas idades após o plantio em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ 32
- Tabela 6. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Anadenanthera macrocarpa*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ 36
- Tabela 7. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Senna multijuga*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ 38
- Tabela 8. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Enterolobium contortisiliquum*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ 40
- Tabela 9. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Peltophorum dubim*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ 41
- Tabela 10. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Schizolobium parahyba*, sob

	cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ.....	43
Tabela 11.	Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de <i>Cordia trichotoma</i> , sob cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ	44
Tabela 12.	Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de <i>Cytharexylum myrianthum</i> , sob cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ	46
Tabela 13.	Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de <i>Guarea guidonia</i> , sob cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ	47
Tabela 14.	Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de <i>Schinus terebinthifolius</i> , sob cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ.....	49
Tabela 15.	Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de <i>Tibouchina granulosa</i> , sob cinco estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ.....	51
Tabela 16.	Classificação do ganho em crescimento relativo (CR) de dez espécies florestais aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp. em relação ao controle por capina em faixas nas linhas de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ	53
Tabela 17.	Análise química de amostras de solos, profundidade de 0-30 cm, das unidades experimentais que receberam diferentes estratégias de controle de <i>Urochloa</i> spp., aos 30 meses após o plantio, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ	54
Tabela 18.	Atividades de manutenção para cada tratamento do experimento de avaliação de diferentes estratégias de controle de capim braquiária (<i>Urochloa</i> spp.) em área de reflorestamento, até 30 meses após o plantio, no município de Bom Jardim, RJ	55

1 INTRODUÇÃO

A alta concentração de espécies endêmicas somada à constante ameaça de perda de habitat fazem do bioma Mata Atlântica foco estratégico de ações de conservação da biodiversidade (MYERS et al., 2000). Segundo Tabarelli et al. (2010) a conservação deste bioma depende de ações bem sucedidas de restauração ecológica. Por este motivo, ações de restauração florestal tem sido cada vez mais estimuladas, seja através de dispositivos legais (BRANCALION et al., 2010; DURIGAN et al., 2010), ou por meio de programas de ação conjunta como o Pacto pela Restauração da Mata Atlântica, que tem como meta restaurar 15 milhões de hectares deste bioma até o ano de 2050 (BRANCALION et al., 2010).

As áreas destinadas à restauração florestal encontram-se altamente descaracterizadas do ponto de vista da composição de espécies nativas, representados em sua maior parte por pastagens degradadas (PACTO, 2009). Neste cenário, a restauração passa a apresentar um alto custo (NAVE et al., 2009), principalmente devido à necessidade de controle permanente de plantas daninhas agressivas como as *Urochloa* spp. e *Panicum* spp., frequentemente encontrados nas pastagens da região sudeste do Brasil (SILVA et al., 2009a). Segundo Leles et al. (2015), o custo com o controle de plantas daninhas pode representar até 60% do custo total de projetos de recomposição florestal, na região da baixada fluminense - RJ, onde há infestação destas espécies.

Diferentes métodos de controle destas espécies têm sido testadas, e os relatos demonstram a grande influência deste trato silvicultural no tempo de formação dos povoamentos de restauração florestal, bem como no custo total desses projetos (OLIVEIRA, 2010; MARTINS, 2011; CÉSAR et al., 2013; SANTOS, 2013; LELES et al., 2015).

Dentre as alternativas de controle da infestação de plantas daninhas destaca-se o consórcio das espécies arbóreas de restauração com leguminosas herbáceas fixadoras de nitrogênio com potencial para a rápida cobertura e adubação do solo (OLIVEIRA, 2010; MARTINS, 2011; SANTOS, 2013). Segundo esta estratégia, as leguminosas herbáceas favorecem o rápido crescimento das árvores devido a cobertura do solo, diminuindo a infestação de braquiária e assim reduzindo o tempo necessário para o recobrimento da área pelas copas das árvores. A redução do tempo de formação pode ser traduzida no menor custo com a manutenção deste povoamento e, conseqüentemente, no custo total destes projetos (SANTOS, 2013).

Destaca-se também o controle pelo método químico, através da aplicação de herbicidas sistêmicos e de baixa toxicidade, prática cada vez mais comum na condução de povoamentos de restauração florestal. A principal prerrogativa associada a este método é o baixo custo para controle das plantas daninhas (BRANCALION et al., 2009). O emprego do controle químico ainda esbarra na ausência de uma legislação que regulamente o uso destes produtos na restauração florestal (MARTINS, 2011).

Outra estratégia com potencial de auxiliar no controle das plantas daninhas é o consórcio com arbóreas de rápido crescimento, como as espécies do gênero *Eucalyptus*, capazes de formar um dossel diminuindo a incidência de radiação luminosa que chega à superfície do solo, limitando o crescimento das gramíneas heliófilas (SILVA, 2013). Além disso, esta estratégia apresenta como predativo a possibilidade de gerar renda ao pequeno produtor com a comercialização de madeira. O emprego destas espécies exóticas é

assegurado pelo novo código florestal (Lei 12.651, de 25 de maio de 2012) para a restauração de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e de Reserva Legal em pequenas propriedades ou posse rural (BRASIL, 2012).

Diante de tantas possibilidades para o controle de plantas daninhas em áreas de restauração florestal, fica evidenciada a importância de novas pesquisas direcionadas a investigar a eficácia de estratégias para controle de plantas daninhas na restauração florestal, contribuindo para a redução dos custos desses projetos e, em última instância, contribuindo para o sucesso e difusão dos programas e projetos de restauração florestal da Mata Atlântica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conceitos

Wilson (1998) afirma que "o primeiro passo para a sabedoria é referir-se às coisas pelos seus nomes corretos". Em vista disso, algumas definições podem sustentar a compreensão do conceito de plantas daninhas.

O conceito de planta daninha está estritamente relacionado com as atividades humanas. Este conceito surgiu quando o homem passou a fazer distinção entre plantas de interesse, capazes de suprir suas necessidades, e as demais plantas, que não apresentavam tal utilidade. As plantas de interesse passaram a ser cultivadas, melhoradas e selecionadas com base na sua utilização final e as demais plantas evoluíram em resposta as alterações ambientais provocadas por este manejo, fazendo com que estas últimas se tornassem malélicas ou daninhas aos objetivos do homem (MUSIK, 1970). Entre as adaptações adquiridas por essas plantas ao longo da escala evolutiva pode-se citar a alta capacidade de produção, dispersão e germinação de diásporos; rápido crescimento vegetativo e vigorosa reprodução vegetativa (PITELLI, 1987).

As definições para o conceito de plantas daninhas quase sempre se apoiam na indesejabilidade destas plantas em relação a alguma atividade humana, que não apenas na agricultura ou silvicultura (SILVA et al., 2009a). Segundo Shaw (1956) planta daninha é toda e qualquer espécie de planta que ocorra em local em que não é desejada pelo homem. Blanco (1972) apresenta uma definição menos generalista, considerando plantas daninhas as espécies com germinação espontânea em área de interesse humano, com a capacidade de interferir negativamente no produto dessas atividades.

Outra definição para o conceito de plantas daninhas é dado por Fischer (1973). Segundo este autor, plantas daninhas são aquelas capazes de interferir negativamente com os objetivos do homem em determinada situação. Nesta definição fica evidenciado que daninha é uma condição espaço temporal. Como sustentam Silva et al. (2009a) a priori, nenhuma espécie de planta pode ser considerada daninha, visto que em um dado momento pode ser indesejável, mas em outra situação ter utilidade para o homem. O autor cita o exemplo do milho, espécie agrícola de grande importância na história da humanidade, que pode ser considerada uma planta daninha quando cresce em meio a áreas de cultivo da soja. Outras espécies de gramíneas muito agressivas, como as braquiárias, comumente relatadas como daninhas de muitas culturas agrícolas e florestais, apresentam importância na formação de pastagens e outras aplicações, como a estabilidade de encostas e proteção do solo contra a erosão.

De forma análoga, o termo "plantas espontâneas" não necessariamente caracteriza a indesejabilidade de determinada planta no ambiente. No entanto, este termo apresenta uma importante característica ecológica destas plantas, que é a sua alta capacidade de em curto espaço de tempo, atingir elevada densidade populacional, dominando rapidamente um ecossistema perturbado ou degradado, de forma "espontânea" à intervenção do homem, podendo causar prejuízos e aí sim, passariam a ser consideradas plantas daninhas.

Plantas daninhas e ervas daninhas não são sinônimos. Segundo Brighenti e Oliveira (2011) o termo "erva daninha" deve ser evitado pois muitas plantas consideradas daninhas não apresentam apenas o porte herbáceo, podendo ser arbustivas e por vezes arbóreas.

O termo "plantas invasoras", recorrentemente utilizado como sinônimo de plantas daninhas, oferece uma importante discussão acerca do próprio conceito de plantas daninhas. Define-se por "planta invasora" determinada espécie de planta que encontrou condições favoráveis ao seu crescimento e desenvolvimento fora de seu local de origem (CARVALHO, 2013). Esta definição não explicita quais efeitos são gerados por estas plantas no lugar "invadido". Para que determinada planta ou espécie seja considerada daninha é preciso caracterizar um efeito danoso, inerente à sua presença. Como não é possível afirmar que toda a espécie com ocorrência fora de seu local de origem exercerá um efeito danoso, não se deve empregar o termo "planta invasora" como sinônimo de planta daninha (CARVALHO, 2013).

Outro termo recorrente na literatura é "matocompetição". Este se diferencia dos demais, por não fazer referência direta às espécies ou indivíduos, mas ao conjunto de interferências negativas provocadas pela competição entre as plantas daninhas e a cultura de interesse (ZEN, 1987). Em vista disso, o termo tem uma aplicação mais específica e restrita.

2.2 Interferências Causadas pelas Plantas Daninhas

Ao conjunto global de ações da comunidade local de plantas daninhas sobre determinada atividade de interesse do homem dá-se o nome de "interferência" (PITELLI, 1987; SILVA et al., 2009a; BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011).

Pitelli (1987) referindo-se às ações de plantas daninhas sobre cultivares, classifica tais interferências em diretas ou indiretas. Como exemplo de "interferência direta" o autor cita os efeitos decorrentes da competição entre plantas daninhas e as espécies cultivadas por fatores essenciais ao crescimento e desenvolvimento de ambas, como água, luz, nutrientes e espaço, além da ação de compostos com potencial alelopático secretados pelas plantas daninhas ao ambiente.

Segundo Odum (1969), a competição se estabelece sempre que um determinado fator não está disponível em quantidade e qualidade suficiente para ambos os indivíduos em determinado local. Os efeitos deste embate são prejudiciais para ambos, porém, características de determinadas espécies conferem maior vantagem competitiva aos indivíduos. Entre tais características destacam-se a elevada capacidade de produção de propágulos, capacidade de germinação em diferentes profundidades, desuniformidade na germinação, facilidade de dispersão destes propágulos, rápido crescimento inicial, alta capacidade de reprodução vegetativa, entre outras, que são muito comuns à maioria das plantas daninhas (SILVA et al., 2009a).

A alelopatia é outra importante característica de muitas plantas daninhas. Consiste no efeito direto ou indireto, benéfico ou prejudicial, de compostos químicos produzidos e

liberados por planta ou microrganismos associados à elas sobre o ambiente ou sobre outros indivíduos (RICE, 1984; SILVA et al., 2009a).

Segundo Harper (1977) existe muita dificuldade e limitação na demonstração de efeitos isolados de aleloquímicos sobre o crescimento das plantas cultivadas. Em estudo sobre mecanismos alelopáticos em culturas florestais, Sousa et al. (2003) observaram que *Urochloa decumbens* exerceu algum tipo de efeito alelopático, prejudicando o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* em casa de vegetação. Bocchese et al. (2007) estudaram o efeito da alelopatia de *Urochloa brizantha* sobre mudas de três espécies florestais nativas do cerrado brasileiro e de *Eucalyptus citriodora*. Observaram que *U. brizantha* não apresentou efeito alelopático sobre as mudas, mas interferiu negativamente no crescimento das arbóreas por efeito da competição por água.

Fagioli et al. (2000) avaliaram o efeito inibitório de extratos aquosos de *Urochloa decumbens* e de *U. brizantha*, sobre a germinação, crescimento radicular e da parte aérea do feijão Guandu (*Cajanus cajan* cv. Kaki). Os autores constataram que os extratos das braquiárias apresentam efeito inibitório no crescimento da raiz primária e da plântula do feijão guandu.

As "interferências indiretas" ocorrem quando as plantas daninhas atuam como hospedeiras intermediárias de pragas, doenças e nematóides da cultura de interesse, ou quando são capazes de afetar alguma atividade operacional do cultivo, e até mesmo o risco de incêndio em determinada área (PITELLI, 1987; VELINI, 1992; SILVA et al., 2009a).

Segundo Machado et al. (2011a) em média, cerca de 20 a 30% dos custos de produção agrícola no Brasil referem-se ao controle de plantas daninhas. Para a silvicultura de produção, o controle de plantas daninhas é responsável por cerca de 25% do custo da formação de povoamentos florestais no Brasil (WOCH, 2014).

Toledo et al. (1996) observaram que o custo para controle do capim braquiária na entre linha de plantio representou 66% do custo total da formação até a idade de 12 meses de povoamento de *Eucalyptus grandis*, no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP.

Leles et al. (2015) observaram que em projeto de recomposição florestal visando à restauração florestal na região da baixada fluminense, adotando espaçamento 2 x 2 m, em torno de 60% do custo para formação do povoamento foram com atividades de controle de plantas daninhas, representadas em sua maioria pela espécie *Panicum maximum*.

2.2.1 Fatores que afetam o grau de interferência sobre a cultura de interesse

Brighenti e Oliveira (2011) definem como grau de interferência a redução percentual no crescimento ou produtividade da cultura de interesse causada pela planta daninha. Segundo Pitelli (1987), o grau de interferência é produto da ação combinada de fatores ligados à comunidade infestante, os relacionados à própria cultura, os inerentes às condições edafo-climáticas locais e ainda a época e duração do período de convivência entre essas duas populações.

Com relação à comunidade infestante, a composição das espécies daninhas, a densidade das populações destas plantas, bem como sua distribuição espacial, exercem grande influência sobre o grau de interferência causado à cultura de interesse. Dinardo et al. (2003) avaliaram os efeitos de diferentes densidades de *Panicum maximum* Jacq (capim-colônião) sobre o crescimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis*. As mudas de eucalipto foram transplantadas para vasos de 50 litros em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, com 0, 4, 8, 12, 16 e 20 plantas de *Panicum maximum* /m²). Os autores

observaram que o crescimento das mudas de eucalipto foi negativamente mais afetado de acordo com o aumento da densidade de plantas de colônia no recipiente.

Como exemplo de fatores relacionados a cultura cita-se a espécie, variedade ou clone e o espaçamento de plantio (PITELLI, 1987). Cruz et al. (2010) avaliaram os efeitos da convivência entre cinco diferentes clones do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* com plantas de *Panicum maximum* (capim colônia). Todos os clones apresentaram tendência de redução no crescimento quando em convivência com o capim colônia (densidade de 2 plantas de capim-colônia / m²). Um dos clones testados mostrou-se mais tolerante, enquanto que outro mostrou-se mais sensível à competição.

Condições edafo-climáticas também exercem grande influência sobre o grau de interferência das plantas daninhas sobre a cultura de interesse. Silva et al. (1997a) testaram o efeito de diferentes teores de água no solo sobre o crescimento em altura total e diâmetro do coleto de mudas de *Eucalyptus grandis* e *Corymbia citriodora* na presença ou ausência de plantas de *Urochloa brizantha*. Tanto *E. grandis* quanto *C. citriodora* apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro quando em solos com maior teor de água (26%, próximo à capacidade de campo do substrato utilizado) na ausência de plantas de braquiária. Os autores constataram redução no ritmo de crescimento das mudas de ambas espécies arbóreas quando essas foram submetidas à convivência com braquiária, independentemente dos teores de água no solo avaliados. A maior redução ocorreu no tratamento com maior teor de água e na presença de *U. brizantha*. O resultado deste trabalho mostra que as condições edafo-climáticas favoráveis às espécies arbóreas (sítios de boa qualidade) podem favorecer muito mais à comunidade de plantas daninhas, potencializando a infestação e os efeitos de interferências destas últimas sobre as arbóreas.

2.2.2 Período de convivência

Segundo Silva et al. (2009a) geralmente quanto maior o período de convivência entre plantas daninhas e espécies cultivadas maior tende a ser o grau de interferência. Pitelli (1987) mostra que esta relação não é totalmente direta, uma vez que em determinadas épocas do ciclo da cultura a presença de plantas daninhas é mais danosa à cultura de interesse. Para caracterizar estas épocas, Pitelli e Durigam (1984) denominam de Período Total de Prevenção à Interferência (PTPI) o período após o plantio, emergência ou transplantio, em que a cultura deve ser mantida livre da competição com as plantas daninhas para que a produção não seja afetada. Após este período, a cultura passa a apresentar vantagem competitiva sobre as plantas daninhas, limitando a infestação destas. Segundo Pitelli (1987), práticas culturais que incrementam o crescimento da cultura de interesse podem contribuir para a redução do período total de prevenção à interferência, indicando que este período é variável entre as culturas e dentro de uma mesma cultura, segundo o manejo adotado.

Segundo Pitelli e Durigam (1984), dentro do PTPI são caracterizados dois momentos importantes, estritamente relacionados com a produtividade da cultura. Logo no início do PTPI, ou seja, imediatamente após o plantio, emergência ou transplantio existe uma faixa variável de tempo em que a competição já está instalada, mas os danos à produção são pequenos o bastante para que não seja economicamente viável aplicar medidas de controle da comunidade de plantas daninhas. Este período é chamado de Período Anterior à Interferência (PAI).

Em determinado momento, a competição com as plantas daninhas torna-se mais acentuado, podendo ocasionar danos significativos e até mesmo irreversíveis à cultura. Este momento caracteriza o término do PAI e início do Período Crítico da Prevenção da Interferência (PCPI). Teoricamente, nesta transição fica determinado à época ideal, do ponto de vista de produtividade, para alocação dos esforços de controle pós germinação das plantas daninhas (PITELLI, 1987).

Em uma avaliação econômica, que vai além da produtividade da cultura, define-se o "Período Anterior ao Dano no Rendimento Econômico (PADRE)", que é o período aceitável de interferência das plantas daninhas antes que sejam mobilizados os esforços para o controle desta população (VIDAL et al., 2005).

Londero et al. (2012) estudaram os períodos de controle e convivência da cultura de eucalipto com plantas daninhas, visando determinar o PAI e o PTPI. Os autores identificaram que as plantas jovens clonais de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* foram suscetíveis às plantas daninhas, apresentando PAI de 56 dias e PTPI de 140 dias.

Em trabalho semelhante, Tarouco et al. (2009) avaliaram o período de interferência de plantas daninhas sobre o crescimento de *E. grandis* x *E. urophylla*. As plantas de eucalipto foram mantidas na presença de um conjunto de plantas daninhas, entre elas a *Urochloa fasciculata*, por intervalos iniciais de 30 dias crescentes de 0 a 360 dias após o transplante, sendo comparados com as plantas de eucalipto livre de plantas daninhas. Diâmetro e massa de matéria seca de caules e ramos foram afetados, sendo que o período crítico de interferência ocorre aos 107 dias após o transplante da cultura e o período total de prevenção à interferência de 336 dias.

Toledo et al. (2000) avaliaram diferentes épocas, períodos e espécies de convivência das plantas daninhas na cultura do eucalipto. Concluíram que as plantas jovens de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* foram bastante suscetíveis à interferência promovidas pelas espécies *Urochloa decumbens* e *Spermacoceae latifolia*. Segundo os autores, dos 14 aos 28 dias após o plantio, as árvores começaram a sofrer interferências no seu crescimento pela ação das daninhas, sendo necessária a prevenção dessa interferência, pelo menos até os 140 dias após o plantio. Dessa forma, os autores caracterizaram o PAI até os 28 dias e o PTPI de 140 dias.

Como mostram os resultados destes estudos, os períodos variam segundo as condições locais da área onde são realizados estes estudos, a espécie infestante, entre outros fatores, de forma que não é possível determinar uma data precisa para cada cultura.

2.3 Principais Plantas Daninhas na Restauração Florestal da Mata Atlântica

Como visto, nenhuma espécie pode ser considerada à priori como daninha, pois esta é uma condição espaço-temporal. No entanto, existem determinadas espécies de plantas que são recorrentemente apontadas como daninhas tanto em culturas agrícolas como florestais. O mesmo ocorre na restauração florestal. Algumas espécies são comumente relatadas como daninhas pois apresentam uma série de adaptações que as tornam capazes de dominar nichos específicos, restringindo o processo de sucessão ecológica. Dentre tais espécies, Machado et al. (2011a) destacam as da família Poaceae, principalmente as espécies dos gêneros *Urochloa* (braquiária) e *Panicum* (colonião), como as mais agressivas.

O gênero *Urochloa*, antes denominado *Brachiaria*, pertence à família Poaceae e engloba espécies de gramíneas amplamente distribuídas pela região tropical do planeta, principalmente no continente africano (SENDULSKY, 1977). Tais espécies apresentam

metabolismo C4 com elevada capacidade de produção de biomassa, sendo muito resistentes ao pastejo e ao pisoteio do gado, além de formar um denso sistema radicular, explorando os recursos e protegendo o solo contra erosão. Por tais características, a maioria das espécies do gênero *Urochloa* apresentam potencial para uso como forrageiras (RODRIGUES & SANTOS, 2002).

Segundo Ribeiro et al. (2004), estima-se a ocorrência de 16 espécies do gênero *Urochloa* no Brasil, sendo 5 consideradas nativas do continente americano, 8 foram introduzidas recentemente e 3 introduzidas no período colonial, sendo essas últimas consideradas como naturalizadas (SENDULSKY, 1977).

No Brasil, segundo dados de Macedo (2006), a área ocupada com pastagens era de cerca de 180 milhões de hectares, sendo que mais de 85% são formadas por espécies do gênero *Urochloa*. A conversão dessas áreas de pastagens em áreas de cultivos agrícola ou florestal, faz com que o capim braquiária tenha potencial de se transformar em planta daninha, muito agressiva e de difícil controle (BIANCO et al., 2005, MACHADO, 2011).

Segundo Pacto (2009) as áreas com maior potencial para receberem os projetos de restauração florestal na região sudeste do Brasil, são representadas em sua maioria por pastagens abandonadas. Considerando a ampla difusão na pecuária nacional das espécies do gênero *Urochloa*, principalmente a *U. decumbens*, *U. brizantha* e *U. humidicola* pode-se afirmar que estas espécies merecem destaque como importantes plantas daninhas na área da restauração florestal.

2.4 Métodos de Controle de Plantas Daninhas

Independentemente das espécies de plantas daninhas de ocorrência e do tipo de interferência, medidas devem ser tomadas com objetivo de suprimir o crescimento e, ou reduzir o número das plantas daninhas na área até a condição de convivência com a cultura de interesse (GAZZIERO et al., 2004). O controle pode ser realizado pela aplicação dos métodos preventivo, biológico, cultural, físico e químico; sendo a integração entre diferentes métodos a forma mais comum e eficaz de controle das plantas daninhas (SILVA et al., 2009b; BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011).

2.4.1 Método preventivo

O método preventivo consiste no conjunto de práticas que tem como principal meta impedir a entrada, o estabelecimento e/ou a disseminação de populações de plantas capazes de se tornarem daninhas em determinada área (PITELLI, 1987). A entrada pode ocorrer principalmente através da utilização de mudas, equipamentos e máquinas contaminadas com propágulos de espécies potencialmente daninhas (FONTE & ARRUDA, 2006).

Ainda que as áreas destinadas à restauração florestal já estejam, em sua maioria, dominadas por espécies com grande potencial de tornarem daninhas, o controle preventivo não deve ser dispensado. A falta de atenção ao controle preventivo pode favorecer que propágulos de espécies daninhas ainda mais agressivas cheguem e se estabeleçam nestas áreas. Sem os princípios do controle preventivo, projetos de recuperação ambiental podem ser vetores de infestações por plantas daninhas, principalmente por virem nos substratos dos sacos plásticos com mudas, provocando modificações nos ecossistemas naturais.

Ribeiro et al. (2005) analisaram os impactos gerados pela introdução intencional de espécies agressivas como o *Urochloa humidicola* e *U. brizantha* em projetos de contenção

de encostas em rodovias, que acabaram por ser tornar importantes daninhas em área de conservação ambiental no estado de Minas Gerais.

2.4.2 Método biológico

O controle biológico está sustentado no manejo das interações ecológicas entre a(s) planta(s) daninha(s) e seus inimigos naturais, de maneira a reduzir a população de daninhas, utilizando o conceito de equilíbrio populacional (GRAZZIERO et al., 1989). Este método é empregado há mais de 200 anos, principalmente pelo uso de inimigos naturais como animais herbívoros e microrganismos patogênicos (TREMACOLDI & SOUZA FILHO, 2006). Vírus, bactérias, nematoides, pássaros, insetos, peixes, crustáceos, cobras, lesmas, marsupiais e mamíferos, são considerados agentes potenciais de biocontrole de plantas daninhas (NACHTIGAL, 2009).

Apontado como um dos métodos mais sustentáveis de controle de plantas daninhas, ainda existe uma série de limitações para o seu emprego em larga escala. A alta especificidade entre as espécies de plantas daninhas e os seus respectivos inimigos naturais, e a necessidade de grande quantidade de inoculo para alcançar bom nível de controle, são apontados por Nachtigal (2009) como fatores limitantes ao emprego deste método em larga escala.

2.4.3 Método cultural

O controle das plantas daninhas pelo método cultural tem por princípio o emprego de práticas que de alguma forma conduzam ao favorecimento da cultura de interesse na competição com as plantas daninhas infestantes na área (BRIGHENTI & OLIVEIRA, 2011). Entre as principais práticas relacionadas a este método na restauração florestal estão a adubação dirigida, adequado espaçamento de plantio e o emprego de coberturas verdes (SILVA et al., 2009b; NASCIMENTO et al., 2012; LELES et al., 2015)

Com a adubação ou fertilização dirigida, busca-se oferecer à cultura de interesse aporte adicional de nutrientes para um rápido crescimento e posterior vantagem competitiva no aproveitamento da luz ou na exploração dos recursos do solo, em relação às plantas daninhas. A eficiência desta prática depende da capacidade da cultura em absorver rapidamente os nutrientes disponibilizados, bem como do local onde este recurso é disponibilizado, visto que existem nutrientes pouco móveis no solo, como o fósforo. Desta forma, é necessário que o nutriente seja distribuído em local estratégico e quantidade suficiente para que não resulte em efeito contrário e beneficie em maior proporção a população de plantas daninhas.

Toledo et al. (1999) avaliaram diferentes estratégias de controle de *U. decumbens*, associando métodos químicos e mecânicos com níveis crescentes de adubação de cobertura sobre o crescimento de plantas de *Eucalyptus grandis*, em solo de areia quartzosa, no município de Santa Rita do Passa Quatro, SP. Os autores concluíram que não houve efeito adicional no crescimento das plantas de eucalipto com a aplicação de adubações de cobertura.

Em estudo semelhante, Pereira et al. (2012) investigaram possíveis efeitos de interação entre a adubação de cobertura e o manejo das plantas daninhas em povoamento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. Observaram que somente nos tratamentos que o eucalipto foi mantido constantemente livre da convivência com as plantas daninhas é que a

maior dose de adubação de cobertura foi capaz de promover o maior crescimento das plantas de eucalipto. Quando as plantas daninhas estavam presentes, a fertilização não foi aproveitada pela cultura de interesse, mas sim pela população de plantas daninhas.

Outra prática muito comum do método cultural é a variação do espaçamento de plantio. O objetivo é oferecer vantagem competitiva à cultura de interesse pelo efeito mais rápido do sombreamento da superfície do solo promovido pela ação da parte aérea da cultura de interesse. Este método é eficiente para o controle de ervas daninhas sensíveis ao sombreamento (SILVA et al., 2009b).

Nascimento et al. (2012) avaliaram a influência do espaçamento de plantio no crescimento de seis espécies florestais, aos 22 meses de idade, na baixada fluminense, RJ, em sítio considerado de boa qualidade. Os autores observaram que, de modo geral, as plantas florestais apresentaram crescimento significativamente superior nos espaçamentos mais amplos. No entanto, foram nestes espaçamentos amplos onde as plantas daninhas, basicamente *Panicum maximum* Jacq., apresentaram maior biomassa. Na referida idade, no espaçamento mais amplo (3 x 2 m), o povoamento ainda necessitava de intervenções de manutenção, enquanto que no espaçamento mais fechado (1,5 x 1,5 m) a população de *P. maximum* no sub-bosque do povoamento já estava controlado pelo sombreamento exercido pelas árvores implantadas (NASCIMENTO, 2007).

O emprego de coberturas verdes é outra técnica muito comum dentro do método cultural de controle de plantas daninhas. Esta prática fundamenta-se no cultivo de determinadas espécies que apresentam alguma vantagem competitiva em relação às plantas infestantes locais, reduzindo a população dessas plantas indesejáveis e beneficiando, em última instância, a cultura de interesse (SILVA et al., 2009b; CONSTANTIN, 2011).

As espécies de cobertura podem ser cultivadas no pré ou pós-plantio das espécies de restauração florestal. Quando a cobertura verde é cultivada antes do plantio, o principal objetivo é alcançar melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo, de tal forma que a cultura de interesse tenha maiores chances de se estabelecer na área. Tais efeitos podem ser potencializados quando o manejo favorecer a permanência dos restos culturais das espécies de cobertura (neste caso conhecidas como cobertura morta ou "mulch").

A cobertura morta atua no controle de plantas daninhas, dificultando a chegada de luz na superfície do solo, afetando a germinação e o crescimento inicial das plantas infestantes (SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001); influencia a instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na superfície do solo, conduzindo à perda de viabilidade das sementes de plantas daninhas (MONQUERO et al., 2009); além de efeitos químicos relacionadas à ação de substâncias alelopáticas capazes de afetar a sobrevivência das plantas daninhas (SILVA et al., 2009b).

Segundo Barradas (2010) as principais espécies utilizadas como cobertura e adubo verde pertencem a família Fabaceae que, devido a sua capacidade de associação com bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, são eficientes fixadoras do nitrogênio atmosférico, o que pode contribuir para melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo. As leguminosas podem favorecer ainda o crescimento populacional de fungos micorrízicos, capazes de aumentar a absorção de água e nutrientes pelas raízes das plantas da cultura de interesse (SIEVERDING, 1991).

Dentre as espécies leguminosas com grande potencial para utilização como cobertura ou adubo verde, segundo Barradas (2010) estão *Crotalaria juncea* L. (crotalária);

Canavalia ensiformis (L.) DC (feijão de porco) e *Cajanus cajan* (L.) Millsp. (feijão guandu).

Crotalaria juncea é originária da Índia, apresenta porte ereto e determinado, atingindo entre 3,0 e 3,5 metros de altura, com alta produção de biomassa verde em ciclos que variam entre 120 a 180 dias. É considerada também uma má hospedeira de nematóides, desenvolvendo-se bem em solos com baixa fertilidade, o que faz desta espécie uma referência como adubo verde (ARAÚJO, 2008).

Cajanus cajan é espécie arbustiva, semiperene, pertencente à família Mimosaceae, com hábito de crescimento determinado, com 1,5 a 4,0 m de altura; seus grãos secos, bem como os frutos podem ser empregados da mesma forma que o feijão para o consumo humano (LOPES, 1998). Beltrame e Rodrigues (2008) avaliaram os efeitos do plantio consorciado de *Cajanus cajan* (feijão guandu) com espécies arbóreas utilizadas em plantio visando à restauração florestal. Testaram diferentes densidades de plantio do feijão guandu semeados nas linhas de plantio das espécies arbóreas (estas em espaçamento fixo de 2 x 4m). Concluíram que *C. cajan* favoreceu o crescimento em altura e em diâmetro das árvores e que a maior densidade de plantas de feijão guandu, nas linhas de plantio, resulta em um povoamento com área basal inferior àquele com uma menor densidade de plantas de feijão guandu, indicando que, neste caso, pode ter ocorrido competição entre feijão guandu e as plantas arbóreas.

Canavalia ensiformis, apresenta porte herbáceo, com hábito de crescimento determinado, com 0,6 m a 1,2 m de altura (LOPES, 1998). Pertencente à família Mimosaceae, apresenta biomassa com elevado teor de nitrogênio e com potencial alelopático. Monquero et al. (2009) verificaram efeitos de clorose e necrose em plantas daninhas devido a uma provável ação alelopática de restos culturais de feijão de porco incorporados ao solo.

Fernandes et al. (1999) verificaram que leguminosas rasteiras de crescimento rápido, como a mucuna preta e o feijão de porco, proporcionaram maior controle de plantas daninhas em relação às plantas de porte ereto como o guandu e crotalária. Este resultado indica que nem todas as espécies tomadas como referência para utilização como adubos verdes são também eficientes na cobertura do solo. O porte ereto, com copa pouco desenvolvida, representa menor cobertura do solo e, normalmente, menor efeito físico de controle de plantas daninhas, já as plantas de menor porte e com mais produção de folhas, tem maior capacidade de sombreamento do solo, reduzindo a infestação das plantas da família Poaceae, que normalmente são C4.

Alvino-Rayol et al. (2011) avaliaram os efeitos do espaçamento de plantio e do uso de espécies leguminosas de cobertura para o controle de plantas daninhas em plantios de *Schizolobium amazonicum*. As espécies de leguminosas testadas foram *Canavalia ensiformis* e *Cajanus cajan* e os espaçamentos para plantio do paricá foram 4 x 2; 4 x 4 e 4 x 6 m. Nos plantios adensados, utilizando o feijão de porco como leguminosa de cobertura, os autores observaram redução significativa da diversidade e riqueza das plantas daninhas na área de plantio. O feijão de porco foi eficaz para controle da infestação das plantas daninhas nos plantios em espaçamentos amplos, enquanto que o feijão guandu só reduziu esta infestação nas áreas de plantio adensado do paricá.

Monquero et al. (2009) testaram os efeitos de diferentes quantidades de biomassa verde de *Crotalaria juncea*, *Canavalia ensiformis*, *Mucuna aterrima* e *Pennisetum glaucum* dispostas sobre o solo ou incorporadas a este; visando a supressão de plantas daninhas, entre elas a *U. decumbens*. Os autores constataram que 80 t ha⁻¹ de biomassa de *Canavalia*

ensififormis incorporada ou mantidas sobre o solo, foram eficazes na redução de plantas emergidas de braquiária. A biomassa de *Crotalaria juncea* disposta sobre o solo, tanto nas quantidades de 50 e de 80 t ha⁻¹, reduziu significativamente a emergência da braquiária.

No estudo de Severino e Christoffoleti (2001) foi avaliada a eficácia da biomassa de diferentes espécies de leguminosas para controle de *Urochloa decumbens* e de *Panicum maximum*. Os autores constataram que a biomassa de *Cajanus cajan* (feijão guandu), independentemente de serem incorporadas ou mantidas na superfície do solo, foi mais eficiente que a biomassa de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*) e de crotalária (*Crotalaria juncea*).

Oliveira (2010) utilizou, em sequência, mucuna, crotalária e feijão guandu nas linhas e entrelinhas de povoamento florestal após controle inicial por capina manual de plantas de *Urochloa* spp. O autor comparou o crescimento das espécies florestais nativas segundo este manejo, com outras combinações de métodos mecânicos e físicos para controle das daninhas. Verificou que todas as espécies testadas apresentaram tendência de maior crescimento quando o controle das plantas daninhas foi realizado pelo consórcio das arbóreas com as leguminosas de cobertura.

Martins (2011) e César et al. (2013) também avaliaram a eficácia da utilização da cobertura verde como forma de controle de plantas daninhas em povoamento visando a restauração florestal. Os resultados obtidos nestes dois trabalhos indicaram que esta forma de controle não foi tão eficaz quanto o controle químico com glyphosate. Entretanto, diferentemente do manejo adotado por Oliveira (2010), que após capina manual manteve a área de plantio com a presença das leguminosas até 24 meses após o plantio, nos trabalhos de Martins (2011) e César et al. (2013) as espécies utilizadas como adubos verdes foram cultivadas por apenas um ciclo na fase inicial do plantio, após controle inicial do capim braquiária por revolvimento do solo, por roçada e também por dessecação com herbicida.

A consorciação das espécies florestais nativas com as espécies de cobertura, além de oferecer efeito de controle das plantas daninhas, possibilita melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, pode ainda ser uma alternativa de geração de renda em áreas destinadas à restauração florestal, através da formação de sistemas agrossilviculturais.

Os efeitos de melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo também podem ser alcançados quando a cobertura verde é cultivada em pós-plantio, consorciada com a cultura de interesse (BARRADAS, 2010). A combinação de espécies de ciclo mais curto e elevado aporte de massa verde, com espécies arbóreas, em que o benefício ao ecossistema se dá no longo prazo, têm apresentado resultados positivos na contenção de processos erosivos, no incremento da ciclagem de nutrientes e diversidade da edafo-fauna (SILVA et al., 2001; ROVEDDER & ELTZ, 2008).

A instalação de sistemas agrossilviculturais é apontada como uma estratégia na formação de povoamentos florestais para a restauração de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Reserva Legal, prevista inclusive na legislação que regulamenta o manejo dessas áreas (BRASIL, 2012). Através deste consórcio os custos para restauração florestal podem ser reduzidos substancialmente pela geração de renda a partir da produção de espécies agrícolas que funcionam também como coberturas verdes para as espécies florestais na restauração (MARTINS et al., 2007).

Daronco et al. (2012) testaram um sistema de consórcio de espécies arbóreas nativas com mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) cultivada nas entrelinhas do reflorestamento. Os autores concluíram que em termos de crescimento das espécies florestais, o consórcio não

diferiu do plantio convencional, indicando que a espécie agrícola não prejudicou o crescimento das espécies florestais. Além disso, com a receita gerada em apenas uma safra de mandioca, foi possível reduzir em 19% o custo total do reflorestamento consorciado, quando comparado com o reflorestamento convencional.

Além das espécies agrícolas, outra possibilidade é o consórcio de espécies florestais para a produção de madeira, como eucalipto em áreas destinadas à restauração florestal. Pelo rápido crescimento, as espécies florestais de produção podem contribuir para um rápido sombreamento da área de plantio, auxiliando no controle de plantas daninhas heliófilas, além de oferecer produto e renda ao agricultor, com a comercialização da madeira do eucalipto.

Silva (2013) testou o plantio consorciado de eucalipto com espécies arbóreas nativas visando o controle de plantas daninhas em área de restauração florestal. Foram testadas duas proporções de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* (16,5 e 33,0 %) em relação às espécies nativas (*Schinus terebinthifolius*, *Inga edulis*, *Inga laurina*, *Mimosa caesalpiniaefolia*, *Citharexylum myrianthum*, *Chorisia speciosa*, *Cecropia pachystachya* e *Croton urucurana*), sempre plantados de forma intercalada, ambos em espaçamento de 2 x 2 m, além de uma área testemunha somente com braquiária. O autor constatou, aos 24 meses após o plantio, que as plantas de eucalipto apresentaram crescimento semelhante entre os tratamentos e a biomassa de braquiária também foi semelhante entre os tratamentos. Porém, quando comparada com a área controle, o consórcio com 33,0% de eucalipto reduziu significativamente a biomassa de plantas daninhas. Além disso, foi constatada diferença significativa na altura média de *S. terebinthifolius*, *C. speciosa*, *I. edulis*, *C. urucurana* e *M. caesalpiniaefolia* sendo maiores quando havia mais plantas de eucalipto no sistema. Isto mostra que plantas de eucalipto em maior proporção, favoreceram o crescimento da maior parte das espécies nativas.

2.4.4 Método mecânico

O método mecânico é considerado o mais antigo método de controle de plantas daninhas (ARNS, 2007) e engloba as práticas do arranquio, capina e a roçada, que podem ser executados de maneira manual ou mecanizada (SILVA et al., 2009b; CONSTANTIN, 2011).

Os principais mecanismos de controle relacionados ao método mecânico são o enterrio, o corte, a dessecação e a exaustão (FLECK, 1992). No enterrio as plantas são mortas por falta de luz para fotossíntese; no corte, ocorre a secção entre parte aérea e sistema radicular; na dessecação há uma exposição do sistema radicular, levando à morte por desidratação; por fim, na exaustão, há estímulo repetido da brotação das gemas levando ao colapso das reservas e morte das gemas (MOHLER, 2001).

O método mecânico é largamente utilizado para controle de plantas daninhas em plantios de restauração florestal, destacando-se a prática da roçada mecanizada. Silva et al. (2009b) apontam limitações desta prática, entre elas a baixa eficiência de controle no entorno da planta ou linha de plantio e a dificuldade de controle de espécies daninhas com alta taxa de reprodução vegetativa.

O controle mecânico por capina apresenta efeito mais duradouro que a roçada, pois além do corte, reúne outros mecanismos de controle como a exposição do sistema radicular à dessecação e por vezes o enterrio. A capina por sua vez, apresenta rendimento operacional muito inferior à roçada, não sendo recomendada a sua aplicação em área total,

mas direcionada apenas à linha de plantio na forma de faixas ou de coroas, local em que a competição entre plantas daninhas e a cultura de interesse é mais acentuada (FONTES, 2007). Além disso, pode favorecer processos erosivos, principalmente nos locais de relevo mais inclinados.

Toledo et al. (2003) testaram diferentes larguras de faixas capinadas para controle de *Urochloa decumbens* em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. Os autores observaram que as plantas de eucalipto apresentaram maior crescimento, aos 49 meses após o plantio, nos tratamentos em que a faixa capinada apresentava largura superior à 1m de cada lado da linha de plantio, e nas faixas com tamanhos crescentes superior à 50 cm de cada lado da linha, nos 3 primeiros meses após o plantio.

Maciel et al. (2011) avaliaram a eficiência do controle de plantas daninhas por coroamento químico ou mecânico no crescimento de *Schinus terebinthifolius* e de *Inga flagifolia*, adotando o espaçamento 2 x 2 metros. Testaram diferentes diâmetros de coroamento mecânico e compararam com o coroamento químico com 1,0 metro de diâmetro, utilizando glyphosate, em aplicação única aos 60 dias após o plantio. Constataram que o coroamento por capina mecânica com diâmetro de 2,0 m proporcionou maior taxa de crescimento inicial das espécies florestais, sendo que a aplicação de glyphosate não foi eficiente para reduzir os efeitos da matocompetição com as espécies florestais estudadas, até 14 meses após o plantio.

Machado (2011) testou diferentes diâmetros de coroamento mecânico por capina no crescimento inicial de clones de *Eucalyptus saligna* em sistema Silvipastoril. O autor constatou que o diâmetro ótimo do coroamento para o crescimento do eucalipto seria entre 2,0 e 3,0 m. Além disso, o autor comparou ainda, qual a melhor forma de aplicação do coroamento, se por capina química, com aplicação de glyphosate (1,08 g ha⁻¹ e.a.), ou mecânica; ambas com diâmetro fixo de 1,0 m ao redor das mudas e concluiu que não houve diferença significativa entre os dois métodos de controle, no crescimento do eucalipto.

Seja a realizada de forma localizada ou em área total, a capina apresenta como principal desvantagem o alto custo operacional (Santos, 2013) e ausência de efeito residual, de matéria orgânica, quando comparada com o método químico. Ainda que no referido estudo de Machado (2011) o coroamento por capinas de forma mecânica ou química não tenha apresentado diferença significativa em relação ao crescimento das plantas de eucalipto, o menor custo operacional apontaria para o método químico como o mais eficiente.

2.4.5 Método físico

O método físico consiste no emprego de um agente físico capaz de afetar a sobrevivência da comunidade de plantas infestantes. Engloba os denominados controles térmicos, que fazem uso do fogo, vapor ou radiação; práticas de inundação, muito comum na cultura do arroz; e o uso de coberturas físicas, capazes de impedir que a radiação luminosa chegue a superfície do solo (SILVA et al., 2009b).

As práticas de inundação e controle térmico não são comuns na área florestal. O uso de agentes físicos para a cobertura do solo tem sido apontados como alternativa de controle físico das plantas daninhas.

Martins et al. (2004) mostram que o uso do papelão tratado com sulfato de cobre (para aumentar durabilidade) e as lonas de plástico comercial (*Spin out*) dispostas ao redor das plantas de *Bactris gasipaes* Kunth. (pupunha) condicionam maior crescimento destas

plantas, quando comparadas com aquelas que receberam coroamento de forma mecânico. Com a capina mecânica ao redor das plantas de pupunha (coroamento) há maior exposição das raízes superficiais destas plantas e, conseqüentemente, prejuízos ao seu crescimento em altura. O coroamento físico com papelão tratado e com lonas de plástico controlaram as plantas daninhas sem afetar as raízes das plantas. Silva (2015) mostrou que o emprego de discos de papelão foi capaz de reduzir até 15°C a temperatura na camada superficial do solo (0-10 cm), quando comparado com o coroamento convencional em dias mais quentes (temperatura média superior à 35°C). Testou também, neste trabalho diferentes tratamentos para aumentar a durabilidade de discos de papelão para serem empregados no coroamento físico em plantios de restauração florestal. A curva de decomposição dos discos de papelão tratado indicam que os tratamentos com sulfato de cobre foram mais eficientes no aumento da durabilidade do papelão submetido às condições de campo, até 1 ano após a instalação do papelão.

Oliveira (2010) avaliou o emprego de mantas de polietileno (tipo sombrite 75%) para controle de plantas daninhas do gênero *Urochloa* em plantios de restauração florestal, município de Bom Jardim, RJ. Quando comparada com o coroamento manual e roçada das entrelinhas de plantio, as espécies florestais, aos 18 meses após o plantio, apresentaram menor crescimento com a utilização das mantas. Segundo o autor, isto ocorreu provavelmente devido ao sombrite de cor preta que contribuiu para elevação da temperatura da superfície do solo, principalmente, nos dias de alta insolação, afetando o sistema radicular das espécies florestais, e conseqüentemente o crescimento das mesmas.

2.4.6 Método químico

O controle químico está baseado na utilização de substâncias com propriedades herbicidas para controle da população de espécies daninhas. Tais substâncias passaram a ser alvo de pesquisas no início do século XIX e desde então diferentes moléculas tem sido descobertas e comercializadas com esta finalidade. Atualmente, o objetivo das pesquisas tem sido de obter moléculas mais eficazes em menores doses de aplicação, com mais segurança para o homem e para o ambiente.

Entre as características fundamentais para que o herbicida seja considerado eficaz estão a baixa solubilidade, reduzida taxa de movimentação pela ação da água, baixo impacto sobre a edafo-fauna (PITELLI, 2008; SCORIZA et al., 2015) e também seletividade para as plantas utilizadas no reflorestamento (SILVA, 2015; PEREIRA et al., 2015).

Em comparação aos demais métodos de controle de plantas daninhas, o método químico apresenta como potenciais vantagens a menor dependência de mão de obra (em quantidade); menor dependência às variações climáticas, podendo ser aplicado mesmo em períodos chuvosos; eficiente controle na linha de plantio ou em áreas sem espaçamento definido. Além de favorecer o sucesso da prática do cultivo mínimo ou plantio direto em muitas culturas agrícolas e florestais (SILVA et al., 2009b). Apesar do alto rendimento, este método exige o emprego de mão de obra especializada, com vistas à redução dos riscos à saúde humana e dos ecossistemas decorrentes do mau manejo dessas substâncias (SILVA et al., 2009b). Com o conhecimento sobre a biologia das principais plantas daninhas infestantes na área; sobre as substâncias herbicidas, suas formulações e as tecnologias de aplicação e das normas e especificações técnicas, que regulamentam o uso dessas substâncias, além do uso de mão de obra capacitada e treinada; os riscos inerentes à este

método de controle passam a ser melhor conhecidos, controlados e evitados (SILVA et al., 2009b; MACHADO et al., 2011b).

Segundo Durigan (1988), o controle químico pode apresentar rendimento até sete vezes superior ao controle mecânico, se a aplicação for feita com pulverizador costal e até 25 vezes superior quando a aplicação do herbicida for tratorizada. Por este e outros motivos, o método químico tem sido o mais difundido na silvicultura comercial (DINARDO et al., 1998).

Na conjuntura dos fatores, fica evidenciado que não há uma receita geral para a utilização dos herbicidas. Segundo Victoria Filho (1987), a seleção do herbicida mais adequado depende de uma avaliação global, levando em consideração as características da espécie a ser controlada (principalmente sua sensibilidade aos ingredientes ativos); das condições edafó climáticas locais; dos equipamentos disponíveis e dos custos envolvidos. Há ainda, a possibilidade de não apenas um tipo específico de herbicida ser usado, mas sim, se necessária, a rotação de diferentes substâncias para controlar as principais plantas daninhas da área, evitando casos de resistência destas aos herbicidas (CHRISTOFFOLETI & LÓPEZ-OVEJERO, 2003).

Devido à grande diversidade de substâncias herbicidas existente, as mesmas podem ser classificadas em grupos com base na sua seletividade, época de aplicação, translocação, estrutura química e mecanismo de ação (OLIVEIRA JÚNIOR, 2011).

Dos ingredientes ativos existentes, os mais utilizados na silvicultura são o oxyfluorfen, sulfentrazone, carfentrazone-ethyl, isoxaflutole, imazapyr e glyphosate (SILVA, 2015), destacando-se este último por exercer controle efetivo sobre a maioria das espécies comumente relatadas como daninhas das culturas florestais (MACHADO et al., 2011b).

O N-fosfometil glicina (glyphosate) apresenta amplo espectro de controle sobre diferentes grupos de plantas, portanto é considerado um herbicida não-seletivo; translocado na maioria dos grupos de plantas por via simplástica, das folhas para o sistema radicular, portanto um herbicida sistêmico. Além disso, por não apresentar atividade residual no solo, sendo rapidamente conjugado por colóides, é recomendado como herbicida pós-emergente (BRIDGES, 2003).

O glyphosate pertence à classe dos herbicidas inibidores da EPSPs, ou seja, apresenta como mecanismo de ação a inibição da atividade da enzima enopiruvil-chiquimato -3 fosfato sintase, que participa da rota do ácido chiquímico. Como resultado da inibição desta enzima, ocorre acentuada redução dos níveis de aminoácidos aromáticos nas plantas (como fenilalanina, tirosina e triptofano), comprometendo a sobrevivência das plantas tratadas com este herbicida (SILVA et al., 2009c).

Quando comparado com outros herbicidas, as formulações à base de glyphosate apresentam menor custo no mercado (SANTOS et al., 2011). Dados do Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Minerais Renováveis (IBAMA) apontam que este é o ingrediente ativo é o mais comercializado anualmente no Brasil, representando mais de 70% do mercado nacional de herbicidas (IBAMA, 2013).

A maioria das formulações à base de glyphosate são classificadas na classe III (Produto Perigoso) (IBAMA, 2010). No entanto, como sustenta Santos et al. (2011) os herbicidas à base de glyphosate apresentam baixa toxicidade à mamíferos e aos organismos aquáticos. Além disso, o glyphosate não é facilmente lixiviado, pois é rapidamente adsorvido às partículas do solo, reduzindo riscos de contaminação de águas subterrâneas (AMARANTE JÚNIOR & SANTOS, 2002).

Em muitos casos os efeitos indesejados relacionados ao uso do glyphosate estão relacionados com sua ação fitotóxica à cultura de interesse, uma vez que este é um herbicida não-seletivo. Alguns trabalhos apontam que este tipo de herbicida tem ação fitotóxica sobre o eucalipto (VICTORIA FILHO, 1987; TUFFI SANTOS et al., 2007); sobre *Toona ciliata* (OLIVEIRA et al., 2008) e sobre espécies florestais utilizadas para a restauração florestal (MONQUERO et al., 2011). Outros trabalhos indicam que espécies florestais nativas da flora brasileira são seletivas a determinadas “doses” de glyphosate (SILVA, 2015; PEREIRA et al., 2015).

Yamashita et al. (2009) avaliaram os efeitos da aplicação direta de doses de glyphosate e 2,4-D, isolados ou em mistura sobre plantas de *Schizolobium amazonicum* e *Ceiba pentandra*, constataram que ambas as espécies têm seu crescimento prejudicado pela aplicação de glyphosate em doses acima de 180 g ha⁻¹ i.a., isolados ou em mistura com 2,4-D.

Pereira et al. (2015) estudando os efeitos fitotóxicos de diferentes doses de glyphosate sobre mudas de *Psidium cattleianum*, *Citharexylum myrianthum* e *Cedrela odorata* observaram que nenhuma das doses testadas provocaram intoxicação às mudas dessas espécies. A principal constatação dos autores foi de que subdoses de 30 e 60 g ha⁻¹ i.a., aplicadas sobre as mudas, contribuíram de forma significativa para o maior crescimento em, média, de altura e de diâmetro de *C. myrianthum* e para a maior produção de massa seca de *P. cattleianum*, aos 90 dias após aplicação do herbicida.

Os efeitos de subdoses de glyphosate no estímulo ao crescimento de espécies arbóreas também foram observados nos estudos de Tuffi Santos et al. (2006), onde as mudas de *Eucalyptus urophylla* ao receberem aplicação de 43,2 g ha⁻¹ i.a. de glyphosate apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro, em comparação com a testemunha.

Monquero et al. (2011) testaram a seletividade dos herbicidas imazapyr, sulfentrazone, metribuzin e glyphosate sobre *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata*. Os autores concluíram que o glyphosate foi o menos seletivo às espécies arbóreas, ou seja, a maioria das espécies apresentou algum tipo de sintoma de toxicidade ao produto. As espécies estudadas diferiram em relação à seletividade dos herbicidas avaliados sendo: para *C. speciosa*, o imazapyr o herbicida mais seletivo; para *A. polyphylla* e *E. contortisiliquum* o metribuzin o mais seletivo e para *L. divaricata*, somente o herbicida sulfentrazone foi seletivo.

Em vista de uma possível ação fitotóxica do glifosato sobre as espécies nativas, e resistência de determinadas plantas daninhas a este herbicida, outras formulações tem sido testadas para controle químico de plantas daninhas na restauração florestal. Brancalion et al. (2009) mostraram que os herbicidas à base de sethoxydim, isoxaflutol e bentazon apresentam seletividade e tem grande potencial de utilização na restauração florestal, uma vez que a maioria das 22 espécies nativas arbóreas testadas mostraram-se resistentes a estes compostos.

Silva (2015) avaliou a tolerância de 14 espécies florestais nativas da Mata Atlântica à ação dos herbicidas mesotrione (0,4 L ha⁻¹), fluazifop-p-butyl (1,0 L ha⁻¹), setoxidim (1,25 L ha⁻¹), quizalofop-p-ethyl (2,0 L ha⁻¹) e nicosulfuron (1,5 L ha⁻¹) em aplicação dirigida às mudas. O autor observou que o mesotrione foi o herbicida que ocasionou maior grau de fitotoxicidade nas primeiras semanas após aplicação. Entretanto, segundo o autor, as plantas foram capazes de se recuperar, indicando que as 14 espécies florestais avaliadas são tolerantes aos cinco herbicidas pós-emergentes testados.

A capacidade de recuperação ou resistência das espécies nativas às formulações de herbicidas varia entre as famílias e dentro de uma mesma espécie, como consequência da variabilidade genética (FERREIRA et al., 2005), indicando que alguns biótipos podem ser tolerantes à herbicidas classificados como não-seletivos, como é o caso do glyphosate.

Assim, a aplicação de glyphosate para controle de plantas daninhas em pós-plantio de povoamentos florestais, passa a ser visto como uma alternativa plausível, desde que sejam atendidos todos os procedimentos relacionados ao bom manejo dessas substâncias nas áreas de plantio, evitando riscos ambientais e ao próprio povoamento implantado. A aplicação dirigida às entrelinhas de plantio, em dia de condições climáticas favoráveis (sem chuva e com pouco vento), com a dosagem recomendada e a tecnologia de aplicação adequada podem reduzir o risco de deriva do produto no ambiente (YAMASITA et al., 2009).

Trabalhos recentes demonstram a alta eficiência do método químico para controle de plantas daninhas em áreas visando a restauração florestal. Martins (2011) avaliou a percentagem de cobertura do solo e a altura de *Urochloa decumbens* (capim braquiária) em diferentes estratégias de controle desta espécie infestante. Concluiu que os tratamentos que se basearam na integração dos métodos químicos (aplicação de glyphosate) e utilização de coberturas verdes (feijão de porco e feijão guandu em apenas um ciclo) foram capazes de reduzir a percentagem de cobertura do solo pelo capim braquiária, enquanto estas plantas de cobertura estavam presentes na área. O tratamento apenas com a aplicação de herbicida resultou em menor cobertura do solo pela braquiária ao longo de todo o experimento. Este tratamento também resultou em plantas com maior área de copa.

César et al. (2013) testaram cinco estratégias de controle de capim braquiária: apenas a aplicação de glifosato na implantação e pós plantio; aplicação de glifosato na implantação e semeadura de crotalária na entrelinha de plantio; aplicação de glifosato na implantação e semeadura de abóbora na entrelinha de plantio; roçada da braquiária e semeadura de crotalária na entrelinha de plantio; e roçada da braquiária e semeadura de abóbora na entrelinha de plantio. Quatro meses após a caracterização dos tratamentos, as unidades experimentais que receberam a roçada apresentavam maior cobertura por gramíneas do que aquelas que receberam a aplicação de glyphosate. Após este período as unidades receberam a primeira manutenção, com aplicação de herbicida no primeiro tratamento e nos demais apenas a roçada. A partir dos 9 meses, as plantas apresentaram crescimento em diâmetro de copa significativamente superior nas unidades que receberam o controle químico na implantação e manutenção, demonstrando que este método é mais eficiente do que a roçada. O manejo adotado neste trabalho impediu que as plantas de cobertura fossem mantidas na área por mais tempo, o que poderia beneficiar as espécies florestais com a redução da infestação das gramíneas bem como dos efeitos da adubação verde, o que pode ser visto como uma alternativa capaz de alcançar os efeitos do controle químico.

Nos estudos de Martins (2011) e de César et al. (2013) foram testadas estratégias de controle com a integração de diferentes métodos, apontado pela literatura como uma forma mais sustentável para o controle de plantas daninhas, sobretudo quando envolve um planejamento global de utilização da área e integração desta com outras áreas (PITELLI, 1987). Imbuído por este princípio, o método químico passa a ser visto como mais uma ferramenta na elaboração de estratégias eficazes de controle das plantas daninhas em áreas destinadas à restauração florestal, repercutindo diretamente na redução dos custos e, consequentemente, na difusão de projetos exitosos de restauração ecológica.

3 OBJETIVOS

Avaliar o crescimento de dez espécies florestais e os custos para a formação de povoamentos de restauração florestal da Mata Atlântica, quando adotadas diferentes estratégias de controle de *Urochloa* spp.

3.1 Objetivos específicos

- Comparar a eficácia na promoção do crescimento de dez espécies florestais da Mata Atlântica, de quatro diferentes estratégias de controle de *Urochloa* spp. com o método convencional de capina nas faixas de plantio e roçada das entrelinhas na formação de povoamentos visando a restauração florestal;
- Verificar a eficiência de cada estratégia de controle de *Urochloa* spp. em relação aos custos de manutenção para a formação dos povoamentos de restauração florestal.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da Área Experimental

O experimento foi implantado no ano de 2011 em área experimental da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Santa Rosa II, localizada no município de Bom Jardim, região serrana do estado do Rio de Janeiro, como mostrado na Figura 1.

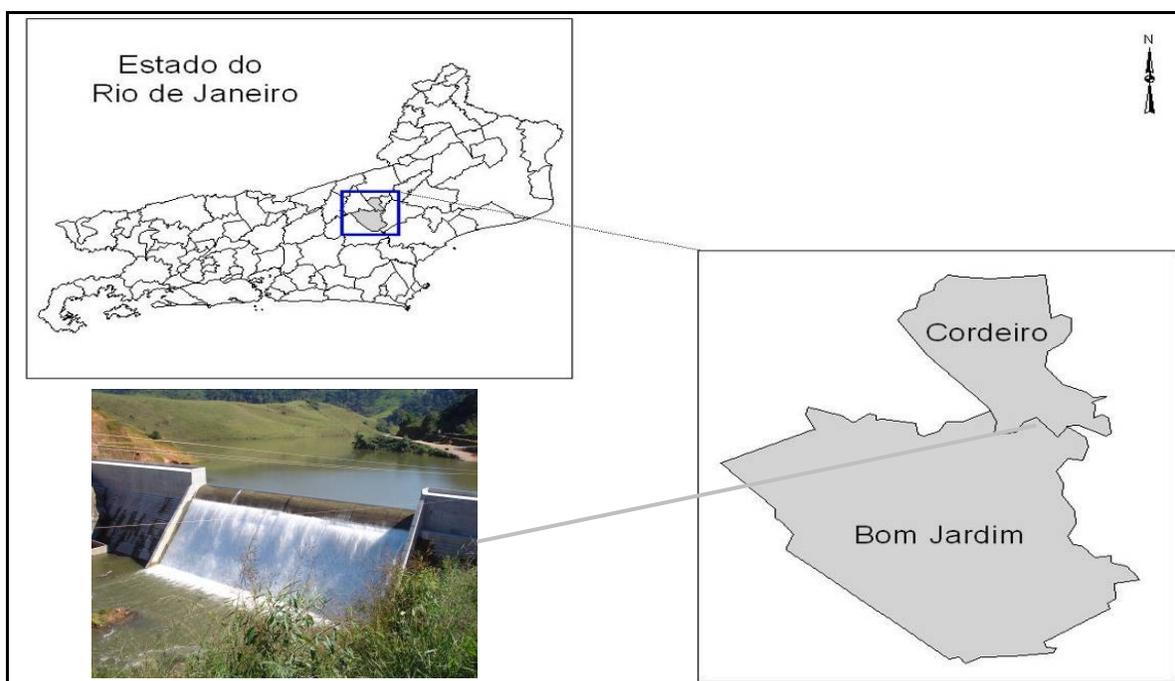


Figura 1. Localização do município de Bom Jardim- RJ, com detalhe da barragem e do lago da Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Santa Rosa II.

O município de Bom Jardim apresenta altitude média de 530 metros. O clima da região é do tipo Aw (tropical chuvoso com inverno seco e verão chuvoso), segundo a

classificação de Köppen (BRASIL, 1980). A precipitação média anual é de 1.402 mm, apresentando meses de maior estiagem, compreendidos entre junho e agosto, e o período de maior precipitação que vai de novembro a março. A temperatura média anual na região é de 22,0 °C, com mínima de 16,0 °C no mês de julho e máxima de 28,0 °C no mês de fevereiro.

Na Figura 2, é apresentado o extrato do balanço hídrico do solo, com base nos dados de precipitação e temperatura média para a estação de Cordeiro - RJ (estação mais próxima do local do experimento) no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2014, fornecidos pela plataforma de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2014), elaborada pela planilha de Excel[®] desenvolvida por Rolim et al. (1998), utilizando o método de Thornthwaite e Mather (1955).

Além de caracterizar o tipo de clima Aw, a análise da Figura 2, indica a presença de um característico período de veranico para o mês de fevereiro, neste período avaliado.

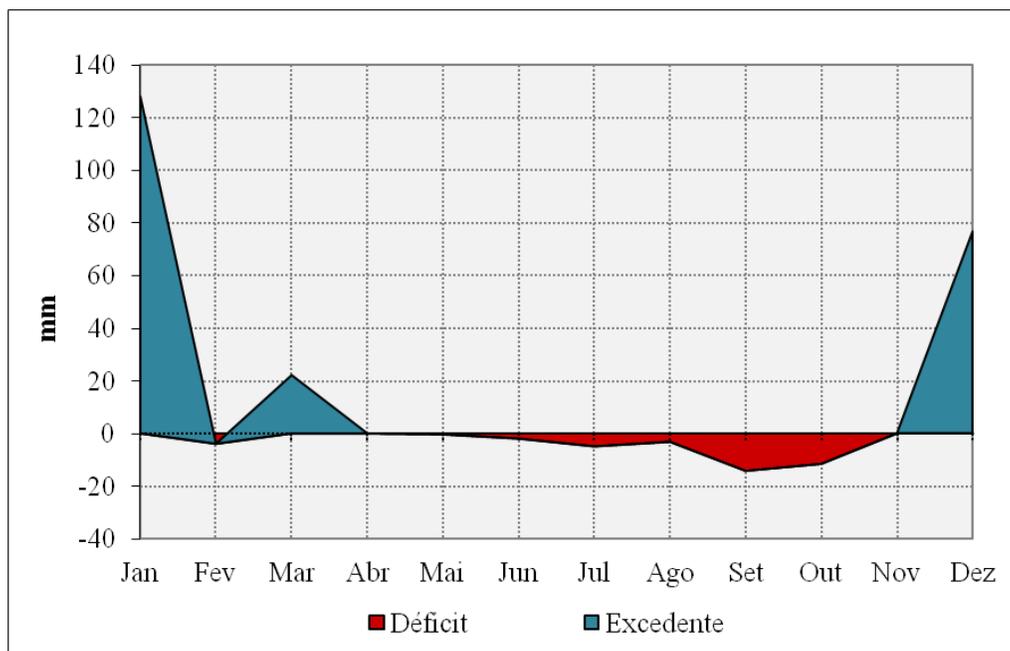


Figura 2. Balanço hídrico mensal para a região de Bom Jardim, RJ no período de janeiro de 2011 a dezembro de 2014.

A propriedade da PCH Santa Rosa II tem área não coberta pelo lago de aproximadamente 70 hectares. Encontra-se totalmente sob a influência do bioma Mata Atlântica, e em alguns pontos da propriedade, sobretudo nas encostas mais íngremes, é possível notar a presença de fragmentos de floresta ombrófila densa, característica da região. Predominam solos do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. A área em que foi implantado o experimento tem como histórico de uso a pastagem para pecuária de corte, dominada por espécies do gênero *Urochloa* spp. (braquiárias), principalmente as espécies *Urochloa brizantha* (Stapf) Webster cv. Marandu e *U. decumbens* (Stapf.) Webster.

Para alocação do experimento foi selecionada uma área à margem do lago da represa (Figura 3), com declividade inferior à 45° e menor heterogeneidade da população de braquiárias.



Figura 3. Localização da área experimental (demarcado em vermelho) às margens do lago da represa da PCH Santa Rosa II, Município de Bom Jardim, RJ. Fonte: LAPER (2013).

A análise química de amostra composta do solo na área experimental, realizada pelo Laboratório de Análise do Solo de Viçosa-MG, é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química de amostra composta do solo na profundidade de 0-30 cm, extraída da área experimental no município de Bom Jardim, RJ

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC(t)	V	P-rem
(H ₂ O)	-- mg / dm ³ --		----- cmol / dm ³ -----					%	mg / L
4,9	0,7	18	0,2	0,1	1,0	5,45	1,35	6	16,7

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5; P - K: Extrator Mehlich 1; Ca - Mg - Al - Extrator: KCl - 1 mol/L; H + Al - Extrator Acetato de Cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0; CTC (t) - Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; V = Índice de Saturação de Bases; P-rem = Fósforo Remanescente.

4.2. Caracterização do Experimento

O experimento foi composto por cinco tratamentos, que consistiram em diferentes estratégias para o controle do capim braquiária: T1 (Roçada) - Capina em faixa com 1,20 metros de largura nas linhas de plantio e roçada nas entrelinhas; T2 (Glyphosate) - Capina em faixa com 1,20 metros de largura nas linhas de plantio e aplicação de glyphosate na dose de 1,44 kg ha⁻¹ e.a. (formulação de sal de isopropilamina de glifosato 480 g L⁻¹) nas entrelinhas; T3 (Fertilização) - Capina em faixa com 1,20 metros de largura na linha de plantio e roçada nas entrelinhas e adubações complementares de cobertura com N-P-K (20-05-20) e de superfosfato simples para as arbóreas florestais; T4 (Leguminosas) - Capina em área total e cultivo consorciado de espécies leguminosas herbáceas fixadoras de nitrogênio nas entrelinhas de plantio; T5 (Eucalipto) - Capina em faixa com 1,20 metros de largura na linha de plantio, roçada e plantio consorciado de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* nas entrelinhas de plantio das nativas, distantes 3,0 metros entre si.

Foi adotado delineamento em blocos casualizados (DBC), com três repetições de cada tratamento, totalizando 15 unidades experimentais. Em cada unidade experimental foram utilizados pelo menos 5 indivíduos de 10 espécies florestais amplamente utilizadas em projetos de recomposição florestal, descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Espécies utilizadas no experimento de diferentes estratégias de controle de *Urochloa* spp. em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Espécie	Nome popular	Família	Grupo ecológico
<i>Anadenanthera macrocarpa</i> (Benth.) Brenan	Angico vermelho	Fabaceae	Pioneiras e/ou secundária inicial
<i>Senna multijuga</i> (Rich.) Irwin et Barn.	Pau cigarra	Fabaceae	Pioneira
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.)	Orelha de negro	Fabaceae	Pioneira
<i>Peltophorum dubim</i> (Springer.) Taub.	Farinha seca	Fabaceae	Pioneira e/ou secundária inicial.
<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) S.F. Blake	Guapuruvu	Fabaceae	Pioneira
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	Louro pardo	Boraginaceae	Pioneira
<i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham.	Pau viola	Verbenaceae	Pioneira
<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Carrapeta	Meliaceae	Pioneiras e/ou secundária inicial
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi.	Aroeira pimenteira	Anacardiaceae	Pioneiras e/ou secundária inicial
<i>Tibouchina granulosa</i> Cogn.	Quaresmeira	Melastomataceae	Pioneiras e/ou secundária inicial

Fonte: Lorenzzi (2002a); Lorenzzi (2002b); Martins (2007).

Foram utilizadas também mudas do clone GG100 de *Eucalyptus urograndis* x *E. grandis*, que foram implantadas apenas nas entrelinhas de plantio do tratamento T5 (Eucalipto).

As mudas das espécies arbóreas nativas foram distribuídas em cinco linhas com 15 plantas cada. O espaçamento de plantio utilizado foi de 3,2 x 1,8 m. Em todas as unidades experimentais foi seguido o mesmo arranjo de plantio, cujo esquema é apresentado na Figura 4, visando oportunizar a todos os tratamentos as mesmas interações entre as espécies vizinhas.

LINHAS	BERÇOS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
5	Ap	Lp	Gu	On	Ap	Pc	On	Fs	Ca	Fs	Ca	Av	Ap	Lp	On
4	Fs	Qr	Ca	Av	Gu	Qr	Qr	Gu	Pc	Ap	On	Pv	Gu	Ap	Pc
3	On	Pv	Pc	Fs	On	Pv	Pc	Ap	Ca	Qr	Pv	Ap	Av	Fs	Qr
2	Av	Ap	Gu	Av	Ca	Gu	Fs	Lp	Pv	Pc	Fs	On	Qr	Pv	Lp
1	Fs	Gu	Qr	Lp	On	Ap	Pv	Ca	On	Lp	Qr	Pc	Gu	Ap	Ca

Figura 4. Distribuição das espécies entre os berços de plantio nos cinco tratamentos de controle de *Urochloa* spp. em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. Onde: Ap= Aroeira pimenteira; Lp= Louro pardo; Gu= Guapuruvu; On= Orelha de negro; Fs= Farinha seca; Ca= Carrapeta; Qr= Quaresmeira; Av= Angico vermelho; Pv= Pau viola e Pc= Pau cigarra

As mudas utilizadas no plantio foram produzidas em sacos plásticos de 9 x 20 cm (diâmetro x altura), previamente selecionadas em viveiro na época de expedição para o campo, de forma que os indivíduos de cada espécie apresentavam porte semelhante e bom aspecto fitossanitário.

4.3. Implantação e Manutenção dos Tratamentos

Antes da instalação do experimento, todas as unidades experimentais foram roçadas com roçadeiras laterais, seguido da capina em faixas na linha de plantio com 1,2 metros de largura. Foram abertos berços de plantio de 30 x 30 x 35 cm (comprimento x largura x profundidade). Em cada berço foram aplicados 120 gramas de N-P-K (03-24-04) + 15,0% Ca + 4,7% S, sendo 18% P₂O₅ sol. ácido cítrico. Foi iniciado o controle de formigas cortadeiras com iscas formicidas granuladas na área de plantio e em áreas vizinhas.

O plantio de todo o experimento foi realizado nos dias 01 e 02 de novembro de 2011, seguido do replantio em toda a área do experimento entre os 15 e 30 dias após o plantio. Para o replantio, foram utilizados indivíduos da mesma espécie, visando manter o arranjo de plantio planejado.

Aos 60 dias após o plantio, os tratamentos foram aplicados nas devidas unidades experimentais, seguindo-se das atividades de manutenção dos mesmos até os 30 meses após o plantio. As atividades de manutenção foram executadas em todos os tratamentos, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3. Atividades de manutenção para cada tratamento do experimento de avaliação de diferentes estratégias de controle de capim braquiária (*Urochloa* spp.) em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	Atividades de manutenção
T1 Roçada	Limpeza das faixas por capina manual e roçada com roçadeira nas entrelinhas, sempre que o capim braquiária atingisse altura média de 25 cm. Adubações de cobertura N-P-K (20-05-20) aos 6, 12 e 18 meses, em doses de 50, 50 e 120 gramas/planta, respectivamente.
T2 Glyphosate	Limpeza das faixas de plantio com capina manual e aplicação, com pulverizador costal, de glyphosate (1,44 kg ha ⁻¹ e.a.) sempre que o capim braquiária atingisse altura média de 15 cm. Adubações de cobertura com 50 gramas de N-P-K (20-05-20) por planta, aos 6 e 12 meses.
T3 Fertilização	Limpeza das faixas por capina manual e roçada com roçadeira nas entrelinhas, sempre que a braquiária atingisse altura média de 25 cm. Adubações de cobertura N-P-K (20-05-20) aos 6, 12 e 18 meses, em doses de 50, 50 e 120 gramas/planta, respectivamente. E com superfosfato simples aos 6 e 12 meses com doses de 100 e 150 gramas/planta, respectivamente.
T4 Leguminosas	Capina em área total da braquiária. Bateção das touceiras do braquiária capinadas, abertura de covetas, semeadura de <i>Crotalaria juncea</i> L. (5 Kg ha ⁻¹) e após o ciclo dessa cultura, realizada semeadura <i>Canavalia ensiformis</i> DC. (70 Kg ha ⁻¹) em consórcio com <i>Cajanus cajan</i> (L.) Millsp. (2 Kg ha ⁻¹). O manejo previu sempre a manutenção do solo coberto com as leguminosas herbáceas e limpeza da área por capina do capim braquiária, sem realização de adubações de cobertura.
T5 Eucalipto	Limpeza das faixas por capina manual e roçada com roçadeira nas entrelinhas sempre que a braquiária atingisse altura média de 25 cm. Adubações de cobertura das nativas com N-P-K (20-05-20) aos 6, 12 e 18 meses, em doses de 50, 50 e 120 gramas/planta, respectivamente. Coroamento e adubações de cobertura das plantas de eucalipto.

4.5 Avaliações

4.5.1 Crescimento das espécies florestais

Foram realizadas avaliações periódicas de sobrevivência e crescimento das espécies florestais implantadas, com medições da altura da parte aérea aos 6, 12, 18, 24 e 30 meses após o plantio; diâmetro ao nível do solo (DNS) aos 18 e 30 meses após o plantio e comprimento de copa longitudinal (D_1) e transversal à linha de plantio (D_2) para cada indivíduo aos 24 e 30 meses. As medições de altura foram executadas com auxílio de vara graduada. Para diâmetro utilizou-se paquímetro digital e comprimentos da copa obtidos com uso de trena, conforme mostrado na Figura 5.



Figura 5. Avaliações de altura (A), diâmetro ao nível do solo (B) e comprimento de copa (C) realizadas ao longo do período de monitoramento do experimento de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ.

Com os dados de comprimento de copa, determinou-se a cobertura do solo pela projeção perpendicular da copa das espécies arbóreas implantadas (GREIG-SMITH, 1983), aplicando-se os métodos de "grau de cobertura" e "intercessão de linhas" (MELO et al., 2007).

O método do grau de cobertura consiste na relação entre a área de copa dos indivíduos arbóreos e a área total da unidade experimental (MÜELLER-DOMBOIS &

ELLEMBERG, 1974), segundo a relação:

$$G = 100 * \left(\frac{\sum ai}{A} \right); \text{ onde: } G = \text{grau de cobertura (\%); } a_i = \text{área da projeção da copa de cada indivíduo} \left(\frac{\pi * D1 * D2}{4} \right) \text{ (m}^2\text{); } A = \text{área do tratamento (m}^2\text{).}$$

O método de intercessão de linhas relaciona o comprimento das copas das plantas arbóreas com o comprimento da linha de plantio (CANFIELD, 1941), conforme a relação:

$$I = 100 * \left(\frac{\sum D1}{C} \right); \text{ onde: } I = \text{Intercessão de linhas (\%); } D_1 = \text{comprimento longitudinal da copa do indivíduo (m); } C = \text{comprimento total da linha de plantio (m).}$$

Por fim, determinou-se o crescimento relativo (CR) das plantas em cada tratamento, na idade de 30 meses após o plantio. O crescimento relativo consiste na relação do ganho em crescimento das plantas de cada tratamento em relação ao crescimento obtido no tratamento convencional, T1 (Capina em faixa nas linhas de plantio e roçada nas entrelinhas). Assim, são englobados em um mesmo índice todos os parâmetros de crescimento avaliados no presente estudo, conforme a seguinte relação:

$$CR = \frac{\left(\frac{h_{T_i}}{h_{T1}} - 1 \right) + \left(\frac{dns_{T_i}}{dns_{T1}} - 1 \right) + \left(\frac{dc_{T_i}}{dc_{T1}} - 1 \right)}{3} * 100 \text{ onde: } CR = \text{crescimento relativo (\%); } h_{T_i}$$

= altura média no tratamento T_i (m); h_{T1} = altura média no tratamento T1 (m); dns_{T_i} = diâmetro ao nível do solo médio no tratamento T_i (cm); dns_{T1} = diâmetro ao nível do solo médio no tratamento T1 (cm); dc_{T_i} = diâmetro de copa médio no tratamento T_i (m); dc_{T1} = diâmetro de copa médio no tratamento T1 (m).

Na análise por espécie, as informações de crescimento relativo (CR) em cada tratamento foram classificadas em: "Ótimo" ($CR > 75\%$), "Bom" ($75 \leq CR > 50\%$); "Regular" ($50 \leq CR > 25\%$); "Ruim" ($25 \leq CR > 0\%$) e "Péssimo" ($CR \leq 0\%$).

4.5.2 Biomassa de capim braquiária

Avaliou-se ainda a biomassa de braquiária presente entre os tratamentos consorciados e não consorciados com eucalipto, aos 12, 18 e 30 meses após o plantio, com base na metodologia adaptada de Jakelaitis et al., 2007. Para cada tratamento foi pré-determinado o local específico para cada coleta, sempre nas entrelinhas de plantio, de forma a não realizar uma nova coleta em área já amostrada. Utilizado um gabarito de madeira com 1,0 x 1,0 m, toda a biomassa aérea do capim braquiária presente no interior do gabarito foi extraído com cortes rente ao solo, com auxílio de facão.

Em cada época de avaliação, foram coletadas 5 amostras em cada unidade experimental do tratamento capina em faixa e roçada nas entrelinhas (T1) e o tratamento capina em faixa e roçada nas entrelinhas em consórcio com eucalipto (T5). O material coletado foi triado, retirando-se resíduos de solo ou biomassa de outras espécies que porventura estivessem nesta amostra. Em seguida, as amostras foram colocadas em estufa

de circulação forçada de ar à 65°C, até atingirem massa constante, quando então foram pesadas em balança de precisão (0,01 g) para determinação da massa de matéria seca do capim braquiária (Figura 6).



Figura 6. Triagem, secagem e pesagem da matéria seca de capim braquiária coletada nas unidades experimentais do experimento de controle de *Urochloa* spp. na em área de reflorestamento no município de Bom Jardim, RJ.

4.5.3 Custos de manutenção

Avaliou-se os custos relacionados as atividades e insumos de plantio e manutenção para cada tratamento. Para isso, todas as atividades realizadas em cada tratamento foram listadas e cronometradas. Assim, foram calculados os custos totais de cada tratamento até os 30 meses após o plantio, considerando o custo de homem.dia de R\$ 100,00, valor médio praticado na região no período em que foi realizado o experimento, que incluem os custos de transporte, alimentação, encargos sociais, impostos, taxa administrativa, etc.

O custo dos insumos utilizados foram determinados a partir da média de preços desses produtos, cotados em algumas lojas de produtos agrícolas da região serrana do estado do Rio de Janeiro e da Zona da Mata de Minas Gerais.

4.6 Análise dos Dados

Os dados de crescimento foram submetidos à verificação de normalidade e homogeneidade. Em seguida, procedeu-se à análise de variância para os dados de crescimento em altura em todas as idades avaliadas; DNS aos 18 e 30 meses, bem como para os indicadores de cobertura por copas aos 24 e 30 meses. Quando detectadas diferenças significativas entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 95% de probabilidade.

Os dados de massa de matéria seca de braquiária foram submetidos ao teste t de Student para amostras independentes, ao nível de 95% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Sobrevivência das Espécies Florestais

A sobrevivência das espécies florestais em avaliação realizada aos 6 meses após o plantio (quatro meses após o replantio e aplicação dos tratamentos) ficou acima de 90% em todos os tratamentos, conforme mostrado na Tabela 4. Segundo Bellotto et al. (2009), nesta condição os povoamentos não demandam novas ações de replantio.

Para as demais épocas de avaliação, observa-se que o índice de sobrevivência decresceu para todos os tratamentos. A intensificação da competição por luz, água e nutrientes entre os indivíduos arbóreos nas linhas de plantio, em espaçamento de 1,8 m por planta, pode ser apontado como explicação para a diminuição da taxa de sobrevivência, nas idades mais avançadas do povoamento, em todos os tratamentos testados.

Tabela 4. Taxa de sobrevivência (%) de dez espécies arbóreas implantadas para restauração florestal, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em diferentes épocas de avaliação, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	30 meses
Leguminosas	95,6 a	94,7 a	94,2 a	93,8 a	93,8 a
Glyphosate	90,7 a	87,6 a	86,2 a	83,6 b	83,6 b
Fertilização	97,3 a	96,4 a	93,8 a	93,3 a	92,0 a
Eucalipto	94,7 a	92,4 a	88,0 a	86,6 ab	85,8 ab
Roçada	97,8 a	94,7 a	92,4 a	90,7 ab	89,3 ab

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Aos 24 e aos 30 meses, a sobrevivência foi significativamente inferior no tratamento de aplicação de glyphosate (T2). Provavelmente, a menor taxa de sobrevivência neste tratamento não está relacionada com efeitos da deriva do produto herbicida sobre as espécies florestais implantadas, visto que a última aplicação do herbicida foi realizada aos 13 meses após o plantio. Além disso, as respostas das espécies nativas à deriva de glyphosate é bastante variável, em função da alta variabilidade genética dentro da espécie e entre as espécies florestais (FERREIRA et al., 2005), depende também da substância herbicida e da dose à qual determinada espécie é exposta (MONQUERO et al., 2011; PEREIRA et al., 2015). Silva (2015) mostra que algumas espécies florestais da Mata Atlântica são tolerantes a sub-doses de glyphosate.

A menor taxa de sobrevivência no tratamento de aplicação de glyphosate aparentemente foi influenciada pela alta mortalidade de indivíduos da espécie *Cytherexylum myrianthum* (pau viola) nas unidades deste tratamento a partir dos 18 meses após o plantio, de tal forma que esta foi a única espécie com taxa de sobrevivência inferior à 50% em todo o experimento. Assim, a diferença significativa está relacionada a um evento pontual de maior mortalidade de apenas uma espécie, que pela época também não parece estar relacionada a efeitos de deriva do produto herbicida.

De qualquer forma, a taxa de sobrevivência neste tratamento ainda é considerada alta, pois como mostra o Art. 8º, item 4.2, da Resolução INEA nº 89, de 03 de junho de 2014 o índice aceitável de mortalidade em plantios visando a restauração florestal no Estado do Rio de Janeiro é de 20% aos quatro anos após o plantio ou até a formação do povoamento de restauração. Sendo assim, todos os tratamentos apresentam taxa de sobrevivência dentro do limite estabelecido pelo órgão (INEA, 2014).

5.2 Crescimento das Espécies Florestais

5.2.1 Crescimento do conjunto das dez espécies florestais implantadas

O conjunto formado pelas plantas das dez espécies florestais implantadas apresentou crescimento significativamente superior em altura nas unidades experimentais que receberam o consórcio com leguminosas herbáceas (T4) e a aplicação de glyphosate (T2), conforme mostrado na Figura 7. Este comportamento foi observado em todas as épocas de avaliação, desde a primeira avaliação, aos 6 meses após o plantio (4 meses após a aplicação dos tratamentos), até os 30 meses.

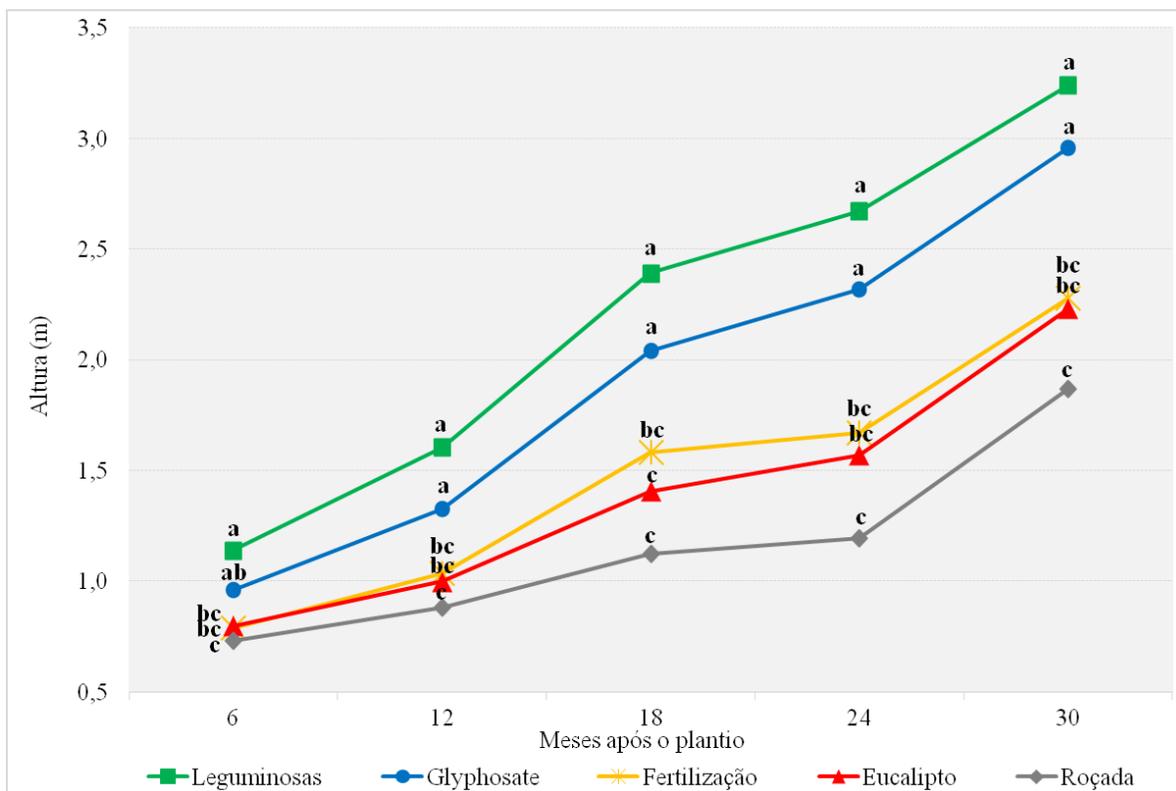


Figura 7. Altura semestral, dos 6 aos 30 meses após o plantio, para o conjunto de dez espécies florestais, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. Para cada idade, as médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Tanto no T2 (Glyphosate) quanto no T4 (Leguminosas) o manejo foi pautado na eliminação ou substancial redução das populações de *Urochloa* spp. na área do povoamento, condicionando menor período de convivência (PITELLI & DURIGAN, 1984) das arbóreas com as plantas de braquiária, principalmente no período posterior ao plantio, quando as espécies implantadas são mais sensíveis à interferência causada pelas plantas daninhas (TOLEDO et al., 2000; TAROUCO et al., 2009; LONDERO et al., 2012).

A completa retirada das plantas de braquiária da área de plantio não só garante maior oferta de fatores de crescimento como água, luz e nutrientes para as árvores implantadas, como também evita a ação danosa de compostos alelopáticos liberados pelas plantas de braquiária (PITELLI, 1987; FAGIOLI et al., 2000; SOUZA et al. 2003) sobre as espécies florestais, permitindo maior crescimento destas.

Nos tratamentos T1 (Roçada), T3 (Fertilização) e T5 (Eucalipto) o manejo foi pautado na eliminação pontual das plantas daninhas por meio da capina em faixa com 1,20 metros de largura e roçada nas entrelinhas. Possivelmente, a largura da faixa capinada não foi suficiente para a completa eliminação dos efeitos da matocompetição, afetando negativamente o ritmo de crescimento das espécies florestais implantadas. Maciel et al. (2011) demonstraram que o coroamento deve apresentar diâmetro mínimo de 2,0 metros para não afetar o crescimento das espécies *Inga fagifolia* e de *Schinus terebinthifolius*, até 14 meses após o plantio. Toledo et al. (2000) testaram diferentes larguras para capina em faixas na linha de plantio do híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* e concluíram que até os 12 meses após o plantio, o crescimento das árvores não foi afetado, apenas quando a faixa capinada apresentava pelo menos 2,0 metros de largura.

A precisão para o controle pontual das populações de plantas daninhas é dependente de diversos fatores, entre eles a idade ou porte da cultura de interesse (TOLEDO et al., 2003). Assim, é possível supor que as faixas com 1,2 metros de largura deveriam ter sido manejadas de tal forma que a largura da faixa fosse crescente, acompanhando o crescimento do sistema radicular das espécies arbóreas.

Outra maneira de reduzir os efeitos da matocompetição é buscar oferecer maior suprimento dos fatores de crescimento às espécies implantadas. Esta estratégia foi adotada na fertilização complementar (T3) em que as plantas florestais receberam cinco adubações de cobertura. Ao comparar o crescimento em altura (Figura 7) das espécies florestais que receberam doses adicionais de adubação de cobertura (T3) com as plantas nos demais tratamentos, fica evidenciado que as adubações, nas doses épocas e tipos de adubo utilizados, não contribuíram para o ganho em altura das espécies testadas.

Segundo Pereira et al. (2012), uma sobredose da adubação de cobertura só resultou em maior crescimento de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* quando estas estavam livres da presença de plantas daninhas. Caso contrário, a fertilização só aumenta a competição entre as daninhas e as árvores. Como no T3 (Fertilização) e no T1 (Roçada) o manejo da braquiária foi semelhante (capina em faixa com 1,2 metros de largura e roçada nas entrelinhas), ficou evidenciado que as adubações extras foram melhor aproveitadas pelas plantas daninhas do que pelas árvores. Observações de campo corroboram o exposto, onde foi possível observar que nas unidades que receberam a adubação complementar (T3) as plantas de *Urochloa* sp. apresentava maior altura na borda inferior das faixas roçadas (em relação à declividade do terreno) quando comparado às plantas no meio destas faixas.

Ao comparar o crescimento em altura no tratamento consórcio com eucalipto (T5), com o tratamento não consorciado (T1) observa-se que, de maneira geral, o primeiro não influenciou negativamente o crescimento das espécies nativas. Esta constatação é

interessante, quando se considera o consórcio do eucalipto com as espécies de restauração florestal como uma possibilidade de renda ao produtor, com uso e até mesmo a comercialização de madeira. Esta alternativa é sustentada pela Lei N° 12.651 de 25 de maio de 2012, alterada pela Lei N° 12.727 (17 de outubro de 2012), que, em seu artigo 61-A parágrafo 13 - inciso IV e artigo 66, versa que a área de preservação permanente e reserva legal poderão ser recuperadas com a utilização de espécies exóticas, desde que o plantio seja combinado com espécies nativas e as espécies exóticas não excedam a 50% da área total a ser recuperada (BRASIL, 2012). Investigações científicas complementares ainda devem ser realizadas, com vista a estabelecer o melhor espaçamento, melhor manejo das plantas daninhas e a necessidade de tratos silviculturais como a desrama do eucalipto para facilitar entrada de luz no povoamento florestal.

Ao analisar o crescimento em diâmetro ao nível do solo, para o conjunto das dez espécies florestais, apresentado na Figura 8, observa-se o mesmo padrão de resposta em altura. As árvores nativas cresceram mais quando em consórcio com leguminosas e no tratamento que foi realizado o controle de plantas daninhas com glyphosate. Também não houve diferença significativa da fertilização complementar em relação ao tratamento T1. Da mesma forma que para o crescimento em altura, o tratamento de consórcio com eucalipto não prejudicou o crescimento das espécies nativas, quando comparado com o tratamento convencional (T1) até os 30 meses após o plantio.

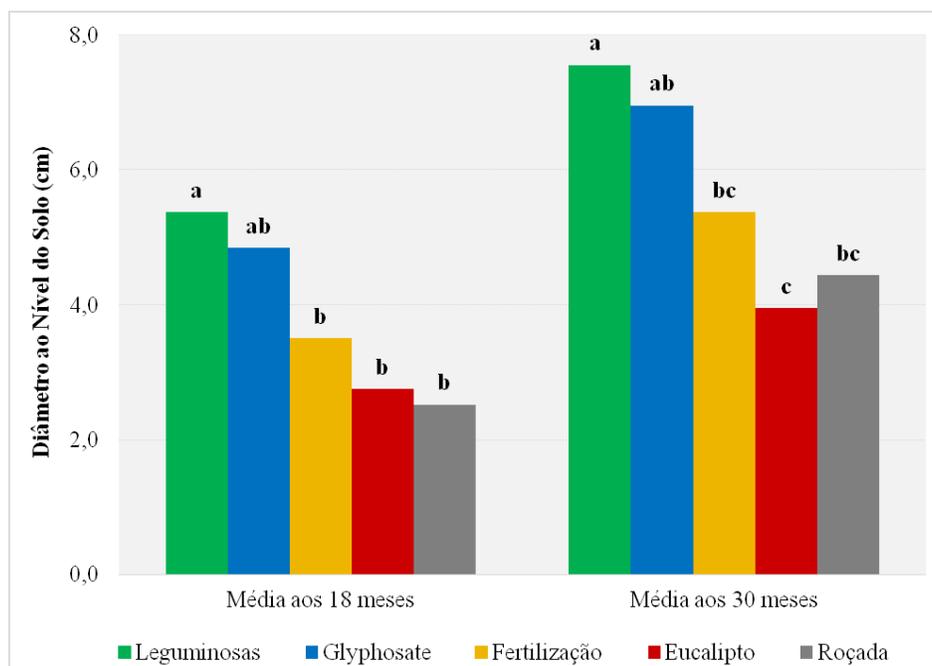


Figura 8. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, para o conjunto de dez espécies florestais, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. Para cada idade, médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

A tendência de maior crescimento do grupo das dez espécies florestais nas unidades do T4 (Leguminosas), tanto em altura (Figura 7) quanto em diâmetro ao nível do solo

(Figura 8) possivelmente também está relacionada com os efeitos físicos, químicos e biológicos proporcionados pela biomassa das espécies leguminosas no solo.

Como efeito físico, a biomassa produzida por estas leguminosas pode atuar dificultando a chegada de luz na superfície do solo, afetando a germinação e o crescimento das plantas infestantes (FERNANDES et al., 1999; SEVERINO & CHRISTOFFOLETI, 2001). Quanto mais rápido for o crescimento, produção e deposição de fitomassa pelas espécies leguminosas sobre o solo, mais eficiente será o efeito físico para controle de plantas daninhas. O feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), mantido nas unidades do T4 durante grande parte do experimento, apresentou um rápido crescimento na área experimental, o que possivelmente contribuiu para a interceptação da radiação luminosa que chega ao solo. Sodré Filho et al. (2004) avaliaram a taxa de cobertura do solo por leguminosas herbáceas aos 30 dias após a semeadura e verificaram que espécies de porte ereto como a *Crotalaria juncea* e o *Cajanus cajan* apresentaram taxas de recobrimento de 28 e 14%, respectivamente. Já espécies com crescimento simpodial, como a *Mucuna cochinchinensis* apresentavam taxa de recobrimento de 39%. Assim, estas últimas seriam mais indicadas logo após o plantio das espécies florestais, pela maior capacidade de recobrimento do solo, ajudando a inibir o estabelecimento, crescimento e desenvolvimento das plantas de braquiária.

Outro efeito que pode ocorrer é o efeito químico da biomassa das leguminosas sobre a comunidade de plantas daninhas, principalmente a ação de substâncias alelopáticas, capazes de afetar a sobrevivência e/ou germinação das plantas infestantes (SOUZA FILHO et al., 1997; SILVA et al., 2009b). Existem relatos sobre a observação da ação de efeito alelopático de leguminosas de cobertura utilizadas no presente estudo, como a *C. ensiformis* (MONQUERO et al., 2009) e também de *C. juncea* (TIMOSSI et al., 2011).

Os efeitos biológicos estão relacionados à influência das leguminosas na instalação de uma densa e diversificada microbiocenose na superfície do solo, conduzindo à perda da viabilidade das sementes de plantas daninhas (ESPÍNDOLA et al., 1997). As leguminosas herbáceas podem favorecer ainda o crescimento populacional de fungos micorrízicos, capazes de aumentar a absorção de água e nutrientes pelas raízes das plantas da cultura de interesse (SIEVERDING, 1991).

Oliveira (2010) e Santos (2013), realizaram seus estudos nas proximidades da área em que foi montado o presente experimento. Em ambos os trabalhos, os autores concluíram que a utilização de espécies leguminosas herbáceas para o controle de plantas de braquiária, após capina manual em área total, foi, entre os tratamentos testados, a estratégia que proporcionou o maior crescimento das espécies florestais de restauração. Martins (2011) e César et al. (2013) também avaliaram a eficácia da utilização da cobertura verde após ações de revolvimento do solo, de roçada mecanizada e também de dessecação com herbicidas para controle de plantas de capim braquiária em povoamento visando a restauração florestal. Os resultados obtidos nestes dois trabalhos indicaram que o consórcio das arbóreas com espécies de cobertura não foi tão eficaz quanto a estratégia de controle químico com aplicações de glyphosate.

Entretanto, diferentemente dos estudos de Oliveira (2010) e Santos (2013), nos trabalhos de Martins (2011) e César et al. (2013) as espécies de cobertura foram cultivadas por apenas um ciclo, na fase inicial do plantio de restauração, o que possivelmente reduziu a eficácia destas plantas no controle das plantas infestantes e efeitos de melhoria dos atributos do solo, acelerando a formação do povoamento implantado.

A formação dos povoamentos florestais pode ser bem representada pela avaliação do crescimento em comprimento de copas das espécies implantadas. O crescimento em diâmetro de copa é particularmente importante, pois caracteriza o estabelecimento do povoamento, ou seja, o momento em que a cobertura formada pelas copas das plantas passa a limitar consideravelmente a incidência da radiação solar direta à superfície do solo (SUGANUMA, 2008) e como forma natural de limitar a população de plantas daninhas heliófilas (MARTINS et al., 2004).

Aos 24 meses após o plantio, a cobertura por copas no tratamento consórcio com leguminosas herbáceas (T4) foi superior a 90% em área e a 100% na linha de plantio, conforme mostrado na Tabela 5. Isto indica que grande parte da superfície do solo não estava mais recebendo radiação luminosa direta, devido ao efeito do sombreamento proporcionado pelas copas das plantas, diminuindo a biomassa de braquiária

Tabela 5. Cobertura do solo pela copa do conjunto das dez espécies florestais implantadas, segundo os métodos do "Grau de cobertura" e "Intercessão de linhas" duas idades após o plantio em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ

Idade	Método	Leguminosas	Glyphosate	Fertilização	Eucalipto	Roçada
24 meses	Grau de cobertura	91,4 a	84,1 a	45,9 b	26,7 b	28,0 b
	Intercessão de linhas	109,0 a	97,5 a	71,1 b	54,2 b	56,8 b
30 meses	Grau de cobertura	167,4 a	143,3 a	85,2 a	59,4 b	61,3 b
	Intercessão de linhas	150,4 a	129,5 ab	102,0 bc	82,6 c	86,0 c

Na mesma linha, médias seguidas pela mesma letra, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Nas unidades experimentais que receberam o consórcio com leguminosas (T4) além da cobertura por copas das espécies florestais, há ainda a cobertura oferecida pelas espécies leguminosas, principalmente a *C. ensiformis* e *C. cajan*, mantidas na área no período entre 12 e 24 meses após o plantio. Ambas as leguminosas apresentam rápido crescimento, produzindo grande quantidade de fitomassa que proporcionam recobrimento de grande parte da superfície do solo (LOPES, 1998; BELTRAME & RODRIGUES, 2008), filtrando a radiação solar. Também a quantidade de luz e as oscilações de temperatura e umidade na superfície do solo são reduzidas, que juntamente com a umidade tem relação direta com a quebra de dormência das sementes de plantas infestantes, representando outro mecanismo de controle dessas plantas (RUEDELL, 1995).

Para as unidades com aplicação de glyphosate (T2), dois anos após o plantio, a cobertura do solo pela copas das plantas chegou a 85% da área e em quase 100% na linha de plantio. Além da cobertura das copas das espécies implantadas, é mantida também a cobertura formada pela biomassa seca do capim braquiária após a ação do herbicida, que segundo Gomes Júnior e Christoffoleti (2008) atua dificultando a germinação e emergência de propágulos de plantas daninhas.

O rápido recobrimento do solo pelas copas das plantas do T4 (Leguminosas) e do T2 (Glyphosate) indicam que as atividades de manutenção para ambos os tratamentos

podem ser cessadas antes mesmo dos 24 meses após o plantio, contribuindo para a redução dos custos finais, quando adotada estas estratégias de controle de plantas daninhas separadamente ou mesmo em conjunto.

Aos 30 meses após o plantio, as unidades que receberam o tratamento de fertilização complementar (T3) também podem ser consideradas formadas. O mesmo não ocorre para os tratamentos que receberam capina nas linhas e roçadas nas entrelinhas (T1) (Roçada) e com estas atividades em consórcio com eucalipto (T5) indicando que as atividades de controle de plantas daninhas não devem ser cessadas, pois a população de braquiária ainda é dominante na área de plantio, dificultando o crescimento das espécies implantadas e impedindo a regeneração natural na área (CHEUNG et al., 2009; CALEGARI et al., 2013).

O sombreamento proporcionado pela copa das plantas de eucalipto nas unidades experimentais do T5 (Eucalipto) não foi contabilizado nesta análise. Considerando que aos 30 meses as plantas de eucalipto apresentavam altura média de 11,9 metros e média de diâmetro à 1,3 m da superfície do solo (DAP) de 11,4 cm, fica evidenciado que as plantas de eucalipto, com um porte muito superior ao das nativas implantadas, estão favorecendo o sombreamento nessas unidades, conforme mostrado na Figura 9. Entretanto, este sombreamento não foi suficiente para diminuir a infestação de braquiaria, principalmente de *Urochloa brizantha* var. murundu, dominante na área, como pode ser observado na Figura 10.



Figura 9. Unidade experimental do consórcio de espécies de nativas com eucalipto, aos 30 meses após plantio, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

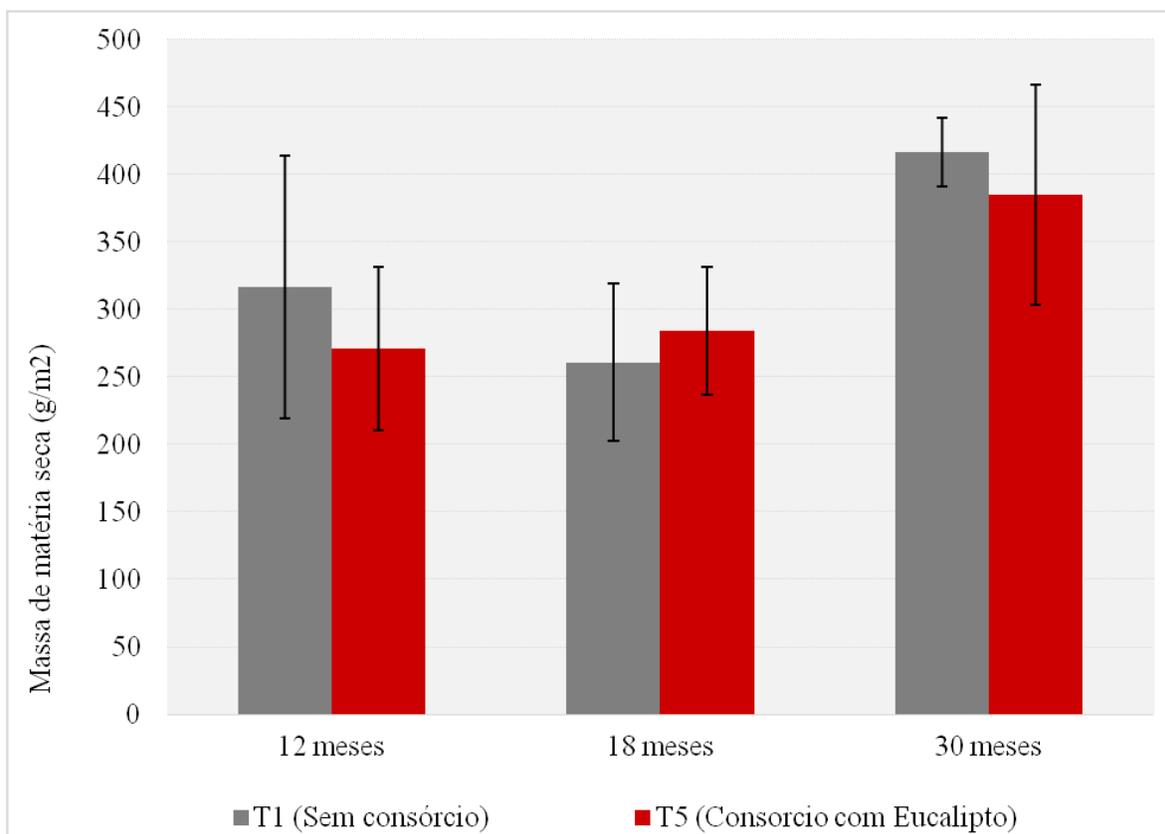


Figura 10. Massa de matéria seca (g/m^2) de braquiária em área não consorciada e em consórcio com eucalipto, aos 12, 24 e 30 meses após o plantio em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ. Sobre as barras é o intervalo de confiança ($P \geq 95\%$).

Constata-se pela Figura 10 que não foi detectada diferença significativa, em nenhuma das três idades analisadas. No entanto, aos 30 meses a braquiária apresentava uma cobertura mais homogênea nas unidades sem o consórcio (T1), como mostra a barra que representa o erro padrão na Figura 10. Nas unidades que receberam o consórcio com eucalipto (T5) a cobertura era mais heterogênea, como pode ser visto na Figura 9 e na barra de erros da Figura 10, indicando que o eucalipto pode estar começando a interceptar de forma significativa a radiação solar que chega a superfície do solo, mas ainda não foi capaz de reduzir a população destas plantas.

Para o crescimento relativo, indicador que envolve os parâmetros altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa das espécies nativas de cada tratamento em relação ao tratamento capina na faixa de 1,2 m de plantio e roçada nas entrelinhas (testemunha), que pode ser considerado um tratamento convencional, aos 30 meses após o plantio, constata-se que todas as quatro estratégias testadas, em média resultaram em ganho de crescimento, inclusive o de consórcio (Eucalipto), conforme mostrado na Figura 11.

Assim, se o consórcio com eucalipto não afeta a produção de fitomassa das braquiárias, ao menos não prejudica ganho em crescimento das espécies nativas, pois representa um pequeno ganho (3%). Mas a principal justificativa para a aplicação desta estratégia é a possibilidade de geração de renda quando comercializada a madeira

produzida nas entrelinhas, podendo cobrir parte dos custos de manutenção do plantio de recomposição.

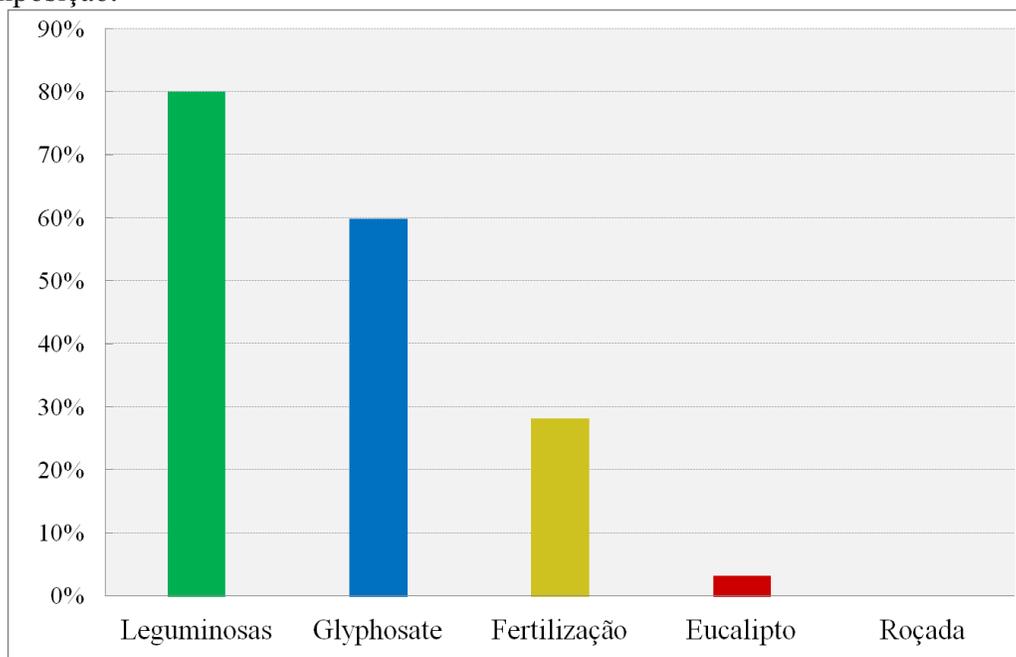


Figura 11. Ganho em crescimento relativo das dez espécies florestais com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Quando aplicada a estratégia de controle por consórcio com leguminosas herbáceas fixadoras de nitrogênio há um ganho em crescimento das espécies florestais da ordem de 78% quando comparado com o controle convencional representado pelo tratamento roçada (T1), aos 30 meses após o plantio das espécies florestais. Ainda que a estratégia de adubações complementares de cobertura tenham contribuído com ganho em crescimento da ordem de 30% em relação ao T1, ainda não é o suficiente para alcançar os efeitos benéficos do consórcio com as leguminosas.

O tratamento aplicação de glyphosate também resultou em ganho acentuado de crescimento das espécies florestais utilizadas, da ordem de 58%. Este é um indicativo que a dessecação da braquiária da área foi mais eficiente do que a adubação de cobertura das plantas florestais.

5.2.2 Crescimento por espécie florestal implantada

A diversidade genética repercute em respostas diferenciadas das espécies aos tratamentos aplicados. Em vista disso, serão apresentados, a seguir, os dados de crescimento de cada uma das dez espécies florestais utilizadas no experimento.

As espécies *Anadenanthera macrocarpa*, *Senna multijuga*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubim*, *Schizolobium parahyba*, ambas pertencentes à família Fabacea (leguminosas) apresentaram padrão semelhante de resposta para os tratamentos aplicados: maior crescimento no tratamento consórcio com leguminosas (T4),

seguida pelo tratamento aplicação de glyphosate (T2). Tais espécies foram as que apresentaram o maior porte entre as dez espécies florestais avaliadas.

O rápido crescimento dos indivíduos de espécies desta família é atribuído à sua capacidade de associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, sendo muito empregadas em reflorestamentos visando a restauração florestal e comumente recomendadas para a recuperação de áreas degradadas (MOSTASSO, 1997).

As plantas de *Anadenanthera macrocarpa* (angico vermelho) apresentaram alta taxa de sobrevivência aos 18 e 30 meses após o plantio (Tabela 6), independentemente do tratamento. Isto se deve, possivelmente, a rusticidade da espécie, que tolera solos secos e com baixa fertilidade (GONÇALVES et al., 2012).

Tabela 6. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Anadenanthera macrocarpa*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	100,0	2,7 a	4,3 a	100,0	4,0 a	6,4 a	3,1 ab
Glyphosate	93,3	2,5 ab	3,9 ab	93,3	3,7 ab	6,4 a	3,7 a
Fertilização	86,7	1,9 ab	2,7 bc	86,7	2,8 bc	4,6 ab	2,8 ab
Eucalipto	93,3	1,7 ab	2,4 c	93,3	2,5 bc	3,0 b	1,8 b
Roçada	100,0	1,5 b	1,9 c	93,3	2,7 c	3,6 b	2,2 ab

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

A redução dos efeitos da matocompetição devido ao manejo adotado nas unidades que receberam o consórcio com leguminosas arbustivo-herbáceas (T4) e também naquelas que receberam a aplicação de glyphosate (T2) favoreceu a expressão do franco crescimento dos indivíduos desta espécie. Isto resultou em ganho de crescimento da ordem de 55% no T4 (Leguminosas) e 60% no T2 (Glyphosate) quando comparadas com o crescimento no tratamento convencional (T1), aos 30 meses após o plantio, conforme apresentado na Tabela 6 e na Figura 12.

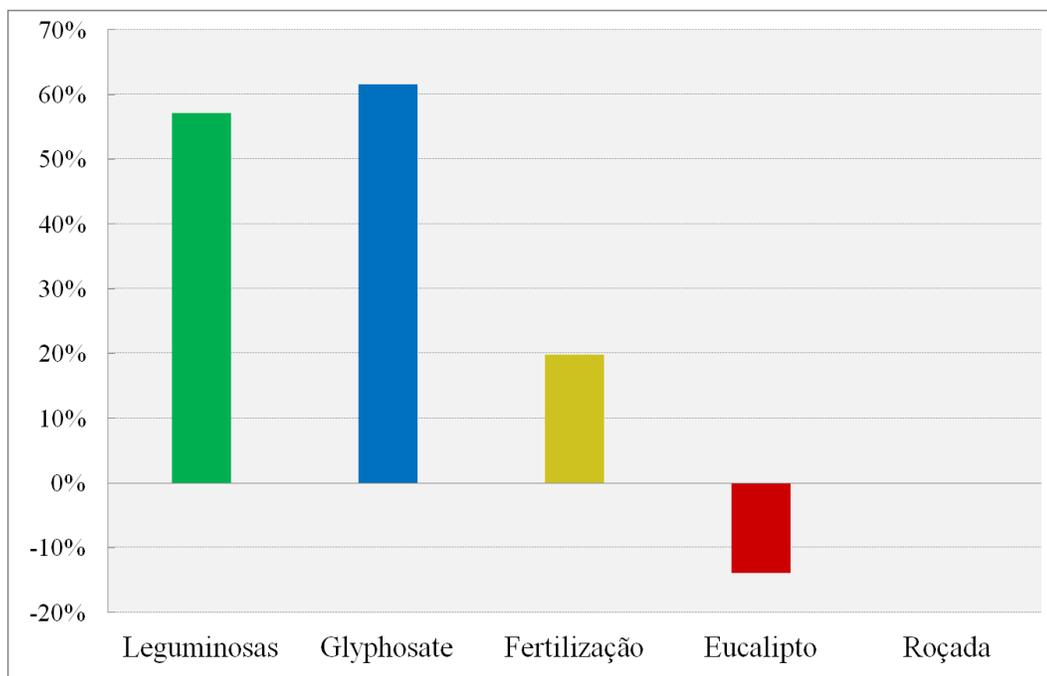


Figura 12. Ganho em crescimento relativo de *Anadenanthera macrocarpa* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Ainda que o crescimento relativo das plantas de angico vermelho tenha sido negativo quando em consórcio com eucalipto (T5), ou seja, inferior ao crescimento obtido no T1 (Roçada), nenhum dos parâmetros de crescimento apresentou diferença significativa entre estes tratamentos até os 30 meses após o plantio (Tabela 6). Segundo Lorenzzi (2002a), angico vermelho é uma espécie tipicamente heliófila e em idades mais avançadas do povoamento, o sombreamento das plantas do eucalipto podem vir a afetar o crescimento das plantas desta espécie. Isto reforça que a colheita ou tratos silviculturais como a desrama do eucalipto deve ser aplicados para não afetar o ritmo de crescimento destas plantas.

A fertilização complementar de N-P-K (20-05-20) e as duas aplicações de superfostato simples resultaram em ganho de crescimento de 20% em relação ao tratamento convencional (T1). No entanto, como mostrado na Tabela 6, não foi constatada diferença significativa em nenhum dos parâmetros de crescimento das plantas de angico vermelho entre o T3 e o T1. Possivelmente, as plantas de braquiária presentes nas entrelinhas de plantio do T3 foram mais eficientes do que as plantas de angico na absorção dos nutrientes disponibilizados na fertilização complementar.

As plantas de *Senna multijuga* (pau cigarra) também apresentaram taxa de sobrevivência superior à 20%, com crescimento significativamente superior em altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa nos tratamentos T4 (Leguminosas) e no T2 (Glyphosate), conforme mostrado na Tabela 7.

Tabela 7. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Senna multijuga*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	90,5	2,8 a	6,0 a	90,5	3,9 a	10,3 a	4,4 a
Glyphosate	85,7	2,7 a	6,8 a	85,7	3,7 a	10,5 a	4,1 a
Fertilização	81,0	1,6 b	2,9 bc	81,0	2,3 bc	4,5 b	2,0 b
Eucalipto	95,2	1,6 b	2,6 bc	95,2	2,6 bc	4,4 b	2,1 b
Roçada	90,5	1,2 c	2,3 c	90,5	2,1 c	4,5 b	2,1 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Observa-se ainda (Tabela 7) que, nas condições edafo-climáticas que foi realizado o trabalho, *Senna multijuga* pode ser consorciada com eucalipto e que a espécie não respondeu as adubações complementares (Figura 13), o que permite inferir que a espécie é sensível à matocompetição com o capim braquiária mantido nas entrelinhas do T1 (Roçada), T3 (Fertilização) e T5 (Eucalipto).

Ainda que seja considerada uma espécie rústica, indicada na recuperação de solos degradados por mineração, apresentando um rápido crescimento (DIAS, 1982), a substituição da cobertura do solo de braquiária por leguminosas herbáceo-arbustivas condicionou ganho de mais de 100% às plantas nestas unidades (Figura 13) quando comparada com as que cresceram nas unidade do controle convencional (T1).

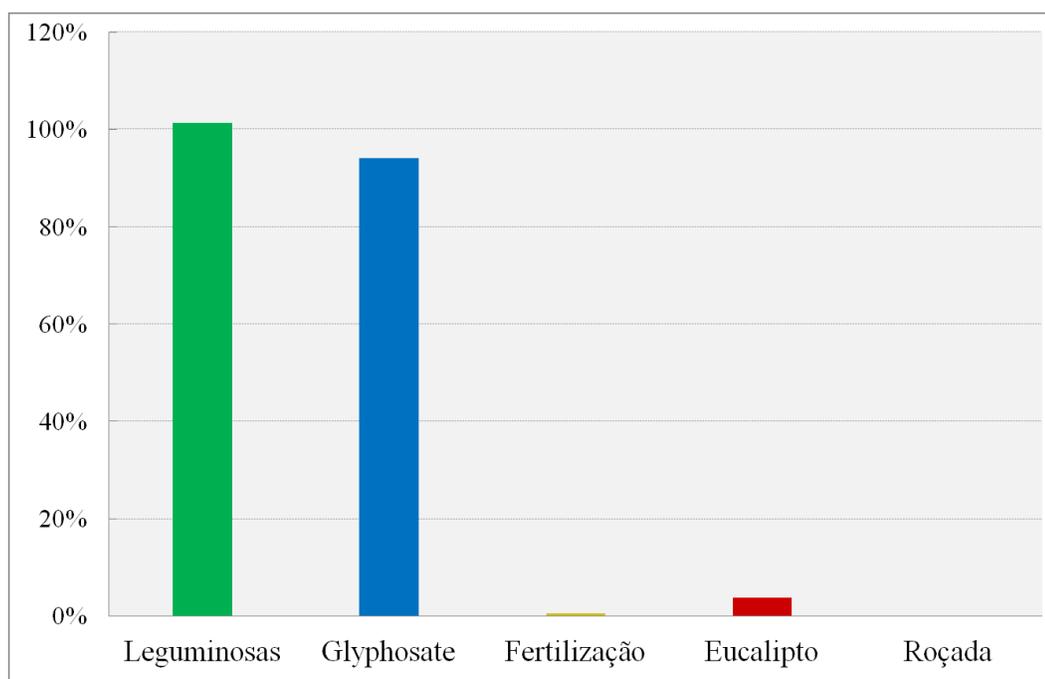


Figura 13. Ganho em crescimento relativo de *Senna multijuga* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle

por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

As plantas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha de negro) adaptaram-se bem às condições edafo-climáticas locais, de tal forma que o índice de sobrevivência da espécie para ambos os tratamentos foi considerada alta, em ambas as idades avaliadas (Tabela 8).

Diferenças significativas de crescimento desta espécie foram menos nítidas para altura, de tal forma que só diferiram significativamente aos 30 meses, sendo maior nos tratamentos T2 (Glyphosate) e T4 (Leguminosas). Possivelmente o recorrente ataque de percevejos às plantas de orelha de negro, conforme observação de campo e registro fotográfico apresentado na Figura 14, pode ter sido responsável pela variação dos dados de altura, dificultando a determinação de diferenças significativas para este parâmetro.



Figura 14. Registro de ataque de percevejos à indivíduo de *Enterolobium contortisiliquum* no experimento de cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., aos 12 meses após o plantio, em área de reflorestamento no município de Bom Jardim, RJ.

O diâmetro avaliado aos 18 meses é significativamente superior para as plantas submetidas a estes dois tratamentos em relação aos demais. Este efeito possivelmente se relaciona aos efeitos de competição com o capim braquiária nas faixas do T1 (Roçada), T3 (Fertilização) e T5 (Eucalipto).

Tabela 8. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Enterolobium contortisiliquum*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	92,6	2,6 a	7,1 a	92,6	3,2 ab	8,4 ab	2,6 a
Glyphosate	100,0	2,8 a	7,7 a	100,0	3,5 a	9,2 a	2,6 a
Fertilização	100,0	2,0 a	4,9 b	100,0	2,6 ab	6,5 bc	2,0 ab
Eucalipto	92,6	2,0 a	4,4 b	92,6	2,7 ab	6,2 c	1,9 b
Roçada	100,0	2,0 a	4,9 b	100,0	2,7 b	7,2 bc	2,0 ab

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Ainda que seja considerada uma espécie heliófila (LORENZZI, 2002a), indivíduos de *E. contortisiliquum* também são encontrados com frequência em capoeiras em estágios mais adiantados da sucessão secundária (CORRÊA, 1984). Como mostrado na Figura 15, o ganho em crescimento relativo ao T1 (Roçada) é negativo para as plantas no consórcio com eucalipto (T5). Entretanto, não há diferença significativa para nenhum dos parâmetros de crescimento entre o T1 (Roçada) e o T5 (Eucalipto). Isto demonstra que o consórcio não interferiu negativamente no crescimento das plantas de orelha de negro.

As plantas de orelha de negro apresentaram crescimento semelhante nas unidades submetidas ao controle convencional (T1) e de fertilização complementar (T3), como mostrado na Tabela 8 e a Figura 15. Fica evidenciado que a fertilização complementar é um custo desnecessário para a promoção do crescimento das plantas de orelha de negro quando são mantidas plantas de braquiária na área.

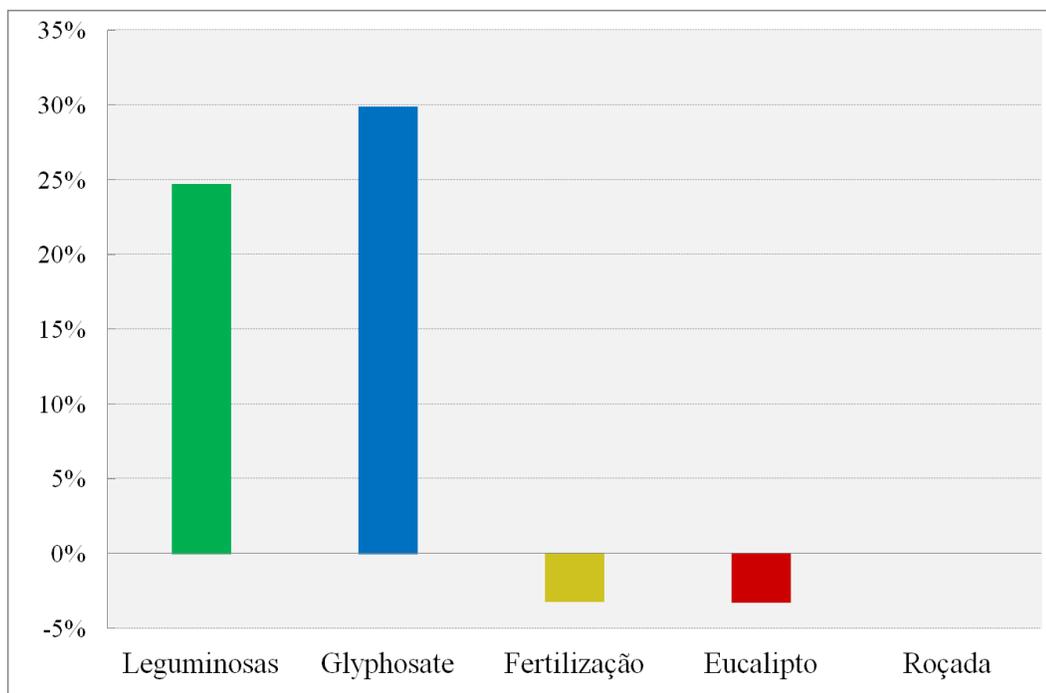


Figura 15. Ganho em crescimento relativo de *Enterolobium contortisiliquum* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Pela Tabela 9, constata-se que as plantas de *Peltophorum dubim* apresentaram boa taxa de sobrevivência em todos os tratamentos de controle de braquiária, corroborando com Bertolin et al. (2015) que aponta que esta espécie, normalmente, apresenta elevados níveis de sobrevivência, crescimento e acumulação de biomassa, quando comparada à outras espécies nativas.

Tabela 9. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Peltophorum dubim*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	100,0	2,9 a	6,1 a	100,0	3,6 a	8,3 a	3,0 a
Glyphosate	91,7	2,6 a	5,5 a	91,7	3,6 a	7,5 a	2,6 a
Fertilização	100,0	1,9 b	4,0 b	100,0	2,5 b	5,5 b	1,8 b
Eucalipto	87,5	1,4 bc	3,2 b	87,5	2,3 b	4,2 b	1,6 b
Roçada	87,5	0,9 c	2,7 b	83,3	1,7 b	4,9 b	1,4 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Pela Tabela 9, constata-se que a espécie apresentou crescimento significativamente superior nos tratamentos em que a braquiária foi eliminado da área de plantio (T2 e T4). O ganho em crescimento relativo ao T1 (Roçada) é de 94% e 82% para T4 (Leguminosas) e T2 (Glyphosate), respectivamente (Figura 16). O fato de serem leguminosas que não apresentam nodulações (GAIAD & CARPANEZZI, 1984) faz com que a adubação verde repercute em ganhos significativos de crescimento. O consórcio de *Peltophorum dubim* com eucalipto é viável, não afetando o crescimento das plantas quando em comparação ao sistema não consorciado (T1).

Segundo Bertolin et al. (2015) a farinha seca não tolera solos rasos, pedregosos ou muito úmidos, preferindo locais com solos bem drenados e de média a alta fertilidade. A fertilização, no entanto, não resultou em ganho significativo em crescimento das plantas desta espécie, de tal forma que deve ser avaliado se os custos com a aquisição do adubo, transporte e de aplicação compensam o ganho em crescimento em 27 %, em relação ao tratamento T1 (Roçada).

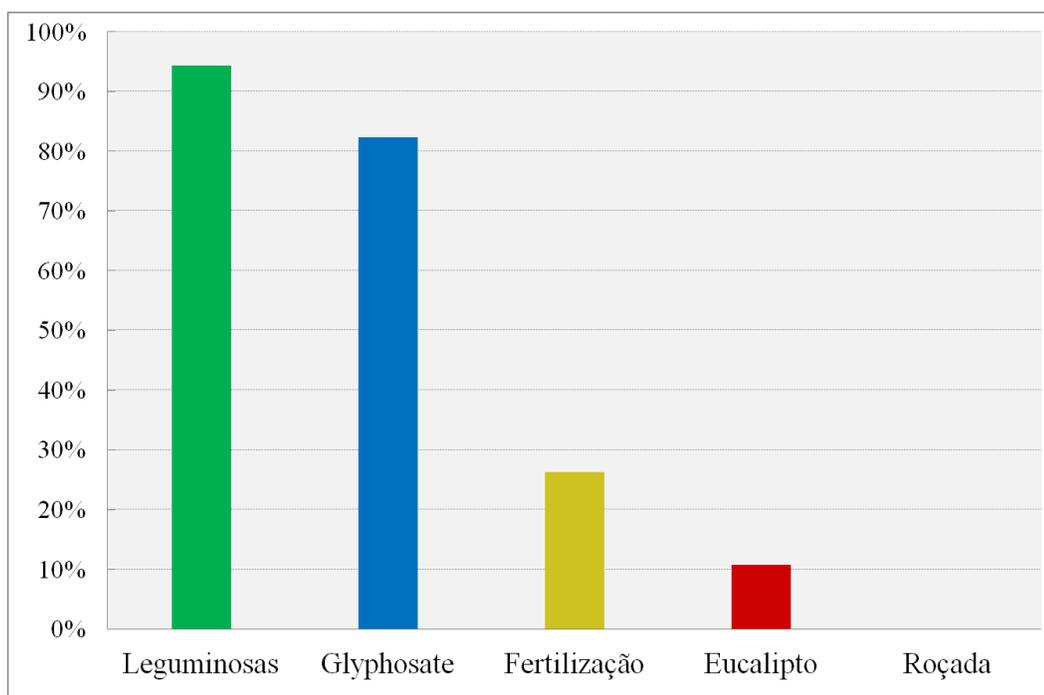


Figura 16. Ganho em crescimento relativo de *Peltophorum dubim* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Todas as plantas de *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) nas unidades de consórcio com leguminosas herbáceo-arbustivas sobreviveram até os 30 meses após o plantio, conforme mostrado na Tabela 10. Nas demais unidades experimentais a taxa de sobrevivência do guapuruvu foi inferior àquela preconizada pela Resolução 089/2014 (INEA, 2014) e por isso demanda ações de replantio (BELLOTO et al., 2009).

Segundo Lorenzzi (2002a) o guapuruvu é considerado uma das plantas nativas com maior velocidade de crescimento em altura. Neste experimento, as plantas desta espécie

foram as que apresentaram o maior porte entre todas as espécies avaliadas, principalmente quando cresceram sem a presença de braquiária (leguminosas e glyphosate). Oliveira (2010) também observou que *Schizolobium parahyba* foi uma das espécies, entre as oito avaliadas, que mais respondeu ao consórcio com leguminosas herbáceas.

Tabela 10. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Schizolobium parahyba*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	100,0	3,7 a	9,2 a	100,0	5,2 a	12,6 a	3,2 a
Glyphosate	75,0	2,9 ab	7,8 ab	75,0	4,6 a	11,2 a	3,1 a
Fertilização	79,2	1,8 bc	5,6 b	79,2	3,0 b	8,0 b	2,7 b
Eucalipto	70,8	1,2 c	3,1 c	70,8	1,8 c	4,3 c	1,9 c
Roçada	95,8	1,1 c	3,1 c	95,8	1,8 c	5,0 c	2,0 c

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Segundo Lorenzzi (2002a) o guapuruvu desenvolve-se bem em áreas mais abertas, sendo rara em florestas mais densas. No entanto, sombreamento promovido pelo eucalipto nas entrelinhas do T5 (Eucalipto) não afetou significativamente o crescimento médio das plantas desta espécie (Tabela 10), mas também não proporcionou ganhos de crescimento, aos 30 meses após o plantio (Figura 17).

Dentre as espécies da família Fabacea utilizadas neste experimento, o guapuruvu foi a espécie que apresentou maior ganho em crescimento relativo quando receberam doses complementares de adubação (T3). Isto indica que a fertilização mais pesada, aliada ao bom controle de plantas daninhas, pode ser uma estratégia eficaz para esta espécie. Apesar de ser uma espécie da família Fabacea, as plantas de *Schizolobium parahyba* não apresentam nodulações, ou seja, a interação com bactérias fixadoras de nitrogênio não é eficiente nesta espécie (GAIAD & CARPANEZZI, 1984). Desta forma, a dependência ao nitrogênio disponibilizado pela adubação verde (T4) ou pela fertilização (T3) resulta em ganhos expressivos na velocidade de crescimento desta espécie.

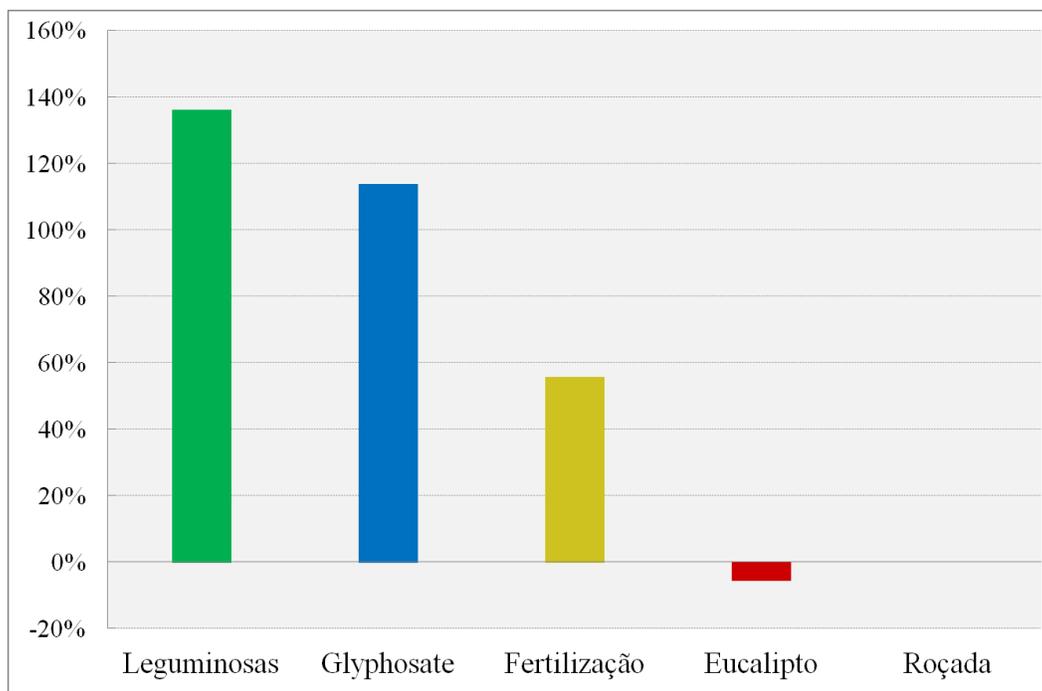


Figura 17. Ganho em crescimento relativo de *Schizolobium parahyba* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

A espécie *Cordia trichotoma* (louro pardo) foi, de maneira geral, aquela que apresentou a menor taxa de sobrevivência e crescimento, possivelmente um indicativo de que as condições edafo-climáticas locais não favoreceram a espécie.

A consorciação com leguminosas herbáceas foi o tratamento que diferiu significativamente dos demais (Tabela 11) e resultando em ganho de crescimento da ordem de 120%, quando comparado com o controle convencional de roçada nas entrelinhas e capina na linha (Figura 18). A expressão deste potencial é particularmente importante pois segundo Carvalho (1994a), esta espécie apresenta crescimento lento a moderado, o que prolonga o tempo necessário à formação do povoamento.

Tabela 11. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Cordia trichotoma*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	72,2	1,61 a	3,76 a	61,1	2,15 a	4,69 a	2,0 a
Glyphosate	77,8	1,08 ab	2,59 ab	72,2	1,52 ab	3,16 ab	1,7 a
Fertilização	88,9	1,15 ab	2,44 ab	77,8	1,81 a	3,73 ab	1,4 ab
Eucalipto	78,8	0,65 b	1,61 b	72,2	1,01 b	1,71 b	0,7 b
Roçada	77,8	0,64 b	1,24 b	72,5	1,00 b	1,97 b	0,9 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Segundo Lorenzzi (2002a) *Cordia trichotoma* é uma espécie heliófila pouco exigente quanto a fertilidade do solo. Entretanto, o aporte de nutrientes pela fertilização favoreceu o crescimento das plantas desta espécie (Figura 15), indicando que este manejo pode ser adotado para favorecer a expressão do máximo potencial de crescimento da espécie (SILVA et al., 1997). Proporcionalmente, esta espécie foi a espécie mais responsiva à fertilização de cobertura complementar.

Na Figura 18, o ganho em crescimento relativo ao T1 (Roçada) é negativo para as plantas submetidas ao consórcio com eucalipto. No entanto, pela Tabela 11, não foi constatada diferença significativa para os parâmetros de crescimento nos tratamentos com consórcio (T5) e sem consorcio com eucalipto (T1).

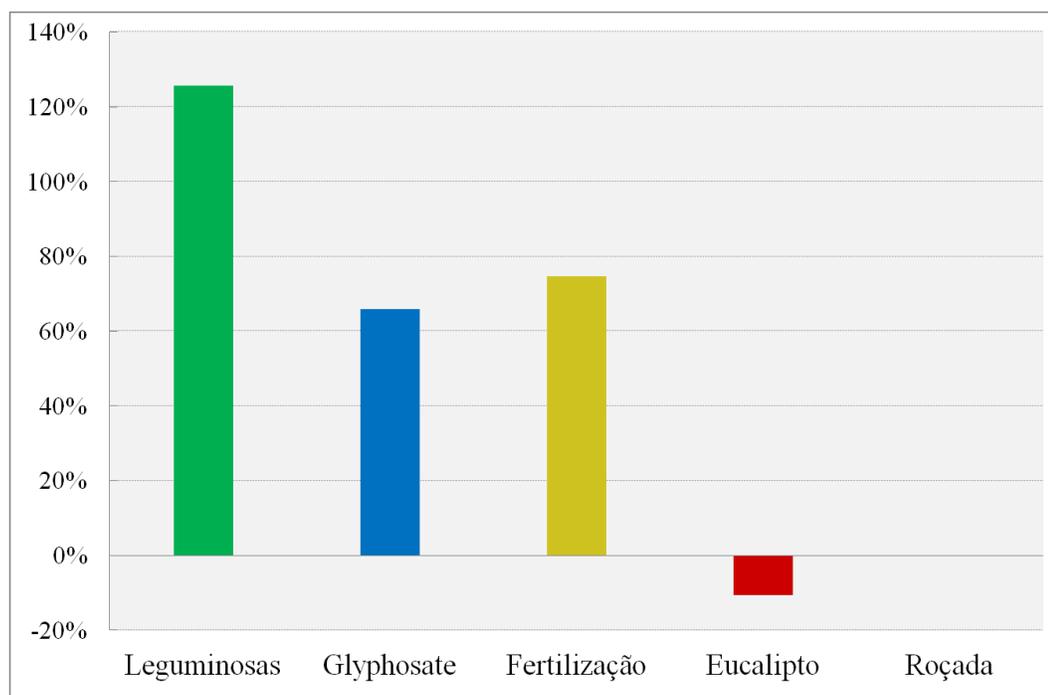


Figura 18. Ganho em crescimento relativo de *Cordia trichotoma* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

As plantas de *Cyatharexylum myrianthum* (pau viola), apresentaram baixa taxa de sobrevivência nas unidades experimentais submetidas à aplicação de glyphosate, principalmente no intervalo ente 18 e 30 meses, conforme mostrado na Tabela 12. Esta foi a menor taxa de sobrevivência observada entre as espécies utilizadas. Este dado contribuiu para a menor taxa de sobrevivência do grupo das dez espécies na tratamento de aplicação de glyphosate (Tabela 4). Aparentemente, efeitos de deriva do herbicida não podem ser tomados como explicação, tendo em vista que a última aplicação de glyphosate na área ocorreu aos 13 meses após o plantio.

Tabela 12. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Cytharexylum myrianthum*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	95,2	2,5 a	4,3 a	95,2	2,9 a	5,8 a	2,6 a
Glyphosate	81,0	1,1 b	2,3 b	42,9	1,8 b	3,6 b	2,0 a
Fertilização	95,2	1,2 b	2,3 b	95,2	1,8 b	3,2 b	1,3 b
Eucalipto	95,2	1,2 b	2,0 b	90,5	1,9 b	2,4 b	0,9 b
Roçada	100,0	0,9 b	2,0 b	95,2	1,6 b	2,8 b	1,2 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Muitos indivíduos desta espécie secavam (ao final da estação seca) e rebrotavam no verão, fazendo com que a variação dos dados dendrométricos fosse muito alta, o que explica a dificuldade de detecção de diferenças significativas das características de crescimento entre os tratamentos. Segundo Carvalho (2003), esta é uma espécie muito frequente em áreas úmidas e planas, características bastante distintas das encontradas na área experimental, o que pode explicar os menores valores médios de altura e diâmetro ao nível do solo em relação a outras espécies avaliadas.

Constata-se pela Tabela 12 e Figura 19 que o consórcio com leguminosas foi muito eficaz na promoção do crescimento das plantas desta espécie, com ganho de crescimento relativo ao T1 (Roçada) de 108%. Os efeitos da cobertura verde ou morta ("mulch") das leguminosas, pode ter contribuído para a manutenção de maior umidade do solo nesta área, favorecendo a criação de um micro habitat favorável ao crescimento de *Cytharexylum myrianthum*. As respostas a fertilização foram muito pequenas e não é indicado o consórcio com eucalipto, nas condições que foi realizado o trabalho.

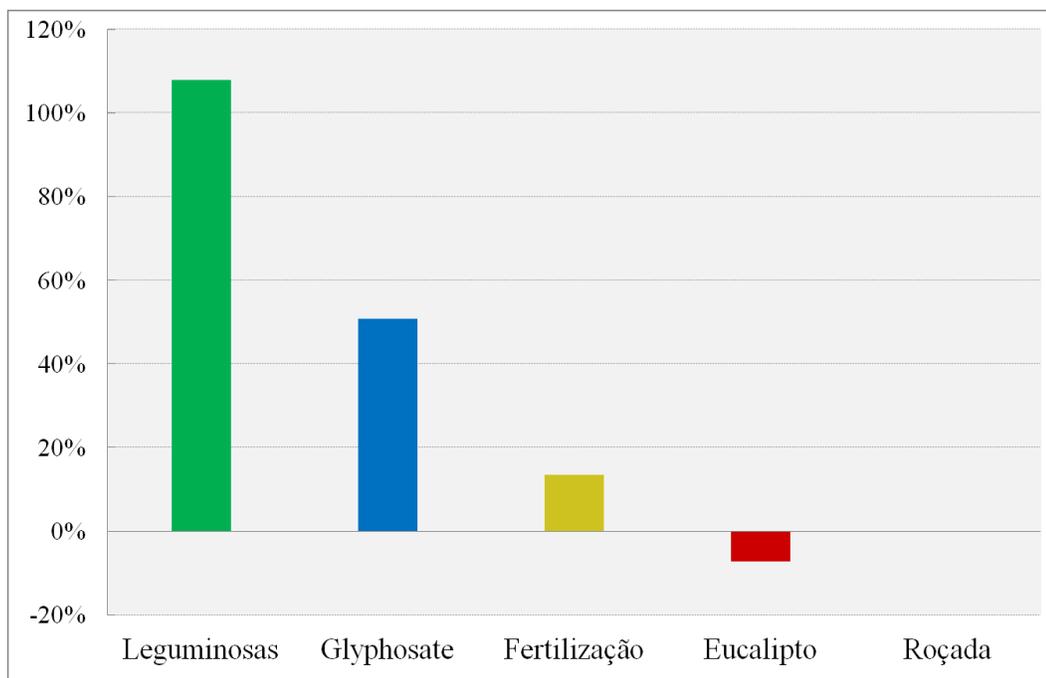


Figura 19. Ganho em crescimento relativo de *Cytharexylum myrianthum* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Guarea guidonia (carrapeta) apresentou taxa de sobrevivência inferior a 80% nos tratamentos T2 (Glyphosate), T5 (Eucalipto) e T1 (Capina), aos 30 meses após o plantio (Tabela 13). Nestas unidades experimentais são recomendadas de ações de replantio (INEA, 2014). Assim como *Cordia trichotoma* e *Cytharexylum myrianthum*, a carrapeta apresentou baixa taxa de sobrevivência entre os tratamentos e crescimento lento quando comparada às demais espécies utilizadas no experimento. Possivelmente, por ser considerada uma espécie heliófila e seletiva higrófila (LORENZZI, 2002a) a espécie não tenha se adaptado bem ao ambiente da área experimental.

Tabela 13. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Guarea guidonia*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	90,5	1,13 a	2,8 a	85,7	1,8 a	4,1 a	0,9 a
Glyphosate	71,4	0,86 a	1,8 b	71,4	1,2 bc	2,6 bc	0,7 ab
Fertilização	95,2	0,97 a	2,0 ab	90,5	1,5 ab	3,6 ab	1,1 a
Eucalipto	81,0	0,76 a	1,7 b	71,4	1,1 bc	2,3 c	0,9 ab
Roçada	85,7	0,74 a	1,5 b	76,2	1,2 bc	2,6 bc	0,6 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Com base nos dados de crescimento aos 18 e 30 meses apresentados na Tabela 13, bem como o ganho em crescimento relativo ao tratamento T1 (Roçada), mostrado na Figura 20, é possível constatar que a estratégia de aplicação de glyphosate prejudicou o crescimento das plantas de carrapeta.

Da mesma forma que para o pau viola, as plantas de carrapeta responderam bem ao consórcio com leguminosas, provavelmente pela maior retenção de umidade proporcionado pelo cobertura morta das leguminosas herbáceas, sobretudo o feijão de porco.

Observa-se também pela Figura 20 que, em média, as plantas de *Guarea guidonea* apresentaram ganho em crescimento próximo a 50%, quando aplicado as fertilizações complementares. Esta resposta pode estar relacionada as características, normalmente, de maior fertilidade em áreas ciliares, onde a espécie é mais comum (MARTINS, 2007).

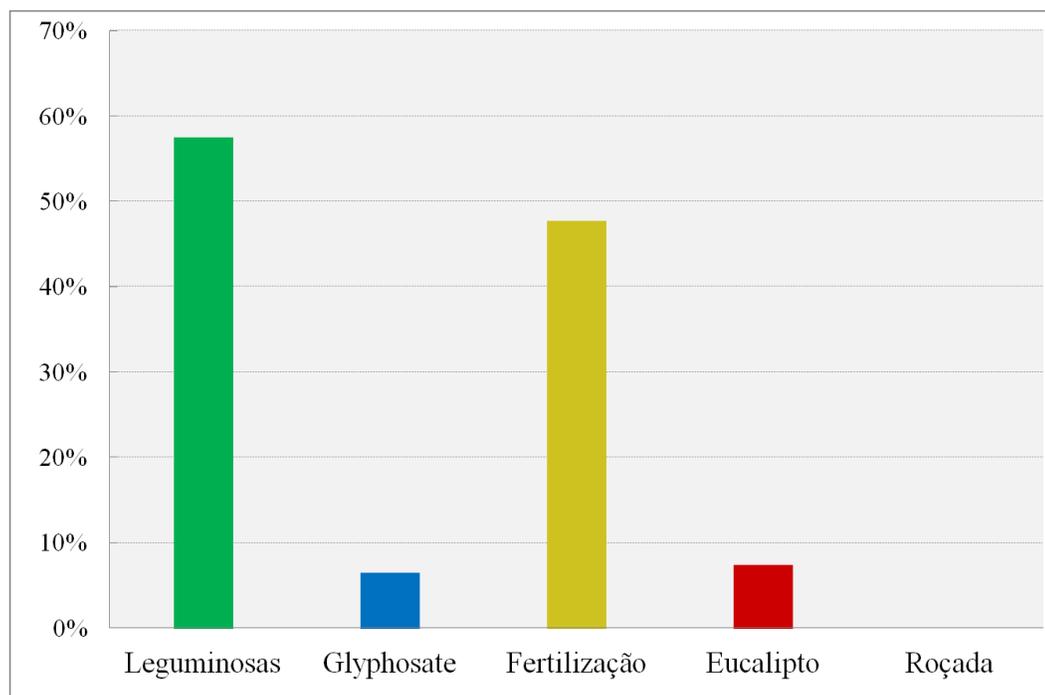


Figura 20. Ganho em crescimento relativo de *Guarea guidonea* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Schinus terebinthifolius (aroeira-pimenteira), apresentou em todos os tratamentos sobrevivência superior a 90% (Tabela 14), evidenciando sua adaptação ao ambiente deste trabalho. Considerada uma espécie tipicamente pioneira, heliófila e que ocorre em vários formações de solo (LORENZZI, 2002a), o que contribuiu para esta alta taxa de sobrevivência.

As plantas de aroeira apresentaram maior taxa de sobrevivência e porte significativamente superior nos tratamentos de consórcio com leguminosas e de aplicação de glyphosate. Os valores significativamente inferiores dos parâmetros de crescimento no tratamento T1 (Roçada), conforme mostrado na Tabela 14, indicam que mesmo sendo uma

espécie muito rústica, as plantas de aroeira são sensíveis à competição com as plantas de braquiária.

Tabela 14. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Schinus terebinthifolius*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	93,3	2,0 a	4,9 a	93,3	2,8 ab	7,0 a	3,5 a
Glyphosate	100,0	2,1 a	4,7 a	100,0	3,0 a	6,9 a	3,5 a
Fertilização	93,3	1,4 bc	3,2 b	93,3	2,2 b	6,0 a	2,8 ab
Eucalipto	93,3	1,7 ab	2,8 b	93,3	3,3 a	4,8 a	2,1 b
Roçada	96,7	1,1 c	2,8 b	96,7	1,9 c	5,3 a	2,1 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Conforme mostrado na Tabela 14, o crescimento em altura das plantas de aroeira no consórcio com eucalipto (T5), foi semelhante àqueles encontrados para o tratamento aplicação de glyphoste (T2) e consórcio com leguminosas (T4). No entanto, o crescimento em diâmetro das plantas de aroeira em consórcio com eucalipto não acompanhou o crescimento em altura, indicando que o sombreamento do eucalipto condicionou o estiolamento das plantas de aroeira. Isto fica melhor caracterizado quando se define a relação Alt/DNS, que para o T1 aos 30 meses é de 0,4, enquanto que para o T5 é de 0,7 quase duas vezes maior que o primeiro.

Segundo Carvalho (2003), aroeira cresce mais em diâmetro de copa do que em altura, apresentando hábito simpodial com copa frondosa. Além disso, por ser uma heliófila muito característica (LORENZZI, 2002a) as plantas desta espécie no consórcio (T5) foram influenciadas pelo sombreamento do eucalipto. No entanto, o eucalipto não afetou o crescimento das plantas neste tratamento, quando comparadas com o T1 (Roçada), apresentando ganho em crescimento relativo da ordem de 20% (Figura 21).

Observa-se pela Figura 21, que *Schinus terebinthifolius* mesmo sendo uma espécie rústica, respondeu às fertilização complementar com ganho em torno de 25% de crescimento em relação ao T1 (Roçada), para condições que foi realizado o experimento.

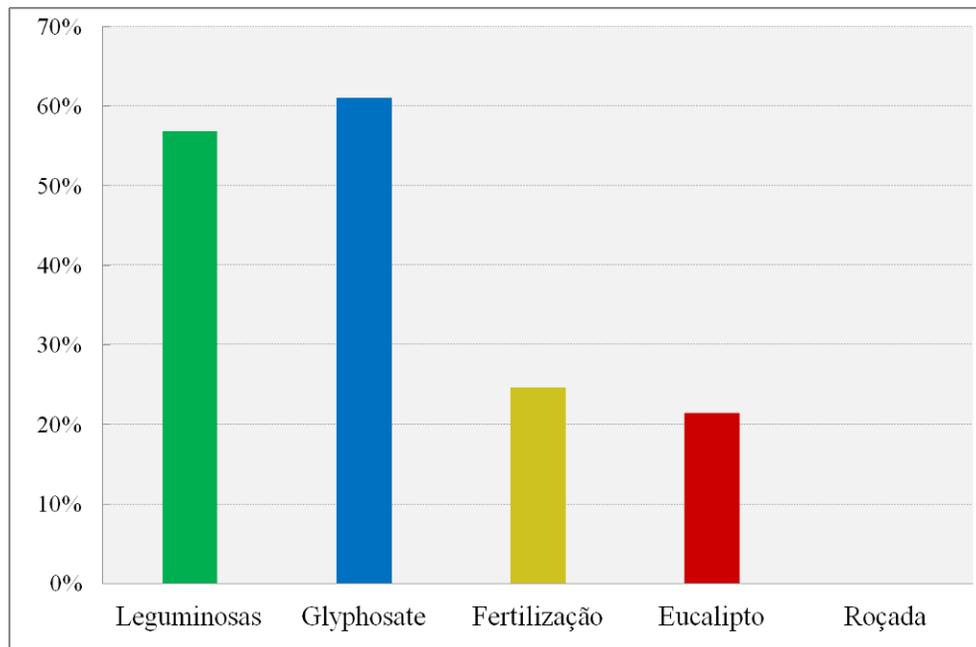


Figura 21. Ganho em crescimento relativo de *Schinus terebinthifolius* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

A *Tibouchina granulosa* (quaresmeira), se adaptou bem a área de plantio, apresentando alto índice de sobrevivência aos 18 e aos 30 meses (Tabela 15), exceto para o tratamento em consórcio com eucalipto, que apresentou sobrevivência de 75%. Segundo Lorenzi (2002a), *T. granulosa* é considerada espécie heliófila de ocorrência em formações secundárias, como capoeiras e bordas de fragmentos em estágio avançado de sucessão ecológica, e por isso necessita de bastante luz para seu crescimento. Aos 18 meses, as plantas de eucalipto estavam em média com altura de 6,4 m e aos 30 meses de 11,9 m, porte suficiente para proporcionar considerável sombreamento na área. A exemplo da espécie *Enterolobium contortisiliquum* (Tabela 8 e Figura 15), a quaresmeira também foi pouco responsiva aos tratamentos de consórcio com leguminosas (T4) e aplicação de glyphosate (T2), conforme mostram a Tabela 15 e a Figura 22.

Tabela 15. Valores médios de sobrevivência (Sbv) e de crescimento (Altura da parte aérea, Diâmetro ao nível do solo e Diâmetro de copa) de *Tibouchina granulosa*, sob cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em duas idades após plantio, em área de reflorestamento, no município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	-----18 meses -----			-----30 meses -----			
	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	Sbv (%)	Alt (m)	DNS (cm)	DC (m)
Leguminosas	100,0	2,0 a	5,5 a	100,0	2,8 ab	8,4 a	3,2 a
Glyphosate	95,8	1,8 a	5,3 a	95,8	2,6 ab	8,5 a	3,0 a
Fertilização	83,3	1,9 a	4,9 a	83,3	2,5 ab	8,1 a	2,9 a
Eucalipto	75,0	1,8 ab	3,8 b	75,0	3,2 a	6,1 a	3,0 a
Roçada	91,7	1,1 b	2,9 b	91,7	2,0 b	6,6 a	2,3 b

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem pelo teste de Tukey ($P \geq 95\%$).

Segundo Braga et al. (1995) a quaresmeira é uma espécie com um alto requerimento nutricional, respondendo muito bem a adubação. Tanto a fertilização com NPK (20-05-20) e superfosfato simples, aplicados no tratamento T3 (Fertilização) quanto os efeitos da adubação verde pela decomposição das leguminosas herbáceas, influenciaram positivamente no ganho em crescimento para as plantas desta espécie (Figura 22).

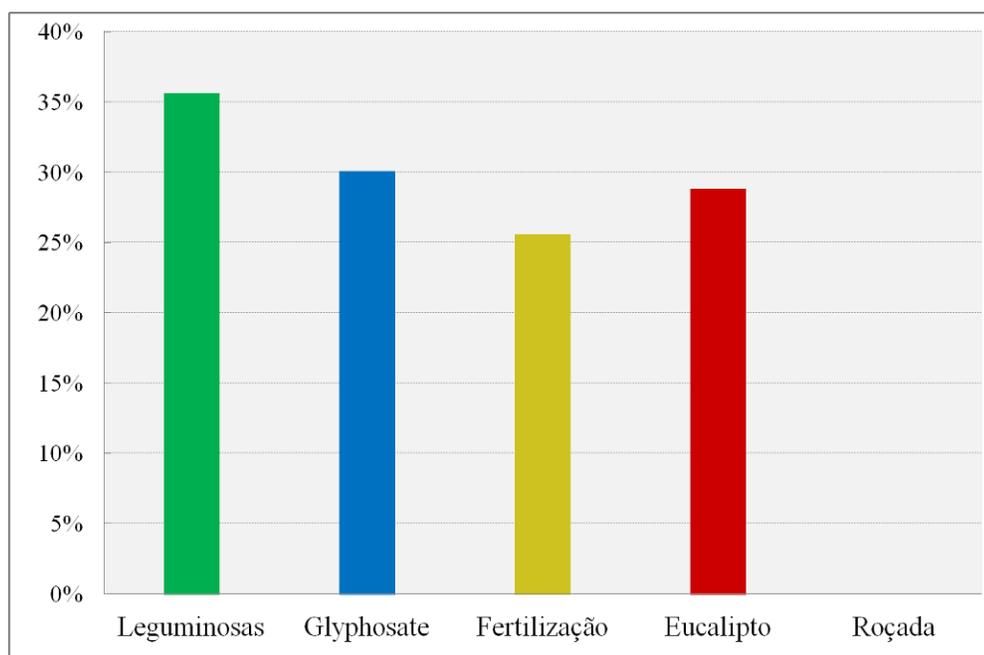


Figura 22. Ganho em crescimento relativo de *Tibouchina granulosa* com base na altura, diâmetro ao nível do solo e diâmetro de copa, aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp., em relação ao controle por capina em faixa na linha de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Das espécies testadas, foram as plantas de quaresmeira, que em média, apresentaram maior resposta ao consórcio com eucalipto, conforme apresentado na Figura 22, com valores próximos a 30%. Em torno de 25% das plantas de *Tibouchina granulosa* neste

tratamento não sobreviveram (Tabela 15), mas a maior parte das que sobreviveram se adaptaram a condição de sombreamento parcial e cresceram mais do que as que estavam à pleno sol.

No anexo I, nas Figuras 24 a 43 são apresentados os gráficos de crescimento em altura e em diâmetro ao nível do solo para cada uma das dez espécies florestais utilizadas neste trabalho.

Na Tabela 16, é apresentado quadro resumo de classificação das respostas de crescimento relativo para todas as espécies (Figuras de 11 a 22, exceto a 14), em função do tratamento de controle de *Urochloa* spp., comparados com o tratamento T1 (Roçada), considerado o manejo convencional do capim braquiária, aos 30 meses após o plantio.

Das dez espécies testadas, sete responderam com crescimento relativo "ótimo" ou "bom" quando submetidas ao consórcio com leguminosas herbáceas (T4). O significativo ganho em crescimento para a maioria das espécies reafirma a alta eficácia desta estratégia de controle de plantas daninhas na expressão do maior potencial de crescimento das espécies. Segundo Santos (2013) este é um efeito combinado da retirada das plantas daninhas da área com os efeitos benéficos da cobertura por leguminosas no solo. Efeitos da substituição da cobertura agressiva de braquiária por uma cobertura benéfica à maioria das espécies florestais testadas podem ser ainda mais significativas com o passar do tempo, em idades mais avançadas do povoamento de restauração.

Este cenário é particularmente interessante, pois a restauração florestal é um processo com larga escala de tempo envolvida (MARTINS, 2007), e a formação dos povoamentos constituem apenas uma etapa deste processo. Assim, projetando no início da implantação ações com ganhos ecológicos futuros, como o manejo das leguminosas de cobertura, as demais etapas do processo de restauração florestal também podem alcançar maior eficiência.

A aplicação de glyphosate também resultou em ganhos em crescimento considerados "ótimo" ou "bom" para seis espécies das dez espécies testadas. A eficácia desta estratégia está relacionada a capacidade do glyphosate em eliminar as plantas de braquiária na área de plantio. A manutenção da massa seca do capim braquiária na área também guarda o potencial de melhorar os atributos físico, químicos e biológicos do solo no longo prazo. A utilização dos produtos herbicidas em área de restauração florestal é temática de acalorados debates e novos estudos devem ser conduzidos para apontar indicadores confiáveis de monitoramento ambiental nas áreas destinadas à restauração que fazem uso desta forma de controle, visando colocar à disposição do restaurador esta ferramenta de manejo.

Tabela 16. Classificação do ganho em crescimento relativo (CR) de dez espécies florestais aos 30 meses após o plantio, para quatro estratégias de controle de *Urochloa* spp. em relação ao controle por capina em faixas nas linhas de plantio e roçada nas entrelinhas, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ

Espécie florestal	Leguminosas	Glyphosate	Fertilização	Eucalipto
<i>Anandenanthera macrocarpa</i>	Regular	Bom	Ruim	Péssimo
<i>Senna multijuga</i>	Ótimo	Ótimo	Péssimo	Ruim
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Ruim	Regular	Péssimo	Péssimo
<i>Peltophorum dubim</i>	Ótimo	Ótimo	Regular	Ruim
<i>Schizolobium parahyba</i>	Ótimo	Ótimo	Bom	Péssimo
<i>Cordia trichotoma</i>	Ótimo	Bom	Bom	Péssimo
<i>Cytherexylum myrianthum</i>	Ótimo	Regular	Ruim	Péssimo
<i>Guarea guidonia</i>	Bom	Ruim	Regular	Ruim
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Bom	Bom	Regular	Ruim
<i>Tibouchina granulosa</i>	Regular	Regular	Regular	Regular
Nº de espécies com CR "Ótimo" ou "Bom"	7	6	2	0

Onde: $CR > 75\%$ = ótimo; $75 \leq CR < 50\%$ = bom; $50 \leq CR < 25\%$ = regular; $25 \leq CR < 0\%$ = ruim; $CR \leq 0\%$ = péssimo.

De maneira geral, as espécies nativas responderam pouco à fertilização complementar. O modo, a dose ou o controle ineficiente por capina e roçada podem ter contribuído para este resultado. Como a roçada não afeta o sistema radicular dessas gramíneas, possivelmente a adubação foi mais aproveitada pelo capim braquiária do que pelas espécies florestais.

Em relação ao consórcio com eucalipto (T5), nenhuma das plantas foi apresentou ganho em crescimento classificados como "ótimo" ou "bom". No entanto, mesmo as espécies que com crescimento relativo classificados como "Péssimo", ou seja, com crescimento inferior ao tratamento convencional (T1), não apresentaram diferenças significativas para os parâmetros de crescimento entre estes dois tratamentos. Isto indica que até os 30 meses após o plantio as espécies nenhuma das espécies florestais utilizadas neste experimento tiveram seu ritmo de crescimento afetado pelas plantas de eucalipto.

Considerando que a maioria das espécies nativas são heliófilas (Tabela 2), pertencentes ao grupo das pioneiras ou secundárias iniciais, fica evidenciada a necessidade de novos estudos utilizando espécies de estágios mais avançados da sucessão ecológica, que teoricamente seriam menos afetadas pela competição por luz com as plantas de eucalipto. Silva (2013) observou que cinco espécies florestais nativas apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro ao nível do solo, quando consorciadas em arranjo contendo mais plantas de eucalipto do que no arranjo contendo menos plantas, evidenciando possíveis efeitos benéficos do sombreamento e da deposição de serrapilheira pelas plantas de eucalipto.

No presente trabalho, é possível supor que as plantas nativas foram mais afetadas pela competição pelo capim braquiária nas entrelinhas do que pelo eucalipto. As próprias plantas de eucalipto foram afetadas negativamente pela presença da braquiária, crescendo com menor velocidade até os 18 meses. Novos estudos com objetivos de testar outras

formas de manejo do capim braquiária e de tratos silviculturais podem contribuir para ganhos em produtividade do eucalipto com menor interferência sobre as plantas nativas.

A Tabela 16 permite inferir também que *Senna multijuga*, *Peltophorum dubim* e *Schizolobium parahyba* foram as espécies mais sensíveis à matocompetição com o braquiária, e uma vez que a retirada desta plantas em área total, como ocorreu nos tratamentos com leguminosas e aplicação de glyphosate, resultou em ganho de crescimento da ordem de 75%, em relação do tratamento convencional. As espécies que menos responderam aos tratamentos, ou seja, as que apresentaram mesmo ritmo de crescimento, tanto na presença (T1, T3 e T5) quanto na ausência do capim braquiária (T2 e T4) foram as espécies *Tibouchina granulosa* e *Enterolobium contortisiliquum*.

5.3 Características Químicas do Solo

As espécies de leguminosas herbáceas apresentam menor relação C/N que a maioria das espécies de gramíneas (BARRADAS, 2010) o que implica na possibilidade de melhoria das características químicas, físicas e biológicas dos solos (PERIN et al., 2004). No entanto, considerando a camada de solo explorada pelas arbóreas nesta idade (0-30cm) constata-se pela Tabela 17, que não houve diferença significativa dos macronutrientes, e também de matéria orgânica no solo, aos 30 meses após o plantio, entre os tratamentos.

Tabela 17. Análise química de amostras de solos, profundidade de 0-30 cm, das unidades experimentais que receberam diferentes estratégias de controle de *Urochloa* spp., aos 30 meses após o plantio, em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ

Tratamento	pH	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	MO	P-rem
	H ₂ O	-- mg / dm ³ --		----- cmol / dm ³ -----		-----	dag/Kg	mg/L
Leguminosas	4,95 a	0,50 a	11,7 a	0,22 a	0,19 a	1,20 a	2,71 a	15,63 a
Glyphosate	4,84 a	0,63 a	11,7 a	0,11 a	0,11 a	1,33 a	2,62 a	13,73 a
Fertilização	5,00 a	0,40 a	20,7 a	0,20 a	0,11 a	1,23 a	2,71 a	15,13 a
Eucalipto	4,98 a	0,50 a	15,7 a	0,31 a	0,16 a	1,07 a	2,75 a	14,43 a
Roçada	4,84 a	1,10 a	20,7 a	0,34 a	0,11 a	1,17 a	2,76 a	16,43 a

pH em água, KCl e CaCl₂ - Relação 1:2,5; P e K: Extrator Mehlich 1; Ca, Mg e Al : Extrator KCl - 1 mol/L; Mat. Org. (MO) - Oxidação: Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄10N; P-rem = Fósforo Remanescente.

Longo et al. (2011), avaliando diferentes estratégias para recuperação da fertilidade de solos degradados por mineração no estado de Rondônia, também observaram que a utilização de adubos verdes (*Cajanus cajan*s e *Mucuna aterrima*) não provocou incremento da matéria orgânica no solo, aos 15 meses após a semeadura das mesmas. Segundo os autores, é necessário maior tempo para que as alterações nos teores de matéria orgânica na camada superficial do solo (até 10 cm) possam ser detectadas.

Evidencia-se também que a fertilização complementar (T3), que resulta em uma pronta disponibilização dos nutrientes na solução do solo, não foi capaz de provocar alterações significativas nas características do solo na época da coleta. Possivelmente, os nutrientes disponibilizados pela fertilização que não foram absorvidos pelas plantas florestais ou pelas plantas de braquiária, foram perdidos por lixiviação.

5.4 Custos de Manutenção

As quantidades e datas de cada uma das atividades de manutenção realizadas no experimento para os cinco tratamentos de controle de *Urochloa* spp., até 30 meses após o plantio das espécies arbóreas, são apresentadas na Tabela 18. Não foi incluído o controle de formigas cortadeiras, pois independe dos tratamentos, não tendo sido mensurado.

Tabela 18. Atividades de manutenção para cada tratamento do experimento de avaliação de diferentes estratégias de controle de capim braquiária (*Urochloa* spp.) em área de reflorestamento, até 30 meses após o plantio, no município de Bom Jardim, RJ

Trat.	Atividade realizada	Qtd.	----- Dia / mês da intervenção -----		
			Ano 2012	Ano 2013	Ano 2014
T1 Roçada	Roçada nas entrelinhas	7	16/02; 01/05; 20/12	05/03; 19/06	04/02; 23/04
	Capina das faixas de plantio	5	16/02; 20/12	05/03; 18/10	04/02
	Adubação de cobertura	3	01/05; 20/12	18/10	-
T2 Glyphosate	Aplicação de glyphosate	2	24/01; 20/12	-	-
	Capina das faixas de plantio	1	24/01	-	-
	Capina touceiras braquiária	1	01/05	-	-
	Adubação de cobertura	2	01/05; 20/12	-	-
	Roçada touceiras braquiária	2	-	19/06	23/04
T3 Fertilização	Roçada nas entrelinhas	7	16/02; 01/05; 20/12	05/03; 19/06	04/02; 23/04
	Capina das faixas de plantio	7	16/02; 18/10; 20/12	29/01; 05/03; 18/10	04/02
	Adubação de cobertura	6	01/05; 18/10; 20/12	29/01; 19/06; 18/10	-
T4 Leguminosas	Capina em área total	1	15/01	-	-
	Semeadura de leguminosas	5	24/01; 20/03; 01/05; 12/11	12/02	-
	Capina touceiras braquiária	4	20/03; 01/05; 20/12	18/10	-
	Poda de leguminosas	1	-	19/06	-
T5 Eucalipto	Plantio do Eucalipto	1	24/01	-	-
	Coroamento e adubação do eucalipto	5	05/03; 01/05; 20/12	19/06; 18/10	-
	Roçada nas entrelinhas	7	16/02; 01/05; 20/12	05/03; 19/06	04/02; 23/04
	Capina das faixas de plantio	5	16/02; 20/12	05/03; 18/10	04/02
	Adubação de cobertura	3	01/05; 20/12	18/10	-

As unidades experimentais submetidas ao T1 (Roçada) e T3 (Fertilização) e T5 (Eucalipto) foram as que demandaram maior quantidade de intervenções de controle do capim braquiária até os 30 meses após o plantio. Como a maioria das espécies de braquiária estão adaptadas a condição de pastoreio intensivo, suportando cortes sucessivos sem prejuízos à sua sobrevivência (COUGHENOUR, 1985), fica evidente que a roçada é uma operação pouco eficaz para controle da população esta espécie.

O consórcio com eucalipto (T5) exigiu maior diversidade de atividades de manutenção, visto que as plantas de eucalipto precisam de maiores cuidados, principalmente na fase inicial do plantio, pois nesta fase são bastante sensíveis à matocompetição (TAROUCO et al., 2009; LONDERO et al., 2012).

As atividades de manutenção relacionadas ao consórcio com as leguminosas herbáceas (T4) foram as que apresentaram o menor rendimento operacional, devido ao emprego da capina manual em área total como forma de preparo inicial da área para semeadura das leguminosas e também controle das plantas daninhas. Esta operação é extremamente dispendiosa de energia e deve ser evitada. Apenas duas aplicações de glyphosate (1440 g ha^{-1} e.a.) nas entrelinhas de plantio, e algumas atividades de roçada ou capina foram suficientes para a manutenção das unidades do T2 (Glyphosate). Além disso, com o bom crescimento das plantas florestais, foram apenas duas adubações de cobertura, ao passo que em T1 e T5 foram três adubações, sendo a última o dobro da dose das aplicações anteriores. A simplificação das atividades de manutenção nas unidades experimentais destes tratamentos resultou em reduzido custo de formação do povoamento, como pode ser visto na Figura 24. Nestes não estão incluídos custos de controle de formigas cortadeiras, construção e manutenção de aceiros e de cercas, que independe do tratamento aplicado.

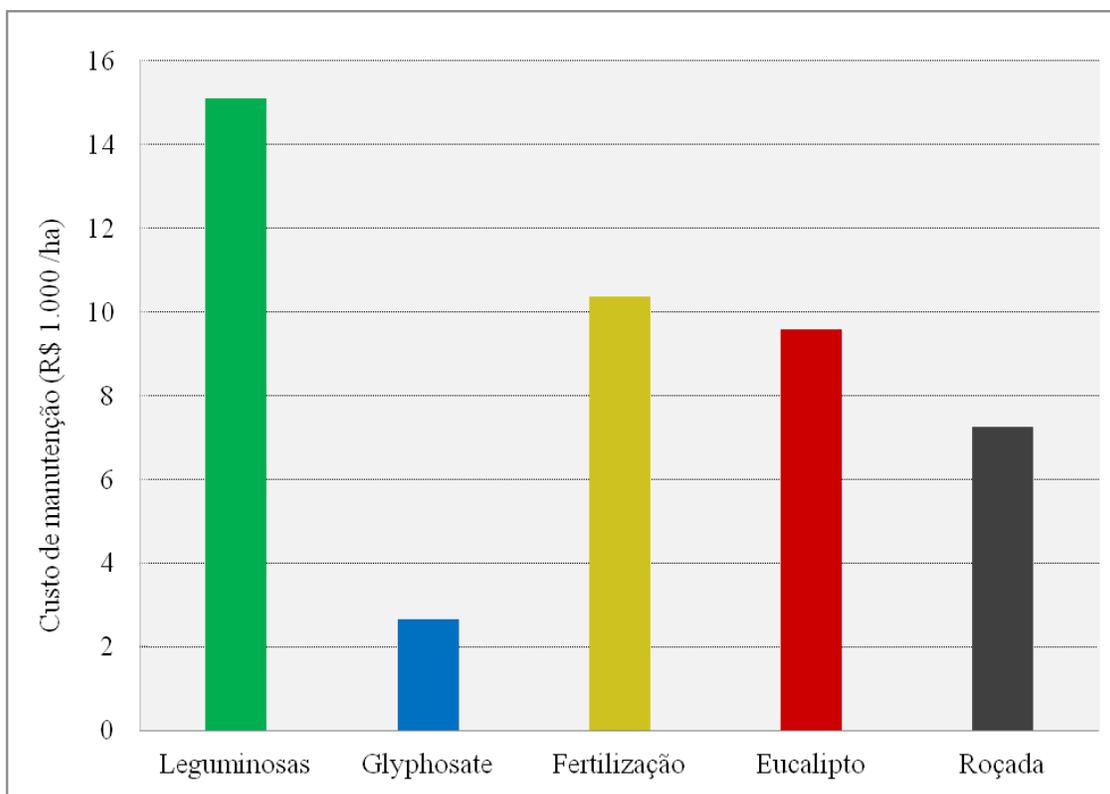


Figura 23. Custo de manutenção para os diferentes tratamentos de controle do capim braquiaria (*Urochloa* spp.) em área de reflorestamento no município de Bom Jardim, RJ.

Como o custo de implantação foi o mesmo para todos os tratamentos (6.542,93 R\$/ha), foram as atividades de manutenção aquelas que mais contribuíram para a elevação do custo total por hectare, até os 30 meses após o plantio.

Ao considerar o reduzido custo de manutenção (2.674,77 R\$/ha), e o crescimento proporcionado ao conjunto das espécies florestais implantadas, fica atestada a alta eficiência da estratégia de controle com uso de glyphosate. Em comparação aos demais métodos de controle de plantas daninhas. O método químico apresenta como vantagens a menor dependência de mão de obra em quantidade (SILVA et al., 2009b). Entretanto, demanda mão de obra especializada para seleção do herbicida e bom manejo do produto, aplicando na época adequada, com a tecnologia de aplicação mais indicada.

Há ainda muita discussão acerca deste uso, principalmente por possíveis efeitos de contaminação da fauna edáfica ou mesmo de recursos hídricos em áreas ciliares. O presente estudo não contemplou este objetivo, mas autores como Santos et al. (2011) relatam que os herbicidas à base de glyphosate apresentam baixa toxicidade à mamíferos e aos organismos aquáticos. Além disso, o glyphosate não é facilmente lixiviado, pois é rapidamente adsorvido às partículas do solo, reduzindo riscos de contaminação de águas subterrâneas (AMARANTE JÚNIOR & SANTOS, 2002).

Como foram realizadas apenas duas aplicações do herbicida à base de glyphosate, os possíveis efeitos adversos parecem se diluir nos efeitos benéficos relacionados ao rápido estabelecimento de plantios de recomposição, há um custo três vezes menor que o controle convencional (T1).

O tratamento consórcio com leguminosas, apresentou o custo mais elevado de manutenção (R\$ 15.095,00 / ha), quase seis vezes superior ao controle com glyphosate e praticamente o dobro do convencional (roçada nas entrelinhas e capina nas faixas de plantio), devido ao baixo rendimento operacional da atividade de capina manual para limpeza da área, que correspondeu a 38,3 % do custo deste tratamento. Também, Oliveira (2010) e Santos (2013), observaram que a capina manual inicial da área corresponde a mais de 30% do custo do uso deste consórcio em restauração. Mesmo com o maior custo, esta metodologia de consórcio deve ser melhor investigada, pois foi onde as plantas florestais obtiveram o maior crescimento. É possível inferir que a integração com o método químico, aplicado em pré-plantio, facilitando a atividade de capina manual, poderia representar uma grande redução deste custo, viabilizando a adoção desta estratégia em larga escala.

A fertilização complementar parece não ser uma estratégia interessante, pois este tratamento resultou em ganho em crescimento das plantas florestais de 28%, em média (Figura 10), porém à um custo em torno de 43% superior ao T1.

O custo de implantação e de manutenção do eucalipto foi incluído como custo de controle de *Urochloa* spp., o que resultou em custo de manutenção 39,3% superior ao controle convencional (T1). A este custo deverá ser adicionado ainda o custo da colheita da madeira que deverá ocorrer entre 4,5 a 6,0 anos após plantio. Financeiramente a estratégia será viável dependendo do preço dos produtos à base de eucalipto na região, na época da colheita. Da mesma forma, é possível inferir que a integração em pré-plantio com aplicação de glyphosate, poderia contribuir na redução dos custos de manutenção deste consórcio, repercutindo também na maior produção de madeira e, conseqüentemente, possibilidade de maior lucratividade.

É importante salientar que até a idade de 30 meses (última avaliação), as unidades experimentais dos tratamentos roçada nas entrelinhas e capinas nas faixas (T1); fertilização complementar (T3) e consórcio de eucalipto (T5) ainda necessitavam de controle da braquiária.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas unidades dos tratamentos consórcio com leguminosas (T4) e de aplicação e glyphosate (T2) após 24 meses, pelo porte alcançado pelo conjunto das dez espécies implantadas, já não havia mais necessidade de intervenção para controle das plantas de *Urochloa* spp. Isto mostra que dependendo da estratégia de controle de braquiária adotada é possível formar os povoamentos florestais para restauração florestal em 2 anos.

Considerando que a fase inicial do processo de restauração florestal é aquela que representa o maior custo, devido a necessidade de controle de plantas daninhas, antecipar o tempo de formação do povoamento implantado para catalisar a restauração florestal representa significativa economia de recursos. Considerando que os recursos financeiros são limitados e que a necessidade de restauração florestal é crescente, a formação de povoamentos à baixo custo é alternativa inegável para a difusão dos projetos de restauração florestal da Mata Atlântica.

Comparadas as estratégias de uso das leguminosas com a estratégia de controle por aplicação de glyphosate fica evidenciada grande disparidade com relação aos custos de manutenção para cada estratégia, demonstrando a alta eficiência do controle químico para a formação dos povoamentos de restauração. No entanto, novas combinações podem e devem ser testadas, visando aumentar os ganhos em eficiência da estratégia de controle

com leguminosas. Uma alternativa que poderia contribuir de forma significativa para a redução dos custos nesta estratégia seria substituir a capina em área total por aplicação de glyphosate e, após a dessecação da braquiária, seria realizado a semeadura e cultivo das leguminosas de cobertura.

As adubações complementares aparentemente só serão eficazes se o controle das plantas de braquiária for realizado em área total. Sugere-se realizar pesquisas fazendo o controle da braquiária com herbicida glyphosate e aplicação das adubações complementares de cobertura.

Tecnicamente é possível realizar o consórcio de eucalipto com as espécies nativas. O sombreamento das plantas de eucalipto não contribuíram para a redução na população de braquiária, até 30 meses após o plantio. No entanto, não prejudicaram o crescimento das espécies nativas implantadas. Sugere-se fazer aplicação de glyphosate em área total antes do plantio, para facilitar o crescimento inicial do eucalipto. Depois (em torno de 3 meses após o plantio), fazer o controle da braquiária com roçada, antes da produção de sementes e aos 6 meses realizar nova aplicação de glyphosate. Assim, o eucalipto apresentará melhor crescimento e poderá ajudar no controle da braquiária.

As várias estratégias podem ser adotadas de forma integrada, visando reduzir ainda mais o tempo de formação e custos dos povoamentos. Um exemplo de estratégia de controle integrado é apresentado no Anexo II.

8. CONCLUSÕES

Os tratamentos de consórcio com leguminosas e de aplicação de glyphosate foram eficazes na promoção do crescimento das espécies florestais testadas, tornou-se possível antecipar o tempo de formação dos povoamentos florestais para 2 anos após o plantio.

Para as condições que foi realizado o trabalho, a estratégia mais eficiente para o controle de *Urochloa* spp. foi a aplicação de glyphosate.

Adubações complementares não foram eficazes nem eficientes para a promoção do crescimento da maioria das espécies com menor custo.

O consórcio com eucalipto até os 30 meses após o plantio não prejudicou o crescimento das espécies nativas implantadas e pode ser eficiente na redução dos custos de manutenção com a geração de renda através do uso ou comercialização da madeira de eucalipto produzida nas entrelinhas do plantio de restauração.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVINO-RAYOL, F. O.; ROSA, L. S.; RAYOL, B. P. Efeito do espaçamento e do uso de leguminosas de cobertura no manejo de plantas invasoras em reflorestamento de *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke (paricá). **Revista Árvore**, Viçosa, v.35, n.3, p.391-399, 2011.

AMARANTE JÚNIOR., O. P.; SANTOS, T. C. R.; BRITO, N. M.; RIBEIRO, M. L. Glifosato: propriedades, toxicidade, usos e legislação. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, 589-593, 2002.

ARAÚJO, W. B. M. **Fertilização orgânica no desenvolvimento da leguminosa crotalária juncea *Crotalaria juncea* L.** 2008. 52f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2008.

ARNS, K. **Controle mecânico de plantas daninhas na cultura da soja em sistema de semeadura direta.** 2007. 99 p. Dissertação de Mestrado (Programa de pós-graduação em agronomia da faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária) - Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2007.

BARRADAS, C. A. A. **Adubação verde.** Niterói: Programa Rio Rural, 12p., 2010.

BELLOTTO, A.; VIANI, R. A. G.; NAVE, A. G.; GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Monitoramento das áreas restauradas como ferramenta para avaliação da efetividade das ações de restauração e para redefinição metodológica. *In:* RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ, p. 128-146, 2009.

BERTOLINI, I. C.; DEBASTIANI, A. B.; BRUN, E. J. Caracterização silvicultural da canafistula (*Peltophorum dubium* (sprengel) Taubert). **Scientia Agraria Paranaensis**, Cascavel, v. 14, n. 2, p. 67-76, 2015.

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, 2008.

BIANCO, S.; TONHÃO, M. A. R.; PITELLI, R. A. Crescimento e nutrição mineral de capim-braquiária. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 423-428, 2005.

BLANCO, H. G. A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. **O Biológico**, São Paulo, v. 38, n. 10, p. 343-50, 1972.

BOCCHESI, R. A.; MELOTTO, A.M.; CÉSAR FILHO, L.C.C.; FERNANDES V.M.; FRANCESCHI, M.L.; LAURAS, A.V. Avaliação da competição entre *Brachiaria brizantha* cv Marandu, espécies arbóreas nativas do Cerrado e *Eucalyptus citriodora*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 153-155, 2007.

BRAGA, F. .A.; VALE, F. R.; VENTORIM, N.; AUBERT, E.; LOPES, G. A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 1831, 1995.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; MACHADO, R. P. CHRISTOFFOLETI, P. J.; RODRIGUES, R. R. Seletividade dos herbicidas setoxidim, isoxaflutol e bentazon a espécies arbóreas nativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 3, p. 251-257, 2009.

BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S.; KAGEYAMA, P. Y.; NAVE, A. G.; GANDARA, F. B.; BARBOSA, L. M.; TABARELLI, M. Instrumentos legais podem contribuir para a restauração de florestas tropicais biodiversas. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 3, p. 455-470, 2010.

BRASIL. **Lei 12.651, de 25 de maio de 2012.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acessado em: 16 de jan de 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia: Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM Brasil. **Folhas sc. 21. Juremo: Geomorfologia, pedologias, vegetação e uso potencial da terra.** Rio de Janeiro: v. 20, 460 p., 1980.

BRIDGES, D. C.; HESS, D. **Glufosinate: use and mode of action.** In: Herbicide action course. West Lafayette: Purdue University, p. 491-500, 2003.

BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, M. F. Biologia de plantas daninhas. In OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOURE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: Umnipax Editora, p. 1-37, 2011.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; CAMPOS, L. C.; SILVA, E.; GLERIANI, J. M. Avaliação do banco de sementes do solo para fins de restauração florestal em Carandaí, MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 871-880, 2013.

CARVALHO, L. B. **Plantas Daninhas.** Lages, SC: Editado pelo autor. 82 p., 2013.

CARVALHO, P. E. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira.** Colombo: Embrapa Florestas, 640 p., 1994.

CÉSAR, R. G.; BRANCALION, P. H. S.; RODRIGUES, R. R.; OLIVEIRA, A. M. S.; ALVES, M. C. Does crotalaria (*Crotalaria breviflora*) or pumpkin (*Cucurbita moschata*) inter-row cultivation in restoration plantings control invasive grasses? **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 70, n. 4, p. 268-273, 2013.

CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In OLIVEIRA JR., R. S.; CONSTANTIN, J.; INOURE, M. H. (Ed.). **Biologia e manejo de plantas daninhas.** Curitiba: Umnipax Editora, p. 67-79, 2011.

CONTIERI, W. A.; VILAS BÔAS, O.; KAWABATA, M. **Comparação entre técnicas de preparo de solo para o plantio de espécies arbóreas nativas em área de Cerrado.** In: VILAS BÔAS, O.; DURIGAN, G. (Org.). Pesquisas em conservação e recuperação ambiental no oeste paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão. São Paulo: Instituto Florestal, p. 377-384, 2004.

CHEUNG, K. C.; MARQUES, M. C. M.; LIEBSCH, D. Relação entre a presença de vegetação herbácea e a regeneração natural de espécies lenhosas em pastagens abandonadas na Floresta Ombrófila Densa do Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, Feira de Santana, v. 23, n. 4, p. 1048-1056, 2009.

CHRISTOFFOLETI, P. J.; LÓPEZ-OVEJERO, R. Principais aspectos da resistência de plantas daninhas ao herbicida glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v.21, n.3, p.507-515, 2003.

COUGHENOUR, M. B. Graminoid responses to grazing by large herbivores: adaptations, exaptations, and interacting processes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Washington, v. 72, p. 852-863, p. 1985.

CORREIA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura/IBDF, 707p. 1984.

CRUZ, M. B.; ALVES, P. L. C. A.; KARAM, D.; FERRAUDO, A. S. Capim-colonião e seus efeitos sobre o crescimento inicial de clones de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 3, p. 391-401, 2010.

DARONCO, C.; MELO, A. C. G.; MACHADO, J. A. R. Consórcio de espécies nativas da floresta estacional semidecidual com mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) para restauração de mata ciliar. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.2, p.291-299, 2012.

DIAS, A. C. Reabilitação de áreas mineradas de bauxita. In: Congresso nacional sobre essências nativas, 1982, Campos do Jordão. **Anais...**São Paulo: Instituto Florestal, p.1865-1873, 1982.

DINARDO, W.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; CALLI, A. J. B. Interferência da palhada de capim-braquiária, sobre o crescimento inicial de eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 16, n. 1, 1998.

DINARDO, W.; TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A. Efeito da densidade de plantas de *Panicum maximum* Jacq. sobre o crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 59-68, 2003.

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

DURIGAN, J. C. **Controle químico de plantas daninhas na citricultura**. Jaboticabal: FUNEP/FCAV-UNESP, 32p. 1988.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.; ALMEIDA, D.L. **Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 20p., 1997.

FAGIOLI, M.; RODRIGUES, T. J. D.; ALMEIDA, A. R. P.; ALVES, P. L. Efeito inibitório da *Brachiaria decumbens* Stapf. Prain. e *B. brizantha* (Hochst ex a. Rich.) Stapf. cv. marandu sobre a germinação e vigor de sementes de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 57, n. 2, p. 129-137, 2000.

FERNANDES, M. F.; BARRETO, A. C.; EMÍDIO FILHO, J. Fitomassa de adubos verdes e controle de plantas daninhas em diferentes densidades populacionais de leguminosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1593-1600, 1999.

FERREIRA, R. A.; DAVIDE, A. C.; ALCÂNTARA, E. N. de; MOTTA, M. S. Efeito de herbicidas de pré-emergência sobre o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Londrina, v. 4, n. 1, p.133-145, 2005.

FLECK, N. G. **Princípios do controle de plantas daninhas**. Porto Alegre: Universidade Federal Rio Grande do Sul, 70p., 1992.

FLOYD, D. A.; ANDERSON, J. E. A. Comparison of three methods for estimating plant cover. **Journal of Ecology**, Londres, v. 75, p. 221-228, 1987.

FONTE, J. R. A.; ARRUDA, M. R. Manejo integrado de plantas daninhas em guaranazais. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 18p., 2006.

FONTES, J. R. A. Manejo de Plantas Daninhas em Seringais de Cultivo na Amazônia. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 08p., 2007.

GAIAD, S.; CARPANEZZI, A. A. Ocorrência de *Rhizobium* em leguminosas de interesse silvicultural para a região sul. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 19, p. 155-158, 1984.

GOMES JR, F. G.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Biologia e manejo de plantas daninhas em áreas de plantio direto. **Planta daninha**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 789-798, 2008.

GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. Nutrição de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) submetidas a doses de N, P, K, Ca e Mg. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 219-228, 2012.

GRAZZIERO, D. L. P.; GUIMARÃES, S. C.; PEREIRA, F. A. R. **Plantas daninhas: Cuidado com a disseminação**. Londrina: Embrapa, 65p., 1989.

GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. 2 ed. London: Butterworths, 256p., 1983.

HARPER, J. L. **Population Biology of Plants**. New York: Academic Press, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Boletim de comercialização de Agrotóxicos e afins - Histórico de vendas - 2000 a 2012. Brasília: IBAMA, 89p., 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Produtos agrotóxicos e afins comercializados em 2009 no Brasil: uma abordagem ambiental. Brasília: IBAMA, 89p., 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Estações e dados. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/balancoHidricoCl>

imatico> Acessado em 19 jan. de 2016.

JAKELAITIS, A.; SANTOS, J.B.; VIVIAN, R.; SILVA, A.A. Atividade microbiana e produção de milho (*Zea mays*) e de *Brachiaria brizantha* sob diferentes métodos de controle de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p.71-78, 2007.

LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; ALONSO, J. M. Restauração florestal em diferentes espaçamentos. In: LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N. (Eds.) **Restauração florestal e a Bacia do Rio Guandu**. Seropédica: Editora Rural, p. 101-153, 2015.

LOPES, O. M. N. L. **Feijão-de-porco**: Leguminosa para adubação verde e cobertura de solo. Acre: Embrapa Amazônia Oriental, 15 p., 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, 2 ed.** Nova Odessa: Instituto Plantarum. v. 1, 384p, 2002a.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, 2 ed.** Nova Odessa: Instituto Plantarum. v. 2, 384p, 2002b.

LONGO, R. M.; RIBEIRO, A. I.; MELO, W. J. Uso da adubação verde na recuperação de solos degradados por mineração na floresta amazônica. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 1, p. 139-146, 2011 .

LONDERO, E. K.; SCHUMACHER, M. V.; RAMOS, L. O. O.; RAMIRO, G. A.; SZYMCZAK, D. A. Influência de diferentes períodos de controle e convivência de plantas daninhas em eucalipto. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 441-447, 2012.

MACEDO, M. C. D. Aspectos edáficos relacionados com a produção de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: BARBOSA, R. A. (Ed). **Morte de pastos de brachiária**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, p.35-65, 2006.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A. Interferências de plantas daninhas na cultura do eucalipto. In: FERREIRA, R. L.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. (Orgs.) **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Ed. UFV, p. 1-15, 2011a.

MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, R. L.; SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A.; VIANA, R, G. Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto. In: FERREIRA, R. L.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. (Orgs.) **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Ed. UFV, p. 16-38, 2011b.

MACHADO, M. S. **Diâmetro de coroamento e métodos de controle de plantas daninhas no crescimento do eucalipto em sistema silvipastoril**. 2011. 42 f. Dissertação de Mestrado (Pós graduação em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

MACIEL, C. D. G.; POLETINE, J. P.; ALVES, I. M.; RAIMONDI, M.A.; RODRIGUES, M.; BUENO, R. R.; COSTA, R. S. Coroamento no controle de plantas daninhas e desenvolvimento inicial de espécies florestais nativas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 119-128, 2011.

MARTINS, A. F. **Controle de gramíneas exóticas invasoras em área de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual, Itu-SP**. 2011. 112 p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

MARTINS, E. G.; NEVES, E. J. M.; SANTOS, A. F.; FERREIRA, C. A. **Papelão tratado: alternativa para controle de plantas daninhas em plantios de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth)**. Colombo: Embrapa Florestas, Comunicado técnico 123, 4 p., 2004.

MARTINS, S. V. **Recuperação de matas ciliares**. 2. ed. rev. e ampl. Viçosa: Aprenda Fácil, 2007.

MELO, A. C. G.; MIRANDA, D. L. C.; DURIGAN, G. Cobertura de copas como indicador de desenvolvimento estrutural de reflorestamentos de restauração de matas ciliares no médio vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 321-328, 2007.

MOHLER, C. L. Mechanical Management of weeds. In: LIEBMAN, M.; MOHLER, C. L.; STAVER, C. P. **Ecological Management of Agricultural Weeds**. Cambridge: United Kingdom, p. 139-92, 2001.

MONQUERO, P. A.; AMARAL, L. R.; INÁCIO, E. M.; BRUNHARA, J. P.; BINHA, D. P.; SILVA, P. V.; SILVA, A. C. Efeito de adubos verdes na supressão de espécies de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 85-95, 2009.

MONQUERO, P. A., PENHA, A. S., ORZARI, I.; HIRATA, A. C. S. Seletividade de herbicidas em mudas das espécies nativas *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum* (fabaceae), *Ceiba speciosa* e *Luehea divaricata* (malvaceae). **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 159-168, 2011.

MOSTASSO, F. L. **Crescimento e nodulação de leguminosas em solo contaminado com metais pesados**. 1997. 50p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Wiley e Sons, 1974. 547p.

MUSIK, T. J. **Weed biology and control**. New York: McGraw-Hill Book Company, 273p, 1970.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, 2000.

NACHTIGAL, G. F. **Controle biológico de plantas invasoras exóticas no Sul do Brasil por meio de fitopatógenos: princípios e estratégias de aplicação em ecossistemas agrícolas e naturais.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 49 p., 2009.

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

NASCIMENTO, D. F.; LELES, P. S. S.; OLIVEIRA NETO, S. N.; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 159-165, 2012.

NAVE, A. G.; BRANCALION, P. H. S.; COUTINHO, E.; CESAR, R. G. Descrição das ações operacionais de restauração. In: RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. **Pacto pela restauração da Mata Atlântica: Referencial dos conceitos e ações de restauração florestal.** São Paulo: LERF/ESALQ, p. 176-218, 2009.

ODUM, E. P. **Ecologia.** São Paulo: Livraria Pioneira, Editora da USP, p. 136-144, 1969.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. S. Introdução ao controle químico. In: OLIVEIRA JÚNIOR, R. S.; CONSTANTIN, J.; INOURE, M. H. (Orgs). **Biologia e Manejo de Plantas Daninhas.** Curitiba: Omnipax. p.124-141, 2011.

OLIVEIRA, J. R.; DUARTE, N. F.; FASSIO, P. A. Avaliação de fitotoxicidade de herbicidas ao cedro australiano. **Anais...** I Jornada Científica e VI FIPA do CEFET Bambuí. Bambuí, 2008.

OLIVEIRA, N. S. A. **Influência do manejo da *Brachiaria* spp sobre o crescimento inicial de espécies florestais.** 2010. 31p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.

PACTO PELA RESTAURAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA. **Método utilizado para o mapeamento das áreas potenciais de restauração na Mata Atlântica.** São Paulo: Instituto BioAtlântica, 2009.

PEREIRA, F. C. M.; YAMAUTI, M. S.; ALVES, P. L. C. A. Interação entre manejo de plantas daninhas e adubação de cobertura no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, n.5, p.941-949, 2012.

PEREIRA, M. R. R.; RODRIGUES, A. C. P.; COSTA, N. V.; MARTINS, D.; KLAR, A. E.; SILVA, M. R. Deriva de glyphosate sobre características fisiológicas em plantas de eucalipto. **Interciencia**, Caracas, v. 35, n. 4, p. 279-283, 2010.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; FONSECA, E. D.; MARTINS, D. Subdoses de glyphosate no desenvolvimento de espécies arbóreas nativas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 2, p. 326-332, 2015.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R.. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

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

PITELLI, R. A.; DURIGAN, J. C. **Terminologia para períodos de controle e de convivência das plantas daninhas em culturas anuais e bianuais**. In: Congresso Brasileiro de Herbicidas e Plantas daninhas, 15, Belo Horizonte, Resumos, p. 37, 1984.

PITELLI, R. A. Manejo de plantas daninhas em áreas ciliares: aspectos técnicos e administrativos do processo de restauração florestal In: II Simpósio de atualização em recuperação de áreas degradadas, Mogi Guaçu, **Anais...** 2008.

RICE, E. L. **Allelopathy**. 2 ed., New York: Academic Press, 422 p., 1984.

RIBEIRO, K. T.; FILIPPO, D. C.; PAIVA, C. L.; MADEIRA, J. A.; NASCIMENTO, J. S. Ocupação por *Brachiaria* spp. (poaceae) no Parque Nacional da Serra do Cipó e infestação decorrente da obra de pavimentação da rodovia MG-010, na APA morro da Pedreira, Minas Gerais. In: I Simpósio Brasileiro sobre espécies exóticas invasoras, Brasília, **Anais...** 2005.

RODRIGUES, M. G.; SANTOS, A. R. Efeito da adubação com resíduo orgânico em Latossolo Amarelo coeso na produção da *Brachiaria decumbens* stapf. e no acúmulo de metais pesados. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, 2002.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, seqüencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, p. 133-137, 1998.

ROVEDDER, A. P. M; ELTZ, F. L. F. Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticorni* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 84-89, 2008.

RUEDELL, J. **Plantio direto na região de Cruz Alta**. Cruz Alta: FUNDACEP FECOTRIGO, 134 p., 1995.

SALVADOR, J. L. G. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamento misto nas margens de rios e reservatórios**. 2.ed. rev. atual. São Paulo: CESP, 15p., 1989.

SANTOS, F. A. M. **Manejo de *Urochloa* spp em povoamento florestal para restauração**. 2013. 41p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

SANTOS, L. D. T.; FERREIRA, F. A.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, B. F. S. A. Glyphosate em Eucalipto: formas de contato e efeito do herbicida

sobre a cultura. In: FERREIRA, R. L.; MACHADO, A. F. L.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, L. D. T. (Orgs.) **Manejo integrado de plantas daninhas na cultura do eucalipto**. Viçosa: Ed. UFV, p. 38-64, 2011.

SCORIZA, F. N.; SILVA, A. P.; CORREIA, M. E. F.; LELES, P. S. S.; RESENDE, A. S. Efeito de herbicidas sobre a biota de invertebrados do solo em área de restauração florestal. **Revista brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 39, p. 1576-1584, 2015.

SENDULSKY, T. Chave para identificação de Brachiaria. **Journal Agroceres**, São Paulo, v. 5, n. 56, p. 4-5, 1977.

SEVERINO, F. J.; CHISTOFFOLETI, P. J. Efeitos de quantidades de fitomassa de adubos verdes na supressão de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 19, n. 2, p. 223-228, 2001.

SHAW, W. C. Integrated weed management systems technology for pest management. **Weed science**, v. 30, p. 2-12, 1982.

SIEVERDING, E. **Vesicular-arbuscular mycorrhiza management in tropical agrosystems**. Eschborn: Technical Cooperation, Federal Republic of Germany, 371 p., 1991.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Biologia de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, p. 1-61, 2009a.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, p. 63-81, 2009b.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS J. B. Herbicidas: classificação e mecanismos de ação. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F.; **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Viçosa: Ed. UFV, p. 63-81, 2009c.

SILVA, D. M. ; CONCEIÇÃO, P. C. ; BOCK, V. D. ; PORT, O. ; SILVA, R. F. ; ANTONIOLLI, Z. I. Densidade populacional da fauna edáfica em diferentes áreas da depressão central do estado do Rio Grande do Sul. In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 28., 2001, Londrina, PR. **Anais...** Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 66, 2001.

SILVA, A. P. **Fitotoxidez e Crescimento de Espécies Florestais Nativas Submetidas à Aplicação de Herbicidas**. 2014. 104f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2014.

SILVA, F. F. **Avaliação de tratamentos químicos para aumentar a durabilidade de discos de papelão para uso no coroamento de mudas em reflorestamentos**. 2015. 18p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015.

SILVA, M. V., **Consórcio de espécies nativas com eucalipto para restauração florestal**. 2013. 19 p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2013.

SILVA, W.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, T.; FREITAS, L. H. L.; Altura e diâmetro de *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, submetidos a diferentes teores de água em convivência com *Brachiaria brizantha*. **Revista Floresta**, Curitiba, n. 27, p. 3-16, 1997.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M.. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.

SOUZA FILHO, A. P. S. ; RODRIGUES, L. R. A. ; RODRIGUES, T. J. D. . Efeitos do Potencial Alelopático de Três Leguminosas Forrageiras Sobre Três Invasoras de Pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.2, p. 165-170, 1997.

SOUSA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S.; Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*.) **Planta Daninha**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 343-354, 2003.

SUGANUMA, M. S. **Avaliação de sucesso da restauração florestal baseada em estrutura florestal e processos do ecossistema**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A. V.; RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; PERES, C. A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 143, p. 2328–234, 2010.

TAROUCO, C. P.; AGOSTINETO, D.; PANOZZO L. E.; SANTOS, L. S.; VIGNOLO, G. K.; RAMOS, L. O. O. Períodos de interferência de plantas daninhas na fase inicial de crescimento do eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 9, p. 1131-1137, 2009.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p., 1955.

TIMOSSI, P. C.; WISINTAINER, C.; SANTOS, B. J.; PEREIRA, V. A.; PORTO, V. S.. Supressão de plantas daninhas e produção de sementes de crotalária, em função de métodos de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 525-530, 2011.

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**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 319-330, 1996.

TOLEDO, R. E. B., ALVES, P. L. C. A., VALLE, C. F., ALVARENGA, S. F. Manejo de *Brachiaria decumbens* e seu reflexo no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 55, p. 129-141, 1999.

TOLEDO, R. E. B.; VICTORIA FILHO, R.; ALVES, P. L. C. A.; PITELLI, R. A.; LOPES, M. A. F. Faixas de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento de plantas de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 64, p. 78-92, 2003.

TOLEDO, R. E. B.; VICTÓRIA FILHO, R.; PITELLI, R. A.; ALVES, P. L. C. A.; LOPES, M. A. F. Efeito de períodos de controle de plantas daninhas sobre o desenvolvimento inicial de plantas de eucalipto. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 3, p. 395-404, 2000.

TREMACOLDI, C. R.; SOUZA FILHO, A. P. S. **Toxinas produzidas por fungos fitopatógenos: possibilidades de uso no controle de plantas daninhas**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 22p., 2006.

TUFFI SANTOS, L. D. ; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; DUARTE, W. M. ; TIBURCIO, R. A. S. ; MACHADO, A. F. L. Intoxicação de espécies de eucalipto submetidas à deriva do glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 359-364, 2006.

TUFFI SANTOS, L. D.; MACHADO, A. F. L.; VIANA, R. G.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SOUZA, G. V. R. Crescimento do eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 133-137, 2007.

VELINI, E. D. Interferências entre plantas infestantes e cultivadas. In: KOGAN, M. (Org.). **Avances en Manejo de Malezas en la Produccion Agrícola y Florestal**. 1 ed. Santiago do Chile: PUC/ALAM v. 1, p. 41-58, 1992.

VICTORIA FILHO, R. Tipos de herbicidas para o uso em florestas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.4, n.12, p. 36-44, 1987.

VIDAL, R. A.; FLECK, N. G.; MEROTTO JR., A. Período anterior ao dano no rendimento econômico (PADRE): nova abordagem sobre os períodos de interferência entre plantas daninhas e cultivadas. **Planta daninha**, Viçosa , v. 23, n. 3, p. 387-396, 2005.

WILSON, E. O. **Consilience: the unity of science**. New York: Alfred A. Knopf, 288 p., 1998.

WOCH, R. **Manejo de plantas daninhas em florestas plantadas**. Disponível em: < <http://www.expoforest.com.br/silvicultura/wp-content/uploads/2013/09/encontro-silvicultura-2014-bloco-3-pdf-artigo-pag-221.pdf> > Acessado em 16 de jun de 2015.

YAMASHITA, O. M.; BETONI, J. R.; GUIMARÃES, S. C.; ESPINOSA, M. M. Influência do glyphosate e 2,4-D sobre o desenvolvimento inicial de espécies florestais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 84, p. 359-366, 2009.

ZEN, S. Influência da matocompetição em plantios de *Eucalyptus grandis*. **Série Técnica IPEF**: Piracicaba, v. 4, n. 12, p. 24-35, 1987.

ANEXOS

Anexo I: Altura e diâmetro ao nível do solo de cada uma das espécies florestais utilizadas no experimento de controle de plantas daninhas em área de reflorestamento no município de Bom Jardim, RJ.

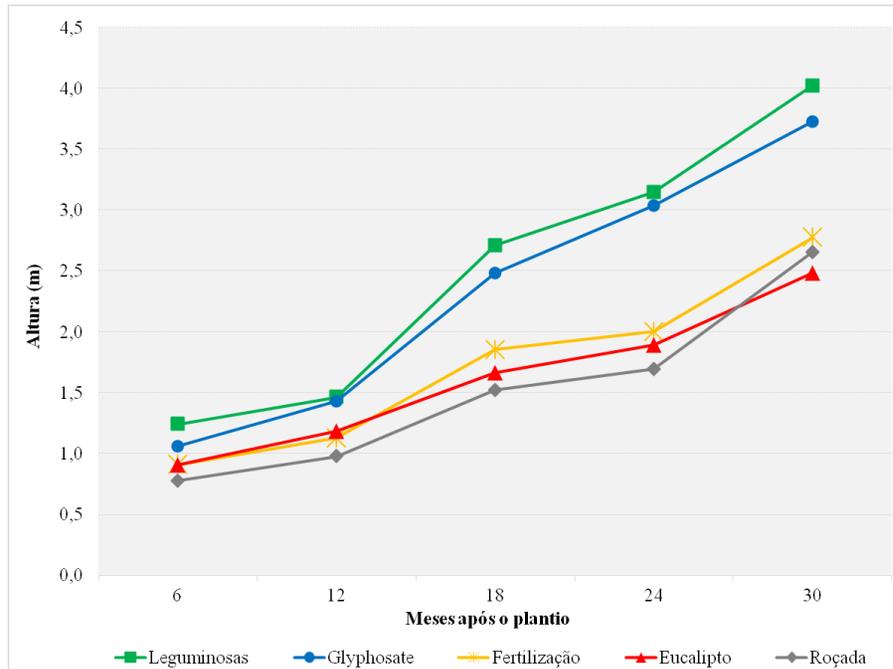


Figura 24. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Anadenanthera macrocarpa*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

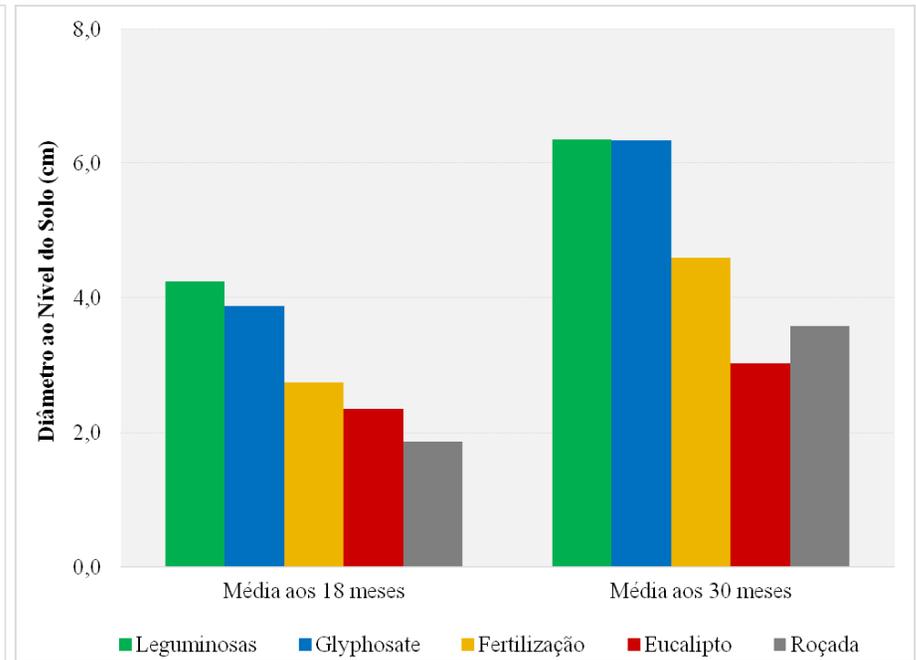


Figura 25. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Anadenanthera macrocarpa*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

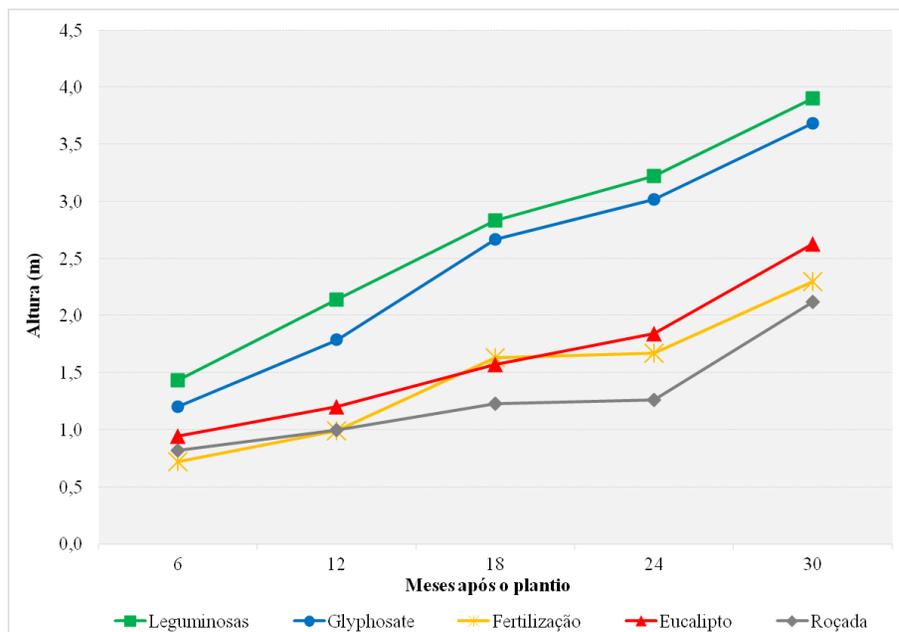


Figura 26. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Senna mltijuga*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

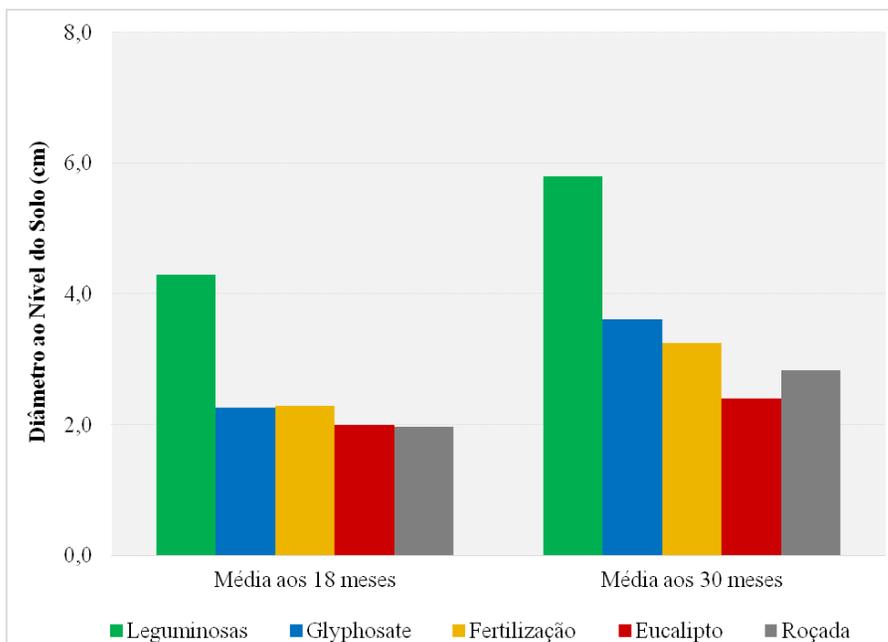


Figura 27. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Senna mltijuga*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

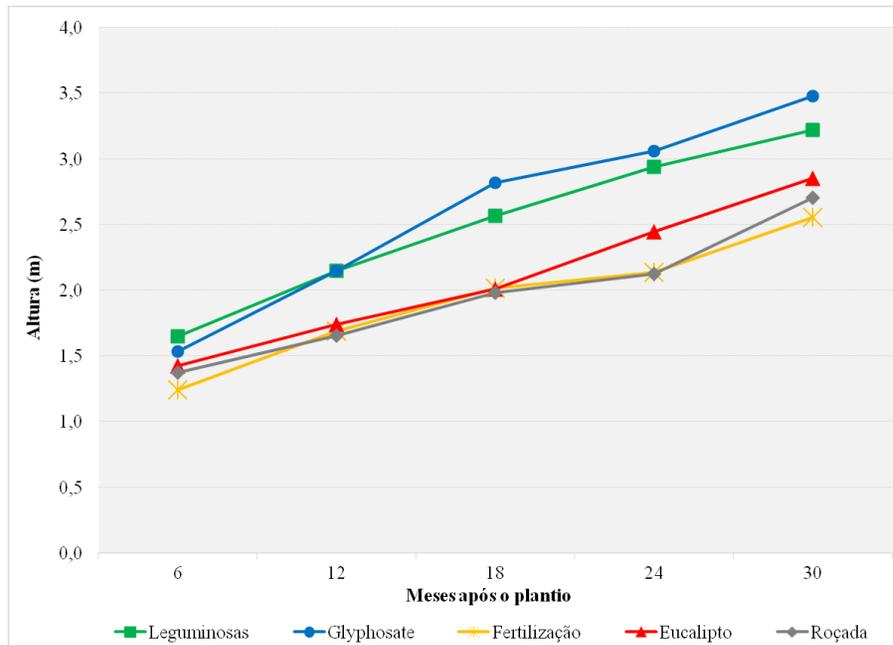


Figura 28. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Enterolobium contortisiliquum*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

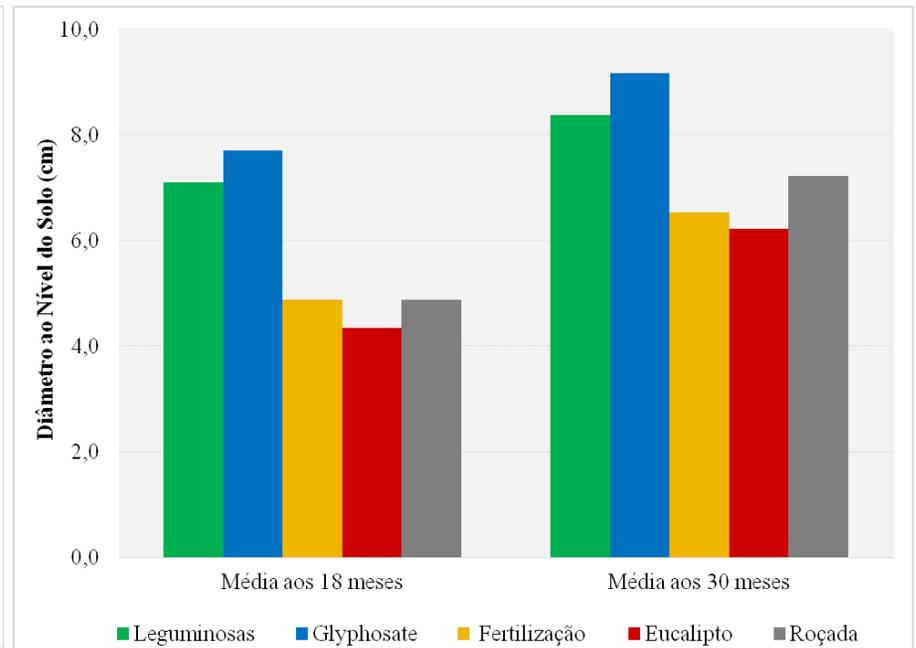


Figura 29. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Enterolobium contortisiliquum*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

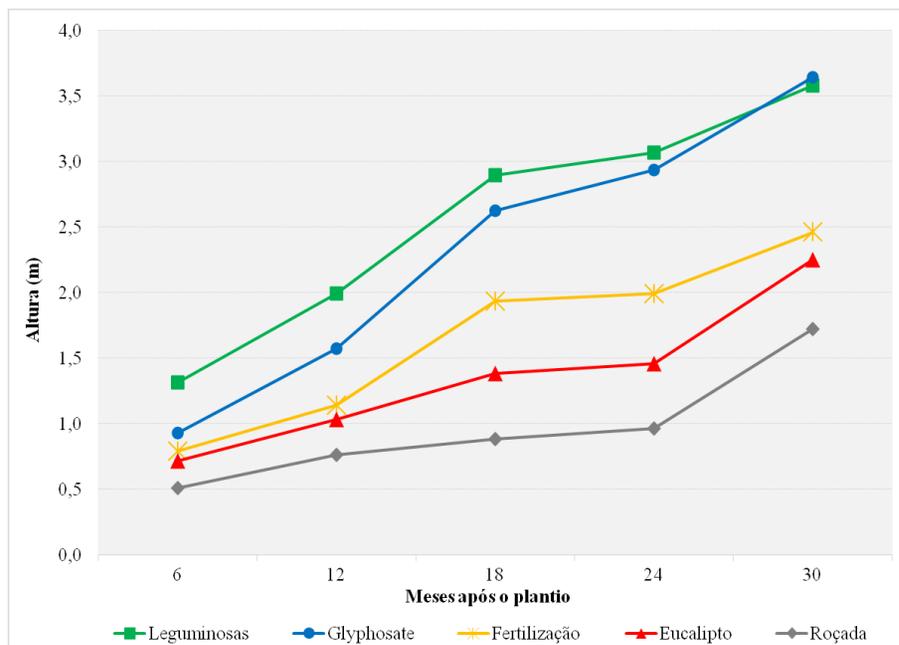


Figura 30. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Peltophorum dubim*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

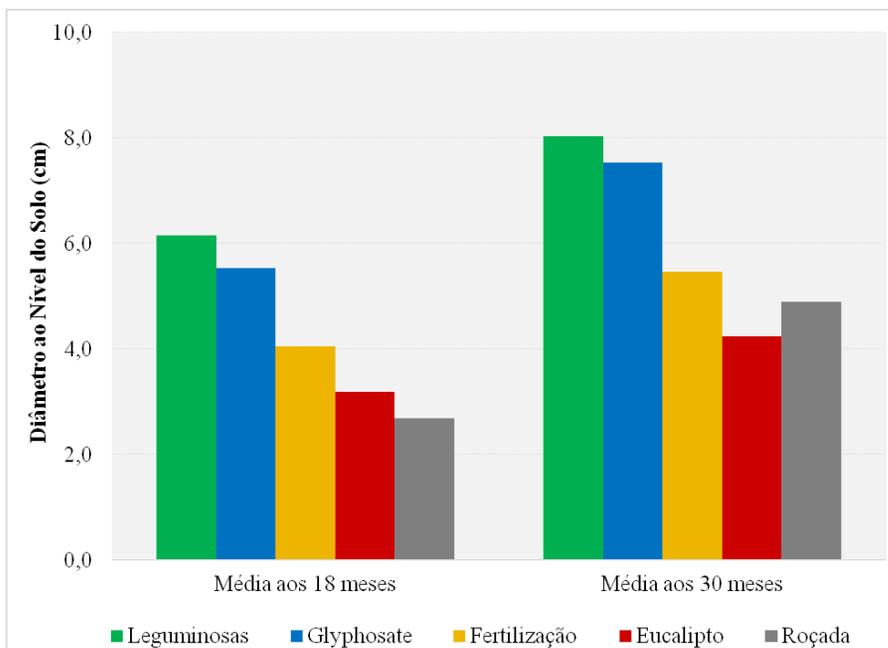


Figura 31. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Peltophorum dubim*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

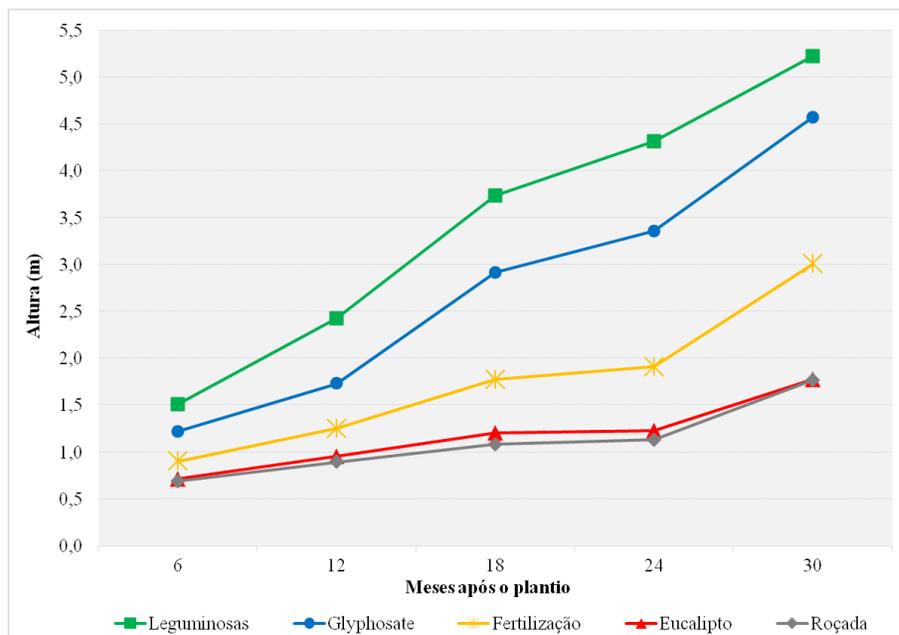


Figura 32. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Schizolobium parahyba*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

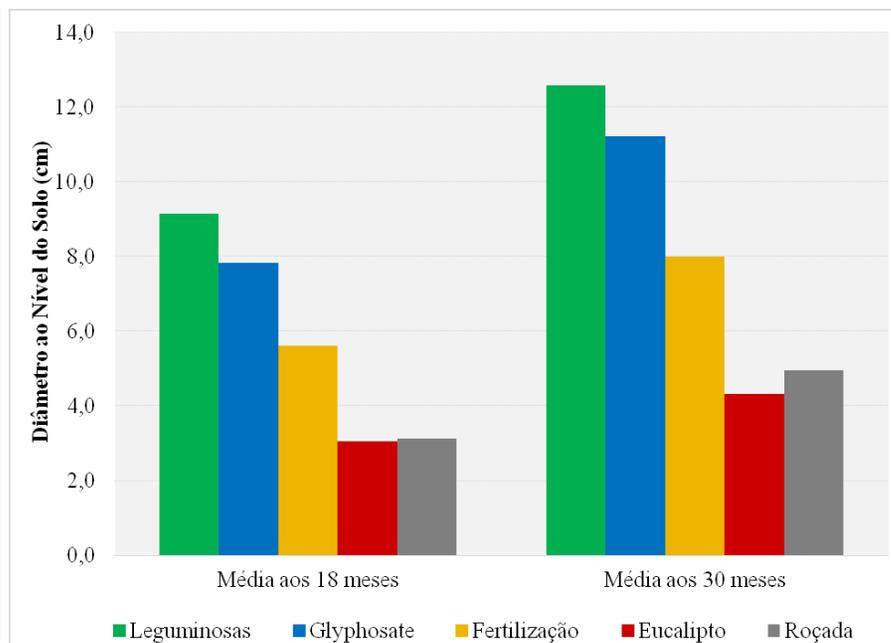


Figura 33. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Schizolobium parahyba*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

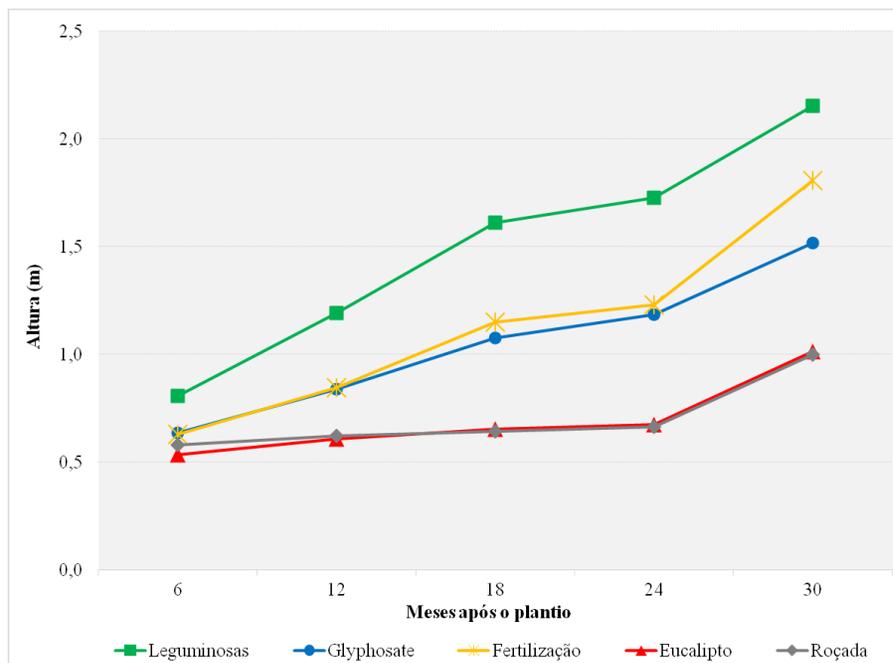


Figura 34. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Cordia trichotoma*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

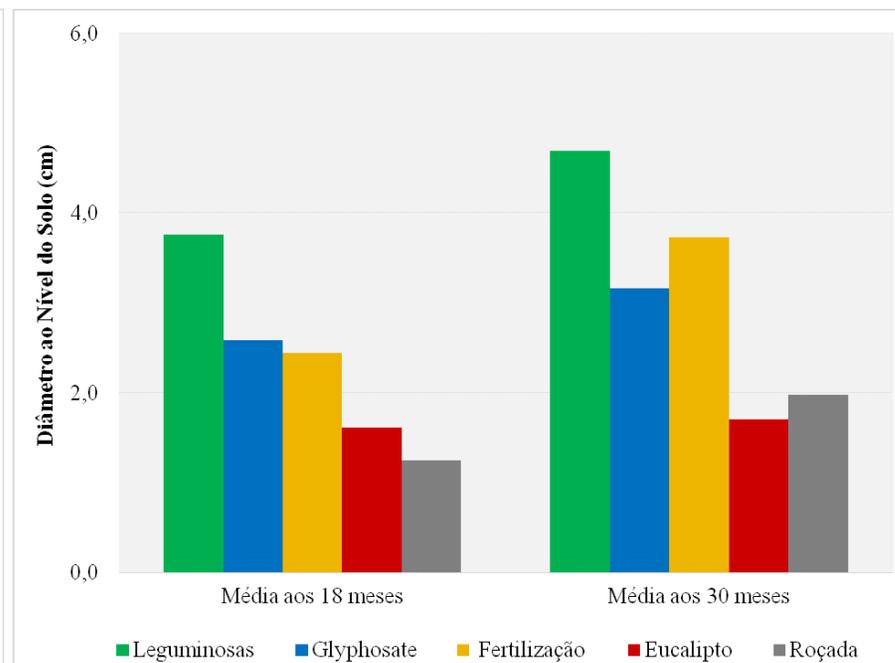


Figura 35. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Cordia trichotoma*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

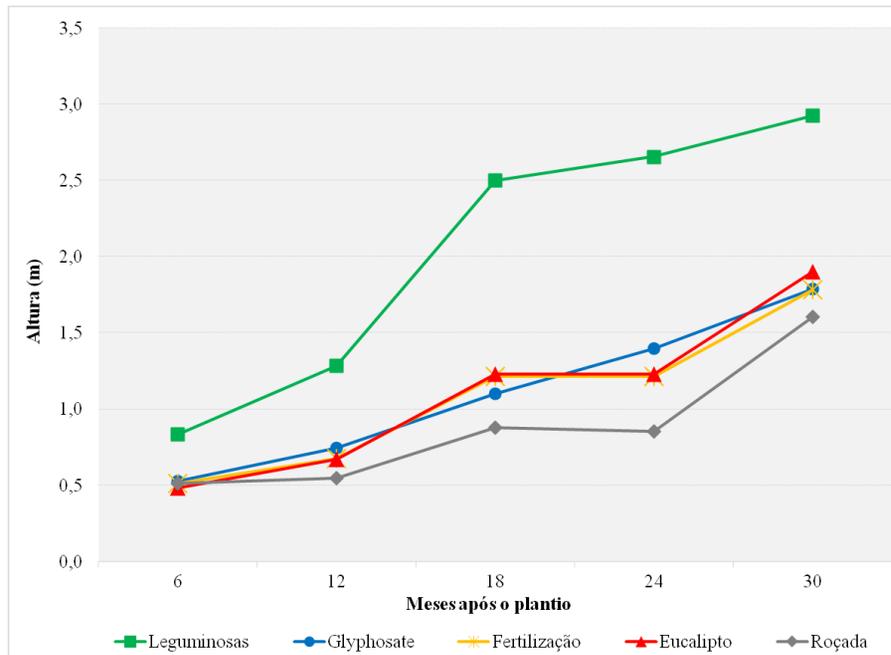


Figura 36. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Cytharexylum myrianthum*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

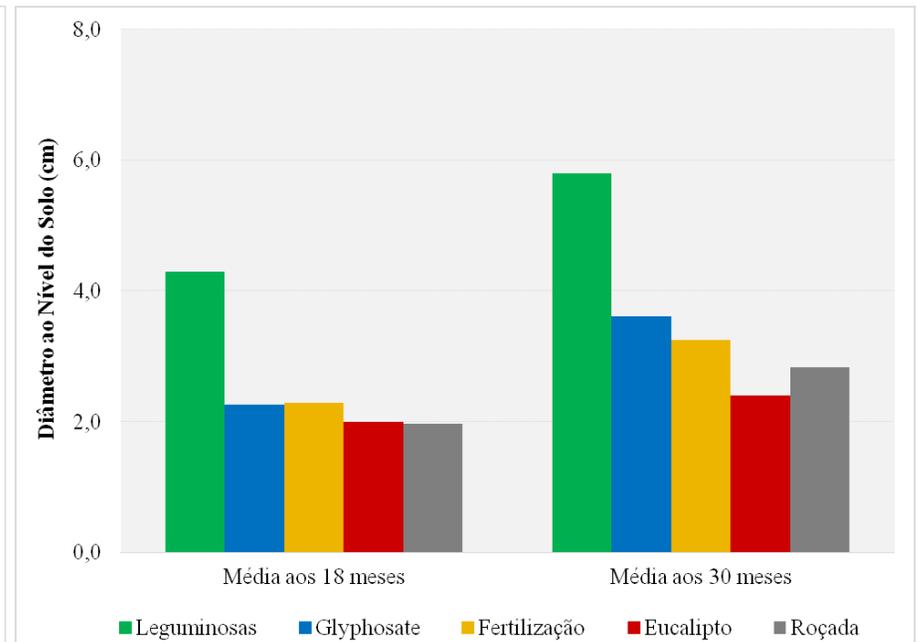


Figura 37. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Cytharexylum myrianthum*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

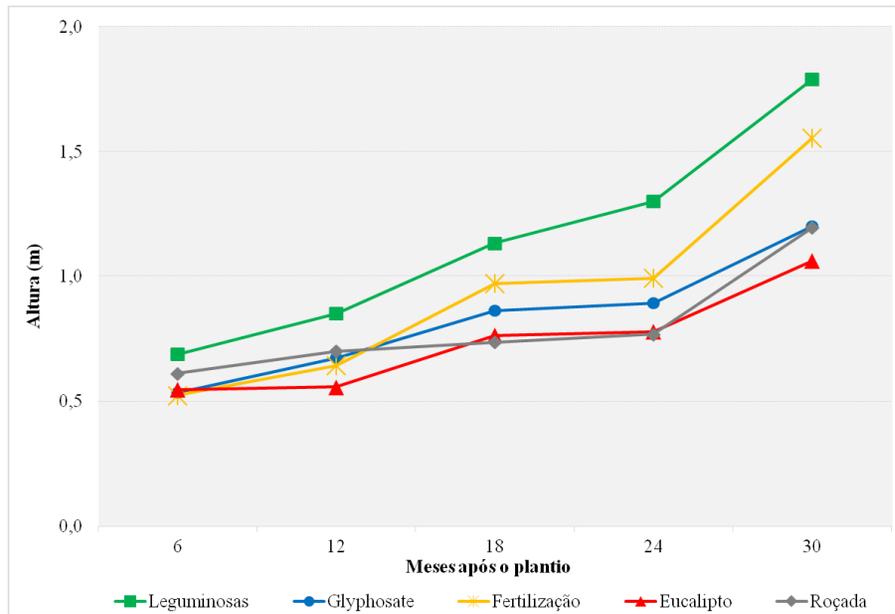


Figura 38. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Guarea guidonia*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

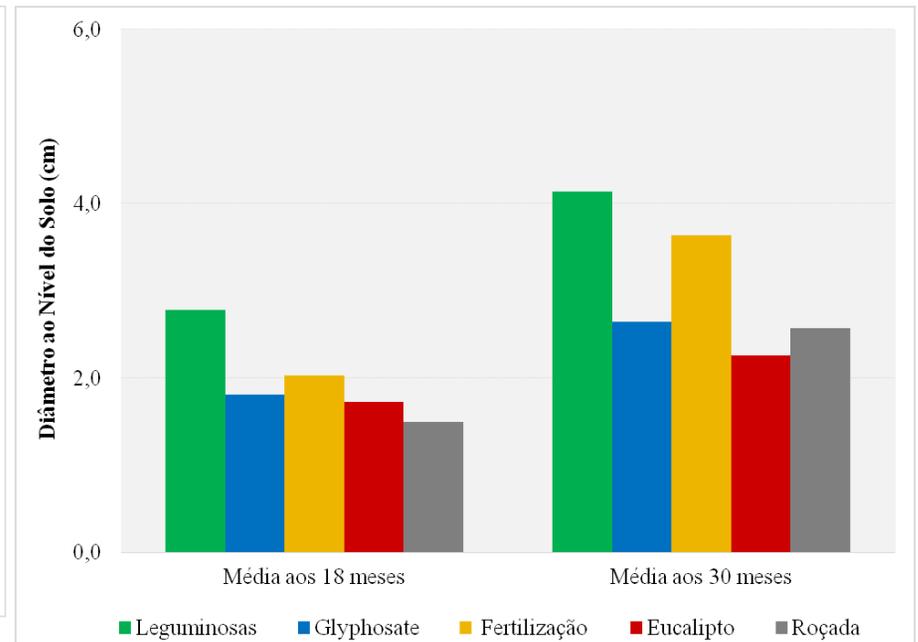


Figura 39. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Guarea guidonia*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

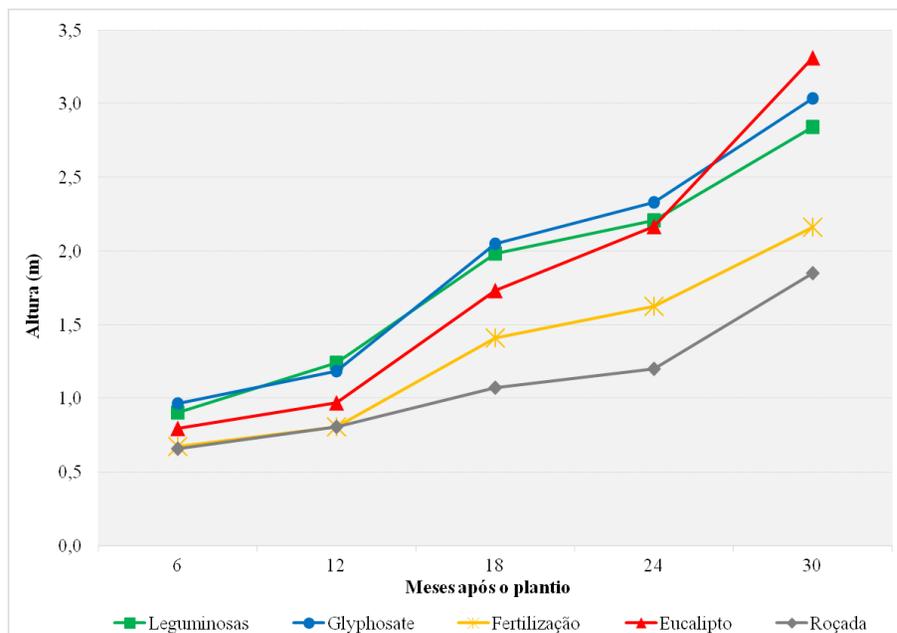


Figura 40. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Schinus terebinthifolius*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

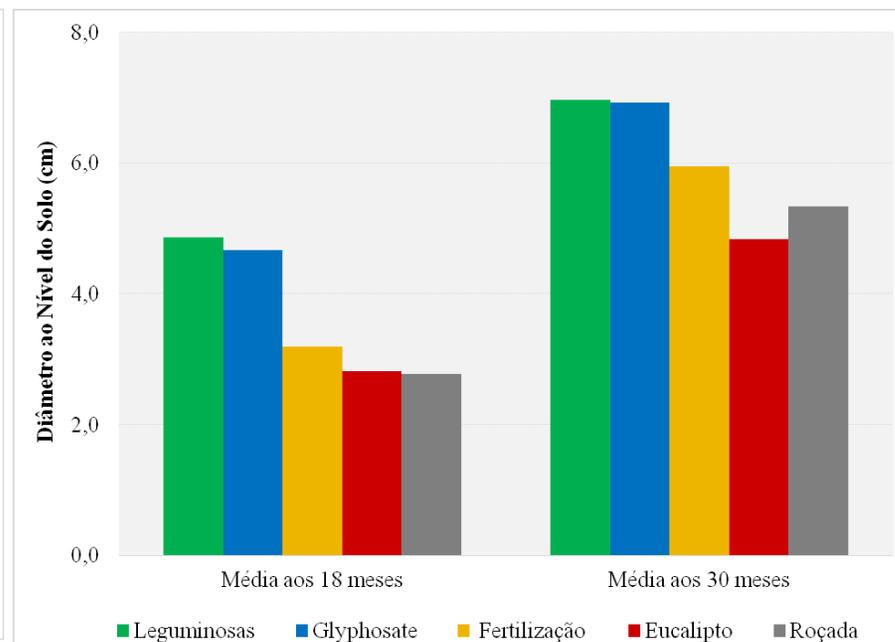


Figura 41. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Schinus terebinthifolius*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

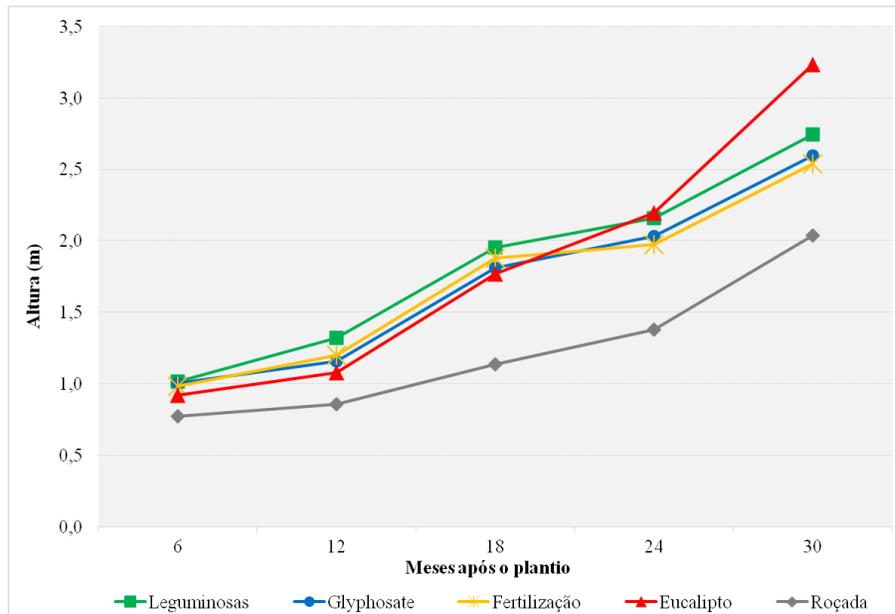


Figura 42. Altura, dos 6 aos 30 meses após o plantio, de *Tibouchina granulosa*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

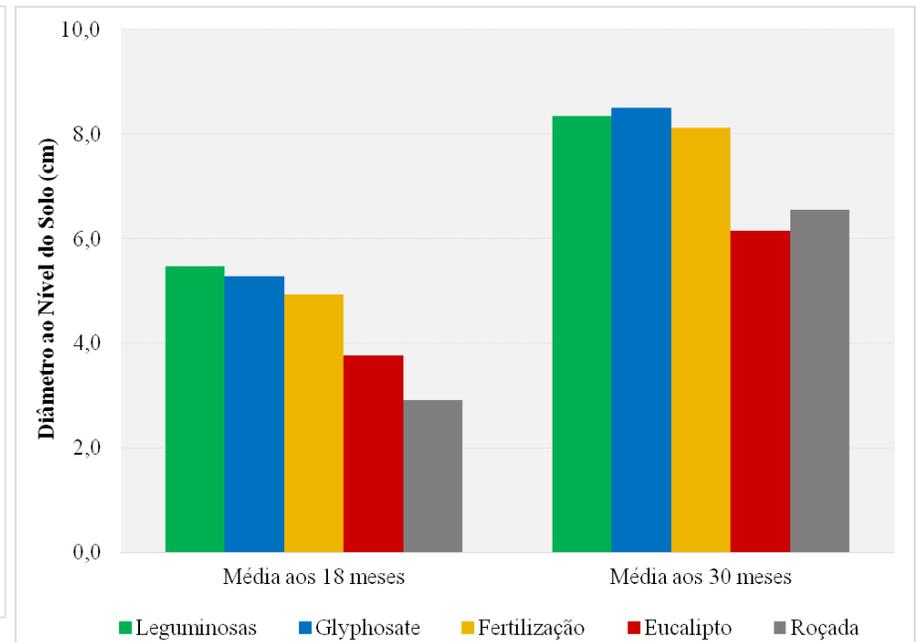


Figura 43. Diâmetro ao nível do solo, aos 18 e aos 30 meses após o plantio, de *Tibouchina granulosa*, em resposta a cinco estratégias de controle de *Urochloa* spp., em área de reflorestamento, município de Bom Jardim, RJ.

Anexo II: Proposta de fluxograma de atividades para formação de povoamento de restauração em área de *Urochloa* spp. no município de Bom Jardim, RJ.

