

Universidade de São Paulo  
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

Avaliação do efeito do uso de sete espécies de adubação verde na Restauração  
Florestal em área ripária em Piracicaba – SP

**LUCAS AUGUSTO ABRA VIEIRA**

Ensaio técnico apresentado para a obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Florestal

Piracicaba  
2017

Lucas Augusto Abra Vieira

**Avaliação dos efeitos do uso de sete espécies de adubação verde na restauração  
florestal**

Orientador: Prof. Dr **JOSÉ LEONARDO MORAES  
GONÇALVES**

Ensaio técnico apresentado para a obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Florestal

Piracicaba  
2017

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus Pais Adilson e Alessandra, a minha irmã Mariana, aos demais familiares, a minha namorada Thais e a todos os meus amigos que estiveram presentes nessa jornada.

A vocês ficará minha eterna gratidão por estarem junto comigo nesta caminhada, pela amizade, os conselhos, a paciência e pelo apoio. Saibam que esta realização tem um pouco de cada um de vocês.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois sem ele não existiria a vida e toda e qualquer oportunidade nela. Agradeço pela paz, pela saúde, pela família e pela oportunidade de poder apresentar esse trabalho com a conclusão de uma importante realização para mim.

Agradeço a minha família, em especial a meu pai Adilson, minha mãe Alessandra, minha irmã Mariana, às minhas avós Maria Madalena e Maria Irene e avôs, Oswaldo e João (in memoriam) pelo amor, carinho, cuidado e suporte por todos estes anos até aqui, sem vocês nada disso seria realidade.

Agradeço aos meus professores do colégio Santa Terezinha, pois a sua amizade e os seus ensinamentos me possibilitaram chegar até a Universidade.

Agradeço a Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pela oportunidade de cursar a Engenharia Florestal com professores extremamente competentes, tamanha infraestrutura, tantas oportunidades de estágio e outras vivências e pelos amigos, histórias e bagagem. Levarei essa escola comigo para sempre, como minha segunda casa.

Agradeço a minha namorada e companheira Thais e a sua família, Miriam, Gilmar e Raquel por terem sido um presente que tive durante a graduação na gloriosa e por contribuírem também com amor, força, carinho e suporte neste processo.

Agradeço aos meus companheiros da República K-Zona, Bruno, Nikolas, Fábio, Renato, Ayrton, Matheus e Mário Sérgio pelo prazer de morar e conviver ao lado de vocês, pela amizade, companheirismo, pela confiança e pelos momentos inesquecíveis, que aqui vivemos.

Agradeço a toda a turma da Engenharia Florestal de 2012 por terem sido meus companheiros de turma, pela amizade de cada um, pelas provas, trabalhos, viagens, história e pelas descobertas. Agradeço a cada um de vocês!

Agradeço a toda equipe do P&D IPEF/AES Tietê Microclima pela oportunidade de participar como estagiário de um projeto tão relevante, com tantos desafios e com tantas boas idéias. Agradeço a todos pela confiança, pelas experiências, ensinamentos, críticas e conselhos.

Agradeço a todos os amigos do Grupo Florestal Monte Olímpo por seguidos anos de aprendizado da prática aliada a teoria, por me mostrarem muitas faces da Engenharia Florestal, pelas muitas viagens e perrengues que com toda a certeza nos prepararam para que nos tornemos Profissionais competentes.

Agradeço a Associação Atlética Acadêmica “Luiz de Queiroz” e ao time de Baseball pelas amizades e anos de aprendizado, por me mostrarem a força e importância do esporte universitário na formação do caráter, por todos os eventos, reuniões, campeonatos que juntos vivenciamos, levando sempre em frente e vitorioso o “A encarnado”.

Agradeço a Torcida Baixaria “Luiz de Queiroz” por todas as amizades que aqui fiz, por ter se tornado muito mais do que um hobby e por promover sempre o descanso dos dias cansativos.

Por fim, agradeço a todos os professores, funcionários e demais colaboradores da ESALQ, Departamento de Ciências Florestais, Estações Experimentais de Itatinga, Anhembi, Anhumas e Fazenda Areão pela excelência de seus ensinamentos e contribuição na formação pessoal e profissional.

## EPÍGRAFE

*“Suba o primeiro degrau com fé.  
Não é necessário que você veja toda a escada.  
Apenas dê o primeiro passo.”*

*Martin Luther King*

## SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUÇÃO.....	3
1.1 Hidrelétricas e Áreas de Preservação Permanente.....	3
1.2 Adubação Verde: Definição e uso.....	4
1.3 Benefícios da Adubação Verde e a Restauração Florestal.....	5
1.4 Efeitos negativos do uso de espécies de adubação verde.....	11
1.5 Caracterização das espécies de cobertura.....	12
1. OBJETIVOS.....	18
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Área do experimento.....	19
3.2 Delineamento experimental.....	19
3.3 Espécies arbóreas.....	19
3.4 Recomendação de adubação e calagem.....	21
3.5 Preparo de solo.....	24
3.6 Análise de cobertura do solo.....	27
3.7 Inventário.....	29
3.8 Biomassa.....	30
3.9 Biomassa (coleta pós manejo).....	33
3.10 Decomposição da biomassa.....	33
3.11 Análise dos dados.....	34
3. RESULTADOS.....	35
4.1 Cobertura do solo das espécies de adubação verde.....	35
4.2 Biomassa da cobertura (Pré manejo).....	36
4.3 1º Inventário.....	38
4.4 Biomassa de daninhas (Pós manejo).....	39
4.5 2º Inventário.....	41
4.6 3º Inventário.....	43
4.7 Decomposição da biomassa.....	46
4. DISCUSSÃO.....	48
5.1 Cobertura das espécies.....	48
5.2 Biomassa de cobertura e daninhas.....	50

5.3 Inventário.....	51
5.4 Disponibilização nutricional.....	52
6. CONCLUSÃO.....	54
6.1 Implicações práticas.....	55
REFERÊNCIAS.....	57
ANEXOS.....	64

## RESUMO

### **Avaliação do efeito do uso de sete espécies de adubação verde na Restauração Florestal em área ripária em Piracicaba – SP**

Segundo o Art. 62 da Lei Federal 12.651 de 2012, todos reservatórios artificiais destinados à geração de energia ou abastecimento público, com registros ou contratos de concessão anteriormente a 2001, terão a faixa de Área de Preservação Permanente (APP) delimitada entre as cotas de nível máximo operativo normal e a cota máxima maximorum. No intuito de atender às exigências ambientais, a empresa AES Tietê vem desde 2001 restaurando as APPs por meio do plantio de espécies nativas. Durante esse período, a empresa tem encontrado dificuldades práticas apresentadas na forma de elevação do custo das operações e baixo sucesso no estabelecimento do plantio. Nesse sentido, dentro do projeto de P&D “Microclima” firmado entre a AES Tietê e o IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais), foi desenvolvido esse trabalho com objetivo de estudar a implementação da adubação verde junto aos plantios de espécies arbóreas nativas e seus efeitos no controle da mato competição, desenvolvimento das espécies arbóreas nativas e disponibilização de nutrientes. O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Genética no distrito de Anhumas, município Piracicaba, no estado de São Paulo nas coordenadas 22°50'11.22" de latitude Sul e 48° 2'13.21" de longitude Oeste. O clima da região é classificado como Cwa, segundo a classificação de Köppen, com pluviosidade média anual de 1230 mm. O plantio das leguminosas e das mudas foi feito concomitantemente no início de dezembro de 2015. Foi feito o preparo de solo para a semeadura de adubação verde e para o plantio de mudas, a área foi dividida em quatro blocos de dez tratamentos cada. A semeadura foi realizada a lanço em parcelas de 20 m X 40 m (480 m<sup>2</sup>), seguida do plantio das mudas. As espécies de adubação verde utilizadas foram *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco), *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú), *Cajanus cajan* cv. Iapar 43 (Feijão guandú anão), *Pennisetum glaucum* (Milheto) e *Stylosanthes spp.* (Estilosantes). O uso da adubação verde se mostrou vantajoso à restauração florestal na cobertura inicial do solo, competindo com as espécies daninhas; no aporte de biomassa ao sistema (M.O.); na diminuição da infestação de plantas daninhas (biomassa de cobertura X cobertura de daninhas); com potencial efeito positivo sobre o desenvolvimento das árvores e na disponibilização de nutrientes ao sistema. O melhor tratamento encontrado foi o feijão guandú, que se destacou em todos os fatores avaliados. Para o desenvolvimento da prática da adubação verde na restauração florestal, são necessários ainda maiores estudos sobre a qualidade de sementes, densidade de plantio, plantio mecanizado e em linhas.

Palavras chave: Restauração ecológica; consórcio; adubação verde

## ABSTRACT

### **Evaluation of the effect of the use of seven species of green manure in the Forest Restoration in riparian area in Piracicaba - SP**

According to Art. 62 of Federal Law 12.651 of 2012, all artificial reservoirs for the generation of energy or public supply, with records or concession contracts, as of 2001, will have the Permanent Preservation Area (APP) band delimited between Such as quotas of maximum operatino normal level and the maximum maximorum quota. In order to meet environmental requirements, an AES Tietê company has been restoring APPs since 2001 through the planting of native species. During this period, a company has consulted practical difficulties presented in the form of elevated cost of operations and low success, without the planning plan. In this sense, within the "Microclimate" R & D project signed between AES Tietê and IPEF, this work was developed with the objective of studying the implementation of the green manure in the native tree species and in the control of the competitive weed, Tree species and availability of nutrients. The experiment was conducted at the Genetic Experiment Station in the district of Anhumas, in the city of Piracicaba, in the state of São Paulo at coordinates 22 ° 50'11.22 "south latitude and 48 ° 2'13.21" west longitude. The climate of the region is classified as Cwa, following the classification of Köppen, with average annual rainfall of 1230 mm. The planting of legumes and seedlings was done concomitantly in early December 2015. The soil was prepared for sowing green manure and for planting of seedlings, the area was divided into four blocks of ten treatments each. Seeding was carried out in plots of 20 m X 40 m (480 m<sup>2</sup>), followed by planting of seedlings. The species of green manure used were *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, (Feijão de porco), *Cajanus cajan* L. (Feijão guandú), *Cajanus cajan* cv. Iapar 43 (Feijão guandú anão), *Pennisetum glaucum* (Milheto) e *Stylosanthes spp.* (Estilosantes). The use of green manuring proved to be advantageous to the forest restoration in the initial cover of the soil, competing with the weeds; In the contribution of biomass to the system (M.O.); In the reduction of weed infestation (weed biomass X weed coverage); With a potential positive effect on the development of trees and the availability of nutrients to the system. The best treatment found was the pigeon pea, which stood out in all factors evaluated. For the development of the practice of green manuring in forest restoration, further studies on seed quality, planting density, mechanized planting, and rows are needed.

Keywords: Ecological restoration; consortium; green manure

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Hidrelétricas e Áreas de Preservação Permanente

Segundo o Ministério de Minas e Energia (2017) a energia hidráulica continua sendo a mais importante na matriz energética para o ano de 2017, com percentual sobre o total estimado em 67,9%.

Esse sistema de geração de energia, é considerado renovável, mas traz consigo alguns impactos negativos, principalmente sócio ambientais. Inatomi (2005) aponta que as hidrelétricas interferem de forma drástica no meio ambiente, pela construção das represas, pois estas provocam inundações em imensas áreas de floresta, alteram o fluxo dos rios, destroem espécies vegetais, prejudicam a fauna e também afetam na ocupação humana. Inatomi (2005) apud. Leite (2005) também destaca impactos sobre o clima, erosão, assoreamento, sismologia e alteração da paisagem.

Dados os impactos para a geração de energia de fontes hidrelétricas, no Código Florestal brasileiro são previstos artigos que dispõe sobre as áreas do entorno dos rios que são represados, sua proteção e das práticas complementares para que os impactos sobre estas sejam mitigados.

No artigo 4º da lei 12.651, Código Florestal Brasileiro, é previsto que as áreas que estejam no entorno de reservatórios d'água artificiais, decorrentes de represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento sejam consideradas Áreas de Preservação Permanentes (APP). No artigo 5º ainda do código, fica disposto que, para os casos de reservatórios artificiais destinados a geração de energia, é obrigatória à empresa operadora de energia, a aquisição das áreas do entorno, desapropriação ou instituição de servidão administrativa das APP's criadas em seu entorno, conforme estabelecido no licenciamento ambiental, seguindo faixas determinadas pelo órgão ambiental responsável. Complementar a estes artigos, o artigo 62 da mesma lei, dispõe que, para os reservatórios artificiais de água que sejam destinados à geração de energia e que foram registrados ou tiveram seus contratos de concessão ou autorização assinados anteriormente à Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, a faixa da Área de Preservação Permanente seja a distância entre o nível máximo operativo normal e a cota máxima maximorum do corpo d'água. Por fim, o artigo 7º do código florestal, fica disposto que tendo sido feita supressão da vegetação em APP's, o proprietário desta área é obrigado a promover a recomposição da vegetação.

## 1.2. Adubação Verde: Definição e uso

Segundo Espíndola (2005) et al apud. Costa (1993), a adubação verde pode ser definida como o uso de plantas em rotação ou consórcio com outras culturas que sejam o foco da produção, sendo que para as espécies de adubação verde, seus resíduos devem ser incorporados ao solo ou mantidos sobre a superfície. Estas espécies são usadas em consórcio e com o manejo descrito, pois acredita-se que tragam benefícios a curto, médio e longo prazos ao sistema e à cultura de interesse.

CALEGARI (2014) apud. FLORENTIN et al. (2011) apontam que comprovações históricas mostram que civilizações antigas como chineses, gregos, romanos e ainda outras, se utilizaram de práticas de adubação verde com sucesso. Estes bons resultados foram obtidos empiricamente por estes povos na busca por melhores meios de produção (FILHO et al., 2014). Segundo ROSSI et al., (2014) a civilização chinesa foi a primeira a adotar a prática da adubação verde objetivando a manutenção da fertilidade do solo, sendo iniciada na Dinastia Chou (1134-247 a.C.), onde começaram a ser usados como adubos, restos de cultura e vegetação natural dos campos. Depois dos chineses, gregos e romanos se utilizaram grandemente das leguminosas na rotação de culturas.

No Brasil, se tem conhecimentos dos adubos verdes há pelo menos 100 anos. A primeira aparição de informações técnicas sobre este tema foi publicada por Gustavo Rodrigues Pereira D'Ultra em um livro, em 1919 (ROSSI et al., 2014). Após esta, houve ainda outras mais publicações que tinham como assunto a adubação verde como benefício à fertilidade dos solos. Na década de 50, se iniciou a divulgação ao público dos resultados de pesquisas sobre os efeitos da adubação verde aplicados a várias culturas (ROSSI et al., 2014). Nas décadas de 60 e 70, houve sobre essas práticas, influência da Revolução Verde. Ao fim da Primeira Guerra Mundial, com a capacidade de produção das fábricas já em funcionamento aliada à adoção dos fertilizantes artificiais e ao desenvolvimento da química, nos anos 50, os americanos já possuíam “pacotes tecnológicos” que já continham recomendações para uso de máquinas, adubos, agroquímicos e sementes selecionadas que foram divulgados em várias partes do mundo (ROSSI et al., 2014). Sendo assim, a Revolução Verde tornou-se importante nos anos 60. Com o boom da cultura da soja no país, adequada aos pacotes da Revolução Verde, combinada às ações de governo, em 1965 foi lançado o primeiro programa oficial de estímulo ao uso de fertilizantes químicos (ROSSI et al., 2014 apud FURTADO, 2002), faltando trabalhos e interesse, principalmente de cunho econômico, pelo uso da adubação verde nas décadas de 60 e 70 (ROSSI et al., 2014). Nas décadas de 80 e 90, houve uma retomada e até expansão da adubação verde. Várias publicações, sendo boletins e circulares foram lançados divulgando a adubação verde. Neste período, as publicações começaram, cada vez mais, a destacar a importância da cobertura do solo, evitando os processos erosivos e enfatizando o cultivo mínimo

e o plantio direto. A partir da década de 80, com a retomada do uso da adubação verde e o desenvolvimento do conceito de plantas de cobertura, observou-se a profissionalização do uso da técnica (ROSSI et al., 2014). No século 21, a adubação verde começa a ser vista como ferramenta de sustentabilidade. Os antigos pacotes tecnológicos oferecidos pela Revolução Verde, passaram a impedir a produção de alimentos e produtos de forma sustentável, economicamente e ambientalmente. Nas regiões tropicais e subtropicais, os sistemas racionais de produção, como exemplificado pelo Manejo Integrado de Pragas e doenças, plantio direto e agricultura de precisão que visam a maximização do efeito de fertilizantes e defensivos agrícolas e minimização dos efeitos negativos ao ambiente tornaram-se mais necessários. Assim, com esta nova postura, ganhou importância a aplicação da adubação verde visando à sustentabilidade, em destaque, ecológica, pelo conhecimento de benefícios físicos, químicos e biológicos ao solo (ROSSI et al., 2014).

### **1.3. Benefícios da Adubação Verde e a Restauração Florestal**

Como benefícios do uso das espécies leguminosas, Espindola (2005) cita o oferecimento de nitrogênio ao solo, com o benefício das culturas de interesse, devido a características das espécies em manterem relações de simbiose com bactérias fixadoras de Nitrogênio. Para Beltrame (2013) apud. Franco; Faria (1997); Santos et al. (2001); Alves et al. (2004); Perin et al. (2004); Sami; Abboud (2006); Lourente et al. (2008), além do fornecimento de Nitrogênio, as espécies leguminosas são capazes de facilitar a mineralização da matéria orgânica pela criação de um ambiente propício para as comunidades dos microrganismos de compostores. Favero et al. (2001) destaca os efeitos do uso das espécies de cobertura sobre as plantas espontâneas, servindo como barreira física e competindo por água, luz, oxigênio e ainda nutrientes. Espindola (2005) apud. Dodd (1999), apontam que a adubação verde pode favorecer a associação com fungos micorrízicos arbusculares e, pelas suas características, são capazes de aumentar a absorção de água e nutrientes pelas raízes, agregarem as partículas do solo e até aumentar a resistência a patógenos.

Baseado em tais benefícios do uso da adubação verde, acredita-se que esta tem uso potencial aplicado à restauração florestal, principalmente ajudando na manutenção das áreas, controlando a infestação por plantas daninhas (BRANCALION et al. 2014).

No novo paradigma de restauração florestal, ao invés de unicamente ter a prática de plantios de mudas, copiando as florestas maduras, houve o entendimento de que as comunidades são sistemas abertos, dinâmicos e limitados por fatores não só internos, mas também externos, sendo muitas vezes imprevisíveis os resultados das práticas aplicadas. Sendo assim, o processo de sucessão ecológica pode se dar de várias formas distintas, e mesmo as comunidades maduras, poderiam não ser estáticas em sua composição, apresentando fluxos, em equilíbrio dinâmico

(BRANCALION et al. 2014 apud. ARONSON; ANDEL, 2005; CHOI, 2004; PALMER et al., 1997; PARKER; PICKETT, 1999 PICKET et al., 1992).

Por este novo entendimento da restauração, os métodos para a sua prática têm sido diversificados. Não há mais a tentativa de reproduzir uma comunidade madura, sendo que agora o foco é na restauração de processos na construção de uma comunidade funcional, onde as espécies e estrutura sejam frutos da interação entre as ações aplicadas e os processos de migração e seleção de espécies que se iniciarão no local sob este processo. Sendo assim, são observados o incremento de diversidade de espécies, de formas de vida, diversidade genética, reestabelecimento da sucessão ecológica, de grupos funcionais nativos regionais e ainda dos demais processos ecológicos capazes de manterem os ecossistemas naturais, além do isolamento dos fatores de degradação e controle e eliminação de espécies exóticas invasoras (BRANCALION et al. 2014 apud GANDOLFI; RODRIGUES, 2007; RODRIGUES; GANDOLFI, 2007).

Como vantagens do uso de adubação verde aplicada na restauração florestal, são destacadas por BRANCALION et al. (2014), a recuperação do solo, controle de processos erosivos, controle de competidores, redução do ataque de formigas, melhoria do desenvolvimento das mudas de espécies nativas e interação com a fauna.

### **1.3.1. Solos**

Acredita-se que a recuperação do solo e controle dos processos erosivos possa ser conseguida pelo uso de algumas das espécies de adubação verde, pelas suas características de rusticidade, além da sua capacidade de proteção, descompactação, aeração e incorporação de nutrientes e matéria orgânica ao solo (BRANCALION et al. 2014).

Com o uso destas espécies, as entre linhas são ocupadas agora pelo crescimento delas e não mais pelas plantas espontâneas, formando agora uma cobertura permanente, homogênea, atenuando os processos erosivos sobre esse solo, contribuindo para a redução da sua degradação e do assoreamento nos cursos d'água, nas áreas ripárias. Melhoria do pH, da CTC e do índice de saturação por bases também foram observados pelo uso da adubação verde (BRANCALION et al. 2014 apud FAVARETTO et al. 2000; MEDEIROS et al. 1987 e NASCIMENTO et al. 2003).

Como o aporte de matéria orgânica ao solo é significativo pelo uso dessas espécies, há melhoria nas características biológicas que assim, favorecem o desenvolvimento da fauna, fungos e bactérias do solo, que figuram com papel importante na restauração da área (BRANCALION et al. 2014).

As espécies leguminosas formam associações simbióticas com bactérias fixadoras de N<sub>2</sub>, resultando no incremento de grandes quantidades desse nutriente ao solo (PERIN et al., 2004; Espíndola, 2005; Beltrame, 2013).

O uso de leguminosas consorciado com a restauração ecológica em SAF promovem efeitos químicos como a ciclagem de nutrientes e trocas radiculares Beltrame (2006).

Espíndola (2005) destaca o efeito da adubação verde na redução da perda de nutrientes por lixiviação. Espíndola (2005) apud. Silva et al. (1998) observa ainda o aumento na estabilidade e resistência de agregados e por este motivo, o favorecimento da infiltração de água.

Por essa combinação de melhorias na química, física e biologia dos solos, acredita-se que estas possam ter consequências positivas para as culturas consorciadas a adubação verde e até mesmo, para a restauração florestal (BRANCALION et al. 2014).

### **1.3.2. Controle de “daninhas”**

Segundo Pitelli (2015) desde o início das práticas de agricultura ou pecuária, as plantas que infestavam de forma espontânea as áreas ocupadas pelos humanos e que não oferecessem produtos como alimentos, fibras ou forragem já eram consideradas indesejáveis.

A expressão planta daninha não se refere a nenhuma função biológica conhecida. As plantas que nos dias de hoje são capazes de causar danos às atividades humanas, à saúde do homem e ao meio ambiente, estando fora da sua área de distribuição geográfica ou em populações quem excedam a capacidade do ambiente, comportam algumas designações com a sua função biológica, sendo: planta parasita, planta exótica invasora, planta pioneira, planta trepadeira, entre outras (PITELLI, 2015).

Apesar da variação das designações, essas plantas têm características comuns de serem indesejadas no local, pela época e forma em que ocorrem. Estas são indesejadas por conta dos problemas que causam à produção agrícola, aos custos da produção, às reservas ambientais, entre outros (PITELLI, 2015).

Entre as causas de insucesso na prática da restauração florestal, acredita-se que uma das principais seja a ausência da manutenção das plantas competidoras, todas as espécies espontâneas indesejadas no local, e que podem afetar diretamente o estabelecimento e desenvolvimento de mudas ou da regeneração natural. Entre as espécies que causam estes problemas estão as gramíneas e algumas das espécies de “folha larga” (BRANCALION et al. 2014).

Essas plantas podem influenciar negativamente as mudas e causar a sua morte devido aos efeitos possíveis de alelopatia, sombreamento, maior velocidade na ocupação do solo, competição pelos nutrientes e água, entre outros efeitos. Como outro efeito relevante, estas espécies

comumente podem produzir muitas sementes que sejam viáveis a longo prazo e dispersadas facilmente. (BRANCALION et al. 2014 apud LORENZI, 2000).

Embora haja um controle dessas plantas antecedendo o plantio, ainda é possível que se ocupem a área por conta das sementes viáveis presentes no banco de sementes, com o revolvimento do solo, expondo estas sementes. O período mais crítico do efeito dessas espécies e suas consequências são até o fechamento de copa e recobrimento da área. Passado esse período, por efeito do sombreamento e do desenvolvimento radicular em profundidade e volume de solo explorado, é minimizada a competição com estas plantas (BRANCALION et al. 2014).

As principais formas de controle destas plantas invasoras são mecânico, cultural e químico (RESENDE, 2017).

O controle mecânico compreende os métodos de capina e roçada e estes podem ser feitos manualmente ou de forma mecanizada. O efeito da capina é mais duradouro pois além do corte das plantas, há a exposição do sistema radicular para a desseca e às vezes, as plantas são enterradas. Por outro lado, em relação à roçada, a capina tem rendimento muito menor (RESENDE, 2017).

A roçada também se mostra eficiente auxiliando no controle de processos erosivos. Como desvantagem, há a necessidades de maior número de intervenções por conta da rebrota das plantas daninhas. A operação da roçada pode ser executada manualmente com o uso da foice; semimecanizada, com uso de roçadeiras costais ou laterais e mecanizada, com uso de roçadeira acionada por trator agrícola (RESENDE, 2017).

Outra alternativa de controle mecânico é o uso de cobertura morta ou coberturas artificiais para abafar e/ou sombrear as espécies indesejadas. O intuito desta prática é de criar uma barreira física que limite a chegada de luz ao solo, dificultando a germinação de propágulos das espécies indesejadas. Para o caso da cobertura morta, as vantagens do uso são da conservação da umidade ao redor do indivíduo arbóreo e a adubação orgânica pelo próprio material. As desvantagens são em relação ao custo, pois a operação é feita manualmente, ao risco no caso de incêndios do acúmulo de material inflamável no entorno das mudas e pelo risco de, ao adicionar a cobertura morta, adicionar juntamente sementes de gramíneas no entorno das mudas, levando a uma possível competição (RESENDE, 2017).

Como alternativas culturais, Resende (2017) destaca a escolha de espécies capazes de crescer mais rapidamente e adequadas ao plantio, a fertilização dirigida às mudas, o adequado espaçamento de plantio entre as mudas.

Como forma de controle químico, Resende (2017) destaca o uso de herbicidas de grande espectro como o glifosato, na maioria dos casos.

Devido à necessidade destas intervenções de controle das plantas infestantes, essas operações acabam por serem grande parte da composição dos custos da restauração (BRANCALION et al., 2014 apud MELO, 2005).

Embora eficiente, o uso de herbicidas é visto com maior cuidado e pode ser até proibido ou rigorosamente controlado em algumas certificações e/ou pelos órgãos fiscalizadores, principalmente nas áreas ripárias (BRANCALION et al. 2014 apud FERREIRA, CARVALHO, 2002).

Dadas estas dificuldades para o controle de plantas invasoras é reconhecida uma necessidade de métodos alternativos que possam solucionar estes problemas, inclusive com o menor uso e de forma mais eficiente desses produtos, aplicando-se para estas áreas de APP, com maior sensibilidade ambiental. Neste caso, o uso das espécies de adubação verde se apresenta como uma possibilidade viável na redução da infestação da área, por outras plantas (BRANCALION et al., 2014 apud. ERASMO et al., 2004). Muitas das espécies de adubação verde possuem a capacidade de reduzir o desenvolvimento das plantas invasoras, como a *Urochloa* spp. (BRANCALION et al., 2014 apud. BECHARA, 2006) ou mesmo reduzir a reinfestação pelo banco de sementes. (BRANCALION et al., 2014 apud. CAETANO et al., 2001, SEVERINO; CRISTOFOLI, 2001). Essas espécies podem ajudar na diminuição dos níveis de infestação (BRANCALION et al., 2014 apud. FAVERO et al. 2001), pela cobertura do solo com os resíduos da roçada (BRANCALION et al., 2014 apud. MATHEIS, 2004) ou pela propriedade alelopática da decomposição da cobertura vegetal (TOKURA et al. 2006 apud ALMEIDA, 1989). Esses resíduos de roçada podem ser transferidos das entrelinhas para as linhas de plantio, com acúmulo dessa matéria vegetal próxima às mudas (BRANCALION et al., 2014), gerando uma série de benefícios já citados no presente trabalho.

### **1.3.3. Redução do ataque de formigas**

Nas áreas submetidas ao processo de restauração florestal, a área tem a mato competição controlada e são priorizadas na ocupação da área, as espécies florestais plantadas. Sendo assim, para as formigas cortadeiras, estas ficam como o foco como fonte de alimento, enquanto que, no caso da ocupação da área pelas espécies de adubação verde, o ataque das formigas pode ser a estas espécies também, diminuindo o ataque concentrado apenas às espécies nativas (BRANCALION et al., 2014).

### **1.3.4. Microclima**

D’arrochella (2015) apud Drew (1996) definem o microclima como sendo o clima na região próxima da superfície do solo e da vegetação. Já Kolm (2001) apud ACIESP (1997) definem este mesmo termo como sendo o clima em escala e nível de organismo. Baseado nessas definições, pode-se considerar que em um plantio recém feito, o microclima pode ser considerado e manejado à nível de muda, para que se propicie as melhores condições de crescimento e desenvolvimento, favorecendo no caso da restauração, o sucesso ecológico.

Segundo Beltrame (2013); Espíndola (2009) apud. SIDIRAS et al. (1984) o uso de espécies leguminosas aliado à restauração ecológica aplicado em SAF promove a melhoria do microclima por meio da redução da insolação, atenuação da luminosidade, redução de temperatura e aumento da umidade sobre a muda e a região próxima, favorecendo o desenvolvimento da cultura de interesse.

Perin (2004) apud. Perin et al. (1999) aponta a cobertura viva do solo com leguminosas herbáceas perenes como sendo prática eficiente em atenuar o déficit hídrico do solo em períodos prolongados de estiagem.

### **1.3.5. Melhoria do desenvolvimento de espécies nativas**

Silva (2002) propôs um experimento com quatro tratamentos distintos, sendo um deles o plantio das espécies arbóreas sem operações de manejo (testemunha); o manejo de coroamento das árvores e o corte de capim feito por roçadeira (sistema florestal); poda das leguminosas posteriormente a produção de sementes nove meses após o plantio com o uso de trator na entre linhas e uso de enxada nas linhas (SAF simples) e por fim quatro meses após a implantação, o corte da *Urochloa* spp., plantas espontâneas, capim Napier e Feijão de porco e esta matéria vegetal, mantida sobre o solo.

Silva (2002) pôde observar que as espécies pioneiras não apresentaram diferença entre os tratamentos, enquanto que as espécies não pioneiras tiveram seu crescimento melhor em SAF simples. Quanto à altura do colo, tanto as pioneiras quanto as não pioneiras tiveram a melhor média no sistema de SAF simples. Quanto à sobrevivência das mudas, o SAF simples também se apresentou com destaque entre os demais tratamentos.

### 1.3.6. Interação com a fauna

Como efeitos biológicos das interações entre fauna e flora com o uso de adubação verde são observados trampolins e fonte de alimento. Segundo (2007) apud. Cavalcanti (2001) os trampolins são áreas com agrofloresta que acabam por enriquecer a paisagem entre fragmentos maiores e que podem ligar subpopulações antes isoladas, estimular a dispersão e criar um cenário de metapopulação, beneficiando principalmente a muitas espécies de aves, morcegos e insetos polinizadores, os principais responsáveis pelos serviços ecossistêmicos de fluxo gênico, polinização, dispersão e chuvas de sementes, associados a paisagem.

Bechara (2006) em experimento com o uso de adubação verde, constatou que as flores do Feijão Guardú se mostraram altamente atrativas às abelhas nativas Arapuá (*Trigona sp.*), abelhas exóticas (*Apis Mellifera*), vespas, formigas, besouros e borboletas.

Ainda no mesmo experimento, Bechara (2006) observa que as flores do Feijão Guardú Anão atraíram o Beija Flor Preto (*Florisuga fusca*), borboletas, pequenas moscas, vespas, mamangavas, Arapuá (*Trigona sp.*) e abelhas exóticas (*Apis Mellifera*). Para esta espécie de cobertura, além de insetos e pássaros, foi observado que o ponteiro das plantas, com cerca de 1 metro de altura foram quebrados e consumidos por veados.

Santos (2008), em estudo em área de transição agroecológica, verificou a existência de insetos tanto benéficos quanto maléficos associados aos adubos verdes. Nesse trabalho, foram encontradas 24 famílias, distribuídas por 10 ordens, associados a todas as espécies. Deste total coletado, 54,30% pertencem às famílias de insetos maléficos e 45,70% às famílias de insetos benéficos.

### 1.4. Efeitos negativos do uso de espécies de cobertura

Em alguns casos, o uso de espécies de adubação verde pode trazer efeitos negativos, interferindo nos benefícios buscados com o seu uso (SOUZA C. M et al. 2012). Como exemplos desses efeitos, segundo SOUZA C. M et al. (2012), os adubos verdes podem disseminar pragas e doenças, que sejam relacionadas às culturas de interesse, sendo destacada a transmissão de nematóides; maior ocorrência de lagarta rosca em sistemas de plantio com cobertura verde e morta; aumento da ocorrência de roedores, pelo fato da cobertura verde e morta; aumento dos efeitos das geadas nos solos com cobertura morta; para o caso de algumas espécies, se espalhando e se tornando “daninhas”; interferindo na época de plantio da cultura de interesse, quando não manejada adequadamente e alelopatia negativa com as espécies de interesse. Outro efeito que pode se tornar negativo foi levantado por Souza (2014) de que o uso da adubação verde, quando utilizada

em forma de consórcio, deve considerar a época e o espaçamento de semadura, para que não haja competição por água, luz e nutrientes com a cultura principal. Esse efeito também foi levantado para a cultura do Milho, por Pereira et al. (2011) e para a cultura do Quiabo (Ribas et al. 2002).

Segundo Czepak (2006), existem muitos insetos associados às espécies de adubação verde. Com a variação da área, região e das espécies plantadas estes podem ou não gerar danos e consequentemente, prejuízos às espécies de interesse, uma vez que muitas espécies condicionadoras de solo são alternativas para hospedarem pragas-chave de outras culturas (CZEPAK, 2006). Sendo assim, o controle dessas pragas nas plantas de cobertura se torna essencial para evitar infestação nas espécies de interesse (CZEPAK, 2006).

Carvalho (2014) destaca diversos tipos de insetos associados às espécies de adubação verde como os coleópteros e cupins, com larvas de hábito subterrâneo; lagartas; insetos sugadores, formigas cortadeiras e novamente os coleópteros, desta vez, na fase adulta.

Segundo Carvalho (2014), as formigas cortadeiras como as saúvas (*Atta spp.*) e as formigas quenquêns (*Acromyrmex spp.*) são considerados alguns dos mais importantes insetos desfolhadores de muitas espécies de plantas de importância econômica.

Roglin (2012) apud. Cherret (1968); Forti et al. (1983); Vasconcelos (1988); Hebling et al. (2000) pelo fato do hábito destes gêneros do corte de folhas, estas espécies são destacadas como principais pragas das áreas agrícolas e florestais, podendo destruir total ou parcialmente uma cultura.

Os cupins subterrâneos também são destacados como pragas nos plantios florestais, quando em determinadas condições, atacam mudas ou árvores adultas. Nos plantios florestais, são causados prejuízos relevantes, quando as operárias acabam por atacar as raízes mais finas e retiram a cortiça da raiz pivotante e das radículas das mudas. Como consequência desse ataque, ocorre a morte das plantas. As plantas podem ser atacadas desde a fase de muda com uma semana até atingirem dois anos. É destacada a influência das secas prolongadas, ataque de outras pragas ou doenças, tornando as árvores mais suscetíveis ao ataque dos cupins (SILVEIRA et al., 2008).

## **1.5. Caracterização das espécies de cobertura**

### **1.5.1. Crotalária juncea (*Crotalaria juncea L.*)**

Segundo Penteado (2010), o gênero das *Crotalaria* a caracterizam como uma planta de ciclo anual, da família Fabaceae, originária da Índia, com ampla adaptação para regiões tropicais e subtropicais. Esse gênero é reconhecido por formar plantas arbustivas, com crescimento ereto e determinado, sendo uma das leguminosas para a adubação verde de mais rápido crescimento inicial.

A espécie é destacada para uso na adubação verde pela sua resistência e produção de biomassa vegetal. A espécie é má hospedeira de nematoides, que são responsáveis por formação de galha nas raízes de muitas espécies comerciais. Isso acontece, pois, a praga não consegue se hospedar no sistema radicular da *Crotalaria*, para que seja desenvolvido o parasitismo, além da atividade predatória de inimigos naturais que estão associados a matéria orgânica e causam a morte dos nematoides (PENTEADO, 2010).

O corte da espécie, quando aplicada na adubação verde, deve ser feito no florescimento e início do surgimento das primeiras vagens, que normalmente acontece 120 dias após o plantio (PENTEADO, 2010).

A semeadura deve ser feita de 2 a 3 cm de profundidade. Se feita a lanço, a densidade de sementes deve ser de 30 kg.ha<sup>-1</sup> totalizando cerca de 60 a 62 sementes/m<sup>2</sup> (PIRAÍ, 2016).

A biomassa verde pode chegar de 40 a 60 t.ha<sup>-1</sup>, a biomassa seca, de 10 a 15 t.ha<sup>-1</sup> e a altura final dos indivíduos, de 2 a 3 m (PIRAÍ, 2016).

Tabela 1 Ciclo, tempo de florescimento e biomassa de *Crotalaria juncea*

<i>Crotalaria juncea</i>	
ciclo	anual
florescimento	120 dias
biomassa seca	10 a 15 kg.ha <sup>-1</sup>

### 1.5.2. Crotalária spectabilis (*Crotalaria spectabilis*)

Planta de ciclo anual, da família Fabaceae, com grande adaptação ecológica, indicada para adubação verde. É destacada para o seu emprego como armadilha para solos infestados por nematóides formadores de galhas. Os indivíduos são de porte arbustivo, com crescimento ereto e determinado, com desenvolvimento inicial lento (PENTEADO, 2010).

Penteado (2010) afirma que o corte da espécie deve ser feito após o começo do florescimento até o início da floração de vagens, cerca de 104 a 120 dias após o plantio.

A semeadura deve ser feita a uma profundidade de 2 a 3 cm. Se feita à lanço, a densidade de semeadura deve ser de 15 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes, com cerca de 83 a 93 sementes/m<sup>2</sup> (PIRAÍ, 2016).

A massa vegetal verde pode atingir de 20 a 30 t.ha<sup>-1</sup>, a biomassa seca, de 4 a 6 t.ha<sup>-1</sup> e a altura final das plantas, de 1 a 1,5m (PIRAÍ, 2016).

Tabela 2 Ciclo, tempo de florescimento e biomassa de *Crotalaria spectabilis*

<i>Crotalaria spectabilis</i>	
ciclo	anual
florescimento	104-120 dias
biomassa seca	4 a 6 kg.ha <sup>-1</sup>

### 1.5.3. Feijão de porco (*Canavalia ensiformis DC.*)

A espécie leguminosa conhecida comumente como Feijão de porco é de origem na América e muito cultivado em regiões tropicais e equatoriais. Seu ciclo é anual ou bianual, ereta, não trepadeira, com crescimento determinado. Rustica, a espécie tem resistência a temperaturas elevadas, tolerância ao médio sombreamento e adaptação aos solos carentes em fósforo. Por outro lado, não suporta geada. O sistema radicular atinge boa profundidade nos solos, dando pouco mais de resistência a veranicos (PENTEADO, 2010).

Segundo Penteado (2010) a espécie é indicada como adubação verde e no controle das plantas invasoras, pelo efeito alelopático.

A semeadura deve ser feita a uma profundidade de 2 a 5 cm. Quando feita a lanço, devem ser usados 4 a 6 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes, totalizando de 9 a 10 sementes/m<sup>2</sup> (PIRAÍ, 2016).

São produzidas de 20 a 40 t.ha<sup>-1</sup> de fitomassa verde, 3 a 6 t.ha<sup>-1</sup> de fitomassa seca. As plantas devem atingir de 0,8 a 1 m de altura (PIRAÍ, 2016).

Tabela 3 Ciclo, tempo de florescimento e biomassa de *Canavalia ensiformis DC.*

<i>Canavalia ensiformis DC.</i>	
ciclo	anual
florescimento	90-100 dias
biomassa seca	3 a 6 kg.ha <sup>-1</sup>

### 1.5.4. Feijão guandu (*Cajanus cajan L.*)

É uma planta semi perene de porte arbustivo de crescimento determinado e indeterminado. É adaptado a latitudes variando de 30°N a 30°S. Pelo fato de ser uma espécie rústica, mantém-se verde durante o ano todo (PENTEADO, 2010).

O desenvolvimento inicial é lento, com melhor desenvolvimento entre as temperaturas de 18 e 30°C, podendo atingir um porte alto. Seu sistema radicular é robusto, penetrando em solos compactados e por este motivo é empregado como subsolagem biológica (PENTEADO, 2010).

A espécie não requer solos férteis, podendo ser usada em solos pobres, mas que não sejam encharcados e sujeitos a inundação. Pelo fato de seu sistema radicular ser vigoroso, este se

desenvolve bem em profundidade, e lhe confere resistência a períodos mais longos de seca. Sua exigência mínima é de 800 mm de precipitação ao ano. O guandú não é tolerante a geadas e queimadas (PENTEADO, 2010).

O corte da cobertura assim como para outras espécies deve ser feito ao fim da floração. Reconhecidamente, há a produção de elevada quantidade de biomassa verde, com decomposição lenta (PENTEADO, 2010).

Sua semeadura deve ser feita de 2 a 3 cm de profundidade. Se feita a lanço, devem ser usadas 60 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes, totalizando de 46 a 54 sementes/m<sup>2</sup> (PIRAÍ, 2016).

A massa de cobertura verde da espécie pode atingir de 20 a 40 t.ha<sup>-1</sup>, a cobertura seca, de 5 a 9 t.ha<sup>-1</sup> e altura de planta, de 2 a 3 metros (PIRAÍ, 2016).

Tabela 4 Ciclo, tempo de florescimento e biomassa de *Cajanus cajan L.*

<i>Cajanus cajan L.</i>	
ciclo	semi-perene
florescimento	150-180 dias
biomassa seca	5 a 9 kg.ha <sup>-1</sup>

#### 1.5.5. Feijão guandú anão (*Cajanus cajan cv. Iapar 43*)

O Feijão guandu anão é uma espécie leguminosa de porte baixo e de ciclo anual. Como característica, é uma espécie rústica e a exploração de solo pelas suas raízes é destacada, podendo descompactar solos e ajudando na reciclagem de nutrientes (PIRAÍ, 2016).

Essa espécie é reconhecida pela produção de boa quantidade de biomassa e pela sua fixação de nitrogênio (PIRAÍ, 2016).

Sua semeadura deve ser feita de 2 a 3 cm de profundidade. Para a execução da semeadura a lanço, deve ser usada uma quantidade de sementes de 45 kg.ha<sup>-1</sup>, sendo esta de 60 a 64 sementes/m<sup>2</sup> (PIRAÍ, 2016).

A biomassa da espécie verde pode chegar de 20 a 30 t.ha<sup>-1</sup>, a seca de 4 a 7 t.ha<sup>-1</sup> e a altura do indivíduo, de 1 a 1,5 m (PIRAÍ, 2016).

Tabela 5 Ciclo, tempo de florescimento e biomassa de *Cajanus cajan cv. Iapar 43*

<i>Cajanus cajan cv. Iapar 43</i>	
ciclo	anual
florescimento	90 - 120 dias
biomassa seca	4 a 7 kg.ha <sup>-1</sup>

### 1.5.6. Milheto (*Pennisetum glaucum*)

O Milheto é da família das gramíneas. A produção de grãos com o uso da espécie acontece nos trópicos semi-áridos da África e no subconsciente indiano. É uma planta reconhecida pela tolerância ao estresse hídrico, teor baixo de fósforo, teor alto de Al tóxico, deficiência de molibdênio, baixa capacidade de retenção de água, pH baixo e altas temperaturas (PENTEADO, 2010).

Penteado (2010) indica que sua exigência de temperatura e disponibilidade hídrica é de 15 a 28 °C e mínimo de 30mm para a germinação.

A semeadura deve ser feita de 1 a 2 cm de profundidade. Se executada a lanço, há o uso de 20 kg.ha<sup>-1</sup> de sementes, por volta de 285 a 330 sementes/m<sup>2</sup> (PIRAÍ, 2016).

A quantidade de biomassa verde pode chegar de 40 a 50 t.ha<sup>-1</sup>, biomassa seca, de 8 a 10 t.ha<sup>-1</sup> e a altura final das plantas, de 1,5 a 2,5 m (PIRAÍ, 2016).

Tabela 6 Ciclo, tempo de florescimento e biomassa de *Pennisetum glaucum*

<i>Pennisetum glaucum</i>	
ciclo	anual
florescimento	60 dias
biomassa seca	8 a 10 kg.ha <sup>-1</sup>

### 1.5.7. Estilosantes (*Stylosanthes spp.*)

A espécie é um subarbusto perene com muitos galhos, chegando de 20 a 80 cm de altura. Seus galhos são pilosos (SILVA, 2004).

Originária do Brasil central, hoje se distribui em países tropicais, devido a introdução (SILVA, 2004).

A espécie é tolerante a solos ácidos e com baixa fertilidade. A espécie responde positivamente com aumento da produtividade a aplicação de fertilizantes (SILVA, 2004).

O cultivar Campo Grande foi desenvolvido pela Embrapa Gado de Corte. Consiste em uma mistura física de sementes com 80% em peso de linhagens de *S. capitata* e 20% de *S. macrocephala*. Tem mostrado bom desempenho em solos com textura arenosa e média, com os latossolos textura média e Areias Quartzosas. Há um grande potencial no uso dessa espécie na recuperação de áreas degradadas (SILVA, 2004).

A produção de biomassa seca pode variar de 8 a 14 t.ha<sup>-1</sup> (ANDRADE, 2010)

Tabela 7 Ciclo, tempo de florescimento e biomassa de *Stylosanthes*

Stylosanthes	
ciclo	perene
florescimento	120 - 180 dias
biomassa seca	8 a 14 kg.ha <sup>-1</sup>

## 1.6. Hipóteses

### 1.6.1. Daninhas

Baseado em tais usos, benefícios e características destacados, são levantadas algumas hipóteses para o presente trabalho.

A primeira delas é de que a adubação verde será eficiente como ferramenta no controle de plantas daninhas por meio da cobertura rápida dos solos e por meio da biomassa das próprias espécies de cobertura, com o seu desenvolvimento.

As espécies de adubação verde terão rápida germinação e desenvolvimento no período inicial do plantio, competindo assim diretamente com rápida germinação e agressivo desenvolvimento e cobertura dos solos, características dessas plantas.

Em virtude dessa boa cobertura inicial do solo, essas espécies desenvolverão grande quantidade de biomassa, cobrindo eficientemente a área das parcelas e por isso, suprimindo a biomassa de daninhas que germinarem e evitando novas germinações.

### 1.6.2. Desenvolvimento dos indivíduos das espécies arbóreas

Outra hipótese levantada é de que o uso da dubação verde terá influência positiva no crescimento e desenvolvimento dos indivíduos das espécies arbóreas usadas na restauração. Esse crescimento se dará através do aumento da altura das plantas e do aumento do diâmetro a 30 cm do solo, associado aos benefícios dessas espécies em relação à melhoria do Microclima, principalmente quanto a umidade e temperaturas e dos solos, com a melhoria física, quanto a descompactação e proteção física; biológica, com associações a fauna, fungos e bactérias e química, por meio do fornecimento de nutrientes, e aumento das características de Ph, CTC e diminuição da perda de nutrientes.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo geral analisar o uso de espécies de adubação verde aplicados em plantios de Restauração Florestal. Para este fim, serão testadas diferentes espécies de adubação verde e diferentes manejos aplicados a estas, enquanto consorciadas com o plantio das espécies nativas. Serão avaliados cobertura do solo, produção de biomassa pelas espécies, inventários quantitativos e qualitativos dos indivíduos arbóreos, conteúdo nutricional das espécies e efeito sobre infestação de plantas daninhas.

Como objetivos específicos do experimento em questão são de identificar entre as espécies usadas, a(s) melhores espécies de adubação verde com características que possam auxiliar o desenvolvimento da Restauração Florestal, melhorando qualidade de sítio, criando um microclima favorável às espécies arbóreas e favorecendo o seu estabelecimento e auto sustentação da floresta; definir o melhor manejo dessa biomassa gerada pelas espécies de cobertura , potencializando ainda mais os benefícios para as espécies arbóreas e definir as densidades ótimas de semeadura, para que haja bom crescimento e desenvolvimento das espécies de adubação verde sem competição ou ainda outros efeitos negativos sobre as espécies arbóreas.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Área do experimento

A área experimental se situa no Distrito de Anhumas, na Estação Experimental de Genética, a aproximadamente 55 km da cidade de Piracicaba, na margem direita do Rio Tietê e tem como coordenadas geográficas: Lat.22°45' - 22°50' S Long. 48°00' - 48°05' W.

O clima é classificado como Cwa, também conhecido como Clima subtropical de inverno seco, com temperaturas inferiores a 18°C no inverno e verão quente, com temperaturas superiores a 22°C.

A temperatura média de todos os registros é de 21,6°C e a Pluviosidade média anual é de 1.230 mm. Esses cálculos foram feitos baseados nos dados históricos observados no período 1917-1998.

No período do verão, onde há o período de chuvas e altas temperaturas, com excedente hídrico e posteriormente, o período seco, com temperaturas mais amenas e poucas chuvas, apresentando então déficit hídrico.

#### 3.2. Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas com 4 repetições em blocos casualizados (Figura 1). As parcelas principais foram representadas pelas diferentes espécies de adubação verde e suas combinações, totalizando 10 tratamentos. Cada parcela foi dividida em 3 subparcelas onde, posteriormente, foram aplicados 3 diferentes manejos da biomassa de adubação verde.

Represa																			
T7	T5	T6	T9	T3	T5	T8	T10	T9	T1	T6	T2*	T4*	T8*	T8*	T6*	T10*	T2*	T9*	T1*
T2	T8	T1	T4	T10	T3	T2	T7	T4	T6	T7	T5	T9	T3	T10	T3	T1	T4	T7	T5
B1					B2					B3					B4				

Figura 1 Delineamento experimental.

As espécies utilizadas em cada tratamento estão listadas na Tabela 1 abaixo. O tratamento T1 foi a testemunha, com a predominância da espécie *Urochloa decumbens*. O tratamento T7 foi a única espécie não leguminosa a ser plantada.

As espécies de adubação verde escolhidas foram as mais comuns utilizadas na agricultura, evitando o uso de espécies trepadeiras.

Em sete dos tratamentos essas espécies foram aplicadas puras, em dois tratamentos, como mix de três e quatro espécies.

Tabela 8 Tratamentos de adubação verde utilizados no experimento

Tratamentos	Espécies	Nome popular
T1	Testemunha (sem uso de adubação verde)	Testemunha
T2	<i>Crotalaria juncea</i>	-
T3	<i>Crotalaria spectabilis</i>	-
T4	<i>Canavalia ensiformis DC.</i>	Feijão de porco
T5	<i>Cajanus cajan L.</i>	Feijão guandú
T6	<i>Cajanus cajan cv. lapar 43</i>	Feijão guandú anão
T7	<i>Pennisetum glaucum</i>	Milheto
T8	<i>Stylosanthes spp.</i>	Estilosantes
T9	Coquetel 1 (T2+T4+T6)	-
T10	Coquetel 2 (T2+T4+T6+T7)	-

Os tratamentos de manejo da adubação verde nas subparcelas foram:

1. Manejo de corte;
2. Manejo de corte e enleiramento da biomassa nas linhas de plantio das árvores;
3. Omissão do corte, mantendo as espécies em continuidade do seu ciclo.

No manejo 1 aplicado as parcelas, a cobertura dos tratamentos foi roçada aos 115 dias com uso de roçadeira lateral e mantida sobre o solo em área total da subparcela, recbrindo a superfície do solo.

No manejo 2 aplicado as parcelas, a cobertura dos tratamentos também foi roçada aos 115 dias com o uso da roçadeira lateral, mas com a biomassa foi enleirada com uso de rastelos na linha de plantio das espécies arbóreas, formando um acúmulo do material próximo ao pé das mudas.

No manejo 3 aplicado as parcelas, não foi executada a roçada e o tratamento foi mantido em pé com a(s) espécie(s) utilizadas no tratamento continuando seu ciclo natural.

Após essa divisão pelo manejo, a parcela apresentou a seguinte configuração (figura 2):

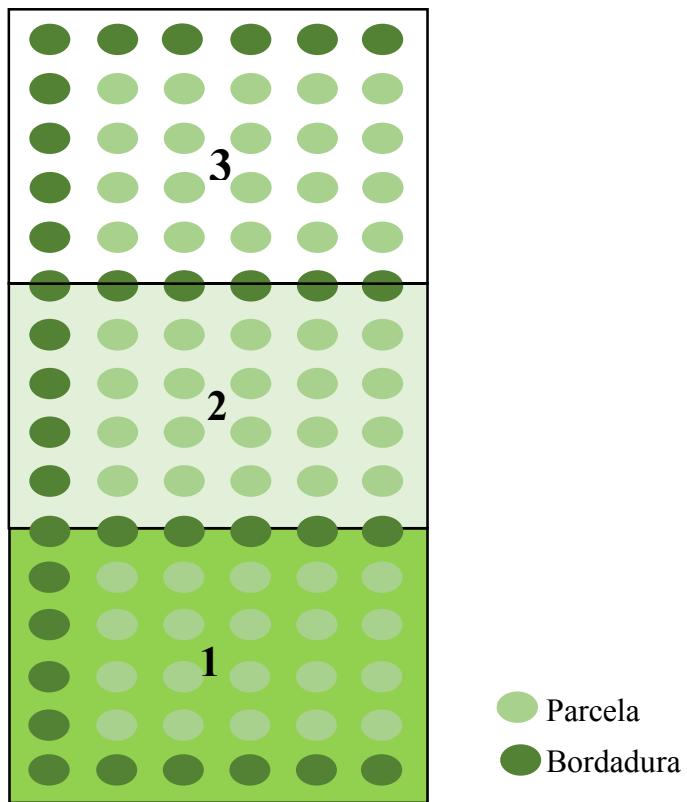


Figura 2 - Configuração da parcela com a divisão das subparcelas, diferenciando internamente a aplicação dos tratamentos.

### 3.3. Espécies Arbóreas

A área total de cada parcela é de 480m<sup>2</sup>, com 96 plantas. As subparcelas tem quatro linhas de cinco plantas cada, totalizando 100m<sup>2</sup>, com 20 plantas.

Para a composição da parcela do experimento foram utilizadas 30 espécies arbóreas pioneiras e não pioneiras, distribuídas em grupos de rápido, médio e lento crescimento (Tabela 9).

Tabela 9 Espécies arbóreas utilizadas nas parcelas

Sigla	Nome Popular	Nome científico	Família Botânica	Grupo	Velocidade de crescimento	Mudas
ALG	Algodoero	<i>Helicarpus popayanensis</i> Kunth	Malvaceae	P	Rápido	160
ANB	Angico-branco	<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan	Fabaceae - Mimosoideae	P	Moderado	160
ARO	Aroeira-pimenteira	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Anacardiaceae	P	Rápido	160
BAB	Babosa	<i>Cordia superba</i> Cham.	Boraginaceae	P	Rápido	160
CAN	Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Fabaceae - Cesalpinoideae	P	Rápido	160
CDO	Canudo-de-pito	<i>Mabea fistulifera</i> Mart.	Euphorbiaceae	P	Rápido	80
CAP	Capixingui	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	Euphorbiaceae	P	Rápido	160
CPB	Capororoca-branca	<i>Myrsine gardneriana</i> A.DC.	Primulaceae	P	Rápido	160
DED	Dedaleiro	<i>Lafoensia pacari</i> A. St.-Hil.	Lythraceae	P	Rápido	160
LIX	Lixeira	<i>Aloysia virgata</i> (Ruiz & Pav.)	Verbenaceae	P	-	160
MUT	Mutambo	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Malvaceae	P	Rápido	160
PAI	Paineira	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil.) Ravenna	Malvaceae	P	-	160
PAC	Pau-cigarra	<i>Senna multijuga</i> (Rich.) H.S. Irwin & Barneby	Fabaceae - Caesalpinoideae	P	-	160
PVI	Pau-Viola	<i>Cyatharexylum myrianthum</i> Cham.	Verbenaceae	P	Rápido	120
SAD	Sangra-d'água	<i>Croton urucurana</i> Baill.	Euphorbiaceae	P	Rápido	160
AÇO	Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	Malvaceae	NP		160
ARX	Araçá-roxo	<i>Psidium myrtoides</i> O. Berg	Myrtaceae	NP	-	120
CED	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	NP	Moderado	160
CEB	Cedro-do-brejo	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	NP	-	80
FIG	Figueira-preta	<i>Ficus mexiae</i> Standl.	Moraceae	NP	-	120
GUA	Guarucaia	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Fabaceae - Mimosoideae	NP	-	160
IPE	Ipê-roxo	<i>impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	NP	Lento	160
JAR	Jaracatiá	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Caricaceae	NP	-	160
JEN	Jenipapo	<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	NP	Moderado	160
JEQ	Jequitibá-branco	<i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	Lecythidaceae	NP	Lento	160

Sigla	Nome Popular	Nome científico	Família Botânica	Grupo	Velocidade de crescimento	Mudas
PDA	Pau-d'alho	<i>Gallesia integrifolia</i> (Spreng.) Harms	Phytolaccaceae	NP	Moderado	160
PEP	Peito-de-pombo	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	NP	-	160
SOB	Sobrasil	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Rhamnaceae	NP	-	160
TUV	Taiuva	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Moraceae	NP	-	160
TAR	Tarumã	<i>Vitex montevidensis</i> Cham.	Lamiaceae	NP	Lento	120

Estas espécies arbóreas foram arranjadas entre si, intercalando espécies de rápido com espécies de médio e lento crescimento. A composição das espécies dentro da parcela pode ser visto na Figura 3. Os dois indivíduos marcados em cinza indicam os indivíduos na extremidade da parcela.

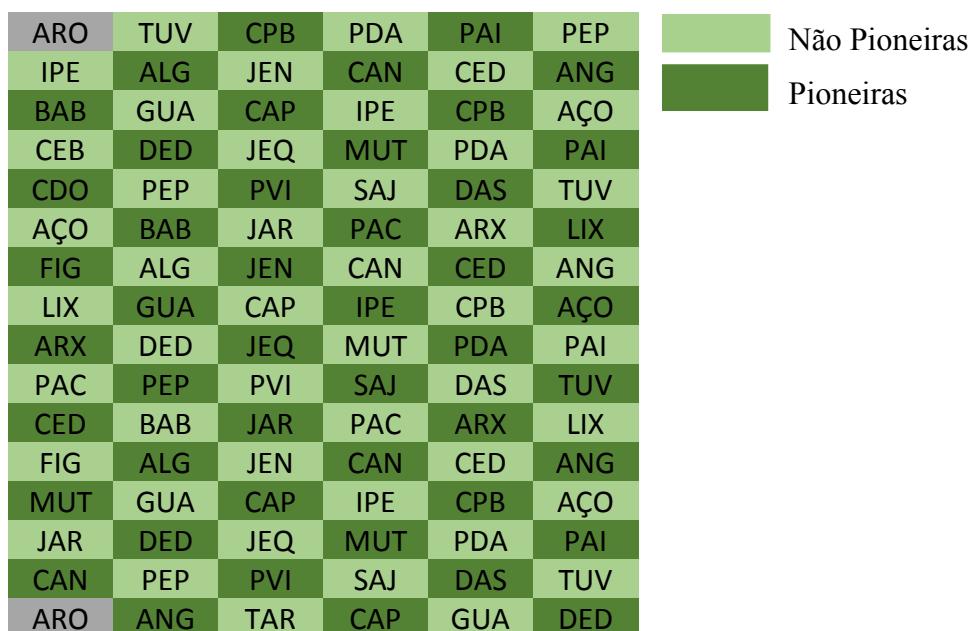


Figura 3 – Distribuição das 30 espécies arbóreas dentro da parcela.

A composição interna das subparcelas é a mesma, sendo repetidas as espécies e sua posição, como demonstrado na figura 4. Internamente, as bordaduras são iguais para que a possível influência de espécies seja a mesma sobre os manejos aplicados. Externamente, estas são diferentes, sendo duplas entre as extremidades das parcelas para que uma parcela não influencie a outra quanto

aos manejos diferentes e simples externamente ao experimento e entre as laterais das parcelas, para diminuição da influência externa ao experimento e para que manejos iguais de parcelas distintas não se influenciem. Novamente, os dois indivíduos marcados em cinza indicam os indivíduos na extremidade da parcela.

ARO	TUV	CPB	PDA	PAI	PEP
IPE	ALG	JEN	CAN	CED	ANG
BAB	GUA	CAP	IPE	CPB	AÇO
CEB	DED	JEQ	MUT	PDA	PAI
CDO	PEP	PVI	SAJ	DAS	TUV
AÇO	BAB	JAR	PAC	ARX	LIX
FIG	ALG	JEN	CAN	CED	ANG
LIX	GUA	CAP	IPE	CPB	AÇO
ARX	DED	JEQ	MUT	PDA	PAI
PAC	PEP	PVI	SAJ	DAS	TUV
CED	BAB	JAR	PAC	ARX	LIX
FIG	ALG	JEN	CAN	CED	ANG
MUT	GUA	CAP	IPE	CPB	AÇO
JAR	DED	JEQ	MUT	PDA	PAI
CAN	PEP	PVI	SAJ	DAS	TUV
ARO	ANG	TAR	CAP	GUA	DED

Figura 4 - Subparcelas internas à parcela submetidas aos diferentes manejos

### 3.4. Recomendação de adubação e calagem

Para a quantificação das doses de fertilizantes necessárias para a adubação e calagem do experimento, foi realizada uma amostragem de solo, com uma amostra para cada bloco.

As análises químicas e físicas foram realizadas pelo Laboratório LSO, do Departamento de Solos da ESALQ/USP. As Tabelas 9 e 10 mostram os parâmetros químicos e físicos avaliados, respectivamente.

Tabela 10 Análise química de solo da área experimental

pH (CaCl <sub>2</sub> )	4,32
M.O. Colorimétrica	24,5 g.dm <sup>-3</sup>
P Resina	3,75 mg.dm <sup>-3</sup>
S Fosfato de Cálcio 0,01 mol L <sup>-1</sup>	5,75 mg.dm <sup>-3</sup>
K Resina	3,825 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Ca Resina	4,75 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Mg Resina	2,5 mmolc.dm <sup>-3</sup>
Al KCl 1 Mol.L <sup>-1</sup>	16,75 mmolc.dm <sup>-3</sup>
H+AlSMP	56,5 mmolc.dm <sup>-3</sup>
SB	11,07 mmolc.dm <sup>-3</sup>
CTC	67,57 mmolc.dm <sup>-3</sup>
V	16%
m	60%

Tabela 11 Análise física de solo da área experimental

Areia	636 g kg <sup>-1</sup>
Total	
Silte	106 g kg <sup>-1</sup>
Argila	257,5 g kg <sup>-1</sup>

Segundo Gonçaves (1995) as espécies nativas da Mata Atlântica têm muito mais exigência nutricional que as espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*, sendo as espécies secundárias e clímax sensíveis a altos teores de Al e Mn dos solos e altamente exigente em Macro e Micronutrientes. Assim sendo, as quantidades de fertilizantes por hectare foram calculadas aplicando os resultados obtidos pela análise às recomendações de Gonçalves (1995).

A classificação da textura dos solos é médio argilosa e médio arenosa, sendo que nos blocos 3 e 4 há um menor teor de argila, justificando a segunda classificação.

### 3.5. Preparo de solo

Para o preparo da área, inicialmente foi feita a aplicação de herbicida para a desseca da *Urochloa decumbens* (Figura 5). Com a área dessecada, foi realizada a gradagem pesada por oito vezes, visando a melhor condição para a semeadura das espécies de adubação verde (Figura 6). A gradagem pesada foi feita na camada de 0-30cm do solo, sendo que esse alto número de repetições foi devido à grande biomassa seca sobre o solo e à grande quantidade de biomassa de raízes da *Urochloa decumbens*. Após a gradagem pesada foi utilizada a niveladora, ou gradagem leve, para o nivelamento da superfície do solo.



Figura 5 Desseca da área do experimento.



Figura 6 Preparo da área com gradagem para o plantio da adubação verde

Após o preparo do solo em área total, foi calculada a área das parcelas e estas identificadas com fita para a separação das demais, facilitando a distribuição espacial da semeadura. Para cada espécie, foi calculado o número de sementes por área e essa quantidade foi então semeada a lanço em área total, ou seja, nas entrelinhas e linhas de plantio. Após a semeadura, uma grade niveladora foi usada, apenas para o recobrimento e incorporação das sementes de adubação verde no solo, para otimizar a germinação.

Posteriormente à semeadura, foi feita a subsolagem da área como preparo para o plantio das espécies arbóreas. Entre as linhas, foi usado o espaçamento de 2,5m. No total, 32 linhas foram subsoladas. Após essa operação, foi feito o coveamento para abrigar as mudas, com espaçamento entre elas de 2m. Nessa operação foi utilizada uma corda para o balizamento das covas das linhas

vizinhas na mesma direção e o espaçamento foi mantido com o uso de gabaritos, de 2m cada, amarrados às suas extremidades.

Antes do plantio das mudas, foi feita a aplicação de hidrogel nas covas, com aplicação de aproximadamente 700 ml da solução/cova. A concentração da solução foi feita com 3 kg de hidrogel/m<sup>3</sup>. Um tanque foi usado acoplado ao trator para ajudar no preparo da solução e na distribuição pelas covas de plantio na área do experimento.

Com os preparos já feitos, a área das parcelas (480m<sup>2</sup>) foi corretamente identificada por placas de metal contendo número de bloco e tratamento.

Após separadas, as mudas foram irrigadas e levadas a campo e então plantadas.

Para o plantio, foi utilizado um “chucho” para a acomodação correta das mudas na cova, evitando bolsões de ar internamente. A muda foi acomodada na cova, mantendo a linha da superfície do substrato da muda rente ao solo. Após plantada, foi feita bacia de contenção no entorno da muda para facilitar o acúmulo de água e absorção próxima à região radicular.

Para adubação das mudas, foram feitas duas covetas laterais, onde foi distribuído N-P-K na formulação (19-30-0) na quantidade de 134 g/muda, totalizando 267 Kg.ha<sup>-1</sup>. Além da adubação, foi aplicado calcário dolomítico na quantidade de 1.275g/muda, totalizando 2,55 t.ha<sup>-1</sup>. O calcário foi aplicado em semi coroa nas mudas.

### **3.6. Análise de Cobertura do Solo**

A cobertura das espécies de adubação verde sobre o solo foi avaliada em cinco campanhas, com o tempo de quinze dias entre elas. Nessas campanhas, a porcentagem da cobertura das espécies de adubação verde sobre área de solo exposto foi calculada com o uso de um quadro com grade de fios (Figura 7). Essa metodologia também foi usada por QUINTANA, 2000.



Figura 7 Medição da cobertura por quadro de vértices

Basicamente, esse quadro de vértices divide a área de um metro quadrado em 100 pontos, distantes uns dos outros em dez centímetros. Cada um desses pontos é considerado como sendo de um por cento da área dessa parcela quadrada e então é contado o número de pontos onde existe a ocupação pela espécie de adubação e o valor final é dado como uma porcentagem final de cobertura.



Figura 8 Contagem da cobertura no Milheto.

Esses dados foram anotados em campo e depois registrados em planilhas, aonde foram processados.

### **3.7. Inventário**

Ao longo da condução do experimento, foram realizados três inventários das espécies arbóreas, o primeiro aos 4 meses de idade do plantio, o segundo aos 8 meses e o terceiro aos 18 meses de plantio. No primeiro inventário, foi realizado antes da aplicação dos manejos das biomassas, foram coletas todas as alturas dos indivíduos das parcelas úteis. O segundo inventário foi realizado após 4 meses da aplicação dos manejos com o fim de verificar a influência dos manejos em relação aos dados quantitativos das espécies arbóreas e para isso, foram coletados os dados de altura dos indivíduos das parcelas úteis. O terceiro inventário foi realizado após 10 meses do corte total de todas as espécies de adubação

verde, restando somente as subparcelas do Feijão guandú (T5), a única espécie que permaneceu viva em campo. No terceiro inventário foram coletados todas as alturas e diâmetros a 30cm do solo dos indivíduos das parcelas úteis.



Figura 9 Altura de um indivíduo de Dedaleiro. Ao fundo, os indivíduos da *Crotalaria spectabilis*.

Além dos dados quantitativos, foram avaliados os dados de mortalidade, falhas, danos nas folhas e informações fenológicas, como existência de frutos e flores.

### 3.8. Biomassa

A biomassa das espécies de cobertura foi medida em duas campanhas, a primeira foi associada ao período de desenvolvimento das espécies de adubação verde e a segunda às aplicações dos diferentes manejos da biomassa.

Para a coleta de biomassa, foi usada a mesma estrutura do quadro de vértices, com 1m<sup>2</sup>, tesoura de poda, sacos plásticos grandes, fita adesiva e caneta.

O quadro era colocado sobre a espécie de cobertura, ajustando esta até o quadro chegar à superfície do solo. Todo indivíduo que estivesse dentro da área do quadro à altura do solo, foi coletado para compor a amostra. Os indivíduos que estavam fora dessa área não foram considerados e nem coletados.



Figura 10 Corte da biomassa com o uso do quadro e tesoura de poda.

Após esta coleta, o material foi armazenado nos sacos plásticos e identificado quanto ao bloco, tratamento e amostra correspondente. Para cada tratamento, em cada bloco, foram realizadas quatro repetições de coleta, distribuídas aleatoriamente dentro de cada parcela.

No galpão, foi estendida uma lona sobre o chão e os sacos foram abertos e separado à mão o material em espécie(s) de cobertura e daninhas. Após a divisão, a amostra foi repesada. Os dados foram anotados e posteriormente registrados em planilhas e processados.



Figura 11 Separação da biomassa em Cobertura e “Daninhas”.

Uma pequena amostra de cobertura e daninha foi tirada de cada amostra coletada em campo, para a secagem em estufa, pesagem do material seco e determinação da umidade. O peso úmido foi obtido assim que separada a amostra.



Figura 12 Pesagem das "daninhas" após a separação da cobertura na amostra.



Figura 13 Amostras para determinação da umidade de cobertura e "daninhas".

Na primeira campanha de coleta de biomassa, o corte das espécies de cobertura foi feito após atingida a idade média de maturidade, cerca de 115 dias, período de florescimento da maioria das espécies plantadas e fase de maior acúmulo de biomassa e nutrientes.

Após o fim da primeira campanha, foram aplicados os manejos de corte das espécies de cobertura na subparcela I e de corte e enleiramento nas linhas de plantio das espécies arbóreas, na subparcela II. Na área da subparcela III, a cobertura foi mantida de pé, seguindo o seu ciclo natural de amadurecimento e senescência.

### **3.9. Biomassa (Coleta pós manejo)**

A segunda coleta da biomassa, foi feita usando a mesma metodologia e os mesmos materiais da primeira campanha.

Esta biomassa foi realizada com o fim de verificar os efeitos da biomassa com foco no controle das plantas “daninhas”, e por isso, houve variação no número de amostras por tratamento, passando agora a oito.

As oito amostras foram divididas entre as três formas de manejo aplicadas às espécies de cobertura. Duas amostras foram retiradas nas entrelinhas das subparcelas onde foi feito o corte e a biomassa focou disposta em área total, quatro amostras foram recolhidas no tratamento onde houve o enleiramento, sendo que duas foram retiradas nas entrelinhas as e duas retiradas nas linhas, onde a biomassa foi enleirada; por fim, foram retiradas duas amostras nas subparcelas onde a cobertura foi mantida sem a roçada.

Essas amostras foram coletadas, armazenadas em sacos plásticos e identificadas. Já no galpão, foram separadas cobertura e daninhas e pesada a biomassa de daninhas. Os valores foram anotados e registrados em planilha e posteriormente processados.

### **3.10. Decomposição da biomassa**

Para verificar a decomposição temporal em massa e disponibilização nutricional da biomassa das espécies de cobertura, foram confeccionadas *litter bags* (ANDERSON & INGRAM, 1993) de 20cm X 20cm com sombrite (50%) com material vegetal seco das espécies de cobertura e estas foram colocadas nas condições de campo, sobre o solo das respectivas parcelas.

Com as *litter bags*, é possível que o material esteja submetido às mesmas condições de intempéries do campo, tenha ação da microbiota e até de pequenos insetos, fatores estes responsáveis pela decomposição do material.



Figura 14 Disposição das litter bags em campo.

Foram colocadas nove *litter bags* sobre a área de seu respectivo tratamento em campo, de um bloco sorteado ao acaso. A cada 45 dias em campo (45°, 90° e 135° dia), três das litter bags foram tiradas, pesadas e submetidas a análise química laboratorial do material restante. Foram realizadas análises químicas de pH, M.O., P, S, K, Ca, Mg, Al, H+Al, Soma de bases, CTC, V% e m%. O teor de cinza também foi feito com o objetivo da determinação da fração mineral das amostras.

Os dados de massa e os dados resultantes das análises foram registrados em planilhas e processados.

### 3.11. Análise dos dados

Os dados referentes à cobertura do solo foram analisados graficamente, sem análises estatísticas mais robustas.

Para os demais parâmetros avaliados foi utilizado one-way ANOVA seguido do teste de comparações múltiplas LSD (*Least significant difference*) de Fisher, ambos com  $\alpha=0,05$ .

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Cobertura do Solo das espécies de Adubação Verde

Como uma das vantagens da adubação verde se trata do controle de infestação da mato competição, é de extrema importância que seja avaliado o recobrimento do solo das espécies utilizadas no experimento. Na figura 1, são apresentadas as curvas de cobertura do solo, em porcentagem da área, das espécies de adubação verde.

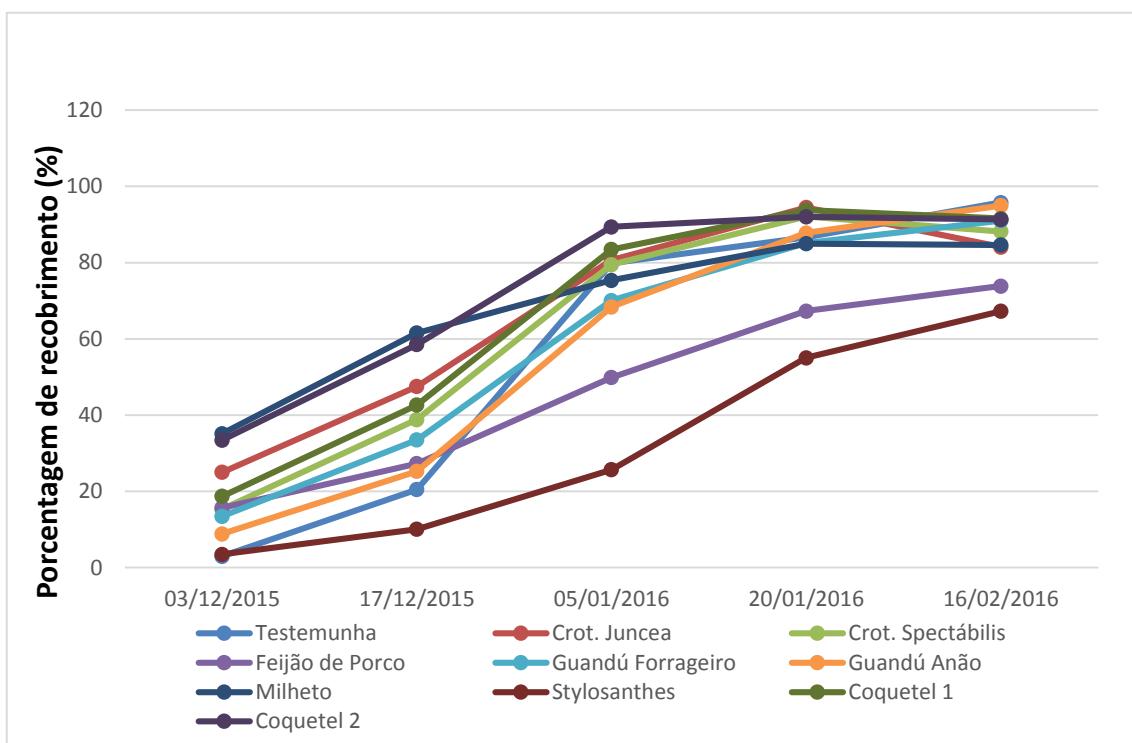


Figura 15 Cobertura do solo pelas espécies de Adubação verde. Com excessão das espécies feijão de porco e estilosantes, todas as demais atingiram cobertura final do solo acima de 80%.

Inicialmente, a variação na cobertura do solo entre algumas espécies chegou a 30 %. Essa variação era esperada, pois o tempo e a heterogeneidade na germinação varia por espécie. Esse padrão de crescimento se manteve após 30 dias da semeadura, com destaque para os baixos valores de cobertura das espécies *Stylosanthes* e *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão-de-porco).

Entre a segunda e terceira medições houve um acréscimo na cobertura do solo, provavelmente associada às precipitações de 164,5 mm, ocorridas nesse período (informações coletadas pelo posto meteorológico da ESALQ).

Após a terceira medição, é observada pela maioria dos tratamentos cobertura acima de 70% e um menor crescimento das espécies de adubação verde, podendo ser explicado pela já quase

completa germinação das sementes e possivelmente pelo início da competição entre as plantas de adubação verde.

Na quarta medição, houve uma estagnação na cobertura para a maioria das espécies, como exemplificado pelo *Cajanus cajan* cv. Iapar 43 (Guandú Anão) e um decréscimo na cobertura de outras, como a *Crotalaria Juncea*. Esses padrões de cobertura do solo podem ser associados à competição entre plantas e ao curto ciclo de vida das espécies. Em algumas espécies, como o *Pennisetum glaucum* (Milheto), no período da última avaliação de cobertura grande parte das plantas já estavam na fase de senescência. O método utilizado fica sensível e subjetivo com o aumento do porte e biomassa das espécies, fato esse foi vivenciado em campo com a espécie *Crotalaria Juncea*, fazendo com que haja o decréscimo nas porcentagens de cobertura. Devido às limitações do método e também aos valores de porcentagens próximos a 100% para os tratamentos 5, 6, 8 e 10, foi decidido parar a avaliação aos 75º dia.

#### 4.2. Biomassa da cobertura (Pré manejo)

A primeira biomassa foi realizada para verificar a produção de biomassa verde dos tratamentos, para a determinação da biomassa seca destes e para verificar também a infestação de daninhas em cada tratamento, por meio da biomassa destas.

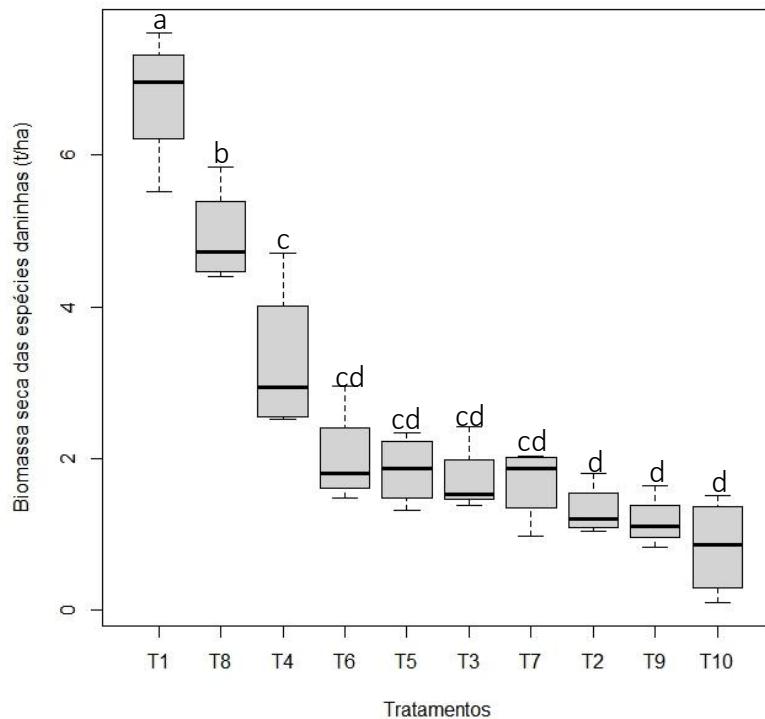


Figura 16 Biomassa seca em toneladas por hectare, em ordem decrescente, das espécies de daninhas.

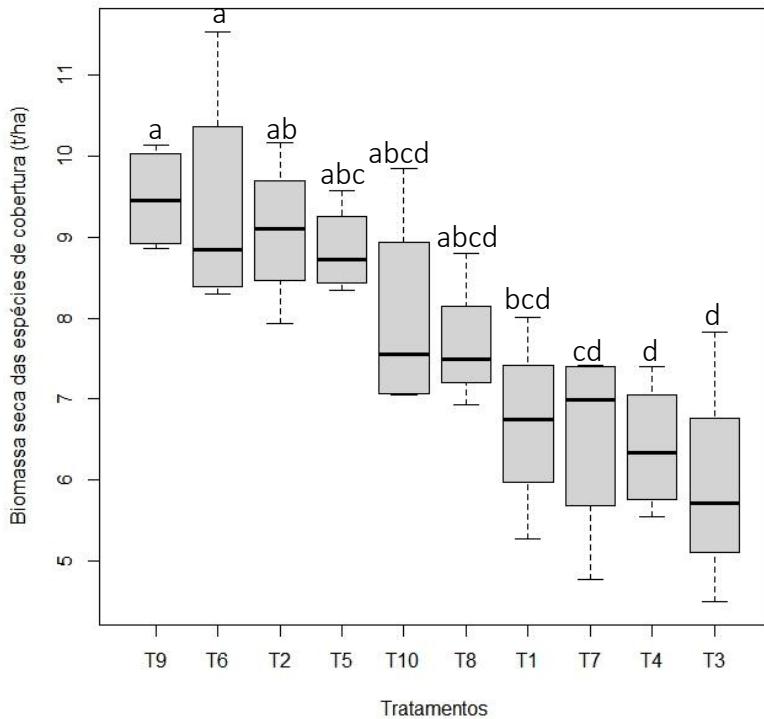


Figura 17 Biomassa seca em toneladas por hectare, em ordem decrescente, das espécies de cobertura.

Os valores da 1º coleta de biomassa (Figura 17), em toneladas por hectare, mostram que grande parte das espécies controlaram a recolonização das daninhas, as mantendo próximas a 2 t.ha<sup>-1</sup>, cerca de 3 vezes menor em relação à biomassa obtida nas parcelas testemunhas. O *Stylosanthes* e o *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão-de-porco) foram as espécies que menos controlaram as daninhas, com biomassa acima de 4 t.ha<sup>-1</sup> e aproximadamente 3 t.ha<sup>-1</sup>, em especial o *Stylosanthes*, segundo a análise estatística. Essas duas espécies também foram as mesmas com menores valores de biomassa da cobertura.

O mesmo padrão, porém, não na mesma ordem ou sequência, foi encontrado nos dados de biomassa seca das espécies de adubação verde, ou seja, as espécies de maiores biomassas foram aquelas que melhor controlaram a recolonização das daninhas. Os dados de biomassa seca das espécies de adubação verde obtiveram mais grupos com diferenças significativas em relação aos dados de biomassa seca das daninhas, evidenciando que a biomassa de cobertura não é o único fator de controle das daninhas.

As espécies que melhor controlaram as daninhas obtiveram uma biomassa seca de cobertura acima de 9 t.ha<sup>-1</sup>, enquanto que as demais espécies obtiveram cobertura próxima a 6 t.ha<sup>-1</sup>.

O porte e biomassas das espécies de cobertura aos três meses podem ser verificadas (ANEXOS A, B, C, D, E, F, G, H, e I).

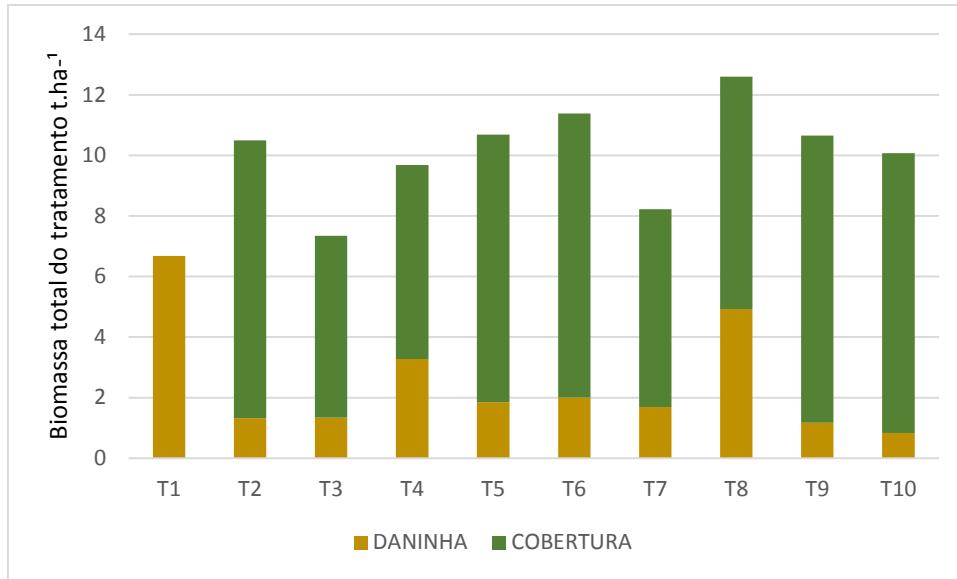


Figura 18 Biomassa total dos tratamentos.

Os valores da biomassa total (cobertura + daninhas) (Figura 18), em toneladas por hectare, mostram que oito dos tratamentos atingiram biomassa total acima de 8 t.ha<sup>-1</sup>, valores de biomassa, acima do que a testemunha, sem o uso de nenhuma espécie de cobertura, com pouco acima de 6 t.ha<sup>-1</sup>.

#### 4.3. 1º Inventário

No primeiro inventário, foram levantados apenas dados de altura dos indivíduos (Figura 19). Nesse primeiro inventário o objetivo foi de verificar se aos quatro meses do consorciamento das espécies de adubação verde com a restauração florestal há ou não influencia dos tratamentos na altura dos indivíduos das espécies arbóreas.

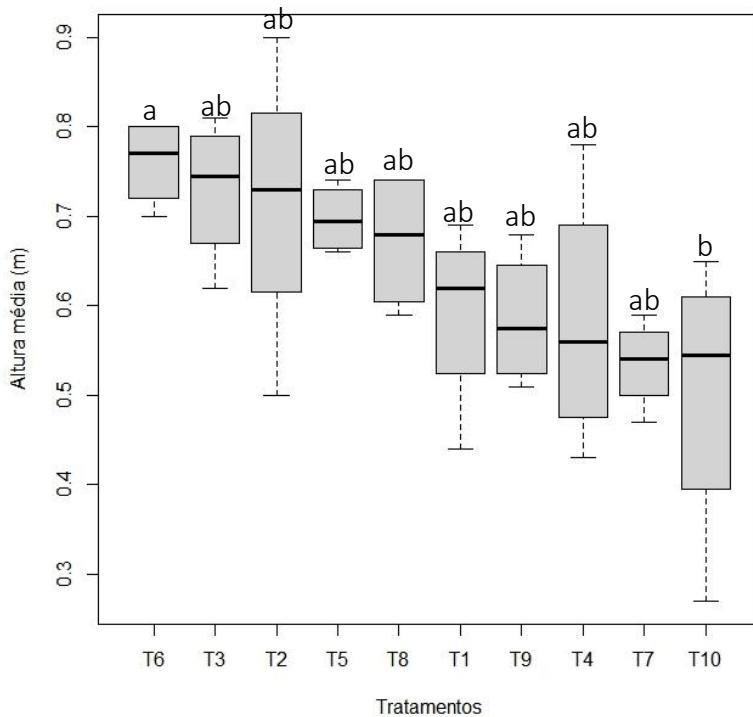


Figura 19 Influência dos manejos e tratamentos na média de alturas das espécies.

Quando compilados os dados referentes ao primeiro inventário (fevereiro e março/2016) e aplicada análise estatística sobre eles, os tratamentos inicialmente não têm significância sobre a média de altura das plantas. Essa baixa influência inicial pode ser explicada pelo pouco tempo do consorcio da cobertura sobre os indivíduos arbóreos.

Neste primeiro período, é importante destacar que tanto as daninhas quanto as espécies de adubação verde competiram de forma semelhante com as mudas das espécies nativas.

#### 4.4. Biomassa de daninhas (Pós manejo)

A segunda biomassa (Figura 20) foi analisada após a aplicação dos três manejos de roçada das espécies de adubação verde, no mês de maio de 2016.

Essa segunda fase de coleta da biomassa visou verificar como a aplicação dos manejos consegue conter a infestação de plantas daninhas e se estes se apresentam eficientes neste processo.

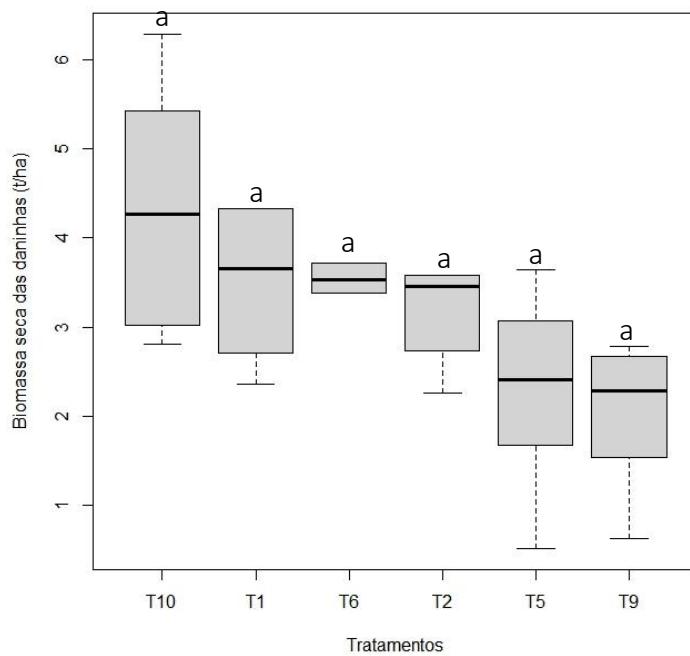


Figura 20 Biomassa pós manejo aplicada aos melhores tratamentos do experimento.

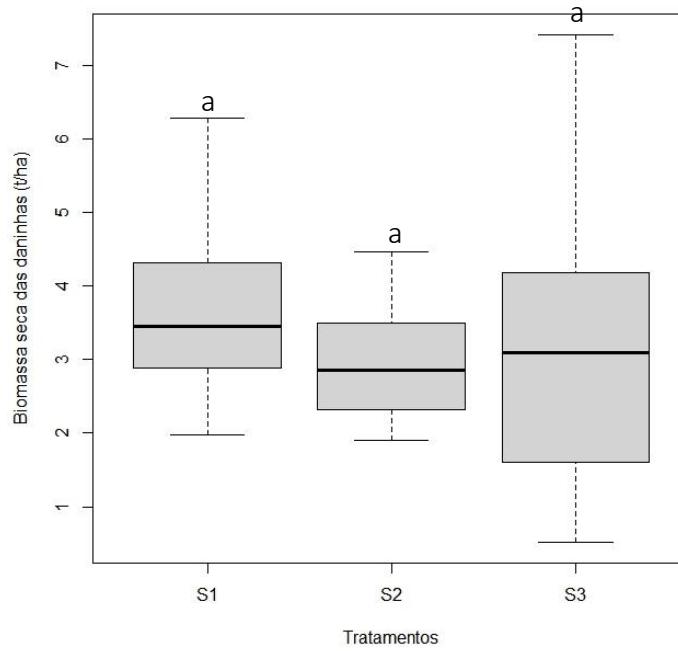


Figura 21. Biomassa relacionada aos tipos de manejo aplicados.

Apesar da diferença da biomassa de daninhas entre os tratamentos utilizados (Figura 20), com destaque para os tratamentos T9, T5 e T2 com as menores médias de biomassa após aplicação do manejo, estes não apresentaram diferenças significativas.

Entre os manejos empregados (Figura 21), estes também não se mostraram diferentes.

#### 4.5. 2º Inventário

No segundo inventário, o objetivo foi de acompanhar se aos oito meses de consorciamento das espécies de adubação verde com a restauração há ou não algum efeito dos tratamentos e manejos aplicados sobre a altura dos indivíduos das espécies arbóreas.

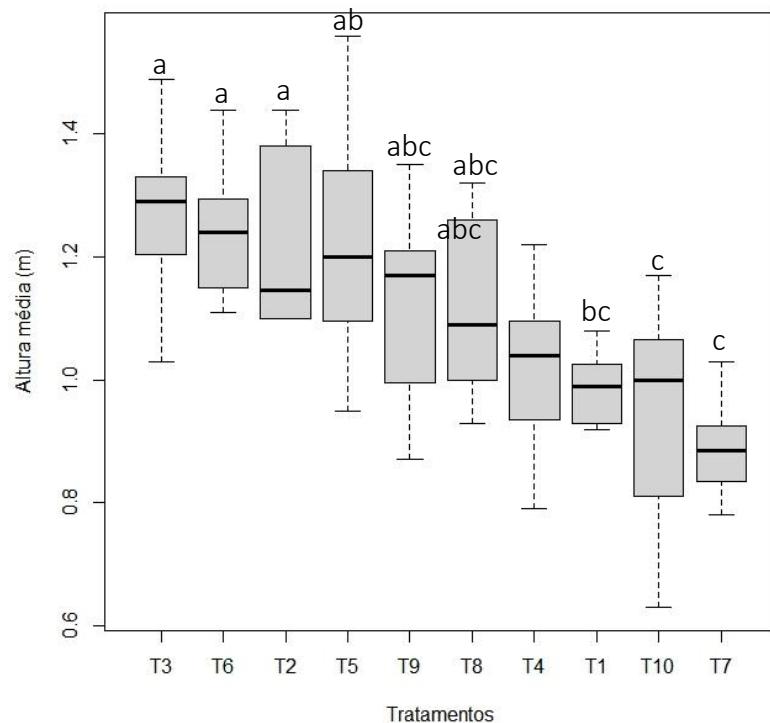


Figura 22 Altura relacionada aos tratamentos.

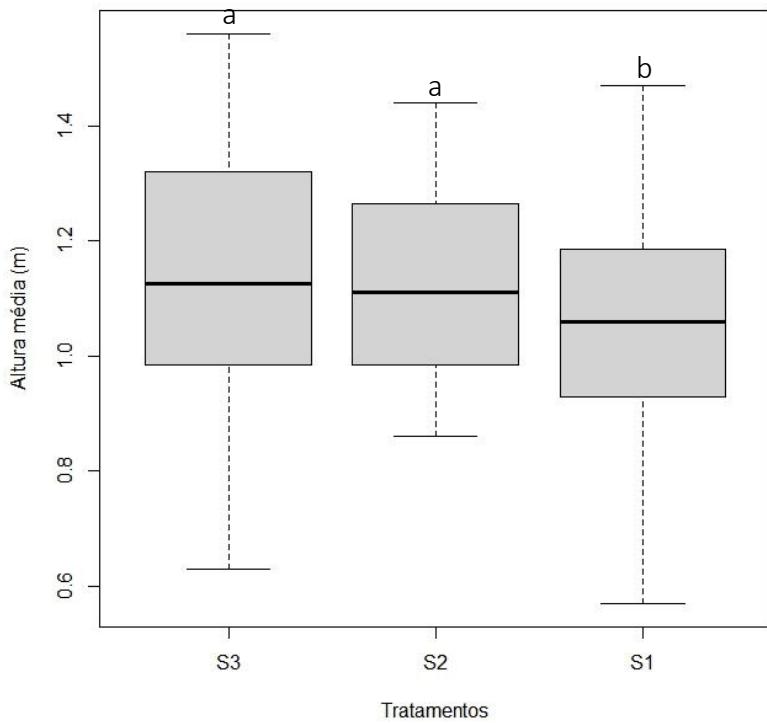


Figura 23 Altura relacionada aos manejos aplicados.

No segundo inventário (Julho/2016), o maior tempo de influência das coberturas sobre os indivíduos arbóreos acabaram por apresentar, em alguns tratamentos, diferenças significativas sobre a altura.

Os tratamentos T3, T6, T2, T5, T9, T8 e T4 não tiveram diferença estatística entre si relacionadas às médias de altura das árvores. Os tratamentos T5, T9, T8, T4 E T1 não apresentam diferença entre si quanto as médias das alturas e os tratamentos T9, T8, T4, T1, T10 e T7 não apresentam significância entre si entre os valores de média (Figura 22).

Os tratamentos T3, T6 e T2 apresentam significância em relação aos tratamentos T1, T10 e T7 e o tratamento T5 apresenta diferença estatística entre os tratamentos T10 e T7. Os tratamentos T3, T6 e T2 apresentam as maiores médias de altura dos indivíduos enquanto que os tratamentos T10 e T7 apresentam os menores valores.

Os manejos aplicados à cobertura também foram avaliados estatisticamente (Figura 23). Os manejos S3 (manutenção da cobertura) e S2 (corte e enleiramento da cobertura) não tiveram diferença estatística entre si quanto às médias das alturas, mas tiveram diferença entre o manejo S1 (corte da cobertura), que apresentou menor média de altura dos indivíduos.

#### 4.6. 3º Inventário

O terceiro inventário realizado aos dezoito meses de consorciamento da adubação verde com a restauração florestal coletou além das alturas das árvores, o diâmetro a 30 cm de altura. Nesse inventário, o objetivo foi de verificar se com essa idade, há ou não influência dos tratamentos e manejos aplicados sobre a altura média e sobre o diâmetro dos indivíduos das espécies arbóreas.

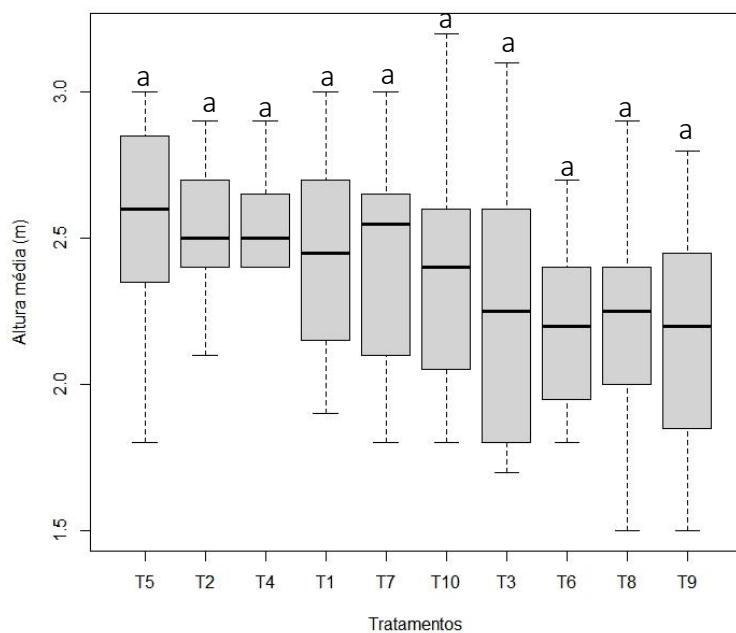


Figura 24 Altura relaconada aos tratamentos.

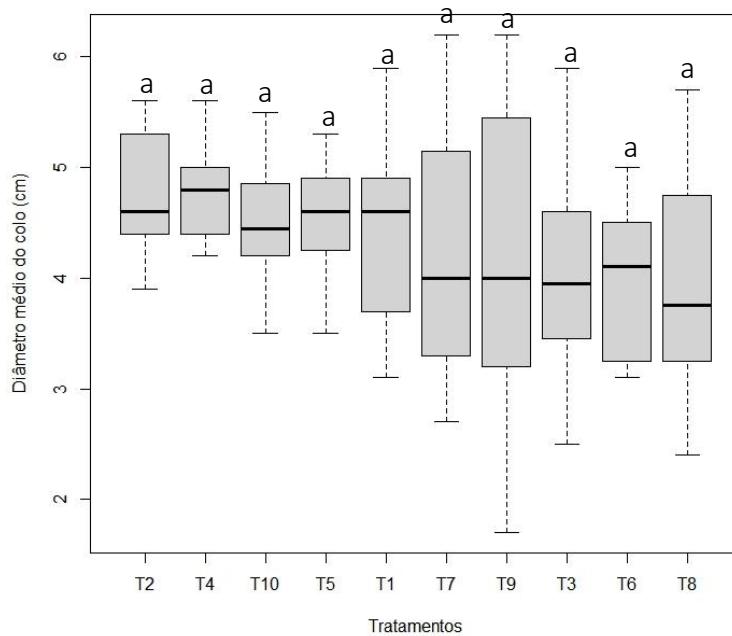


Figura 25 Diâmetro do colo relacionado aos tratamentos.

Os tratamentos T5, T4 e T2 se destacam com as maiores médias de altura dos indivíduos arbóreos e os tratamentos T6, T8 e T9 tem as menores médias. Apesar desta diferença, os tratamentos não são diferentes estatisticamente (Figura 24).

Os tratamentos T2, T4 e T10 se destacam com as maiores médias de colo e os tratamentos T3, T6 e T8 tem os menores valores desta característica. Apesar da diferença numérica da média, estatisticamente a diferença entre os tratamentos não se mostrou significativa (Figura 25).

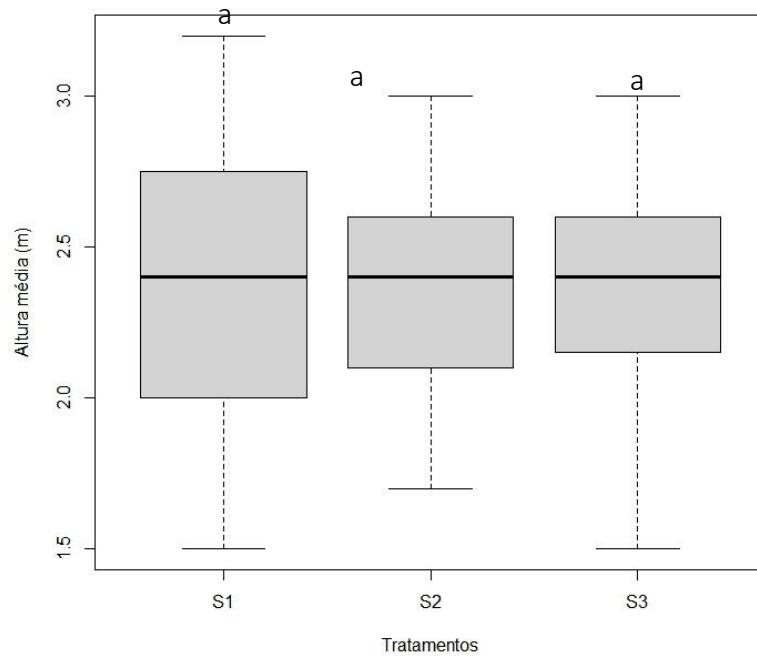


Figura 26 Altura relacionada aos manejos aplicados.

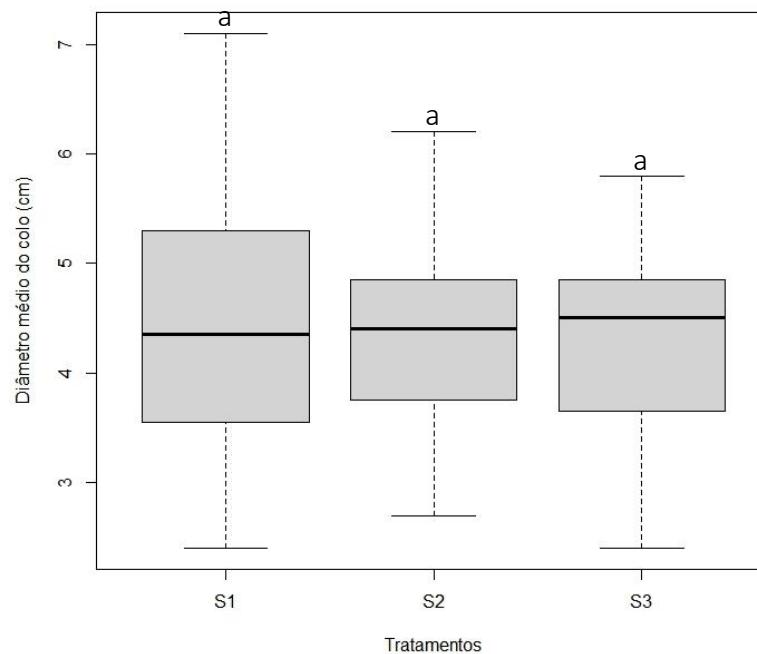


Figura 27 Diâmetro do colo associado aos manejos aplicados. No 3º inventário não foi observada diferença significativa entre os manejos aplicados em relação ao diâmetro médio do colo das árvores.

A altura média das plantas relacionada ao manejo é muito semelhante e estatisticamente, estas também não são significativamente distintas.

A média dos valores de colo relacionada ao manejo também segue o padrão da altura quanto a grande semelhança entre os três tratamentos e, estatisticamente, essa semelhança também foi verificada, sem significância observada entre os diferentes manejos.

#### 4.7. Decomposição da biomassa (*litter bags*)

Com o uso das *litter bags*, a cada aproximadamente 35 dias, três das *litter bags* por tratamento foram recolhidas das condições de campo, pesadas e enviadas para análise nutricional.

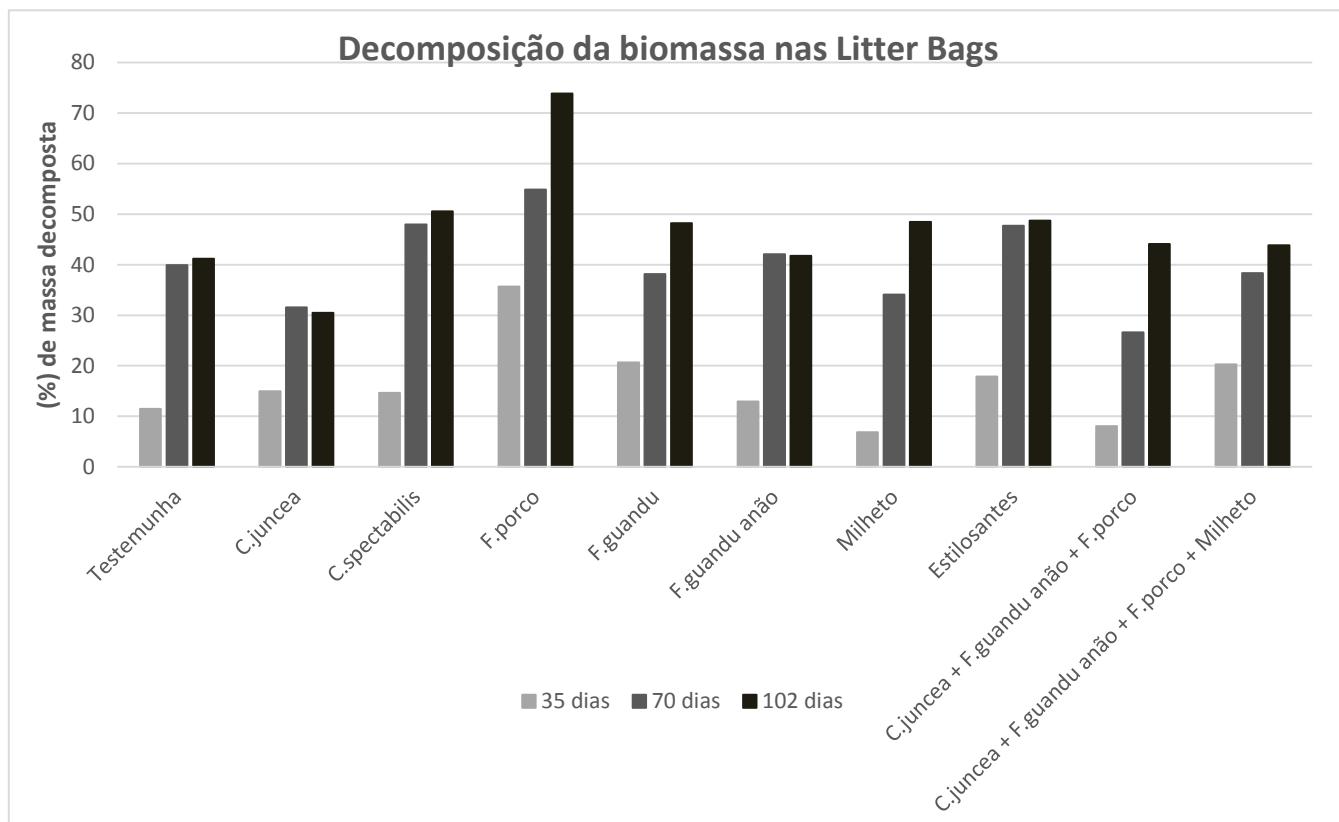


Figura 28 Decomposição em massa dos tratamentos. A maior decomposição em massa para todos os tratamentos se dá entre 35 e 70 dias.

No gráfico acima, está a perda de massa de acordo com a passagem do tempo entre as coletas, sendo as amostras 1, 2 e 3 referentes a primeira coleta, amostras 4, 5 e 6 referentes a segunda coleta e 7, 8 e 9, referente a terceira e última coleta.

Na primeira coleta, houve uma perda de massa de 20% ou menos para a maioria das espécies. Para o Feijão de Porco este valor de perda de massa é maior, chegando a 35%.

Na segunda coleta, é observada uma perda de massa entre 25 e 55%, para todas as espécies, havendo destaque na perda para a *Crotalaria spectabilis*, *Stylosanthes* e *Pennisetum glaucum* (Milheto) em relação a primeira coleta.

Na terceira coleta, não há grande perda de massa em relação ao valor da segunda. No fim da terceira coleta, a quase totalidade das espécies atinge a decomposição na faixa entre 40 e 50%.

Tabela 12 Conteúdo nutricional do adubo verde nos tratamentos

Tratamentos	C	N	P	K	Nutrientes disponíveis no solo ao 102º dia (kg/ha)		Velocidade de decomposição	Meia vida	Teor
					Classes	Dias			
T1	1329	11,22	1,22	24,5	MODERADA	115	118		
T2	1358	25,3	1,46	26,3	LENTA	170	53,7		
T3	1542	10,13	1,56	42	MODERADA	90	152		
T4	2384	73,2	2,57	59,6	RÁPIDA	55	32,6		
T5	2201	42,36	3,25	38,5	MODERADA	100	52		
T6	2066	37,81	1,96	21,9	MODERADA	115	54,6		
T7	1541	-1,31	1,33	29,1	MODERADA	115	1176		
T8	1804	19,4	1,59	41,8	MODERADA	100	93		
T9	2079	38,17	2,17	39,9	MODERADA	115	54,5		
T10	2053	30,13	1,75	52,9	MODERADA	115	68,1		

Em relação à decomposição das espécies de cobertura, além da perda de massa, deve-se atentar para o conteúdo nutricional desta biomassa, disponibilizando nutrientes para o sistema.

Baseado nos conteúdos nutricionais da amostra e na perda de massa ao longo do tempo, foi calculada a disponibilização dos macronutrientes N, P e K e a velocidade da decomposição do material vegetal.

Podemos destacar os tratamentos 4, 5 e 9, *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de Porco), *Cajanus cajan L.* (Guandú Forrageiro) e Coquetel 1, respectivamente por estarem destacados na disponibilização destes nutrientes.

Quanto a velocidade de decomposição, oito dos tratamentos apresentam velocidade moderada de decomposição, o tratamento 2 sendo de decomposição lenta e o tratamento 4, de decomposição rápida.

## 5. DISCUSSÃO

### 5.1. Cobertura das espécies

Na primeira medição feita aos 15 dias da semeadura das espécies, a variação entre algumas espécies chegou a 30%. Foi observada a repetição deste padrão até o 30º dia pós semeadura. Essa diferença inicial pode ser explicada naturalmente pela taxa e velocidade de germinação distinta entre as espécies.

Após o 30º dia, tratamentos como *Pennisetum glaucum* (Milheto) e coquetel 2 já chegaram a 60% da cobertura. Quintana (2000) em área de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico em Minas Gerais também obteve aos 30 dias pós semadura, boa cobertura do *Pennisetum glaucum*, com cobertura de 46%.

O tratamento com *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) se apresentou entre as espécies de menor cobertura, não chegando a 30% no 30º dia após a semadura. Quintana (2000) destaca essa espécie em seu experimento como sendo a espécie de maior recobrimento do solo, provavelmente associada à forma da planta e pelo tamanho das folhas. Alvarenga (1995) em experimento realizado em Minas gerais em solo Podzólico Vermelho Amarelo com sementes inoculadas com rizóbio e com desbaste inicial de plântulas, destaca a espécie que aos dez dias, já tinha atingido 35% de cobertura do solo. Missio (2004) em área de Chernossolo Ebânico Carbonático vértico -NEk do Rio Grande do Sul obteve aos 14 dias pós germinação, cobertura de solo pelo feijão de porco de 50%.

No 45º dia, com exceção do *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) e *Stylosanthes*, todos os demais tratamentos apresentaram cobertura acima de 60%. O *Pennisetum glaucum* (Milheto) aos 45 dias, atingiu cobertura de solo superior a 70%. Quintana (2000) atingiu resultados parecidos com o *Pennisetum glaucum* em seu experimento, no mesmo período com a cobertura atingindo valores superiores a 80%.

Enquanto o *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) atingiu valor inferior a 30% de cobertura do solo, Quintana (2010) obteve cobertura superior a 80% com a espécie. Resultado parecido foi observado por Alvarenga (1995) com a espécie, chegando após aos 40 dias a cobertura total do solo (100%).

Nesse mesmo período de 45 dias, o *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú) atingiu cerca de 70% de cobertura do solo, resultado semelhante ao encontrado por Alvarenga (1995) que no mesmo período verifica a cobertura de pouco mais de 60% do solo pela espécie.

O tratamento com a *Crotalaria juncea* aos 45 dias pós semeadura atinge 80% de cobertura do solo, semelhante ao resultado obtido por Alvarenga (1995) para a espécie que também atingiu os 80% de cobertura após 40 dias.

No 60º dia, os demais tratamentos excluindo *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) e *Stylosanthes*, atingiram mais de 80% de recobrimento.

Na última medição, com exclusão dos tratamentos com *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) e *Stylosanthes* que atingiram valores de cobertura próximos a 70%, todos se mantiveram com mais de 80% de cobertura. *Canavalia ensiformis DC.* foi destacado por Alvarenga (1995) ao fim de seu trabalho como sendo a espécie de maior proteção do solo em menos tempo, que chegou a quase atingir a totalidade da cobertura. O mesmo resultado foi obtido por Missio (2004) que ao final de 84 dias pós semeadura observou a cobertura total do solo pela espécie (100%).

Após a última medição, o tratamento com a *Crotalaria juncea* se manteve com cobertura do solo superior a 80%. Assim, também obtiveram Quintana (2000) e Alvarenga (1995) com as coberturas finais de solo da espécie de quase 90% e 89%, respectivamente. Missio (2004) por sua vez, encontrou resultados muito diferente, com cobertura final da espécie de 30%.

Na última medição, o tratamento com *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú) atingiu cobertura do solo superior a 90%. Este resultado com a espécie também foi observado por Alvarenga (1995). Missio (2004) por outro lado encontrou para o *Cajanus cajan L.* e *Cajanus cajan* cv. Iapar 43 (Feijão guandú anão), cobertura do solo de 55%, porém observando a existência de um déficit hídrico entre os dias 42 e 56 que poderia estar associado a este resultado, por conta da redução na taxa de crescimento das espécies.

Os baixos resultados de cobertura do solo para o *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) podem ter sido negativamente influenciados pela baixa qualidade das sementes. Isso pois grande quantidade de sementes se encontravam rachadas e quebradas e por isso, podem indicar sementes não tão saudáveis à germinação, como observado.

As menores taxas de cobertura dos solos pela espécie *Stylosanthes* na área do experimento podem estar associadas ao tamanho da sua semente muito reduzido. Como a semeadura foi feita a lanço e para o recobrimento das sementes foi feita a gradagem da área, esta operação pode ter “sufocado” as sementes deixando-as em maior profundidade, alterando a sua germinação.

Essa observação se fortalece, pois anexa à área do experimento, foi feito um experimento em escala muito reduzida para teste de densidade de semeadura, onde a semeadura foi coberta com uso de rastelo de jardinagem e nessa área, a espécie teve mais sucesso na cobertura e biomassa na ocupação da área.

## 5.2. Biomassa de cobertura e daninhas

Quanto aos resultados obtidos de biomassa das coberturas, o coquetel 1 se destaca com média de 9,5 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa, seguido do tratamento feijão guandú anão com média de 9 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa, a *Crotalaria juncea* com pouco mais de 9 t/ha e o *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú) com pouco menos de 9 t.ha<sup>-1</sup>.

Os tratamentos *Stylosanthes* e *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) foram os tratamentos que menos acumularam biomassa seca da cobertura, ambos com aproximadamente 6 t.ha<sup>-1</sup> de matéria.

No tratamento *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco), elencado como um dos que menos aporta biomassa seca foram obtidas 6 t.ha<sup>-1</sup>, similar ao obtido por Alvarenga (1995) em seu trabalho para a mesma espécie de 5,3 t.ha<sup>-1</sup>. Missio (2004) obteve valor menor de biomassa para a espécie, de 3,57 t.ha<sup>-1</sup>. Teodoro (2011) por sua vez obteve o valor de 8,77 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa da espécie.

No tratamento *Crotalaria juncea*, um dos que mais acumulou biomassa seca, foi observado o valor de pouco mais de 9 t.ha<sup>-1</sup> enquanto que Alvarenga (1995) obteve 16,1 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa. Missio (2004) obteve por sua vez a biomassa de 5 t.ha<sup>-1</sup> para a espécie, e relaciona esse fato às fortes chuvas ocorridas no período de instalação do experimento, o que teria prejudicado tanto a germinação quanto a produção de biomassa da espécie. Teodoro (2011) obteve em seu trabalho o valor de 13,90 t.ha<sup>-1</sup> de matéria seca para a espécie.

Ainda como um dos tratamentos com destaque para o acúmulo de biomassa seca, no presente trabalho foi verificado para o *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú) o valor de pouco menos de 9 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa. Para a mesma espécie, Alvarenga (1995) obteve o valor de 17,9 t.ha<sup>-1</sup>. Missio (2004) encontrou ainda para o *Cajanus cajan L.*, 5,56 t.ha<sup>-1</sup>.

Para o tratamento com o *Cajanus cajan* cv. Iapar 43 (Feijão guandú anão), foi observada a biomassa de 9 t.ha<sup>-1</sup> enquanto que em seu trabalho, Missio (2004) obteve 5,33 t.ha<sup>-1</sup>. Teodoro (2011) obteve valor ainda menor, com 2,62 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa para a espécie.

Quanto à biomassa de daninhas, a maioria dos tratamentos foram capazes de manter baixa a biomassa das daninhas em relação à biomassa das espécies de cobertura, por volta de 2 t.ha<sup>-1</sup>. Os tratamentos que não foram tão eficientes nesse controle foram o *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) e o *Stylosanthes*.

No presente trabalho, para o tratamento do *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú), foi observada biomassa de daninhas pouco inferior a 2 t.ha<sup>-1</sup>. Favero et al. (2000) obteve para a espécie do *Cajanus cajan L.*, 2,9 t.ha<sup>-1</sup> de daninhas. Mourão et al. (2010) encontrou para o tratamento com a espécie 2,99 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa de plantas espontâneas.

Para o tratamento com *Crotalaria juncea* foi observado o valor inferior a 2 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa de plantas infestantes. Mourão (2012) obteve para *C. juncea* 1,22 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa de plantas daninhas

O tratamento com o *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) mostrou biomassa inferior a 3 t.ha<sup>-1</sup> de daninhas. Segundo Favero et al. (2000) para a cultura do *Canavalia ensiformis DC.*, foi observada biomassa de daninhas de 1,03 t.ha<sup>-1</sup> Araujo et al. 2007 encontrou para a mesma espécie a biomassa de daninhas de t.ha<sup>-1</sup>.

No tratamento *Stylosanthes* foi encontrada biomassa superior a 4 t.ha<sup>-1</sup>. Mourão et al. (2010) obteve para a espécie *Stylosanthes* 3,08 t.ha<sup>-1</sup> de biomassa de daninhas.

Os valores de biomassa dos tratamentos podem ter sido influenciados pelo corte das espécies ter sido feito unicamente aos 115 dias, sendo que estas espécies têm ciclos distintos de desenvolvimento o portanto, poderiam atingir o florescimento em períodos distintos, podendo então não terem chegado ao seu desenvolvimento máximo em biomassa. Sendo assim, as espécies que atingem o florescimento antes desse período podem ter perdido biomassa por já estarem senescentes, as espécies que florescem nessa faixa de tempo podem ter sido cortadas com a máxima biomassa e as espécies que florescem após esse período podem ter sido cortadas antes de atingirem a sua biomassa potencial.

### 5.3. Inventário

No presente estudo, tanto os tratamentos quanto os manejos aplicados aos tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si, ao influenciarem altura de plantas e o diâmetro a 30 cm de altura.

Bueno et al. (2007) obteve resposta semelhante em seu trabalho, constatando que não houve efeito das plantas de adubo verde no desenvolvimento das espécies arbóreas no primeiro ano.

Beltrame (2007) em experimento com uso de *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú) plantado em covas entre as plantas da linha, houve aumento da área basal, significativamente maior no tratamento com um indivíduo de *Cajanus cajan L.*. A altura das árvores também foi positivamente afetada, sendo significativamente maior no tratamento com um indivíduo de *Cajanus cajan L.* entre dois indivíduos arbóreos.

Beltrame (2013) também destaca o uso de adubação verde intercalar por apresentar menor mortalidade, maior altura média e maior área basal, quando comparados à testemunha.

Quanto aos resultados finais de tratamento e manejo não serem estatisticamente significantes em relação à média de altura e colo dos indivíduos, possivelmente tenham sido

observados, pois com a roçada, houve a anulação total dos diferentes manejos e em relação aos tratamentos, restou apenas a diferença de quantidade de biomassa, composição física e química dos tratamentos, que não se manifestou sendo a cobertura semeada apenas uma vez. Além disso, podemos observar que a cobertura oferecida pelos tratamentos pode ter oferecido competição com as mudas das espécies arbóreas, resultando em uma média de altura e média do colo similar entre todos os tratamentos, incluindo a testemunha.

A altura média dos indivíduos arbóreos dos tratamentos pode ter não apresentado diferença significativa em virtude da alta biomassa total da maioria dos tratamentos, competindo com os indivíduos das espécies arbóreas.

#### **5.4. Disponibilização nutricional**

Como tratamentos destaque na disponibilização de nutrientes para a restauração, podemos elencar o feijão de porco, guandú forrageiro e coquetel 1. Como tratamento de menor disponibilização de nutrientes, se destacaram *C. spectabilis* e *Stylosanthes*

O aporte nutricional ao sistema pelo *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) é de 73,2 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 2,57 kg.ha<sup>-1</sup> de P, e de 59,6 kg.ha<sup>-1</sup> de K. Teodoro (2011) obteve para a espécie, 335 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 17,68 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 146,39 kg.ha<sup>-1</sup> de K.

A disponibilização nutricional pelo *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú) oferece ao sistema 42,36 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 3,25 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 38, 51 kg.ha<sup>-1</sup> de K. Para a espécie foi encontrado por Favero (2000) 102 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 2,1 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 26 kg.ha<sup>-1</sup> de K.

Foi observado no *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú) anão a disponibilização de 37,81 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 1,96 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 21.94 kg.ha<sup>-1</sup> de K. Teodoro (2011) encontrou o conteúdo nutricional da espécie com 87 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 7 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 23,7 kg.ha<sup>-1</sup> de K.

Pelo tratamento da *C. spectabilis* foram disponibilizados 10, 13 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 1,56 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 42 kg.ha<sup>-1</sup> de K. Teodoro (2011) obteve em seu trabalho para a espécie após 90 dias, 15,4 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 0,45 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 7,2 kg.ha<sup>-1</sup> de K.

O tratamento *Stylosanthes* disponibilizou para o solo 19,4 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 1,59 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 41,76 kg.ha<sup>-1</sup> de K.

Em relação a adubação aplicada às mudas de 65 kg.ha<sup>-1</sup> de N, 35 kg.ha<sup>-1</sup> de P e 16,5 kg.ha<sup>-1</sup> de K, todos os tratamentos ofereceram aporte de nutrientes ao sistema, além da adubação já aplicada aos indivíduos das espécies arbóreas.

Os tratamentos apontados apresentaram diferenças nos teores nutricionais obtidos por análise química. Essas diferenças podem ter sido encontradas devido à não adubação das espécies de cobertura.

O tratamento com *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) foi inferior em relação ao conteúdo nutricional, relacionado à sua menor biomassa de cobertura. Essa diferença pode ter sido ainda intensificada por variação de localidade, solos e clima dos diferentes sítios, além da variação da biomassa obtida por área.

Os valores de composição nutricional podem ter sido indiretamente influenciados pelo corte das espécies ter sido feito unicamente aos 115 dias. Isso pois as espécies que atingem o florescimento antes desse período podem ter perdido biomassa por já estarem senescentes e assim, já terem liberado parte dos nutrientes da biomassa; as espécies que florescem nessa faixa de tempo podem ter sido cortadas com a máxima biomassa e assim, conterem o máximo nutricional da biomassa e as espécies que florescem após esse período podem ter sido cortadas antes de atingirem a sua biomassa potencial, portanto podendo ter perdido tempo de desenvolvimento e interação com ambiente e deixando de absorverem nutrientes na biomassa, apresentando resultados subestimados.

## 6. CONCLUSÃO

As espécies de adubação verde mostraram, na sua maioria, efeitos positivos no uso consorciado com a restauração florestal. Entre todos os tratamentos, sete demonstraram boa cobertura do solo (acima de 80%) ao final das avaliações e, portanto, podemos concluir que esta prática é eficiente quanto à cobertura inicial do solo.

Quanto ao controle de daninhas, sete dos tratamentos avaliados se mostraram eficientes na diminuindo da infestação e assim, da biomassa de gramíneas, mantendo essa inferior a 2 t.ha<sup>-1</sup>, e, portanto, podemos concluir que esta prática do uso de espécies de cobertura se mostra eficiente quanto ao controle de infestação de plantas daninhas.

Quanto ao desenvolvimento da cobertura das espécies em biomassa, estas apresentaram diferença significativa que pode ser vista distribuída em dois grupos. O grupo com maior biomassa (acima de 7 t.ha<sup>-1</sup>) e o segundo grupo com menor biomassa (abaixo de 7 t.ha<sup>-1</sup>). Podemos concluir que, além de baixa biomassa de daninhas, é importante que o tratamento seja capaz de ter boa biomassa de cobertura, para que além de matéria orgânica o solo esteja protegido fisicamente e ofereça competição ao desenvolvimento das daninhas e a germinação de novas outras.

Quanto ao inventário, tanto os tratamentos quanto aos manejos aplicados, não apresentaram diferença significativa sobre a altura média das plantas e diâmetro de colo. Podemos então concluir que os tratamentos possivelmente ofereceram competição aos indivíduos arbóreos e que seriam necessários ajustes dos modelos de plantio e densidade de semeadura destas.

Na decomposição do material vegetal, oito das dez espécies tem decomposição de 50% da sua biomassa com mais de 100 dias e disponibilização dos macronutrientes, N, P e K ao sistema e, portanto, se mostrando eficientes na cobertura dos solos mesmo após o manejo aplicado de corte da biomassa. Quanto à disponibilização de nutrientes, podemos concluir que todos os tratamentos trazem apporte benéfico de nutrientes ao sistema.

Como melhor tratamento indicado pelo conjunto de fatores avaliados, é apontado o tratamento 5, *Cajanus cajan L.* (Feijão guandú). Este se mostra eficiente na cobertura do solo, sendo eficiente no controle de daninhas na fase inicial da restauração florestal; foi observado grande apporte de biomassa de cobertura por hectare aumentando matéria orgânica e com disponibilização destacada de N, P e K e ao mesmo tempo, mantendo baixa a biomassa de daninhas competidoras a restauração, por maior período. Todas estas características positivas da espécie, somadas, conferem a ela grande destaque em relação a outras espécies e podendo ser seguramente indicada para o uso consorciado a restauração florestal.

Como uma conclusão adicional, em experimento anexo ao experimento de leguminosas foi feito um teste de densidade e foi observada vantagem na diminuição de densidade de semeadura para a maioria das espécies, não acarretando perdas de biomassa de cobertura, diminuindo a quantidade de sementes e por isso, o custo de insumos.

### **6.1. Implicações práticas**

Como apontamentos adicionais deste estudo podemos ver a importância da adubação verde como prática em áreas de restauração florestal. Isso pois esta prática se mostra altamente vantajosa consorciada com a restauração florestal, trazendo concomitantemente benefícios silviculturais e ecológicos, como demonstrado pelos resultados e assim como observado em outros trabalhos.

Como a adubação verde é uma prática alternativa que vem sendo adaptada da agricultura, ainda encontramos gargalos no seu uso quando aplicados a restauração florestal. Alguns destes gargalos são quanto as espécies de cobertura e suas características físicas e fisiológicas, indicações de espécies adequadas a diferentes regiões, influência de adubação, densidades de semeadura, modelo de plantio e adaptação à mecanização. Duas das dificuldades podem ser exemplificadas pela influência de qualidade e tamanho das sementes de *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco) e *Stylosanthes* nos resultados obtidos.

As sementes de *Canavalia ensiformis DC.* (Feijão de porco), pela sua baixa qualidade acabaram por interferir negativamente nos resultados de cobertura biomassa e consecutivamente para os teores nutricionais encontrados no presente trabalho. Baseado em resultados obtidos por demais autores, a espécie apresenta grande potencial para o uso consorciado com a restauração florestal, necessitando ainda mais avaliações.

A espécie *Stylosanthes* também pode ter sido prejudicada pelo fato do tamanho das suas sementes reduzidas terem sido sufocadas pela gradagem para a cobertura das sementes, interferindo negativamente na cobertura do solo, biomassa de cobertura e até mesmo nos teores nutricionais encontrados. Para o uso dessa espécie, tanto semeadura quanto a cobertura das sementes por gradagem devem ser adaptadas para evitar a cobertura excessiva das sementes.

Uma dificuldade encontrada quanto ao manejo de roçada aplicado unicamente aos 115 dias pode ter beneficiado alguns dos tratamentos que tiveram seu florescimento próximo a esse período, enquanto pode ter prejudicado as espécies que já estavam iniciando a sua senescência e as que ainda atingiriam o período de florescimento.

Essas dificuldades foram encontradas em campo na escolha das espécies, baseada em recomendações e cultivos agrícolas; semeadura a lanço com uso de gabarito, para o cumprimento

da densidade; na influência do tamanho de semente na semeadura a lanço, caindo mais esparças ou em reboleiras; operação de semadura à lanço inviável e onerosa em escala real; competição dos indivíduos da adubação verde entre si; competição com as mudas devido a cobertura em área total; qualidade e viabilidade de sementes e não fertilização da adubação verde.

Procurando adaptar essa prática e solucionar esses problemas decorrentes do experimento em questão, no experimento piloto do mesmo P&D do experimento presente, foram selecionadas as melhores espécies do experimento 3; a semeadura foi mecanizada com uso de uma adubadeira; aplicada em linhas e com densidade diferente de sementes, o que pode apresentar ainda mais vantagens em relação aos resultados obtidos pelo presente trabalho, em relação à diminuição de competição entre indivíduos de adubação verde, auxiliando no desenvolvimento dos indivíduos do componente arbóreo, possivelmente diminuindo o número de operações de roçada, aplicações de herbicida, e podendo tornar mais rápida, barata e eficiente a operação e com efeitos semelhantes ao aporte de matéria orgânica, nutrientes e promovendo os demais benefícios citados.

## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; COSTA L. M. da.; FILHO, W. M.; REGAZZI, A. J. **Características de Alguns Adubos Verdes de Interesse para a Conservação e Recuperação de Solos.** Pesquisa agropecuária brasileira., Brasília, DF, v. 30, n. 2, p.175-185, fev. 1995.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods.** Oxford, Reino Unido. 2<sup>a</sup> edição. 1993. 221p. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/John\\_Ingram5/publication/232141777\\_Tropical\\_Soil\\_Biology\\_and\\_Fertility\\_A\\_Handbook\\_of\\_Methods/links/589b556592851c942ddad326/Tropical-Soil-Biology-and-Fertility-A-Handbook-of-Methods.pdf](https://www.researchgate.net/profile/John_Ingram5/publication/232141777_Tropical_Soil_Biology_and_Fertility_A_Handbook_of_Methods/links/589b556592851c942ddad326/Tropical-Soil-Biology-and-Fertility-A-Handbook-of-Methods.pdf). Acesso em: 21 de março de 2017.
- ARANA, A. R. A. **A IMPORTÂNCIA DO CORREDOR ECOLÓGICO: UM ESTUDO PARQUE ESTADUAL “MORRO DO DIABO” EM TEODORO SAMPAIO-SP.** Geografia. Viçosa-MG. v. 16, n. 1, jan./jun. 2007. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/download/6578/5971>. Acesso em 7 de julho de 2017.
- ARAUJO, J.C., MOURA, E.G., AGUIAR, A.C.F. e MENDONÇA, V.C.M. **Supressão de Plantas Daninhas por Leguminosas Anuais em sistema agroecológico na pré-Amazônia.** SISTEMA. Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 25, n. 2, p. 267-275, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-83582007000200005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582007000200005). Acesso em: 2 de junho de 2017.
- BECHARA, F. B. 2006. **Unidades Demonstrativas de Restauração Ecológica através de Técnicas Nucleadoras: Floresta Estacional Semidecidual, Cerrado e Restinga.** Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-22082006-145733/pt-br.php>. Acesso em: 2 de junho em 2017.
- Beltrame, T. P. 2013. **Restaurando a Ecologia na Restauração: avaliação de sistemas agroflorestais e espécies leguminosas em plantios de restauração ecológica.** Disponível em: [www.teses.usp.br/teses/.../Tiago\\_Pavan\\_Beltrame\\_versao\\_revisada.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/.../Tiago_Pavan_Beltrame_versao_revisada.pdf). Acesso em: 24 de junho de 2016.
- BELTRAME, T. P.; RODRIGUES, E. **Comparação de diferentes densidades de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração florestal de uma área de reserva legal no Pontal do Paranapanema, SP.** Scientia Forestalis. Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 317-327, dez. 2008.

BELTRAME, T. P.; RODRIGUES, E. Feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração de florestas tropicais. In: Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 28, n. 1, p. 19-28, jan./mar. 2007. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/4457/445744083003.pdf>. Acesso em 2 de junho de 2017.

BELTRAME, T. P. 2006. **O Uso de Feijão Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) Como Catalisador da Restauração Ecológica.** Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000124104>. Acesso em 7 de julho de 2017.

BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I.; RODRIGUES, R. R. **Adubação verde na restauração florestal.** In: FILHO, O. F. L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil. Fundamentos e prática.** Embrapa. Brasília, DF. 2014. V.2, 478p.

BUENO, J. R.; SAKAI, R. H.; NEGRINI, A. C.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F. DIEHL, A.; HUEBB, D. **Desempenho de adubos verdes em áreas de mata ciliar.** Revista Brasileira de Agroecologia, v.2 n.2, p. 905-908, out. 2007. Disponível em: <http://abagroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/7134/5244>. Acesso em 2 de junho de 2017.

CALEGARI, A. **Perspectivas e estratégias para a sustentabilidade e o aumento da biodiversidade dos sistemas agrícolas com uso de adubos verdes.** In: FILHO, O. F. L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil. Brasília, DF: Embrapa,** 2014. V. 1, 507p.

CARVALHO, C. F.; CARVALHO, S. M., WUTKE, E. B., SOUZA, B., GUIRADO, N., CASTRO, H. A.; ROSSI, F.; MENDES, P. C. D., AMBROSANO, E. J. **Pragas e doenças em adubos verdes.** In: FILHO, O. F. L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil. Fundamentos e prática.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. V. 1, 507p.

**Clima.** Disponível em: <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em: 20 de Abril de 2017.

**Compêndio Online Gerson Luiz Lopes.** Disponível em: <http://sites.unicentro.br/wp/manejoflorestal/florersta-ombrofila-mista/>. Acesso em 6 de julho de 2017.

CZEPAK, C.; FERNANDES, P. M.; VELOSO, V. R. S.; BORGES, J. D.; TAKATSUKA, F. S. **Insetos de importância econômica associados às espécies vegetais usadas como adubo**

- verde.** In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (Ed). Cerrado: adubação verde. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. P 273-299.
- D'ARROCHELLA, M. L. G. 2015. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE UM SISTEMA DE PLUVIÔMETROS EXPERIMENTAL PARA O ESTUDO DAS FORMAS DE HÚMUS EM MICRO CLIMA DE MATA ATLÂNTICA.** Disponível em: <http://www.enanpege.ggf.br/2015/anais/arquivos/15/438.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2016.
- Dados de clima de Piracicaba – SP.** Banco de dados climáticos do Brasil. Embrapa Monitoramento por Satélite. Disponível em: <https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/bdclima/balanco/resultados/sp/423/balanco.html> Acesso em: Acesso em: 24 de junho de 2016.
- E. E. Anhumas: Mapa/Características.** Disponível em: <http://www.esalq.usp.br/svee/lgn-anhumas/mapa-caracteristicas>. Acesso em: 24 de junho de 2016.
- ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. A. **Uso de Leguminosas Herbáceas para Adubação Verde.** In: AQUINO, A. M., ASSIS, R. L. **Agrocoecologia. Princípios e Técnicas para uma Agricultura Orgânica Sustentável.** Brasília, DF. Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 517p.
- Estilosantes Campo Grande.** Gado de Corte divulga. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS, nº 38, out. 2000. Disponível em: <http://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD38.html>. Acesso em: 2 de junho de 2017.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; COSTA, L. M. 2001. **Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes.** Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v36n11/6808.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2016.
- FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M. ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. **CRESCIMENTO E ACÚMULO DE NUTRIENTES POR PLANTAS ESPONTÂNEAS E POR LEGUMINOSAS UTILIZADAS PARA ADUBAÇÃO VERDE.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 24: p. 171-177, 2000.
- GONÇALVES, J. L. de M. **Recomendações de Adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e Espécies Típicas da Mata Atlântica.** DOCUMENTOS FLORESTAIS. Piracicaba - SP. Cap. 15, p.1 – 23, 1995. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/docflorestais/cap15.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2017.
- INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. **Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos.** In: III Workshop Internacional

Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005, Campinas - Brasil. Anais do III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005. Disponível em: [http://seeds.usp.br/portal/uploads/INATOMI\\_TAH1\\_IMPACTOS\\_AMBIENTAIS.pdf](http://seeds.usp.br/portal/uploads/INATOMI_TAH1_IMPACTOS_AMBIENTAIS.pdf). Acesso em: 26 de maio de 2017.

Instituto de Pesquisas Ecológicas. **Lista de espécies: Restauração.** Disponível em: <http://flora.ipe.org.br/sp/?restor=1>. Acesso em 6 de julho de 2017.

KOLM, L. 2001. **Ciclagem de nutrientes e variações do microclima em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden manejadas através de desbastes progressivos.** Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-30072002-151746/pt-br.php>. Acesso em: 24 de junho de 2016.

LEI N° 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 22 de fevereiro de 2017.

MATHEUS, G. P.; WUTCK, E. B. **Espécies de leguminosas utilizadas como adubos verdes.** Pesquisa & Tecnologia, vol. 3, n.1 Jan-Jun 2006. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2006/2006-janeiro-junho/269-especies-de-leguminosas-utilizadas-como-adubos-verdes/file.html>. Acesso em: 02 de junho de 2017.

**Ministério de Minas e Energia.** Disponível em: [http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticas/-/asset\\_publisher/32hLrOzMKwWb/content/renovaveis-devemmanter-participacao-de-43-na-matriz-energetica-em-2017](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticas/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/renovaveis-devemmanter-participacao-de-43-na-matriz-energetica-em-2017). Acesso em: 26 de maio de 2017;

MISSIO, E. L.; DEBIASI, H.; MARTINS, J. D. **Comportamento de leguminosas para cobertura do solo, adubação verde e controle de plantas daninhas.** Pesquisa agropecuária gaúcha, Porto Alegre, RS, v.10, n.1-2, p.129-136, 2004.

**MOURÃO, S. A. INTERFERÊNCIA DA COBERTURA MORTA DE *Crotalaria juncea* E *Mucuna pruriens* NA BIOMASSA DE PLANTAS DANINHAS NO CULTIVO DE MILHO.** In: XXVIII Congresso Brasileiro Ciência das Plantas Daninhas, set. 2012, Campo Grande, MS.

**MOURÃO, S. A.; KARAM, D.; SILVA, J. A. A. Potencial de Leguminosas Utilizadas como Adubo Verde No Manejo de Plantas Daninhas na Cultura do Milho, no Norte de Minas Gerais.** In: XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação

- Brasileira de Milho e Sorgo. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/25208/1/0500.pdf>. Acesso em 2 de junho de 2017.
- PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. de S.; CARNEIRO, L. F.; MOITINHO, M. R. **Estágio mais Adequado de Manejo do Milheto para Fins de Adubação Verde.** Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/911930/4/COT2011171.pdf>. Acesso em 2 de junho de 2017.
- PENTEADO, S. R. **Adubação Verde e Produção de Biomassa – Melhoria e Recuperação dos Solos.** Campinas, SP. 2<sup>a</sup> edição. 2010. 168p.
- PEREIRA, L. C., FONTANETTI, A., BATISTA, J. N., GALVÃO, J. C. C., GOULART, P. L. **Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea*: estudo preliminar.** Revista Brasileira de Agroecologia. 6(3): p.191-200 (2011). Disponível em: [http://orgprints.org/22999/1/Pereira\\_Comportamento.pdf](http://orgprints.org/22999/1/Pereira_Comportamento.pdf). Acesso em 7 de julho de 2017.
- PERIN, J. G. M.; GUERRA, M. G.; TEIXEIRA & E. ZONTA. **COBERTURA DO SOLO E ESTOQUE DE NUTRIENTES DE DUAS LEGUMINOSAS PERENES, CONSIDERANDO ESPAÇAMENTOS E DENSIDADES DE PLANTIO.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. Seropédica – RJ. v. 28. p. 207-213, nov. 2003.
- Piraí sementes: Sementes para adubação verde.** 2016 Disponível em: [http://www.pirai.com.br/sementes\\_para\\_adubacao\\_verde-texto-a4.html](http://www.pirai.com.br/sementes_para_adubacao_verde-texto-a4.html). Acesso em: 2 de junho de 2017.
- PITELLI, R. A. **O Termo Planta Daninha.** Planta Daninha, Viçosa-MG, v. 33, n. 3, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pd/v33n3/0100-8358-pd-33-03-00622.pdf>. Acesso em 6 de julho de 2017.
- QUINTANA, B.; ALVARENGA, R. C. s.d. **Potencial de plantas de cobertura para recobrimento do solo e supressão de plantas daninhas.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33485/1/Potencial-plantas.pdf>. Acesso em: 2 de junho de 2017.
- Reflora – Flora do Brasil 2020.** Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/ConsultaPublicaUC/ResultadoDaConsultaNovaConsulta.do#CondicaoTaxonCP>. Acesso em 7 de julho de 2017.
- RESENDE, A. S. de.; LELES, P. S. dos S. **Controle de plantas daninhas em restauração florestal.** Brasília, DF: Embrapa, 2017. 107 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca->

de-noticias/-/noticia/23883654/livro-aborda-controle-de-plantas-daninhas-nos-processos-de-restauracao-florestal. Acesso em: 2 de junho de 2017.

RIBAS, R. G. T., JUNQUEIRA, R. M., OLIVEIRA, F. L. de., GUERRA, J. G. M., ALMEIDA, D. L. de., RIBEIRO, R. de L. D. **Adubação Verde na Forma de Consórcio no Cultivo do Quiabeiro sob Manejo Orgânico.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/624207/adubacao-verde-na-forma-de-consorcio-no-cultivo-do-quiabeiro-sob-manejo-organico>. Acesso em 7 de julho de 2017.

ROGLIN, A. 2012. **Controle de Formigas Cortadeiras em módulos demonstrativos de recuperação de áreas degradadas no bioma cerrado.** Disponível em: <http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/33532/R%20-%20D%20-%20ADRIANE%20ROGLIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 2 de junho de 2017.

ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Histórico da adubação verde no Brasil** In: FILHO, O. F. L.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F.; CARLOS, J. A. D. **Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil. Fundamentos e prática.** Brasília, DF: Embrapa, 2014. v. 1, 507p.

SANTOS, M. J. G. dos; DUTRA J. E.; SOUZA, A. de; PADOVAN, M. P.; MOTTA, I. de S.; SOUZA, M. T. de **Ocorrência de insetos em espécies de adubos verdes num sistema sob transição agroecológica, em Dourados, MS.** *Revista Brasileira de Agroecologia*, [S.I.], v. 3, n. 2, mar. 2008. Disponível em: <http://abagroecologia.org.br/revistas/index.php/rbagroecologia/article/view/7633>. Acesso em: 2 de junho de 2017.

SILVA, M. P. **Estilosantes – *Stylosanthes* spp. Fauna e Flora do Cerrado**, Campo Grande, Junho 2004. Disponível em: <http://cloud.cnpgc.embrapa.br/faunaeflora/plantas-forrageiras/estilosantes-stylosanthes-spp>. Acesso em: 2 de junho de 2017.

SILVA, P. F. V. da. 2002. **Sistemas Agroflorestais para Recuperação de Matas Ciliares em Piracicaba, SP.** Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-17092002-135029/publico/patricia.pdf>. Acesso em: 21 de março de 2017.

SILVEIRA, C. J. A.; COELHO, A. N.; ROCHA, M. G. B. **Nota Técnica para o Programa de Fomento Ambiental – IEF.** Belo Horizonte. Nov. 2008. Disponível em: [http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/notatecnica/nota\\_tecnica\\_fomento\\_ambiental%5D.pdf](http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/notatecnica/nota_tecnica_fomento_ambiental%5D.pdf). Acesso em: 2 de junho de 2017.

SOUZA, B. de J. 2014. **ADUBAÇÃO VERDE: USO POR AGRICULTORES AGROECOLÓGICOS E O EFEITO RESIDUAL NO SOLO.** Disponível em: <http://www.posagroecologia.ufv.br/wp->

- content/uploads/2012/02/Disserta%C3%A7%C3%A3o\_Bianca-de-Jesus-Souza2.pdf.  
Acesso em 7 de julho de 2017.
- SOUZA, C. M. de.; PIRES, F. R.; PARTELLI, F. L.; ASSIS, R. L. de. **Adubação Verde e Rotação de Culturas.** Viçosa, MG. UFV, 2012. 108 p.
- TEODORO, R. B.; OLIVEIRA, F. L. de.; SILVA, D. M. N. da.; FAVERO, C.; QUARESMA, M. A. L. **Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no cerrado do alto vale do Jequitinhonha.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35: p. 635-643, 2011.
- TOKURA, L. K.; NOBREGA, L. H. P. **Alelopatia de cultivos de cobertura vegetal sobre plantas infestantes.** Acta Sci. Agron. Maringá, v. 28, n. 3, p. 379-384, jul./set., 2006.

## ANEXOS

Anexo A Biomassa de *C. juncea* aos 3 meses. Ao fundo, podemos ver o porte da espécie que compõe o tratamento 2.



Anexo B Biomassa de *C. spectabilis* aos 3 meses pós semadura, ao fundo.



Anexo C Porte e biomassa do feijão de porco aos 3 meses.



Anexo D Porte e biomassa do feijão guandú aos 3 meses de idade.



Anexo E Porte e biomassa do feijão guandú anão três meses após a semeadura.



Anexo F Porte e biomassa já senescente do milheto aos três mês de idade

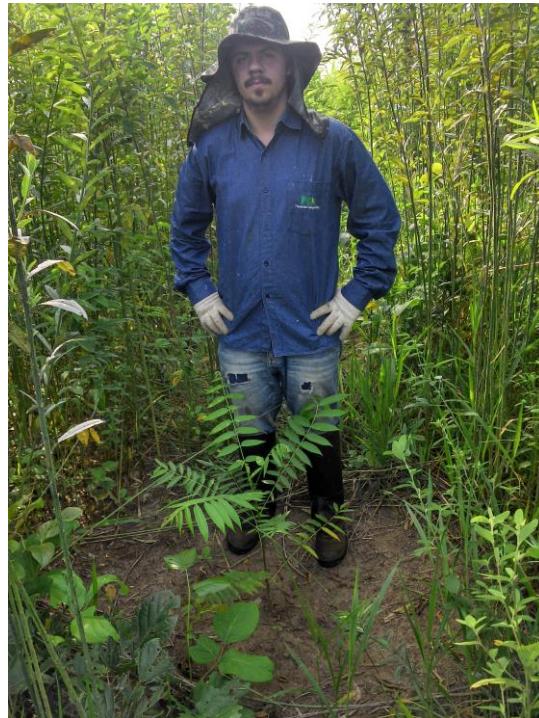


Anexo G Biomassa de *Stylosanthes* com biomassa visível de *Urochloa* sp.





Anexo H Porte e biomassa do coquetel 1 ao fundo com três meses de idade.



Anexo I Porte e biomassa do coquetel 2 ao fundo três meses após a semeadura



