

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CIÊNCIA DO SOLO

DISSERTAÇÃO

**Relações entre Atributos do Solo e a Vegetação
Espontânea para Indicação de Práticas no
Reflorestamento em Solos de Mar de Morros**

Maurílio de Faria Vieira Júnior

2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA -
CIÊNCIA DO SOLO**

**RELAÇÕES ENTRE ATRIBUTOS DO SOLO E A VEGETAÇÃO
ESPONTÂNEA PARA INDICAÇÃO DE PRÁTICAS NO
REFLORESTAMENTO EM SOLOS DE MAR DE MORROS**

MAURÍLIO DE FARIA VIEIRA JÚNIOR

Sob a Orientação da Professora
Maria Elizabeth Fernandes Correia

e Co-orientação do Professor
Marcos Gervasio Pereira

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no curso de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Ciência do Solo.

Seropédica - RJ
Agosto de 2015

631.44
V657r
T

Vieira Júnior, Maurílio de Faria, 1967-
Relações entre atributos do solo e a vegetação
espontânea para indicação de práticas no reflorestamento
em solos de mar de morros / Maurílio de Faria Vieira
Júnior – 2015.
115 f.: il.

Orientador: Maria Elizabeth Fernandes Correia.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, Curso de Pós-Graduação em
Agronomia – Ciência do Solo.
Bibliografia: f. 67-77.

1. Solos – Classificação – Teses. 2. Solos –
Conservação – Teses. 3. Solos – Degradação – Teses. 4.
Plantas invasoras – Controle – Teses. 5. Reflorestamento
– Teses. I. Correia, Maria Elizabeth Fernandes, 1967-. II.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Curso de
Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo. III.
Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Dissertação, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-CIÊNCIA DO SOLO**

MAURÍLIO DE FARIA VIEIRA JÚNIOR

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre**, no Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/08/2015.

Maria Elizabeth Fernandes Correia. Dr.^a. Embrapa Agrobiologia
(Orientadora)

Lúcia Helena Cunha dos Anjos. Ph.D. UFRRJ

Luiz Fernando Duarte de Moraes. Dr. Embrapa Agrobiologia

DEDICATÓRIA

À minha esposa, Daniele Monteiro de Andrade e aos meus filhos, Marcello, Ana e Mariah.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao criador da natureza que imprime em nós a dedicação e a capacidade de aprendizagem na incessante busca pela melhoria como seres humanos.

À minha mãe, Maria Cantarino Soares Vieira, orientadora de meus passos, neste caminho.

Ao amigo Carlos Eduardo Gabriel Menezes, pela compreensão do meu objetivo e incondicional apoio e liberação para a execução desta tarefa.

Ao amigo Thiago Andrade Bernini, pelo apoio irrestrito e auxílio no planejamento e execução desta dissertação.

Ao professor Marcelo Carrazo Castro, pela cessão dos dados da estação meteorológica do Campus pinheiral-RJ.

Aos amigos Guilherme Chaves Correa, pela compreensão e ajuda e Nelson Oscaranha Gonsales da Costa, pelo apoio logístico

Aos funcionários de campo Fabiano Guimarães, Erick Town, Marcelo Nogueira, Rafael Verly, pela colaboração na execução das tarefas de campo.

Aos professores do Dpto. De Solos da UFRRJ e aos colegas de turma, pelo aprendizado, convivência e alívio nos momentos de tensão.

À minha orientadora, Dr^a. Maria Elizabeth Fernandes Correia e ao meu coorientador, Marcos Gervasio Pereira pela orientação e apoio à elaboração do projeto e execução das tarefas e análises laboratoriais.

Ao pesquisador da Embrapa Agrobiologia Luiz Fernando Duarte de Moraes pelo apoio à elaboração do projeto.

À professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos pela presteza e dedicação durante a fase de finalização desta dissertação.

Às professoras Cristiana do Couto Miranda pelo auxílio na execução das análises estatísticas e Shaiene Costa Moreno, pela seção do laboratório e equipamentos para realização do tratamento e secagem das raízes.

Ao pessoal do laboratório de análise de solos do departamento de solos da UFRRJ e do laboratório de química agrícola da EMBRAPA AGROBIOLOGIA.

À EMBRAPA AGROBIOLOGIA, onde se realizaram procedimentos e análises do material.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus Pinheiral, que possibilitou a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Maurílio de Faria Vieira Júnior nasceu em 4 de novembro de 1967, na cidade do Rio de Janeiro-RJ, filho de Maurílio de Faria Vieira e Maria Cantarino Soares Vieira. Coursou o ensino fundamental e o médio em escolas públicas. Em 1992, ingressou no curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), diplomando-se Engenheiro Florestal em 1998. Em fevereiro de 2013, ingressou como aluno de Mestrado no curso de Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo da UFRRJ.

RESUMO GERAL

VIEIRA JÚNIOR, Maurílio de Faria. **Relações entre atributos do solo e a vegetação invasora para indicação de práticas no reflorestamento em solos de Mar de Morros.** 2015. 115f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do solo) Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

O conhecimento das relações entre o solo e as espécies vegetais é fundamental para os projetos de restauração, tendo em vista a dinâmica da sucessão, já que, espécies invasoras podem torná-los muito onerosos ou inviabilizá-los. Práticas de controle das espécies invasoras com cunho conservacionista podem agregar-se às medidas de recuperação, reduzindo custos e aumentando sua eficiência. Os objetivos do estudo foram averiguar a existência de relações entre diferentes tipos de solo e a ocorrência do sapê (*Imperata brasiliensis*) em duas diferentes áreas, nas dependências do Campus Nilo Peçanha/Pinheiral do IFRJ, Pinheiral-RJ; e avaliar a utilização de leguminosas forrageiras e sua eficiência no controle da vegetação invasora em ações de recomposição florestal, aliada à semeadura direta e ao plantio de mudas de espécies arbóreas. Foram avaliadas oito trincheiras, em duas topossequências, por meio da caracterização dos atributos do solo, bem como massa seca da parte aérea e das raízes do sapê amostradas em quatro camadas (0-7, 7-14, 14-28 e 28-35 cm). Os perfis de solo (08) foram também classificados segundo o sistema brasileiro. Também foram avaliadas a altura, diâmetro e a sobrevivência das mudas de cinco espécies florestais, submetidas a duas formas de plantio, semeadura direta e por mudas, e duas densidades de plantio das leguminosas crotalária, guandu e feijão de porco, bem como a eficiência destas no controle da matocompetição. Os atributos do solo não influenciaram nos resultados de massa seca do sapê, sendo a diferença entre a massa seca das raízes e da parte aérea entre as duas topossequências possivelmente devida ao sombreamento pelo povoamento de eucalipto existente na segunda área. Os coquetéis de leguminosas não diferiram entre si quanto à influência sobre as espécies nativas e quanto ao controle das invasoras. Somente a média dos quatro tratamentos mostrou diferenças significativas. Possivelmente, a utilização de diferentes formas de plantio das leguminosas e métodos de condução do experimento, poderia mostrar aumento na eficiência destas plantas. O método de plantio de espécies florestais por mudas diferiu significativamente e foi mais eficiente que a semeadura direta, sendo o mais apropriado para a situação local.

Palavras-chave: Invasoras. Controle de plantas invasoras. Práticas de restauração florestal.

GENERAL ABSTRACT

VIEIRA JÚNIOR, Maurílio de Faria. **Relationships between soil attributes and the invasive vegetation to indicate practices for reforestation in soils of “Mar de Morros”**. 2015. 115p. Dissertation (Master Science in Agronomy, Soil Science) Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2015.

Knowledge on the relationship between soil and plant species is fundamental to restoration projects in view of the dynamics of succession, since the invasive species may turn the projects very expensive or impractical. Control practices of the invasive plant species based on natural conservation may add to recovery measures, thus reducing the costs and increasing their efficiency. The aims of this study were to investigate relationships between different soil types and the occurrence of thatch (*Imperata brasiliensis*) plants in two different areas on the IFRJ Pinheiral Campus (Pinheiral-RJ); and to evaluate the use of forage legumes and their efficiency in the control of the invasive vegetation, associated to the use of direct seeding and planting of seedlings in reforestation activities. Eight trenches were evaluated in two toposequences, through characterization of soil properties and dry mass of shoots and roots of thatch sampled in four soil layers, respectively 0-7, 7-14, 14-28 and 28-35 cm. The eight soil profiles were also classified according to the Brazilian system. There were evaluated the heights, diameters and survival of seedlings of five forest species, subject to two forms of planting, tillage and seedlings, and two planting densities of sunn hemp legumes, pigeon pea and pork beans, as well as the efficiency of these plants in reducing the weed competition. The soil properties did not influence the behavior of the dry mass of the thatch, and the difference between the dry weight of roots and shoots between the two toposequences is possibly due to shading by existing eucalyptus stand in the second area. The legume plants combination did not differ regarding the influence on the native species, neither on the weed control. There was significant difference only when compared the average of the four treatments. Possibly, the use of different legumes planting forms and conducting more experiments could show an increase in their efficiency. The planting method using seedlings of the forest species differed significantly and it was more efficient than the direct planting of the seeds, showing to be the most suitable for the local situation.

Key-words: Weeds. Invasive plants control. Forest restoration practices.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localização das topossequências (áreas) 1 e 2, nas dependências do Campus Pinheiral do IFRJ.	14
Figura 2. Unidades de mapeamento de solos do Campus Nilo Peçanha, classes de solo predominantes. Fonte: Costa, 2015.	15
Figura 3. Unidades de mapeamento de solos da área de estudo nº 1 (microbacia do Córrego Nilo Peçanha) Fonte: Bernini e Sarubi, 2012.	16
Figura 4. Modelo digital de elevação da antiga Fazenda Pinheiros. Fonte: Costa, 2015.	17
Figura 5. Médias das temperaturas e precipitação acumulada, período novembro/2013-dezembro/2014, dados da estação meteorológica Campus Pinheiral.	18
Figura 6. Imagem da antiga Fazenda Pinheiros. Fonte: Costa, 2015.	19
Figura 7. Mapa de declividade da microbacia Córrego Nilo Peçanha. Fonte: Bernini e Sarubi, 2012.	20
Figura 8. Perfil altimétrico e localização dos perfis na topossequência 1 (área 1).	20
Figura 9. Perfil altimétrico e localização dos perfis na topossequência 2 (área 2).	21
Figura 10. Coleta de amostra da parte aérea de sapê (topossequência 2).	21
Figura 11. Amostras de solo para avaliação dos atributos químicos do solo.	22
Figura 12. Amostras de solo para determinação da densidade.	23
Figura 13. Secagem de amostras de solo para determinação da densidade.	23
Figura 14. Segregação das raízes do sapê para pesagem e envio para análises.	24
Figura 15. Pesagem das raízes do sapê.	25
Figura 16. Médias da soma de bases por profundidade dentro e entre as trincheiras. Médias entre profundidades (colunas de cores diferentes) seguidas de letras maiúsculas iguais e entre trincheiras (colunas de cores iguais), seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.	27
Figura 17. Médias do conteúdo de carbono orgânico por profundidade dentro e entre as trincheiras. Médias entre profundidades (colunas de cores diferentes) seguidas de letras maiúsculas iguais e entre trincheiras (colunas de cores iguais), seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.	28
Figura 18. Médias da CTC por profundidade dentro e entre as trincheiras. Médias entre profundidades (colunas de cores diferentes) seguidas de letras maiúsculas iguais e entre trincheiras (colunas de cores iguais), seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.	28
Figura 19. Gráfico comparativo do comportamento das raízes em relação ao teor de argila existente nos respectivos horizontes.*Massa seca das raízes em mg/Kg e da argila em g/Kg. 15, 30, 55 e 105 (cm), horizontes e P1, P2, e P8; perfis (trincheiras) de coleta das amostras. M - mortas, V - vivas, ARG - argila	30
Figura 20. Médias da concentração de Alumínio por profundidade dentro e entre trincheiras. Médias entre profundidades (colunas de cores diferentes) seguidas de letras maiúsculas	

iguais e entre trincheiras (colunas de cores iguais), seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade. ...31

Figura 21. Distribuição percentual das raízes vivas por profundidades.....	34
Figura 22. Distribuição percentual das raízes mortas por profundidades.	34
Figura 23. Médias da produção da parte aérea do sapê nos perfis nas topossequências 1 e 2. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.	35
Figura 24. Análise dos Componentes Principais das variáveis e suas relações em função da profundidade 0-7 cm, eixo 1 responsável por 40,4 % e eixo 2 por 28,4 % da variabilidade. T1P1- trincheira 1 profundidade 1 (7 cm), T2P1- trincheira 2 profundidade 1, T8P1- trincheira 8 profundidade 1; C- carbono orgânico, Al- Alumínio, P- Fósforo, N- Nitrogênio, Ca- Cálcio, Mg- Magnésio, K- Potássio, Al + H- Acidez potencial, m- saturação por Al, S- soma de bases; Mortas- massa seca raízes mortas do sapê, Vivas- massa seca raízes vivas do sapê, M/V- relação massa seca raízes mortas/raízes vivas do sapê, P. aérea- massa seca parte aérea do sapê; Calh- calhaus (%), Dens- densidade (%), Porosid- porosidade (%).	36
Figura 25. Análise dos Componentes Principais das variáveis e suas relações em função da profundidade 28-35 cm, eixo 1 responsável por 47 % e eixo 2 por 21,6 % da variabilidade. T1P4- trincheira 1 profundidade 4 (35 cm), T2P4- trincheira 2 profundidade 4, T8P4- trincheira 8 profundidade 4; C- carbono orgânico, Al- Alumínio, P- Fósforo, N- Nitrogênio, Ca- Cálcio, Mg- Magnésio, K- Potássio, Al + H- Acidez potencial, m- saturação por Al, S- soma de bases; Mortas- massa seca raízes mortas do sapê, Vivas- massa seca raízes vivas do sapê, M/V- relação massa seca raízes mortas/raízes vivas do sapê, P. aérea- massa seca parte aérea do sapê; Calh- calhaus (%), Dens- densidade (%), Porosid- porosidade (%).	37
Figura 26. Localização das parcelas para avaliação do efeito das leguminosas, área 1.....	44
Figura 27. Localização das parcelas e desenvolvimento das leguminosas herbáceas.....	45
Figura 28. Plantio das mudas de espécies florestais.....	46
Figura 29. Etapas, implantação do experimento, coleta, pesagem e dimensionamento.....	47
Figura 30. Coleta de leguminosas e gramíneas para pesagem e determinação de N.	48
Figura 31. Secagem das leguminosas e gramíneas.....	48
Figura 32. Produção de biomassa pelas espécies dentro dos tratamentos. T1- coquetel 1 + mudas; T2- coquetel 1 + semeadura; T3- coquetel 2 + mudas; T4- coquetel 2 + semeadura; T5- controle.	50
Figura 33. Massa seca do sapê, da braquiária e do sapê + braquiária, em relação aos tratamentos (coquetéis) e formas de plantio das espécies nativas (sementes ou mudas). Médias de quatro repetições, letras maiúsculas iguais nas linhas e minúsculas iguais nas colunas, indicam que não há diferença significativa entre as médias, pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Coquetel 1- 2 kg de feijão de porco, 5 kg de crotalaria e 2,5 kg de guandu (125 kg de FP, 312,5 kg de CR e 156,2 kg de GU)/ha. Coquetel 2- 5 kg de feijão de porco, 2,5 kg de crotalaria e 1,5 kg de guandu. (312,5 kg de FP, 156,2 kg de CR e 94 kg de GU)/ha.....	52
Figura 34. Médias da produção de massa seca pelas espécies entre as três coletas (DAS), relativas a cada tratamento. Médias de quatro repetições seguidas por letras minúsculas	

nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.	53
Figura 35. Relação entre massa seca do sapê, braquiária e do sapê + braquiária nos tratamentos e destas no controle (desdobramento fatorial x controle). Médias de quatro repetições, seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas, diferem significativamente entre si pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.....	55
Figura 36. Desenvolvimento das espécies em relação ao tempo (DAS).....	55
Figura 37. Densidade relativa, domiância relativa e valor de cobertura.	56
Figura 38. Produção de massa seca do feijão de porco em relação aos coquetéis 1 e 2, formas de plantio das espécies nativas e datas de coleta. Médias de quatro repetições, letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais, nas colunas e minúsculas iguais nas linhas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.	58
Figura 39. Massas secas da espécie crotalária em relação aos tratamentos, coquetéis 1 e 2, formas de plantio e datas de coleta. Médias de quatro repetições, letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.	58
Figura 40. Massas secas da espécie guandu em relação aos tratamentos, coquetéis 1 e 2, formas de plantio e datas de coleta. Médias de quatro repetições, letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.	59
Figura 41. Massa seca das espécies feijão de porco, guandu e crotalária, em relação aos tratamentos, coquetéis 1 e 2, e formas de plantio (desdobramento coquetel x forma de plantio). Médias de quatro repetições, letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.....	60
Figura 42. Diâmetros das espécies arbóreas nativas em relação aos tratamentos (coquetéis) e formas de plantio. Médias de quatro repetições, letras maiúsculas iguais nas linhas e minúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knot a 5 % de probabilidade t. SS- sabão de soldado, TB- tamboril, CF- canafístula, GP- guapuruvú.	62
Figura 43. Alturas das espécies arbóreas nativas em relação aos tratamentos (coquetéis) e formas de plantio. Médias de quatro repetições, letras maiúsculas iguais nas linhas e minúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.....	62
Figura 44. Perfil 1.....	85
Figura 45. Perfil 2.....	85
Figura 46. Perfil 3.....	86
Figura 47. Perfil 4.....	86
Figura 48. Perfil 5.....	86
Figura 49. Perfil 6.....	86
Figura 50. Perfil 7.....	87
Figura 51. Perfil 8.....	87

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Estrutura, classe textural e conteúdo de argila dos horizontes superficiais (A) dos oito perfis classificados.....	29
Tabela 2. Médias das massas secas das raízes mortas entre as trincheiras.....	33
Tabela 3. Médias das massas secas das raízes mortas entre as profundidades.....	33
Tabela 4. Matriz de correlação de Pearson (n) entre as variáveis explicativas (atributos do solo) e variáveis-resposta (massa do sapê).....	38
Tabela 5. Discriminação dos tratamentos utilizados no experimento com leguminosas herbáceas.....	45
Tabela 6. Atributos químicos do solo área 1 (médias de três repetições para os perfis topo e terços superior, médio e inferior).....	51
Tabela 7. Produção de biomassa do sapê e da braquiária nas parcelas de controle, nas coletas de março, julho e novembro de 2014 (1, 2 e 3).....	53
Tabela 8. Produção de biomassa pelas gramíneas.....	56
Tabela 9. Médias de duas repetições, dos teores de N acumulado pelas leguminosas dentro dos tratamentos (parcelas) e em relação às épocas de coleta.....	61
Tabela 10. Média de quatro repetições, da massa seca produzida pelas leguminosas dentro dos tratamentos (parcelas).....	61
Tabela 11. Mortalidade total das espécies plantadas p/ mudas em porcentagem (área útil).....	63
Tabela 12. Mortalidade por espécies no plantio por mudas, em porcentagem (área útil).....	63
Tabela 13. Porcentagem de mortalidade total das espécies plantadas por semeadura direta.....	64
Tabela 14. Porcentagem de mortalidade por espécie plantada por semeadura direta.....	64
Tabela 15. Análises físicas e químicas do Perfil 1 (Adaptado de Mendes 2015).....	88
Tabela 16. Análises físicas e químicas do Perfil 2 (Adaptado de Mendes 2015).....	89
Tabela 17. Análises físicas e químicas do Perfil 3 (Adaptado de Mendes 2015).....	90
Tabela 18. Análises físicas e químicas do Perfil 4 (Adaptado de Mendes 2015).....	91
Tabela 19. Análises físicas e químicas do Perfil 5 (Adaptado de Mendes 2015).....	92
Tabela 20. Análises físicas e químicas do Perfil 6 (Adaptado de Mendes 2015).....	93
Tabela 21. Análises físicas e químicas do Perfil 7 (Adaptado de Mendes 2015).....	94
Tabela 22. Análises físicas e químicas do Perfil 8 (Adaptado de Mendes 2015).....	95
Tabela 23. Atributos químicos dos solos das topossequências 1 e 2.....	96
Tabela 24. Atributos físicos dos solos das topossequências 1 e 2.....	101
Tabela 25. Resumo do ajuste dos modelos (equações raízes vivas e raízes mortas).....	101
Tabela 26. Teste de ajuste do modelo aos dados (ANOVA raízes vivas e raízes mortas).....	102
Tabela 27. Parâmetros do modelo (raízes vivas e mortas).....	102
Tabela 28. Teste de normalidade para variáveis dependentes (massa seca de raízes).....	103
Tabela 29. Teste de hipóteses para áreas (topossequências 1 e 2).....	103

Tabela 30. Teste de hipóteses para trincheiras (T1 – T8).....	104
Tabela 31. Teste de hipóteses para profundidades (0 – 35 cm).....	104
Tabela 32. Comparação entre pares de profundidades.	105
Tabela 33. Comparação entre pares de profundidades pelo teste de Mann-Whitney.....	105
Tabela 34. Comparação entre pares de profundidades pelo teste de Mann-Whitney.....	106
Tabela 35. Comparação entre pares de trincheiras pelo teste de Mann-Whitney.....	108
Tabela 36. Análise das suposições para utilização do PCA.	112
Tabela 37. Teste de normalidade para massa seca da parte aérea do sapê.	113
Tabela 38. Estatísticas descritivas da massa seca da parte aérea do sapê.....	113
Tabela 39. Testes para suposições do modelo ANOVA.	113
Tabela 40. Comparação das repetições com base em medias marginais estimadas.....	113
Tabela 41. Estatísticas descritivas da massa seca aérea para diferentes trincheiras ANOVA.	114
Tabela 42. Homogeneidade das variâncias massa seca parte aérea do sapê.	114
Tabela 43. ANOVA para trincheiras.	115
Tabela 44. Comparação da massa seca ad parte aérea do sapê entre as trincheiras.	115

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2.1. Histórico de Uso e Causas da Degradação em Solos em Ambiente de Mar de Morros..	2
2.2. Impactos nas Funções Ecológicas do Solo e na Conservação da Água.....	3
2.3. Reflorestamento como Alternativa para a Recuperação.....	5
2.4. A Vegetação Espontânea e Invasora em Áreas Degradadas	6
2.5. O Sapê como uma Espécie Superdominante	7
2.6. Leguminosas Herbáceas e o Controle da Matocompetição.....	7
2.7. Atributos do Solo e sua Relação com o Desenvolvimento Vegetal	9
3.1. RESUMO	11
3.2. ABSTRACT	12
3.3. INTRODUÇÃO.....	13
3.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.4.1. Caracterização da área	14
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
3.5.1. Classificação dos solos	26
3.5.2. Complexo sortivo	26
3.5.3. Distribuição das raízes em relação às camadas dentro dos perfis e entre estes.....	31
3.5.4. Massa seca da parte aérea do sapê.....	35
3.5.5. Análise dos componentes principais e matriz de correlação	35
3.6. CONCLUSÕES	39
4.1. RESUMO	41
4.2. ABSTRACT	42
4.3. INTRODUÇÃO.....	43
4.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	44
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.5.1. Desenvolvimento das espécies leguminosas, herbáceas e gramíneas	50
4.5.2. Produção de biomassa das espécies gramíneas em relação aos tratamentos.....	51
4.5.3. Médias da produção de biomassa pelas espécies braquiária e sapê durante as três coletas, entre as parcelas, tratamento e controle.....	54
4.5.4. Produção de biomassa das espécies leguminosas herbáceas, em relação aos coquetéis 1 e 2, e às datas de coleta (DAS)	57
4.5.5. Acúmulo de N ₂ pela parte aérea das espécies leguminosas.....	60

4.5.6. Influência dos coquetéis de leguminosas sobre o desenvolvimento das espécies arbóreas.....	61
4.6. CONCLUSÕES	65
5. CONCLUSÕES GERAIS	66
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67
7. ANEXOS	78

1. INTRODUÇÃO GERAL

O médio vale do rio Paraíba do Sul apresenta paisagens alteradas em que predominam gramíneas, sejam para pasto ou não, fragmentos florestais pequenos e numerosos. Os solos, por sua vez, encontram-se erodidos e os corpos d'água assoreados, resultado da remoção da vegetação nativa para o cultivo do café, em meados do século XVIII e ações posteriores como a criação de gado, especulação imobiliária e atualmente, o cultivo do eucalipto, gerando consequências negativas para a economia, o turismo e comprometendo a capacidade de abastecimento de água e geração de energia (VIANNA et al., 2007).

A reversão desse quadro pode ser lograda por meio da recuperação das áreas degradadas ou em processo de degradação, conforme a resiliência destas. Várias são as alternativas para esta recuperação, desde o manejo da regeneração natural até o plantio de mudas, este último, influenciando diretamente na proteção do solo, no aumento da biodiversidade e no reestabelecimento das funções ecológicas, culminará em um ecossistema mais homogêneo e equilibrado em menor tempo, e assim, se perpetuar e fornecer os serviços ambientais imprescindíveis à sociedade (MORAES et al., 2006).

No entanto, esta operação pode tornar-se ineficiente ou onerosa, devido à colonização pela vegetação invasora e superdominante como as espécies do gênero *Brachiaria* (Trin.) Griseb., o capim melado (*Melinis multiflora* P. Beauv.) e o sapê (*Imperata brasiliensis* Trin.), as quais, devido a sua alta eficiência metabólica e rusticidade, se tornam eficientes competidoras em relação às espécies florestais nativas, principalmente em ambientes perturbados, tornando necessária a manutenção por meio de práticas que visem sua remoção, como a roçagem e o replantio de mudas, que podem onerar e até inviabilizar projetos de restauração (MARTINS, 2011).

Um dos métodos que podem ser utilizados para reduzir a infestação pela vegetação invasora, é o plantio de leguminosas herbáceas que tenham grande potencial competitivo devido a sua rusticidade e rápido crescimento, além de possuírem associação simbiótica com bactérias do grupo dos rizóbios que fixam o N₂ atmosférico e promovem sua incorporação à matéria orgânica do solo (ALVINO-RAYOL et al., 2011).

A busca pela melhoria das condições do solo como a estrutura, agregação e a consequente redução da perda por erosão, assim como, a redução dos custos e o aumento da qualidade dos povoamentos florestais justificam o presente estudo.

Este trabalho foi dividido em dois capítulos, na seguinte ordem: CAPÍTULO I - Relação entre atributos do solo e ocorrência do sapê em Pinheiral-RJ e; CAPÍTULO II - Influência de leguminosas herbáceas sobre a vegetação, espontânea e invasora.

Os objetivos do estudo foram averiguar a existência de relações entre o sapê e diferentes tipos de solo, em duas diferentes áreas do Campus Nilo Peçanha/Pinheiral do IFRJ, bem como, quais os possíveis mecanismos desta relação, sob a hipótese de os atributos do solo condicionam a ocorrência do sapê. Quanto à utilização de leguminosas forrageiras para o controle da vegetação invasora, foi avaliada a eficiência desta prática no controle de gramíneas e sua influência em reflorestamentos com espécies arbóreas nativas, por semeadura direta e pelo plantio de mudas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Histórico de Uso e Causas da Degradação em Solos em Ambiente de Mar de Morros

O início da ocupação do médio vale do rio Paraíba do Sul se deu em função de dois ciclos econômicos, estimulando o povoamento da região por meio da abertura de caminhos para escoamento da produção.

No primeiro, conhecido como ciclo do ouro, a região era constituída por pequenos povoados e vilarejos ao longo da rota que ligava as cidades mineiras produtoras do minério, ao porto do Rio de Janeiro (SILVA, 2002). Com o declínio da produção aurífera em meados do século XVIII, a economia nacional passou a se basear em um novo produto, o café, que viria a se tornar a principal commodity brasileira, provocando extraordinário crescimento e desenvolvimento regional, atingindo seu ápice em torno de 1850 (DANTAS & COELHO NETO, 1995).

Para atender à demanda da cultura cafeeira em expansão desordenada, bem como, às necessidades de uma população cada vez maior e mais exigente, ocorreu a supressão da Floresta Atlântica, que deu lugar à lavoura, exercendo forte pressão sobre os recursos naturais e gerando efeitos negativos sobre os solos, a flora, a fauna e o clima (DEAN, 1996).

A perda da fertilidade e a erosão resultante desse processo levaram ao empobrecimento lento, mas irreversível do solo, e conseqüentemente à queda drástica da produtividade dos cafezais num curto período de tempo, fato relatado pelos donos de sesmarias ainda em 1861, resultando na abertura de novas fronteiras de florestas e sua conversão em áreas produtivas (DEISTER, 2003).

Segundo Marquese (2008), o botânico francês Saint-Hilaire ao percorrer, em 1882, o caminho que ligava a capital do império à zona de produção de alimentos, na serra da Mantiqueira, relatou somente a existência da Floresta Atlântica, sessenta anos depois o agrônomo holandês, C. F. Van Delden ao percorrer a mesma região, constatou que metade das terras nos distritos de Barra Mansa e Piraí, além de Vassouras, Valença e Paraíba do Sul, já haviam sido exauridas. Como consequência desta remoção da cobertura original, ocorreu a redução dos efeitos de regulação térmica exercida pelo sombreamento proporcionado pela floresta, acarretando o aumento da evapotranspiração e a introdução do período de estiagem que hoje caracteriza o clima regional (CPRM, 2000).

Portilho et al., (2011), em estudo do balanço hídrico para a cidade de Pinheiral-RJ, realizado entre abril de 2005 e julho de 2010, relatam a ocorrência de déficit hídrico entre abril e setembro, com as menores precipitações nos meses de junho e agosto, ao passo que as maiores intensidades de precipitação, ocorrem entre novembro e fevereiro, com pico no mês de janeiro.

O médio vale do Paraíba é uma depressão situada entre as Serras do Mar e da Mantiqueira, sendo a distinção dos solos ali existentes, função das condições de umidade, a qual é menor nas áreas com menor elevação e declividade, originando solos menos profundos como os ARGISSOLOS VERMELHOS e VERMELHO-AMARELOS, conforme se aproxima das escarpas, a umidade do ar aumenta assim como a influência do relevo, e ocorrem solos mais profundos e lixiviados, como os LATOSSOLOS VERMELHO-AMARELO álicos e ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELO latossólicos distróficos (CPRM, 2000).

As áreas da região do Médio Paraíba que apresentam a maior vulnerabilidade à degradação de seus solos são as médias encostas, que em sua maioria, possuem perdomínio de Argissolos e são sujeitas ao pisoteio do gado e queimadas frequentes, num ciclo que conduz a perda da qualidade do solo com reflexos negativos, tanto ambientais como econômicos (DIAS et al., 2005).

A partir da queda da produção cafeeira, em função da baixa produtividade resultante do empobrecimento do solo, de doenças e principalmente, pela escassez de mão de obra escrava, ocorreu a introdução da pecuária leiteira na região do Médio Paraíba do Sul, por volta de 1900 (DEVIDE et al., 2014).

Segundo TCE (2008), a atividade pecuária, apenas no período compreendido entre 2001 e 2008, causou a redução de 7% da área de florestas remanescentes em prol do aumento da área ocupada por pastagens, no município de Pinheiral, no entanto, não foi constatado qualquer aumento na produtividade leiteira, o que confirma a ineficiência do modelo tradicional de ocupação do solo. Com o passar do tempo, o advento da industrialização e o processo de urbanização da região situada entre as duas maiores cidades do país, Rio de Janeiro e São Paulo, ocorreram o abandono de terras agrícolas e a especulação imobiliária, que contribuíram fortemente para a degradação da paisagem na região do médio vale do Paraíba do Sul, com o contínuo parcelamento do solo ainda ocorrendo, principalmente próximo a cidades industrializadas como Volta Redonda (CPRM, 2000; CEPERJ, 2013).

As grandes fazendas agora decadentes foram desmembradas para atender às demandas de urbanização decorrentes do processo de industrialização, e a agricultura que permanece é a familiar e de pequeno porte, em muitos casos de subsistência (BENTES, 2010).

A demanda por eucalipto para celulose, lenha, carvão, mourões e outros fins, vem sendo uma das opções de uso do solo na região do Médio Paraíba na atualidade, no Rio de Janeiro, respondendo por 46,6% dos 18.426,96 ha da área reflorestada no estado, sendo que, quase a totalidade desta composta por plantios com eucalipto (AMORIM et al., 2012).

Atualmente, grande parte das terras da região encontra-se em processo de degradação, improdutivas e em situação de deslizamentos, configurando um processo de estagnação econômica e social, demandando ações que possam reverter este quadro e promover o desenvolvimento sustentável dos municípios da região.

2.2. Impactos nas Funções Ecológicas do Solo e na Conservação da Água

Devido à rápida degradação dos solos no mundo, a preocupação com sua qualidade tem aumentado. Inúmeros são os estudos que buscam amenizar e retardar este processo de degradação, resultante da não observação dos conceitos de aptidão, uso racional e da abertura de novas fronteiras agrícolas. O comprometimento dos serviços ambientais e da capacidade de suporte, indicam a inadequação da relação sociedade-natureza, em se tratando da sustentabilidade da agricultura, é necessário compatibilizar a produção e exploração de recursos naturais com a manutenção das propriedades sistêmicas dos ecossistemas, por meio de modelos que otimizem as mudanças de uso e cobertura do solo (MEIRELES et al., 2007).

O processo de degradação de determinada área, inicia-se com a remoção da vegetação nativa e consequente impacto sobre o solo, culminando com a perda da capacidade do sistema em manter suas funções ecológicas, afetando todos os seus compartimentos (HERNANI & PADOVAN, 2014). Como resultado ocorre a perda de grande quantidade de solo devido ao processo erosivo superficial, sub-superficial e movimentos de massa, formando as voçorocas, muito frequentes na região do Médio Paraíba, o que resulta em grande perda de nutrientes e altos custos para a reposição destes ao sistema, além do assoreamento dos corpos d'água entre outros transtornos (GURGEL JÚNIOR, 2007).

A dinâmica de uso e ocupação territorial pode impactar negativamente os serviços ambientais de uma bacia hidrográfica, sendo a pastagem e as culturas anuais as práticas que mais contribuem nesse processo, a ciclagem de nutrientes, regulação do ciclo hidrológico no nível do solo e da dinâmica do carbono, fornecimento de água, matérias-primas e alimentos e controle da erosão são importantes exemplos destes serviços (ANDRADE et al. 2012).

A atividade dos microrganismos está diretamente ligada à ciclagem de nutrientes do solo e esta à reposição dos elementos essenciais às plantas. A derrubada e queima da floresta visando a produção cafeeira, diminui a quantidade de matéria orgânica depositada sobre o solo e a sua umidade, afetando a atividade microbiana e a reposição das bases trocáveis ao complexo de troca, ocasionando a acidificação e reduzindo a capacidade de colonização pelas espécies florestais mais exigentes nutricionalmente (NUNES et al., 2009; LEPSCH, 2010).

Segundo Bompastor et al. (2009), a dinâmica da água nos compartimentos da bacia hidrográfica é determinada pelo solo, via capacidade de infiltração e sua distribuição às nascentes e cursos d'água, esta distribuição, por sua vez, relaciona-se diretamente à cobertura vegetal existente sobre ele, a qual, quanto mais diversa e densa, maior infiltração e permanência da água no sistema permitirá.

O manejo tanto do solo quanto da vegetação protetora influi na conservação das possibilidades de seu uso e sustentabilidade, práticas como o desmatamento, o pastoreio excessivo e queimadas, causam a compactação, a erosão e o assoreamento dos corpos d'água, comprometendo o potencial de recarga dos aquíferos (SANTANA, 2003). A remoção da cobertura vegetal aumenta o escoamento superficial em detrimento da infiltração, principalmente em solos argilosos e declividade acentuada, diminuindo tempo de concentração da microbacia hidrográfica e a umidade disponível aos processos biológicos.

Embora seja um evento natural, a erosão pode ser intensificada por práticas agrícolas inadequadas, gerando impactos negativos tanto no local onde ela ocorre quanto a jusante, como no caso da redução da qualidade da água captada para abastecimento, bem como, do aumento dos custos de seu tratamento, como a redução da turbidez gerada por sedimentos (MINELLA et al., 2010).

Dados da AGEVAP (2007) relatam o aporte de 400 a 600 toneladas de sedimentos por ano, no Rio Paraíba do Sul e reservatórios, da região compreendida entre os municípios de Queluz em SP e Vassouras no RJ (Médio Vale do Paraíba), destacando-a como uma das mais críticas, quando relacionada à bacia como um todo, sendo este quadro, a resultante da não observação de práticas conservacionistas no uso do solo e manejo das pastagens, e do uso sistemático de queimadas.

Os sistemas de manejo associando produção de grãos e pastagens podem influenciar o comportamento do solo, aumentando a resistência à penetração da água na sua camada superficial em função do aumento da carga de pastejo. Já a deposição de matéria orgânica, pela parte aérea das culturas sobre o solo resultou em efeito contrário, evidenciando que devem ser priorizadas práticas que conduzam à manutenção da capacidade de suporte de determinada área (LANZANOVA et al., 2007).

Os benefícios dos serviços ecossistêmicos de um ecossistema íntegro, por unidade de área, são muito maiores se comparados com os usos tradicionais, como o agrícola, por exemplo, no entanto, ao produtor não interessam esses resultados em curto prazo, já que ele não consegue se apropriar de todo o valor gerado por esses serviços e seus benefícios difusos (ANDRADE et. al. 2012).

Assim sendo, o desafio imposto diante da constante dinâmica de alteração da estrutura e função dos ecossistemas, notadamente as mudanças de uso e cobertura da terra é a busca de práticas e tecnologias adequadas à manutenção da sua capacidade de suporte e recuperação das áreas comprometidas, visando o desenvolvimento sustentável da região do Médio Paraíba, dentre estas práticas, o reflorestamento, os sistemas agroflorestais e Balde Cheio são formas de redução da pressão sobre os solos, com geração de renda e de qualidade de vida.

2.3. Reflorestamento como Alternativa para a Recuperação

O processo erosivo acelerado que resulta em grandes voçorocas e afeta empresas, instituições públicas e pessoas físicas, no médio vale do Paraíba do Sul, é condicionado tanto por fatores lito-estruturais e de relevo quanto pela ação antrópica, constituindo sérias limitações ao uso do solo, sendo a recomposição da floresta nativa a alternativa mais viável para as áreas sujeitas a estas restrições (CPRM, 2000).

Segundo Cury & Carvalho Jr. (2011), a recomposição pode ser feita de diversas formas, como regeneração natural, espontânea ou conduzida, a semeadura direta, o plantio de mudas de espécies florestais, ou uso de sistemas agroflorestais; em que a escolha do método é função da magnitude do dano, da proximidade de fontes de propágulos e de dispersores, do tempo em que se quer atingir a meta e dos recursos disponíveis. Já a recuperação é função da gravidade do dano, dos objetivos de uso e da resiliência existente. Em ambientes muito comprometidos poderá ser necessário intervir no meio abiótico, para criar condições para a composição, estrutura e funções relativas ao meio biótico, ao passo que em áreas menos perturbadas, medidas mais simples surtirão os efeitos desejáveis (HENEGHAM, 2008).

A semeadura direta no campo, por demandar menos recursos operacionais, quando comparada à técnica de plantio de mudas, é recomendada em locais de difícil acesso, além disso, acarreta menores danos ao sistema radicular devido a não haver a etapa do transplante das mudas, sendo recomendada para regeneração de campos abandonados com a utilização do controle de invasoras (MENEGHELLO & MATTEI, 2004).

Nos reflorestamentos, uma prática muito utilizada é o plantio de mudas, em função da necessidade de menor tempo para a cobertura do solo, se comparada à utilização da semeadura direta ou germinação de sementes, por exemplo, esta técnica resulta ainda, em povoamentos com densidade inicial bastante uniforme, além disso, acelera o sombreamento inibindo as gramíneas invasoras (PEREIRA & RODRIGUES, 2012).

A recuperação de áreas degradadas por medidas biológicas, como o plantio de mudas de espécies florestais, é de suma importância, tendo em vista que estas, já no estágio inicial de crescimento, atuam na proteção do solo contra a erosão, esta proteção tende a aumentar conforme o desenvolvimento das copas e a deposição da serapilheira, reduzindo o impacto das gotas e aumentando a estabilidade dos agregados. (PEREIRA & RODRIGUES, 2012).

Um aspecto fundamental a ser observado quando da implantação de povoamentos florestais com o uso de espécies nativas, que possuam a capacidade de se estabelecerem sob as condições adversas encontradas nas áreas degradadas, é a recomposição dos processos ecológicos como as síndromes de dispersão e polinização e o de sucessão ecológica (MORAES et. al. 2006). Em áreas de solos muito pobres e ácidos o uso de espécies nativas mais exigentes pode resultar em alto custo e baixa probabilidade de êxito, sendo assim, a utilização de leguminosas arbóreas, nativas ou exóticas, mais rústicas e que possuam melhor desempenho na colonização e na ativação do processo de reabilitação, pode ser uma boa alternativa (FERREIRA et al., 2006). Podem também ser utilizadas espécies leguminosas nativas que, em associação com bactérias do grupo dos rizóbios, possam apresentar crescimento superior ao que ocorre em plantas da mesma espécie não inoculadas, resultando em colonização mais rápida e eficiente de determinada área, como ocorre, por exemplo, com o tamaboril, *Enterolobium contortsiliquum* (MOREIRA et al., 2012).

Segundo TCE (2008), o município de Pinheiral necessita implantar 671 ha de área reflorestada na forma de corredores ecológicos, já que a fragmentação interrompe os mecanismos da regeneração natural e diminui a abundância e diversidade, tanto animal quanto vegetal. Ilhadas, estas populações tendem a reduzir sua base genética e se extinguem localmente, sendo os corredores ecológicos uma forma de atenuar estes efeitos, através da conexão destes fragmentos.

O processo de recuperação de áreas degradadas enfrenta diversos desafios, como a mudança do paradigma cultural e político, entre outros. Vencidos estes, a implantação dos povoamentos é dificultada, principalmente pelas gramíneas invasoras, que além de competirem com muita eficiência com as espécies florestais, atuam como combustível nos incêndios que inviabilizam os projetos de recomposição.

2.4. A Vegetação Espontânea e Invasora em Áreas Degradadas

A vegetação invasora, espontânea e superdominante pode influenciar negativamente a implantação de projetos visando recuperação de áreas degradadas por reflorestamentos, sendo responsável por grande parte dos recursos destinados à manutenção destes projetos. A conceituação das espécies em função de seu comportamento carece sistematização e pesquisa, porquanto sejam utilizados os termos espécies invasora ou daninhas, geralmente exóticas, e espécies espontâneas que, podem ser exóticas ou nativas de forma generalizada, dificultando a distinção dos seus comportamentos, que são função da condição que um ambiente apresenta em termos de equilíbrio ecológico e de diversidade de espécies.

A vegetação espontânea, que pode ser nativa ou exótica, é aquela que surge como consequência da baixa diversidade resultante de perturbações no ambiente. Quando composta por espécies nativas, ela tem a função de colonizá-lo e iniciar o processo de sucessão para o restabelecimento de uma comunidade vegetal mais complexa (MOREIRA & STAMATO, 2005). As plantas daninhas ou invasoras são definidas geralmente como aquelas que se estabelecem em locais onde não são desejadas e interferem de forma negativa nas atividades humanas, como a agricultura e a recuperação de áreas degradadas (PEREIRA & DE MELO, 2008). Deve-se atentar que, normalmente as espécies invasoras são exóticas, no entanto, não se pode afirmar que toda espécie exótica seja uma invasora.

As espécies se tornam invasoras devido à sua eficiência na competição por recursos, além da alta capacidade reprodutiva e de dispersão, como ocorre com muitas gramíneas exóticas, concorrendo para a dominância destas sobre as espécies nativas, modificando a composição, estrutura ou funções do ecossistema, sendo consideradas atualmente como a segunda maior causa da perda de biodiversidade no mundo (PASTORE et al., 2012).

Espécies invasoras como o capim gordura e a braquiária podem ser extremamente prejudiciais aos ecossistemas perturbados, devido à sua alta capacidade de recrutamento e retroalimentação positiva, a agressividade destas espécies influi na estrutura e composição de áreas recém perturbadas, podendo impedir o processo sucessivo autóctone (CASTRILLON et al., 2008). Gramíneas plantadas como pastagens, geralmente com uso de queimadas para supressão da vegetação em áreas antes de florestas, aí se fixam, dificultando a regeneração natural. Esta prática é muito comum na região do Médio Paraíba (RIBEIRO et al., 2005).

Segundo Araujo Junior et al. (2012), espécies invasoras podem reduzir a produtividade de determinada cultura devido à competição por fatores de crescimento como luz, acima do solo, e nutrientes no solo, além de efeito alelopático, podendo reduzir o crescimento de mudas de espécies florestais em até 50 % (DE FREITAS et al., 2012).

Sabe-se que a comunidade de plantas daninhas influencia negativamente os plantios florestais por meio da competição, principalmente as gramíneas, em função de seu metabolismo mais eficiente. O efeito depressivo de invasoras sobre o eucalipto é função do tempo de convivência entre estas, sendo a gravidade destes efeitos diretamente proporcional à idade do eucalipto, podendo inclusive causar a morte das mudas (TAROUCO et al., 2009). Isto ocorre devido a esta vegetação normalmente ser exótica, e pertencente ao gênero Poaceae (gramíneas) sendo, portanto, mais rústicas e competitivas metabolicamente, tornando a manutenção de plantios para revegetação muito onerosa, quando não os inviabiliza.

Outro fator a ser considerado, são os recursos demandados para as atividades de controle das gramíneas, por métodos como a remoção por roçadas e o uso de herbicidas. Na agricultura, estima-se de 30 a 40 % de perdas de produtividade devido a interferência das invasoras, além do aumento dos custos das operações de colheita (LORENZI, 2000).

Dados da Secretaria Municipal de Obras do Rio de Janeiro mostram que o custo da capina em reflorestamentos compõe-se diferencialmente em função das épocas de implantação e manutenção. Baseando-se nestes dados e levando-se em consideração o custo de implantação, em três manutenções semestrais ao longo de dois anos, o valor gasto com capinas e aceiros pode chegar a mais de R\$ 15.000,00/ha (PMRJ, 2013).

Dentre as gramíneas encontradas na área onde se localizam os experimentos, destacam-se o gênero *Brachiaria spp.* e o capim melado (*Melinis multiflora*), originárias do continente africano e introduzidas durante a colonização, ocorrem em todo o Brasil. A outra espécie *Imperata brasiliensis* (sapê) é também muito comum na área de estudo e será tratada em maiores detalhes a seguir.

2.5. O Sapê como uma Espécie Superdominante

A espécie *Imperata brasiliensis* é nativa e pertence à família Poaceae, possui porte herbáceo e ereto, perfilhado e caules/rizomas subterrâneos modificados, sua reprodução pode ser tanto sexuada, como assexuada, esta última sendo considerada sua principal estratégia reprodutiva (LORENZI, 2000; LEANDRO et al., 2013). Adaptada a condições adversas características de pastagens abandonadas, áreas degradadas e ecossistemas desequilibrados, ela se enquadra no conceito de espécie superdominante que se refere a espécies nativas que podem passar a se desenvolver desordenadamente, comportando-se como invasoras, mediante a ocorrência de algum desequilíbrio ecológico, natural ou antrópico, como ocorre na região do Médio Paraíba (SILVA MATOS PIVELLO, 2009).

A ocorrência do sapê é relacionada à incidência de queimadas, comuns na área de estudo, e pode ser indicativo de seleção pelo fogo das espécies a ele adaptadas. Esta possível adaptação é consequência de mecanismo de defesa constituído pelas túnicas formadas por restos de folhas, principalmente bainhas (LOPES et al., 2011; RACHID-EDWARDS, 1956).

Espécies invasoras ou superdominantes têm se tornado frequentes dentro de áreas de Mata Atlântica devido à ocorrência de incêndios, podendo provocar a dominância das invasoras sobre espécies nativas, inclusive endêmicas, devido à sua maior capacidade de recuperação pós fogo (CONCEIÇÃO & PIVELLO, 2011). O sapê ocorre em solos de áreas perturbadas ou degradadas com baixa diversidade e capacidade de ciclagem de nutrientes e consequente escassez destes, principalmente Ca e Mg, sendo considerado indicador de solos distróficos e com concentrações elevadas de Al (PEREIRA & DE MELO, 2008). Neste sentido, a utilização de espécies que possam competir com o sapê e outras invasoras e ainda, melhorar as condições físicas, químicas e biológicas dos solos, pode aumentar a eficiência de atividades produtivas ou de recomposição de áreas degradadas.

2.6. Leguminosas Herbáceas e o Controle da Matocompetição

O controle das gramíneas exóticas invasoras como a braquiária e nativas superdominantes como o sapê, é um dos principais desafios nos projetos de restauração florestal, já que sua eficiência competitiva pode alterar fatores abióticos e influir negativamente sobre as mudas, determinando o insucesso do projeto.

A adubação verde pode provocar modificações na população de plantas espontâneas devido aos efeitos alelopáticos e à competição por luz, água, oxigênio e nutrientes, acarretando na supressão de algumas delas, além de favorecerem espécies com maior capacidade de ciclagem de nutrientes e produção de biomassa, promovendo modificações na

dinâmica de sucessão das espécies espontâneas. (FAVERO, 2001). Ecologicamente, as leguminosas se destacam pela ampla ocorrência e adaptação. Além disso, possuem capacidade de se associar simbioticamente às bactérias fixadoras de nitrogênio do grupo dos rizóbios, incorporando ao solo o nitrogênio, que é um dos nutrientes que mais limitam o estabelecimento e o desenvolvimento vegetal (NOGUEIRA et al., 2012).

A capacidade de decomposição da matéria orgânica depositada pela vegetação, bem como, sua velocidade, são função da relação C/N, as leguminosas herbáceas como a o feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), por exemplo, além de possuírem esta relação favorável também têm tecido tenro, favorecendo a rápida decomposição, mineralização e liberação de nutrientes (WUTKE et al., 2014). Segundo Missio (2004), a velocidade de crescimento das leguminosas forrageiras quando usadas para inibição do crescimento das espécies indesejáveis é decisiva no tempo e na porcentagem de cobertura do solo, influenciando diretamente no seu potencial competitivo e inibindo o desenvolvimento desta vegetação espontânea. Uma das formas de inibição é a competição por luz, conforme ocorre o aumento da intensidade de sombreamento, há a diminuição da riqueza, abundância e diversidade das espécies invasoras, evidenciando a eficiência deste tipo de método de controle (COELHO et. 2004).

Segundo Alvim-Rayol et al. (2011), leguminosas como o feijão de porco influenciam negativamente a estrutura e a composição florística de gramíneas invasoras como a *Brachiaria brizantha*, espécie de ampla ocorrência e que demanda muitos recursos em seu controle, quando se executa um reflorestamento. O feijão de porco (*Canavalia ensiformis*(L.) DC.) é uma espécie originária da América Central, pertence à família Fabaceae e possui ciclo anual e porte herbáceo, podendo atingir altura de até 120 cm. Suas raízes se desenvolvem em profundidade o que lhe confere boa resistência a períodos de estiagem, além de alta capacidade de atuação na ciclagem de nutrientes (WUTKE et al., 2014).

A alelopatia é outro mecanismo que as leguminosas herbáceas possuem e que pode causar a inibição do desenvolvimento da vegetação espontânea ou invasora. Esta inibição pode ocorrer até sessenta dias após o corte das leguminosas, como no caso da crotalária (*Crotalaria juncea* L.), que possui ainda, alta eficiência na cobertura do solo e na produção de biomassa, podendo reduzir a perda de solo causada pela erosão em voçorocas em até 90% (SHEURER et al., 2011; MACHADO et. al. 2010). A crotalária possui diversas espécies e se distribui da Ásia até a América do Sul, na faixa compreendida pelos trópicos, tem ciclo anual e porte arbustivo. Destaca-se também por ser uma planta adaptada a solos pobres e com textura arenosa, como é o caso dos solos da região do Médio Paraíba (WUTKE et al., 2014).

O guandu (*Cajanus cajan* (L.) Huth) é uma espécie da família Fabaceae, originária da Índia e África ocidental tropical, é uma planta de ciclo anual ou semi-perene, porte arbustivo e bastante rústica, tolerando solos arenosos ou argilosos, pobres e ocorrentes entre as latitudes 30° N e 30° S e com potencial produtivo em precipitações entre 200 e 400 mm anuais (WUTKE et.al. 2014). Segundo Beltrame & Rodrigues (2008), a utilização de leguminosas rústicas como o feijão Guandu (*Cajanus cajan*), reduziu significativamente a competição e a mortalidade das mudas de espécies florestais, exercida pela vegetação espontânea, em um reflorestamento para restauração de uma reserva legal.

A utilização das leguminosas forrageiras, além dos benefícios proporcionados às espécies de interesse, por sua atuação sobre a vegetação espontânea, traz ainda muitos outros como a ciclagem de nutrientes e deposição de matéria orgânica, que protegendo e condicionando o solo com sua alta produtividade de biomassa, atuarão de forma benéfica sobre os plantios destinados à recomposição de áreas degradadas (CUNHA et al., 2007; BEVILAQUA et al., 2008).

2.7. Atributos do Solo e sua Relação com o Desenvolvimento Vegetal

O desenvolvimento vegetal depende da relação entre este, o solo e a água, e os atributos do solo terão influência direta nesta relação. A dinâmica de crescimento e arquitetura do sistema radicular, por sua vez, também influencia esses atributos resultando em diferentes teores de matéria orgânica depositada nas camadas subsuperficiais do solo.

Segundo Menezes et al. (2000), fatores como densidade do solo, porosidade total e o teor de carbono orgânico foram influenciados positivamente pela contribuição do sistema radicular de gramíneas em função da deposição de matéria orgânica e de sua influência na sustentabilidade de pastagens naturais em Pinheiral-RJ.

A matéria orgânica é de grande importância para as propriedades do solo, como agregação das partículas minerais, aumento da capacidade de retenção de umidade e atividade enzimática do solo, resultando em maiores quantidades de carbono orgânico total e de biomassa microbiana, resultando em maior diversidade biológica e melhores condições para a manutenção das propriedades edáficas e conservação dos solos (DA SILVA et al. 2012).

As raízes metabolicamente ativas, ou seja, as mais finas, distribuem-se percentualmente de forma mais expressiva nos horizontes mais profundos em relação à superfície; esse comportamento somado a fatores como o metabolismo da microbiota podem contribuir para acelerar a ação do intemperismo nesta profundidade (FARONI et al., 2006). Segundo Brasil (2005), a ocorrência de queimada estimula o acréscimo do comprimento das raízes, principalmente no período de estiagem e em profundidades maiores que 30 cm, este comportamento evidenciaria a busca por água e nutrientes em maiores profundidades, onde estes ocorreriam em maiores concentrações, e ainda, que em sistemas onde não há o aporte de nutrientes via adubação, a principal entrada destes se dá por meio da decomposição da serapilheira e das raízes, principalmente as mais finas.

Gramíneas em pastagens manejadas mostram maior produção de biomassa radicular que florestas em diversos estágios de regeneração, evidenciando a importância dos efeitos dessa biomassa sobre a microfauna e nas propriedades do solo (MENEZES et al., 2009). Além da exudação pelas raízes e mortalidade de fungos micorrízicos e bactérias, a alta taxa de renovação via mortalidade das raízes é o principal componente do aporte de C orgânico ao solo em subsuperfície, além da ciclagem de nutrientes (RODIM, 2004).

A relação entre a evolução do relevo e as formações vegetais, característica do bioma Mata Atlântica e no domínio Mar de Morros, resulta da orogênese e do clima, que possibilitam a dissecação e a formação de densa rede de drenagem resultando em solos mais desenvolvidos e levando a vegetação característica deste bioma (SHAEFER, 2013). As feições e a posição do terreno na paisagem influenciam na sua colonização por espécies vegetais, atuando como barreiras orográficas e com oferta diferenciada de nutrientes e água. Todos estes fatores estão relacionados à topossequência e seus padrões de variação, já que a hidrologia das vertentes influencia os tipos de solos e consequentemente a distribuição das espécies (MIRANDA et al., 2011). Segundo Bueno (2013), classes de drenagem e atributos como a saturação por bases e disponibilidade de água relacionam-se à distribuição das espécies vegetais em fragmentos florestais, sendo a umidade o fator mais relevante, ressaltando ainda, a forte influência da topografia e do clima, tanto na disponibilidade hídrica, quanto na distribuição relativa das partículas minerais e orgânicas do solo.

A geomorfologia é a componente responsável pelo comportamento das variáveis acima descritas e os solos resultantes, logo o conhecimento dessas características é importante na análise, no planejamento e no uso racional dos solos (BERNINI e SARUBI, 2012). Dessa forma, o estudo integrado das variáveis supracitadas, pode contribuir para a avaliação e escolha dos métodos mais adequados e na eficiência da recuperação de áreas degradadas, no domínio de Mar de Morros (MACHADO, 2006).

3. CAPÍTULO I

RELAÇÃO ENTRE ATRIBUTOS DO SOLO E OCORRÊNCIA DO SAPÊ (*IMPERATA BRASILIENSIS* TRIN), EM PINHEIRAL-RJ

3.1. RESUMO

A fim de se avaliar a influência dos atributos do solo sobre a ocorrência do sapê, realizou-se o estudo de amostras de solo, da massa seca da parte aérea e das suas raízes, em oito perfis ao longo de duas topossequências. Os resultados de massa seca das raízes foram avaliados por meio de regressão linear; e os valores de soma de bases e o pH foram as variáveis com ajuste adequado à sua predição. A massa seca da parte aérea foi analisada em esquema fatorial com parcelas subdivididas com o uso do programa SISVAR. Para verificação das interações entre as trincheiras de solo e as profundidades de amostragem foi aplicada a análise de componentes principais por meio do programa XLSTAT 2015. Os resultados mostraram que a massa seca das raízes é função do valor S e do pH e os testes de Kruskal-Wallis e de Mann-Whitney, que esta só diferiu significativamente entre as profundidades no caso das raízes vivas. Para as raízes mortas, houve diferença significativa entre as topossequências, trincheiras e profundidades. A análise fatorial indicou diferença significativa entre as duas topossequências, em relação à produção de biomassa pela parte aérea do sapê. Os atributos do solo não diferiram significativamente, quanto à sua influência sobre a produção de biomassa pelo sapê e a diferença desta, entre as duas topossequências, provavelmente se deveu ao sombreamento ocasionado pela população de eucalipto existente na segunda topossequência. Os resultados mostram que o sapê tolera os solos ácidos e pobres em nutrientes como os que ocorrem na área de estudo.

Palavras chave: Biomassa de plantas. Propriedades do solo. Raízes de sapê.

3.2. ABSTRACT

In order to evaluate the influence of soil properties on the occurrence of thatch, a study sampling soils, shoot dry mass, and roots, in eight profiles along two toposequences was set. The root dry mass results were evaluated by linear regression, and the sum of bases and pH were the variables with appropriate adjustment to its prediction. The dry weight of shoot was analyzed in a factorial design with split plot using the program SISVAR. To verify the interactions between soil trenches and sampling depth it was carried out the principal component analysis using the XLSTAT 2015 software. The results showed that the dry weight of the roots is a function of S value and pH, and the tests Kruskal Wallis and Mann-Whitney showed significant difference in the case of live roots only between depths,. For the dead roots, there was significant difference between the toposequences, trenches and depths. Factorial analysis indicated significant difference between the two toposequences in the biomass production for thatch shoots. The soil properties did not differ significantly as to their influence on thatch biomass production, and the difference between the two toposequences was probably due to shading by the existing eucalyptus population in the topossequence 2. The results confirm that thatch can tolerate the acidic and nutrient poor soils such as those occurring in the study area.

Keywords: Plant biomass. Soil properties. Thatch roots.

3.3. INTRODUÇÃO

As interações entre o material de origem, a topografia e o clima condicionam a formação dos solos, sendo também, determinantes na colonização destes pela vegetação. O estudo destas relações pode contribuir para aprofundar o conhecimento e conseqüentemente possibilitar o planejamento do uso do solo e reduzir a influência dos fatores de degradação.

O desenvolvimento das espécies arbóreas pode ser afetado pelas gramíneas invasoras como o sapê (*Imperata brasiliensis*), por meio do comprometimento de variáveis como a sua produção de massa seca da parte aérea e diâmetro do caule (DA CRUZ et al., 2010). Esta competição pode resultar na redução do crescimento das mudas de espécies florestais nativas, utilizadas na recuperação de áreas perturbadas, em até 50% (DE FREITAS et al., 2012).

Os solos da área onde se localizam as oito trincheiras utilizadas neste estudo possuem valores baixos de soma e saturação por bases e elevadas concentração e saturação por alumínio, características dos Cambissolos, Argissolos e Latossolos distróficos predominantes na região. No entanto, também ocorrem solos eutróficos como Nitossolos e Chernossolos em manchas de diques de gabro e basálticos (COSTA, 2015).

Em condições de desequilíbrio ecológico e em solos intemperizados como os Argissolos e Latossolos distróficos, se estabelecem as condições para que ocorra a superdominância por espécies como o sapê, dificultando o processo de sucessão natural, ou artificial como no plantio de mudas de espécies florestais. O desenvolvimento do sapê pode ser influenciado pela ocorrência de queimadas que estimulariam o seu florescimento e perfilhamento, em eventos pós-fogo (GABEL, 1989). Além disso, ele seria uma das espécies com maior índice de valor de importância após a passagem de incêndios em áreas perturbadas (MARQUES et al., 2011).

A matéria orgânica do solo tem grande importância para a agregação das partículas minerais, o aumento da capacidade de retenção de umidade e a atividade enzimática do solo, e as raízes têm papel importante na incorporação de matéria orgânica em camadas mais inferiores dos solos, como resultado de sua alta taxa de renovação (DA SILVA et al., 2012).

Algumas espécies podem ter comportamento característico em função de condições ambientais distintas, permitindo seu uso como indicadores das condições de determinado ambiente, como exemplo, é citado o sapê como indicador de solos com pH ao redor de 4,5, e de baixa fertilidade (RASSINI, 1993). O sapê ocorre em solos degradados e com escassez de nutrientes, principalmente de Ca e Mg, sendo assim considerado indicador de terras pobres em nutrientes (PEREIRA e DE MELO, 2008).

Quanto à paisagem, a geomorfologia é um dos fatores determinantes na formação dos solos e de seus atributos, portanto, influenciando no estabelecimento das espécies vegetais. O conhecimento do comportamento dos atributos do solo em função da sua posição na topossequência é relevante na análise, no planejamento e no uso racional dos solos (BERNINI e SARUBI, 2012).

O objetivo deste capítulo foi avaliar a colonização de áreas degradadas pelo sapê (*Imperata brasiliensis*), como função de atributos do solo, a fim de melhor compreender a sua ocorrência em oito perfis de solo situados ao longo de duas topossequências, localizadas no Campus Pinheiral do IFRJ, Pinheiral (RJ).

3.4. MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1. Caracterização da área

O município de Pinheiral situa-se na região administrativa do médio vale do rio Paraíba do Sul região sul do estado do Rio de Janeiro, coordenadas UTM, Zona 23 S, 603.820 m L e 7509060 N, onde atualmente restam apenas 11% da cobertura original do bioma Mata Atlântica, encontrados predominantemente em unidades de conservação, embora o município não possua sequer, uma destas unidades (CEIVAP, 2002); (CEPERJ, 2013).

Segundo o TCE-RJ (2008), Pinheiral, com área de 77,8 km², corresponde a 1,3% da área da região do Médio Paraíba. Quanto à cobertura e uso do solo, a cidade possuía, em 2004, 18% de vegetação secundária, em diversos níveis de regeneração, 76% de pastagens, manejadas ou não, e 5,7% de área urbanizada.

Normalmente, nas áreas próximas à vegetação em estágio secundário de regeneração sejam cobertas por pastagens ou não, ocorre o tipo de vegetação caracterizado como gramíneo lenhoso, com poucas plantas lenhosas raquíticas, que ocupam áreas onde a vegetação original foi removida e sua regeneração é impedida por práticas como as queimadas, resultando no predomínio de gramíneas como a braquiária e o sapê (GÓES FILHO e SANTOS, 2007).

O estudo foi desenvolvido no município de Pinheiral-RJ, no Campus Nilo Peçanha-Pinheiral, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFRJ). A área compõe a microbacia do Ribeirão Cachimbal, que pertence à bacia do Rio Paraíba do Sul (Figura 1).

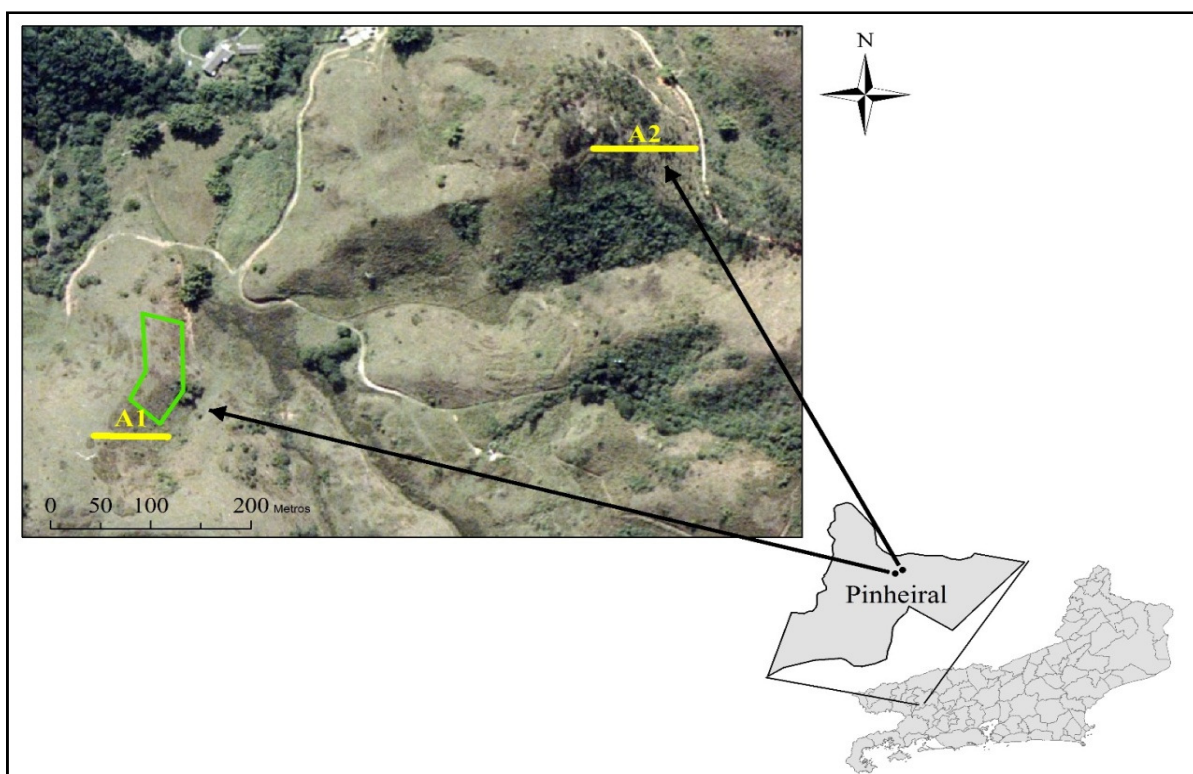


Figura 1. Localização das topossequências (áreas) 1 e 2, nas dependências do Campus Pinheiral do IFRJ.

As classes de solo predominantes na região (Figuras 2 e 3) são: Argissolos, Vermelhos, Amarelos, e Vermelho Amarelos; Latossolos, Amarelos e Vermelho-Amarelos; Cambissolos Háplicos e Flúvicos, Neossolos, Flúvico e Regolítico; Planossolos Háplicos e Gleissolos Háplicos. Em menores proporções ocorrem os Chernossolos, Háplicos e Argilúvicos e Nitossolos Háplicos, sendo os Cambissolos Háplicos e a associação Argissolo Amarelo + Argissolo Vermelho + Argissolo Vermelho Amarelo, as que ocorrem na área de estudo (COSTA, 2015).

Na topossequência 1 ocorrem: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (PVAd) e o CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico (CXbd). Já na topossequência 2 ocorrem: LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico (LAd) e ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAD), conforme classificação realizada e constante nos anexos.

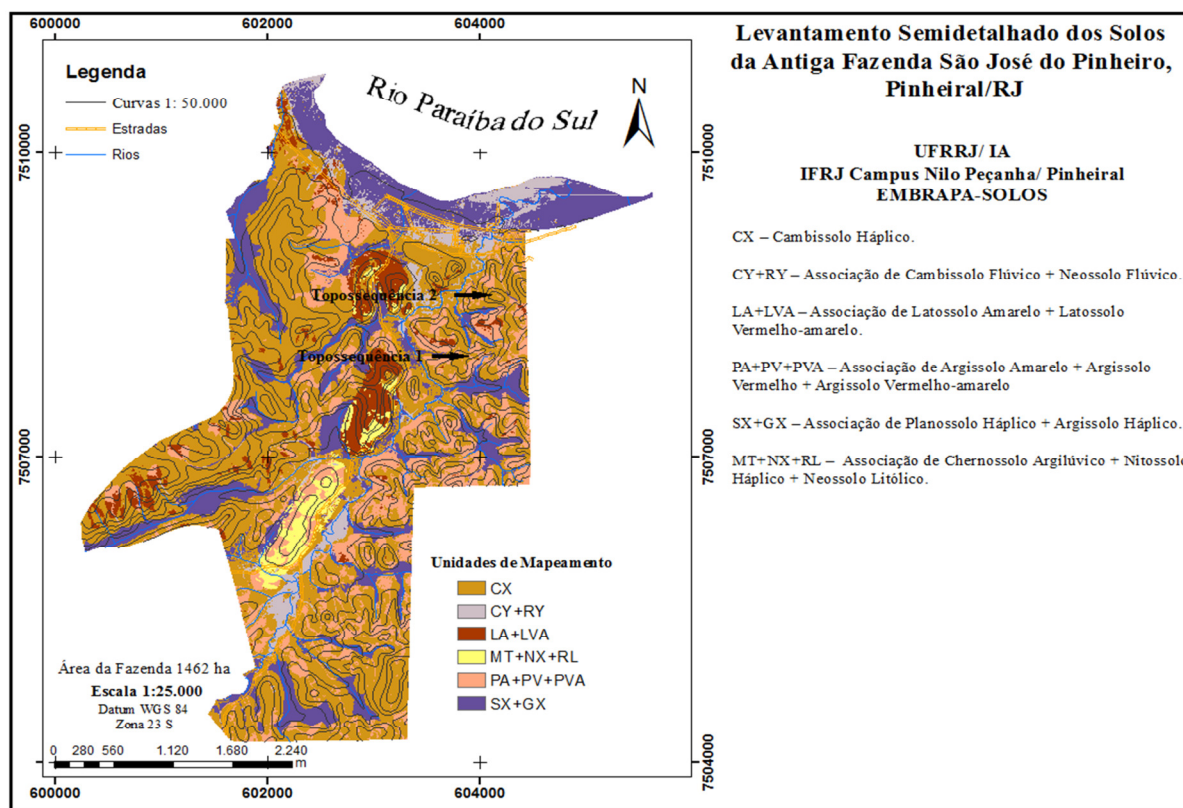


Figura 2. Unidades de mapeamento de solos do Campus Nilo Peçanha, classes de solo predominantes. Fonte: Costa, 2015.

Nas cotas inferiores dos vales estreitos ao longo do Ribeirão Cachimbau, predomina o relevo agradacional com a ocorrência de material coluvial e aluvial e de solos imperfeitamente drenados como os Neossolos, Cambissolos e Gleissolos, já nas encostas com relevo degradacional com ocorrência de rochas ácidas como os granitos e gnaisses, ocorrem tanto solos mais intemperizados como os Latossolos e Argissolos, como aqueles mais jovens como os Cambissolos (COSTA, 2015).

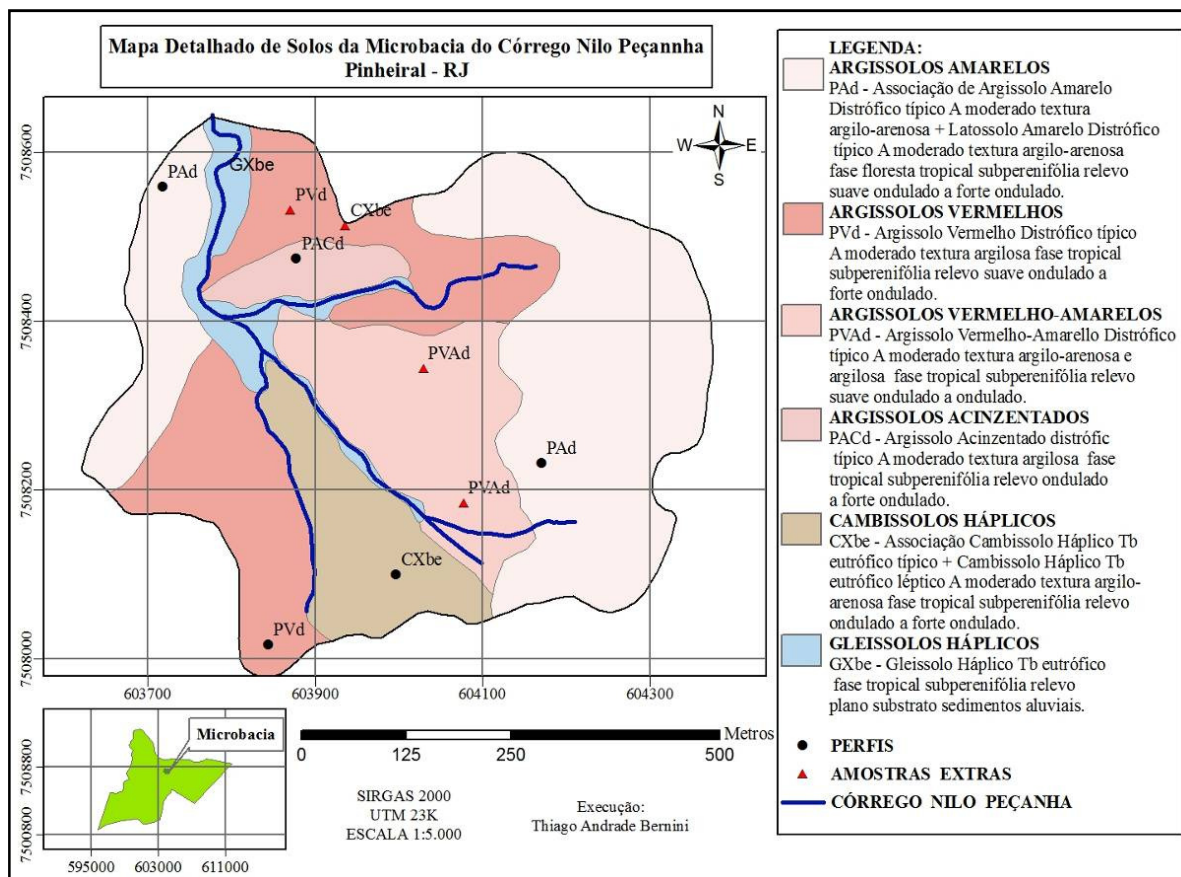


Figura 3. Unidades de mapeamento de solos da área de estudo nº 1 (microbacia do Córrego Nilo Peçanha) Fonte: Bernini e Sarubi, 2012.

Quanto à geologia, a área encontra-se inserida no Complexo Paraíba do Sul, onde dominam faixas de dobramentos remobilizados como consequência de tectonismo resultando em rochas com distintos graus de metamorfismo (Figura 4). A geomorfologia é condicionada pelo controle estrutural resultante das diversas fases erosivas e deposicionais, sendo suas principais rochas constituintes da área de estudo, microclina gnaisse porfiroclástico; biotita muscovita gnaisse; biotita gnaisse, bacia de Volta Redonda (sedimentos do Terciário); diques básicos, rochas alcalinas e sedimentos colúvio-aluvionares do quaternário (COSTA, 2015).

O clima foi definido como Cwa, temperado, com inverno seco e verão chuvoso (KÖPPEN, 1938). No entanto Oliveira (1998), baseado em dados da antiga estação meteorológica de Piraí-RJ, o relatou como Am tropical chuvoso de monção com inverno seco e precipitação anual em torno de 1300 mm, umidade relativa acima de 80% e temperatura média de 20,9°C. Ocorre excedente hídrico de 100 a 200 mm mensais de janeiro a março e déficit hídrico entre julho e setembro; a evapotranspiração real é de 1058 mm e a potencial de 1176 mm; a evaporação varia entre 60-80 mm no outono e 80-100 mm durante o restante do ano (RADAM/BRASIL, 1983). A Figura 5 apresenta os dados meteorológicos para o período de realização deste estudo.

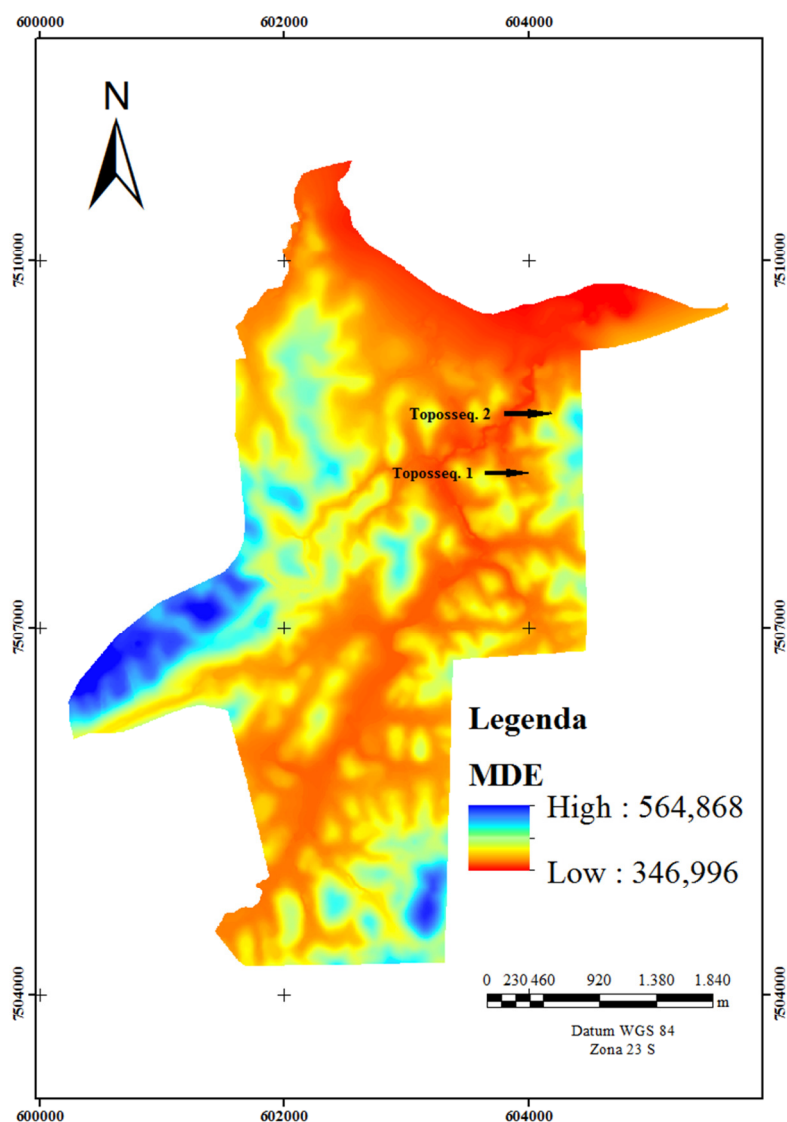


Figura 4. Modelo digital de elevação da antiga Fazenda Pinheiros. Fonte: Costa, 2015.

A região de estudo composta principalmente por áreas de agropecuária abandonadas apresenta vegetação com fragmentos florestais em diversos estágios sucessionais, com a presença de vegetação como o sapê, principalmente nas áreas mais íngremes e de difícil acesso. A colonização de áreas distintas com o sapê e outras espécies, às vezes em manchas em locais diferenciados na paisagem, é função de condições ecológicas e dos atributos dos solos.

A vegetação original da região é a Floresta Pluvial Baixo Montana (RIZZINI, 1997), tendo sido substituída pela lavoura do café e após o declínio desta cultura, adveio o uso de pastagens, que hoje apresentam a expressiva ocorrência de espécies como o sapê (*Imperata brasiliensis*) (MENEZES, 1999). Ainda, conforme IBGE (2012), a vegetação caracteriza-se como Floresta Estacional Semidecidual, acrescentando-se às suas características, dupla estacionalidade climática, com chuvas no verão e ocorrência de estiagens no inverno, ocorrendo de 20 a 50% de árvores caducifólias no conjunto florestal durante a época de estiagem, descritas por RADAM/BRASIL (1983).

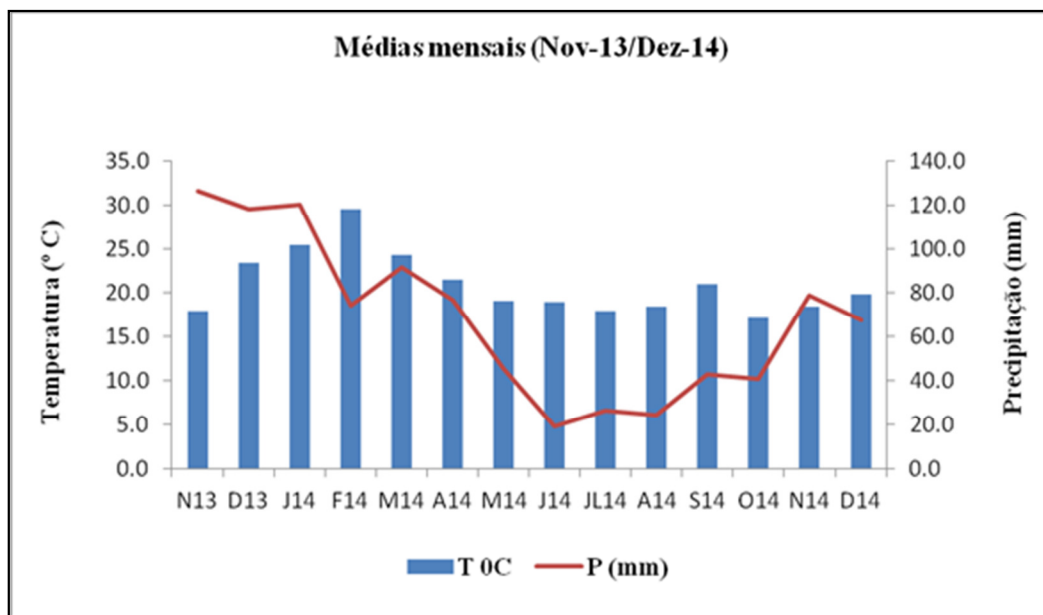


Figura 5. Médias das temperaturas e precipitação acumulada, período novembro/2013-dezembro/2014, dados da estação meteorológica Campus Pinheiral.

A área de estudo atualmente possui matriz com predomínio de pastagens, na qual se inserem fragmentos florestais em estágios inicial, médio e avançado de regeneração (MENEZES, 1999), evidenciando a capacidade de regeneração possibilitada por propriedades ecológicas e dos solos, ainda funcionais neste sentido.

3.4.2. Metodologia

A definição da área de estudo baseou-se na possível influência de atributos do solo sobre o desenvolvimento do sapê, bem como as interações que a planta pode ter com as propriedades do solo, através de seu sistema radicular.

Para definir os locais de amostragem buscou-se, por meio de levantamento em campo e posterior visualização das áreas em cenas do programa Google Earth e imagens Rapid Eye (Figura 6), compreender a diferenciação da colonização pelo sapê entre as duas áreas. Os atributos físicos e químicos dos solos, e a quantidade de massa seca da parte aérea e de raízes do sapê, foram avaliados para estabelecer possível relação entre eles.

A área 1 (topossequência 1) situa-se na microbacia do Córrego Nilo Peçanha, a qual se localiza na estrada que liga o setor de Bovinocultura de Corte à localidade Goiabal. A área 2 (topossequência 2) está logo após a segunda tronqueira, ao lado direito e acima da estrada de acesso às torres de transmissão de TV.

Em cada uma das áreas foram selecionadas quatro trincheiras ao longo da topossequência, sendo estas assim identificadas:

- a) **Topossequência 1** - trincheira 1 (topo), trincheira 2 (terço superior), trincheira 3 (terço médio) e trincheira 4 (terço inferior); e
- b) **Topossequência 2** - trincheira 5 (topo), trincheira 6 (terço superior), trincheira 7 (terço médio) e trincheira 8 (terço inferior).

Para simplificar a visualização e a confecção das tabelas utilizou-se a identificação - T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8, para as respectivas trincheiras supracitadas.



Figura 6. Imagem da antiga Fazenda Pinheiros. Fonte: Costa, 2015.

As duas áreas (1 e 2) diferem quanto à composição da cobertura vegetal. A área 1, onde situam-se as parcelas para avaliação do controle da matocompetição pelas leguminosas herbáceas e as quatro trincheiras da topossequência 1 (T1, T2, T3 e T4), destinada à avaliação das relações entre os atributos do solo e o sapê, foi utilizada como pastagem até o ano de 2012, e atualmente encontra-se em pousio para a recomposição da vegetação, já que é uma APP. As espécies identificadas na área 1 são: as gramíneas sapê (*Imperata brasiliensis*), braquiária (*Brachiaria spp.*), capim gordura (*Melinis minutiflora*), capim barba de bode (*Aristida longiseta*), grama batatais (*Paspalum notatum*); alguns exemplares de tamanqueiro (*Aegiphila sellowiana*) e faveira (*Dimorphandra mollis*); raros exemplares de embaúba (*Cecrópia pachystachya*), canafístula (*Peltophorum dubium*) e ipê (*Tabebuia spp.*).

Ná área 2, onde situam-se as quatro trincheiras da topossequência 2 (T5, T6, T7 e T8), há uma população de *Eucalyptus spp.*, com idade aproximada de 12 anos, com espaçamento entre plantas não uniforme e sem manejo, sob o qual observa-se predomínio de sapê com raríssima ocorrência de exemplares de embaúba (*Cecrópia pachystachya*).

A área 1 possui declividade média de 20 % (BERNINI e SARUBI, 2012), sendo a declividade média da pendente onde se localizam as trincheiras de 44,4 % e a distância média entre estas de 11,4 m. Na área 2, não há informação sobre a declividade média da microbacia, a declividade média da pendente é de 34,5% e a distância média entre as trincheiras é de 23,2 m, conforme mostram as Figuras 7, 8 e 9.

A descrição e classificação dos perfis, nas respectivas áreas e trincheiras, foram realizadas conforme o manual de descrição e coleta de solo no campo (SANTOS et al., 2013) e com base no Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 2013).

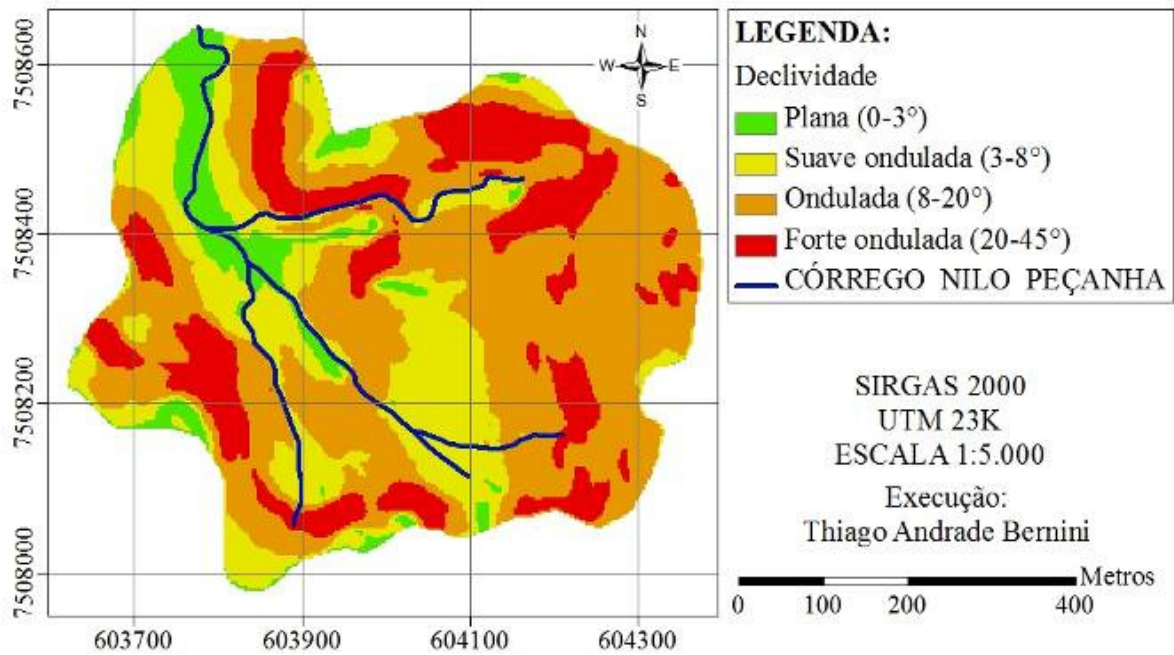


Figura 7. Mapa de declividade da microbacia Córrego Nilo Peçanha. Fonte: Bernini e Sarubi, 2012.

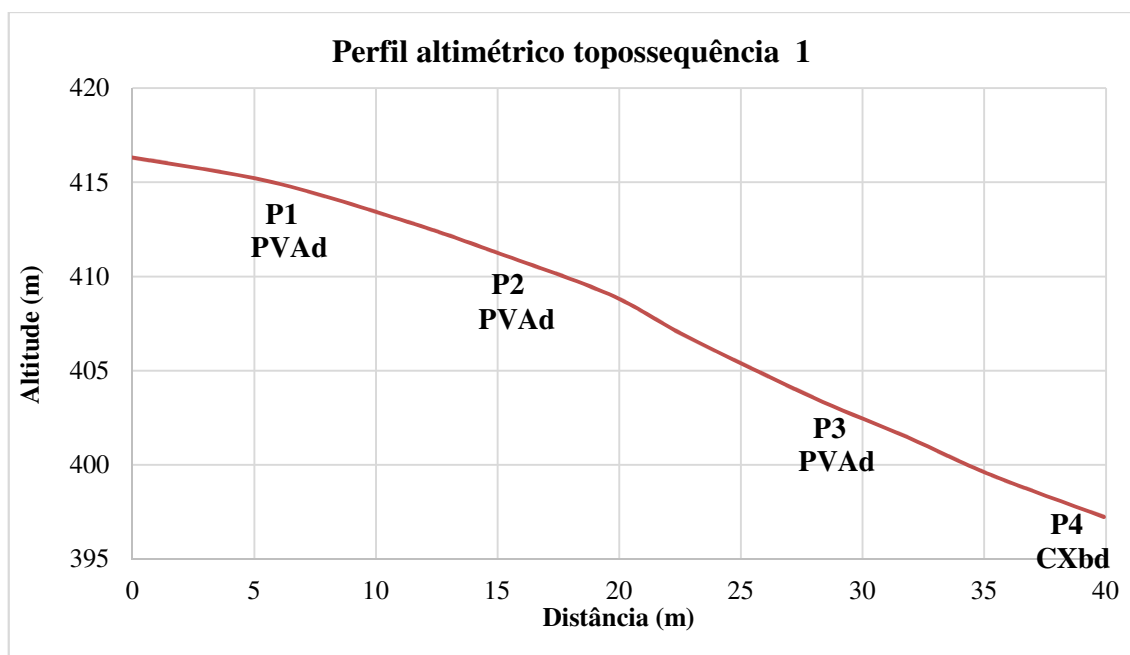


Figura 8. Perfil altimétrico e localização dos perfis na topossequência 1 (área 1).

Foram delimitadas parcelas de 5m x 5m e no centro de cada uma destas parcelas foi demarcada uma área útil de 1m x 1m (1m²), onde foram abertas trincheiras com 1,4 m de profundidade e tomadas as amostras de solo para as análises dos seus atributos, bem como para a observação da profundidade efetiva do sistema radicular do sapê (*Imperata brasiliensis*). Também foi determinada a massa seca da parte aérea deste, existente sobre a área de 1m² de cada uma das trincheiras (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 e T8), com mais duas repetições da coleta de massa seca da parte aérea do sapê, também em 1m² de área, sorteadas no interior das parcelas de 5m² correspondentes a cada perfil.

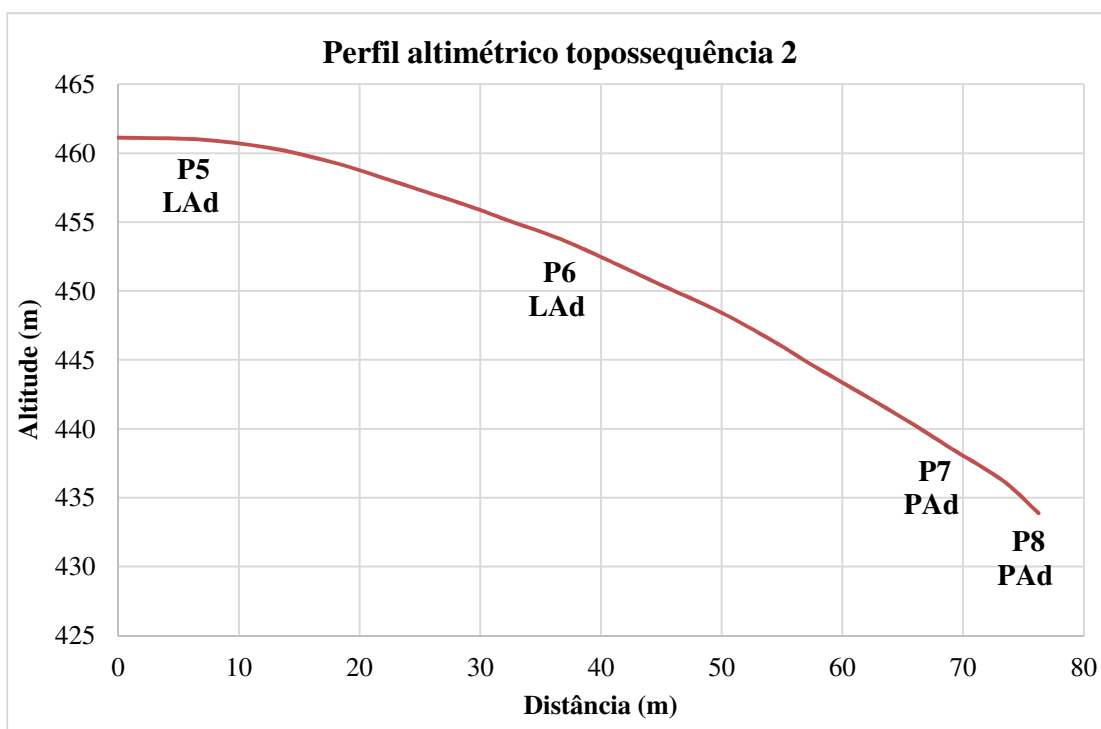


Figura 9. Perfil altimétrico e localização dos perfis na topossequência 2 (área 2).

Para avaliação da massa seca da parte aérea do sapê, contida em cada amostra, foi usado o método destrutivo, com a coleta de toda a biomassa, na altura de 5 cm do solo, em cada uma das duas áreas (Figura 10). As amostras foram secadas ao ar em estufa com circulação forçada a $65^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, para determinação da massa de matéria seca. A seguir, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willye STAR FT 50, e destas foi tomada alíquota de 5 gramas, que foi enviada para o Laboratório de Análises de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia para determinar o conteúdo de nitrogênio, pelo método Kjeldahl.



Figura 10. Coleta de amostra da parte aérea de sapê (topossequência 2).

Para as análises químicas e granulométricas de terra, foram coletadas amostras com três repetições, nas profundidades de 0 - 7, 7 - 14, 14 - 28 e 28 - 35 cm, nas faces frontal (FR), lateral direita (LD) e lateral esquerda (LE), de cada uma das oito trincheiras. Para tal, foi utilizada uma viga metálica em forma de “U” com 14,0 cm de largura por 40,0 cm de comprimento e 5 cm de altura (Figura 11). Este aparato foi enterrado no perfil, no sentido longitudinal, da superfície para a sub-superfície, com auxílio de uma marreta, em uma distância de aproximadamente 10,0 cm da face do perfil. A seguir, foram tomadas seções transversais do solo contido na viga, nas profundidades acima citadas, usando uma espátula para o corte e uma trena para determinar os limites de coleta. As amostras foram identificadas conforme as topossequências (1 e 2), as respectivas profundidades e faces da trincheira.



Figura 11. Amostras de solo para avaliação dos atributos químicos do solo.

Em sequência, as amostras de solo foram postas para secar ao ar e então destorroadas. Foi tomada uma sub amostra de 250 g de cada amostra para tamização em peneira de 2,0 mm, para determinar a quantidade de calhaus e a TFSA. A partir da TFSA foram tomadas 3 alíquotas de 50 g, uma destas foi enviada ao Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia para análises químicas.

Também foram coletadas amostras indeformadas de solo para determinar a densidade do solo, com três repetições, usando anel de Kopecky, nas profundidades de 3,5, 10,5, 21,0 e 31,5 cm, escolhidas por ser o centro das profundidades usadas para amostragem para as análises químicas (Figuras 12 e 13). A análise de densidade do solo foi feita no Laboratório Multidisciplinar do IFRJ Campus Nilo Peçanha, conforme Embrapa (1997).



Figura 12. Amostras de solo para determinação da densidade.



Figura 13. Secagem de amostras de solo para determinação da densidade.

As amostras indeformadas de solo para posterior separação das raízes foram coletadas nas trincheiras abertas no topo e terços superior, médio e inferior, como descrito anteriormente e identificadas como TP, TS, TM e TI, nas duas topossequências 1 (área 1) e 2 (área 2); também individualizadas em função da ocorrência de incêndio (área 2), em setembro de 2011.

Três repetições destas amostras foram coletadas usando monólitos metálicos de dimensões 14,0 x 14,3 x 5 cm (volume de 1 dm³), em cada uma das oito trincheiras. As coletas foram feitas na parte frontal (FRONT), à direita (LAT DIR) e à esquerda (LAT ESQ) em relação às faces das trincheiras. Nas faces frontais, foram tomadas dez amostras em seções de 14 cm no sentido da superfície para o interior, totalizando 1,4 m de profundidade, a fim de se observar se à esta profundidade ainda ocorriam raízes.

Nas faces direita e esquerda, foram tomadas sete amostras (monólitos) também em seções de 14 cm e no sentido da superfície para o interior, totalizando 0,98 m de profundidade. Cada amostra removida do monólito foi acondicionada em saco plástico e identificada conforme a área, a posição na topossequência e na trincheira e a profundidade de coleta, sendo em sequência, levadas ao laboratório para separação das raízes na massa de solo.

O procedimento teve como referência modificação do método de decantação/flotação adaptado de Shuurman e Goedewaagen (1971) por (BRASIL, 2005), e consistiu da imersão da amostra de solo em um balde de 11,2 litros com água, agitação manual e descanso por cinco minutos para decantação do solo e flotação das raízes. Após esse tempo, o volume contido no balde era vertido sobre duas peneiras para análise de solos, com 20,5 cm de diâmetro, sobrepostas, a primeira com malha de 2 mm, para coletar as raízes a serem utilizadas nas avaliações e a segunda, com malha de 1,18 mm, para verificação da quantidade de raízes que passavam pela peneira de 2 mm. Este último procedimento, só foi realizado quando era possível a distinção das raízes em relação ao restante do material, como palha, pedaços de carvão, cascalhos entre outros. Esse procedimento se repetia por três vezes e finalmente, na quarta vez, o balde era cheio e o solo decantado era coletado manualmente, para inspeção visual verificando se ainda existiam raízes na amostra, e o volume em suspensão que permanecia no balde era vertido para as peneiras.

Em seguida, as raízes contidas nas peneiras foram lavadas em água corrente em torneira semiaberta, sendo estas posteriormente borrifadas, ainda nas peneiras, com álcool e após, depositadas sobre papel toalha para secagem e posterior separação (Figura 14).



Figura 14. Segregação das raízes do sapê para pesagem e envio para análises.

Essa separação, além de segregar as raízes do restante do material peneirado, também permitiu distinção das raízes quanto à condição de vivas ou mortas, segundo os parâmetros cor, ramificações e ocorrência de tecido jovem, com base no critério visual citado por FARONI e TRIVELIN (2006).

A princípio, as raízes eram separadas conforme apresentassem coloração marrom escura (mortas), ou hialina (vivas) (PAGOTO, 2001). No entanto, muitas vezes ocorriam dúvidas devido à presença de raízes com coloração escura, porém, muito ramificadas, ou claras, mas suberizadas e sem ramificações. Para identificar corretamente foi usada uma lupa de 10 vezes, aferindo a emissão de ramificações terminais hialinas ou da não e a ocorrência destas, mesmo quando as raízes apresentavam coloração clara, para então distinguir as raízes mortas das vivas.

Deve-se ressaltar que, conforme Brasil (2007), todo o procedimento foi realizado por um único operador a fim de se obter a padronização e minimizar erros. Após a separação, as raízes eram acondicionadas em sacos de papel, identificados conforme a área, a posição da trincheira na topossequência, da face da trincheira e da profundidade da coleta, e a seguir, postas em estufa com circulação forçada de ar a 65° C, por 72 horas consecutivas e ao fim determinava-se o peso destas em balança analítica (Figura 15).



Figura 15. Pesagem das raízes do sapê.

Foi feita a análise de variância em esquema fatorial, com oito fatores, representados pelas trincheiras 1 a 8, e quatro níveis, correspondentes às profundidades 0-7, 7-14, 14-28 e 28-35 cm, para verificar o efeito das profundidades sobre os atributos soma de bases, conteúdos de Al e carbono orgânico e a CTC. A normalidade dos dados foi aferida pelos testes de Shapiro-Wilk e Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade das variâncias dos resíduos aferida pelo teste de Levene. A análise de variância e o teste de médias foram realizados conforme Scott-Knott a 5 % de probabilidade, por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2006). Essa mesma metodologia foi aplicada para a análise dos dados relativos à produção de biomassa seca pela parte aérea do sapê nas oito tricheiras.

Para avaliar as respostas da massa seca das raízes vivas e mortas em função dos atributos do solo, foram realizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade da distribuição dos dados relativos à variável resposta, massa seca das raízes. Como estes não apresentaram distribuição normal para probabilidade foi aplicada a regressão linear múltipla, o teste de Kruskal-Wallis e o teste de hipóteses de Mann-Whitney para comparação pareada de todas as combinações dos fatores, e determinação de diferenças estatisticamente significativas entre as topossequências, trincheiras e profundidades.

Para compreensão mais ampla das relações, além das análises anteriores foi realizada a análise dos componentes principais e utilizada sua respectiva matriz de correlação (Pearson). As condições de relação linear entre os dados e o tamanho da amostra foram verificadas pelo método de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) e para a adequação dos dados para redução de sua dimensão foi usado o teste de esfericidade de Barlett, com o programa XLSTAT 2015.

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.5.1. Classificação dos solos

Os solos foram classificados como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico (PVAd) nos perfis P1, P2 e P3, CAMBISSOLO HÁPLICO Tb típico (CXtb) no perfil P4, LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico (PAd) nos perfis P5 e P6 e ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico (PAD) nos perfis P6 e P7, os dados da descrição morfológica e análises química e granulométrica, usados na classificação estão no anexo.

As classes de solos e o relevo retratam a realidade local com dominância da classe ARGISSOLOS, conforme relatado por Bernini e Sarubi, (2012) e Menezes et. al. (2000), bem como a da paisagem regional do domínio de Mar de Morros, concordando com Machado (2006) e AB' Saber (2012), onde os fatores que assumem maior importância na gênese dos solos são o material de origem e o relevo.

3.5.2. Complexo sortivo

As classes de solo supracitadas normalmente encontram-se associadas na paisagem e possuem como características: CTC da argila menor que $8,0 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$, valor inferior portanto, ao limite de $17 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$; são distróficos e possuem baixos teores de nutrientes e elevada saturação por alumínio e conseqüente efeito de toxidez, sendo identificados como solos de baixa fertilidade natural. Essa avaliação está de acordo com os resultados de Rodrigues et al. (2007), estudando o efeito do solo e da topografia sobre a vegetação em Luminária-MG. Estes resultados também estão de acordo com as características descritas para os ARGISSOLOS, LATOSSOLOS e CAMBISSOLOS na área de estudo (ANJOS e PEREIRA, 2013).

Os atributos químicos dos solos foram aqui representados somente pelos gráficos das variáveis soma de bases, concentração de alumínio, teor de carbono orgânico e CTC, tendo em vista o comportamento similar entre estes e as variáveis químicas a eles correlacionadas.

Os testes de Shapiro-Wilk e de Kolmogorov-Smirnov confirmaram que os dados seguem distribuição normal e o teste de Levene com $p = 0,172$, $p/ Z = 2,170$, que estes possuem as variâncias dos resíduos homogêneas. O teste de médias resultante da análise fatorial, conforme Scott-Knott a 5 % de probabilidade, no programa SISVAR, para as topossequências, trincheiras e profundidades, indica que o fator de maior importância na distribuição dos nutrientes, do carbono orgânico e da CTC, é a profundidade. No entanto, ocorreram também diferenças significativas entre as médias destes valores, tanto entre as topossequências, quanto entre as trincheiras.

De forma geral, na análise da concentração de nutrientes e teor de alumínio, nas camadas de 0-7, 7-14, 14-28 e 28-35 cm, dos perfis 1 a 8, os teores de Ca, Mg, K, P, N e carbono orgânico decrescem da superfície para a subsuperfície, e o mesmo efeito foi observado na saturação por bases. Já a saturação por alumínio mostrou comportamento inverso, com o aumento dos valores na subsuperfície. Esses resultados se evidenciam na comparação das médias das profundidades entre todas as trincheiras, concordando com os resultados encontrados por (CECONI et al., 2008) avaliando o comportamento de raízes de *Acacia mearnsii*. Resultado semelhante foi encontrado por Santos et al. (2010), em Pinheiral, RJ. Quanto à CTC, os valores encontram-se abaixo dos relatados pela autora citada, mas com o mesmo comportamento relativo às profundidades respectivas.

Quando se comparam as trincheiras com base nas médias dos teores de nutrientes das quatro profundidades de cada trincheira isoladamente, ocorre distinção entre os mesmos, que apresentam médias diferentes e significativas entre si, no entanto sem um padrão de

comportamento que permita o uso destes dados na distinção entre as duas topossequências. Portanto, não foi possível verificar diferenças entre as topossequências usando a comparação das médias dos atributos nas trincheiras 1, 2, 3 e 4 em relação às trincheiras 5, 6, 7 e 8, como pode ser visto na Figura 16. Comportamento diferente ocorreu para os valores de CTC, carbono orgânico, N, Al^{3+} e de $Al^{3+}+H^+$, que apresentaram na topossequência 2, médias maiores e significativamente diferentes em relação às médias da topossequência 1. Constatou-se também que as médias decrescem conforme se caminha do topo para o terço inferior, concordando com resultados encontrados por Fontana et al. (2013), para atributos do solo, ao analisarem a matéria orgânica em topossequências em Pinheiral-RJ.

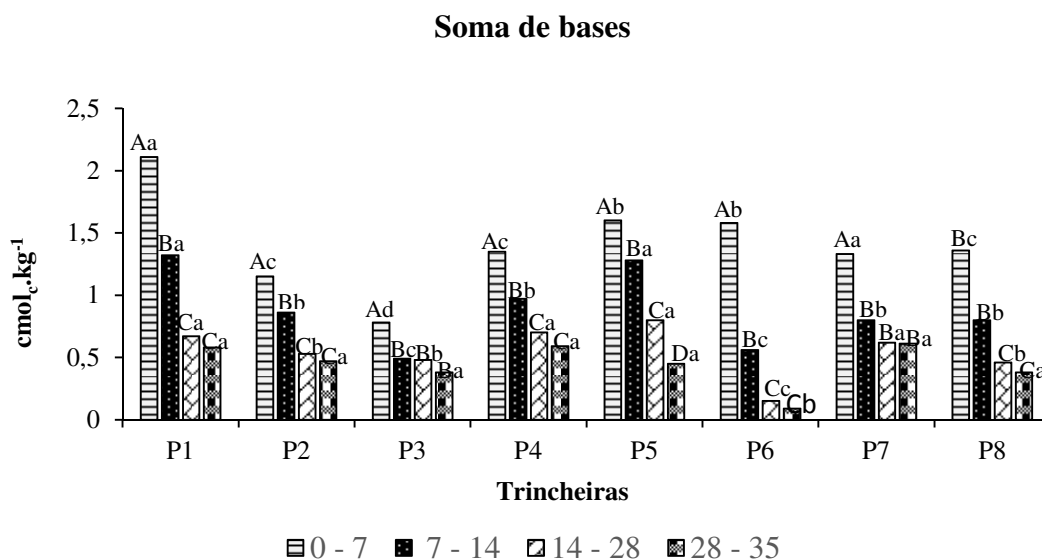


Figura 16. Médias da soma de bases por profundidade dentro e entre as trincheiras. Médias entre profundidades (colunas de cores diferentes) seguidas de letras maiúsculas iguais e entre trincheiras (colunas de cores iguais), seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

O P tem comportamento distinto, variando muito pouco tanto entre as camadas dentro das trincheiras, como entre estas. Este resultado é corroborado por Fontana et al. (2013), que avaliaram fósforo remanescente em topossequências no município de Pinheiral (RJ) e relatam a baixa mobilidade do P. Resultados semelhantes foram encontrados para pH em H_2O , com variação de 0,8 unidade entre 4,2 e 5,0, valores menores que encontrados por Fontana et al. (2013) e Santos et al. (2010) que foram de 5,1 a 6,1.

A densidade do solo tem valor médio de $1,3 \text{ Mg.m}^3$ e a porosidade de 50 %, estas não diferem significativamente entre si, tanto nas camadas amostradas como entre as respectivas trincheiras. Os resultados concordam com os relatados por Menzes et al. (2000), estudando o efeito da cobertura e topografia sobre o solo, em Pinheiral-RJ; sendo, no entanto, menores em valores absolutos, o que pode ser resultante da não ocorrência de pastagem, bem como da ausência de manejo nas duas topossequências. Ainda assim esses valores estão acima do valor de $1,08 \text{ Mg.m}^3$ indicado como ótimo para a máxima disponibilidade de água para Latossolos Vermelhos (VIEIRA & KLEIN, 2007).

Os valores da CTC e o conteúdo de carbono orgânico nas duas topossequências são apresnetados nas Figuras 17 e 18. O teor de carbono orgânico é baixo e decresce com a profundidade (Figura 17), concordando com resultados de Santos et al. (2010). Os maiores valores são observados na topossequência 2, onde ocorre o povoamento de eucalipto, e vão de

encontro aos dados de Silva et al. (2012), que não encontraram diferença nos teores de carbono orgânico entre pastagem e florestas em estágios inicial, médio e avançado de regeneração. Os valores da CTC (Figura 18) concordam com os resultados encontrados por Fontana et al. (2013), ao avaliarem o comportamento da matéria orgânica em topossequências na área deste estudo.

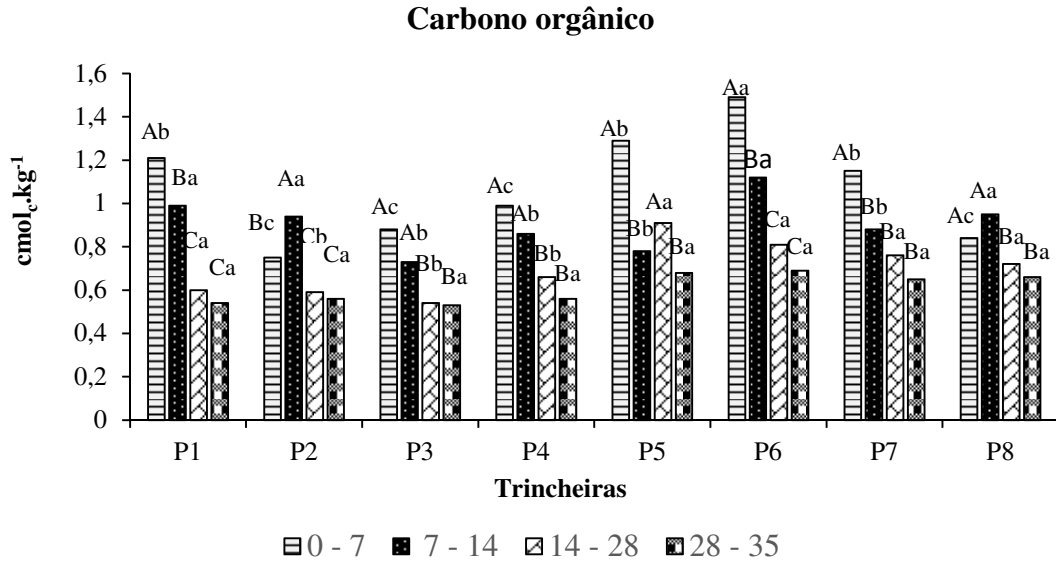


Figura 17. Médias do conteúdo de carbono orgânico por profundidade dentro e entre as trincheiras. Médias entre profundidades (colunas de cores diferentes) seguidas de letras maiúsculas iguais e entre trincheiras (colunas de cores iguais), seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

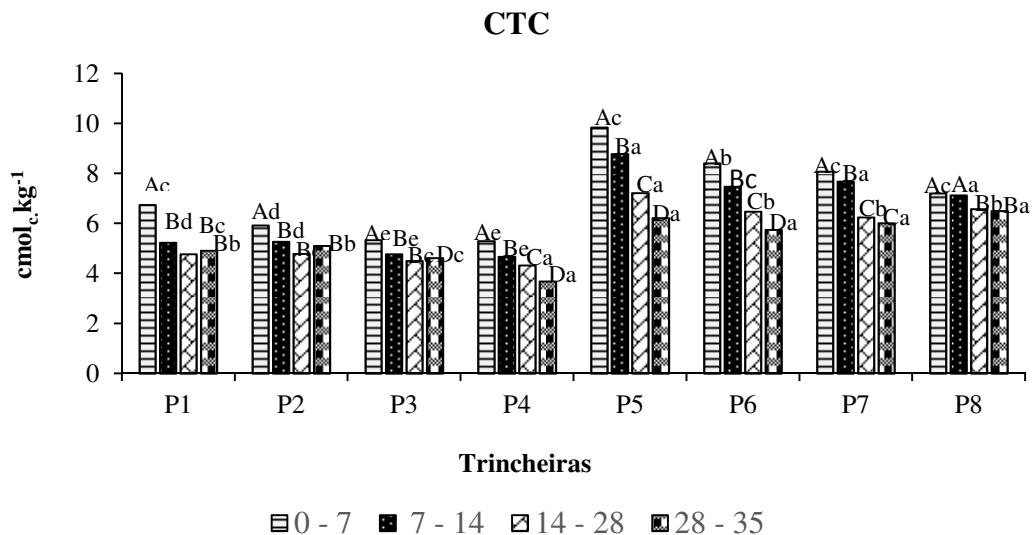


Figura 18. Médias da CTC por profundidade dentro e entre as trincheiras. Médias entre profundidades (colunas de cores diferentes) seguidas de letras maiúsculas iguais e entre trincheiras (colunas de cores iguais), seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Os valores de CTC na topossequência 2 são maiores e mostram diferença significativamente estatística em relação à topossequência 1. Tendo em vista que o material de origem e as condições ambientais são similares, a diferença pode ser explicada pelo maior conteúdo de carbono orgânico na topossequência 2. Outra condição que reforça esta hipótese são os teores de argila relativos a estas mesmas profundidades, onde as trincheiras 5, 6 e 8 possuem quantidades mais elevadas de argila em comparação às trincheiras 1 a 4 e 7. Ainda, embora o conteúdo seja maior na trincheira 6 que na 5, a CTC desta última é maior que a da anterior, o que indica a contribuição do carbono orgânico, conforme Tabela 1 e Figura 19.

Tabela 1. Estrutura, classe textural e conteúdo de argila dos horizontes superficiais (A) dos oito perfis classificados.

Atributos Morfológicos e texturais						
PERFIL 1						
Prof. ⁽¹⁾	cm ⁽²⁾	Estrutura ⁽³⁾	Classe textural ⁽⁴⁾	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)
A1	7	mo., me a gd., ba.	Faa	232	573	195
AB	25	mo., me., ba.	Faa	344	504	152
PERFIL 2						
A	10	so., me., ba.	Fa	197	563	240
AB	30	mo., me a gd., ba.	Far	397	417	186
PERFIL 3						
A	20	mo., me a gd., ba	Franco	249	489	262
AB	42	fo., me a gd., cl. (gd., ba.)	Faa	315	498	187
PERFIL 4						
A1	10	fr., me., ba.	Faa	242	542	216
AB	28	mo. Me a gd., ba.	Faa	255	571	174
PERFIL 5						
A1	8	mo., gd., ba.	Ara	370	491	139
A2	20	mo., gd., bsa.	Far	385	445	170
PERFIL 6						
A1	18	fr.,me., ba.	Argila	470	422	108
AB	34	mo., me., ba.	Argila	549	365	86
PERFIL 7						
A1	5	fr., me., ba.	Faa	236	578	186
A2	12	fr., gd., ba.	Faa	237	517	246
AB	24	mo., gd., ba.	Ara	382	483	135
PERFIL 8						
A	16	mo., gd., ba.	Far	353	423	224
BA	47	mo., gd., ba.	Argila	586	292	122

Legenda: ⁽¹⁾ Hor: horizonte. ⁽²⁾ Prof: profundidade. ⁽³⁾ Estrutura: so: solta; fr: fraca; mo: moderada; fo: forte; me: média; gd: grande; ba: blocos angulares; bsa: blocos subangulares; cl: colunar; pr: prismática. ⁽⁴⁾ Classe textural: Faa: franco-argilo-arenosa; Fa: franco-arenosa, Far: franco-argilosa e m^oar: muito argilosa.

Massa seca das raízes vs argila

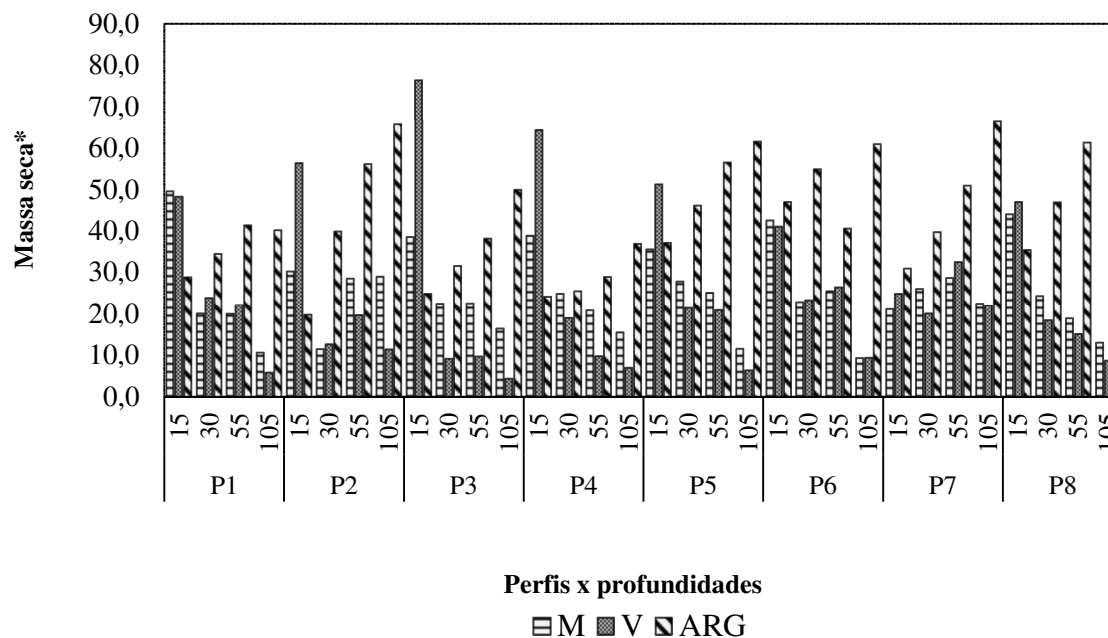


Figura 19. Gráfico comparativo do comportamento das raízes em relação ao teor de argila existente nos respectivos horizontes.*Massa seca das raízes em mg/Kg e da argila em g/Kg. 15, 30, 55 e 105 (cm), horizontes e P1, P2, e P8; perfis (trincheiras) de coleta das amostras. **M**- mortas, **V**- vivas, **ARG**- argila

O teor de Al cresce conforme o aumento da profundidade das camadas e é maior na topossequência 2 que na 1 (Figura 20). Estes resultados indicam o aumento relativo da concentração de Al nos horizontes subsuperficiais, em função da lixiviação das bases trocáveis conforme o avanço do intemperismo.

A avaliação é corroborada por Santos et al. (2010), que ao avaliarem a mineralogia de solos no município de Pinheiral-RJ observaram maior concentração de Al na topossequência 2, como consequência da maior CTC. Ainda, os valores encontrados são menores que os relatadas por Fontana et al. (2013) em solos originários de biotita-muscovita-gnaisse.

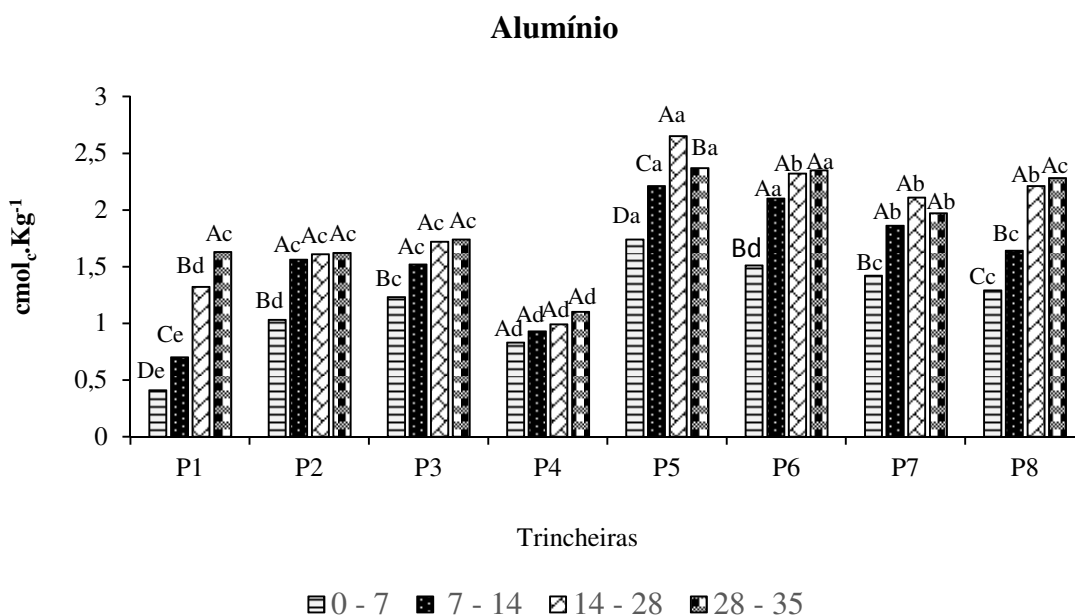


Figura 20. Médias da concentração de Alumínio por profundidade dentro e entre trincheiras. Médias entre profundidades (colunas de cores diferentes) seguidas de letras maiúsculas iguais e entre trincheiras (colunas de cores iguais), seguidas de letras minúsculas iguais, não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

3.5.3. Distribuição das raízes em relação às camadas dentro dos perfis e entre estes

O modelo de regressão ajustado para a massa seca das raízes vivas apresenta a seguinte equação: massa seca das raízes vivas = $0,041 + 0,319 * \text{Soma de bases}$, com $R = 0,73$ e $R^2 = 0,53$, indicando que o modelo possui um bom ajuste quanto a predição da massa seca das raízes metabolicamente ativas, com $F(1,94) = 104,95$ p/ $p = 0,0005$. O R^2 mostra que 53% da variabilidade dos dados é explicada pelo valor S. Os demais atributos do solo não mostraram diferença estatística significativa para a predição da massa seca das raízes.

O mesmo procedimento descrito acima foi aplicado para a predição da massa seca das raízes metabolicamente inativas, o segundo modelo ajustado foi o mais eficiente, resultando na equação, massa seca das raízes mortas = $0,336 + 0,233.S - 0,079 * \text{pH}$, com $R = 0,638$ e $R^2 = 0,407$, indicando que o modelo possui um bom ajuste quanto a predição da massa seca das raízes metabolicamente inativas, com $F(2,93) = 31,94$ p/ $p = 0,0005$, indicando que soma de bases e o pH explicam 41% da variabilidade dos dados. Os demais atributos do solo não mostraram diferença estatística significativa para a predição da massa seca das raízes.

Estes resultados indicam que a massa seca produzida pelas raízes vivas é função da soma de bases, com acréscimo de 0,32 g para cada unidade acrescida à soma de bases. O resultado discorda de Carvalho et al. (2000), que não obtiveram efeitos positivos ao estudarem o efeito da calagem sobre o controle do sapê em Coronel Pacheco, MG.

A produção de massa seca das raízes mortas foi diretamente proporcional à soma de bases e inversamente proporcional ao pH, indicando que o aumento do pH em uma unidade acarretará decréscimo de 0,079 g na produção de massa seca pelas raízes mortas, se mantido fixo o valor da soma de bases. Não obstante esse decréscimo bastante pequeno, tendo em vista que a variação do pH entre as amostras das trincheiras das duas topossequências não chega a uma unidade, ele pode ser indicativo da tendência da tolerância do sapê à solos mais ácidos, quando comparado à outras espécies vegetais. O que concorda com Pereira e Melo (2008),

que relatam o sapê como espécie indicadora em áreas degradadas de solos distróficos e com baixas concentrações de Ca e Mg.

Os dados da variável dependente, massa seca das raízes, não se adequaram a uma distribuição normal, ensejando a utilização de análise estatística não paramétrica, já que esta não impõe nenhuma condição sobre a distribuição dos dados e é também utilizada quando o número de observações é pequeno.

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para avaliar possível diferença significativa entre as duas topossequências quanto a produção de massa seca pelas raízes metabolicamente ativas (vivas). O valor de $X^2 = 0,632$ para $p = 0,426$ mostrou não haver diferença significativa entre as médias de produção de massa seca das duas topossequências. Resultados diferentes foram obtidos por Menezes et al. (2009), que apontam a maior produção de massa seca pelas raízes em áreas de pastagem, quando comparadas a florestas em estágio inicial de sucessão.

Ao analisarmos a biomassa produzida pelas raízes, entre as trincheiras e relacioná-la à posição destas nas duas topossequência, também não foi observada diferença entre as respectivas médias conforme mostram os resultados do teste de Kruskal-Wallis $X^2 = 0,658$ para $p = 0,476$. Estes resultados aliados aos da fertilidade do solo, induzem à hipótese de que a influência do fator tempo não foi ainda efetivo na diferenciação da fertilidade do solo em função do fluxo de água, como efeito da topografia. Ainda, discorda do encontrado por Sanches et al. (2009) e Miranda et al. (2011), que estudarem a variação dos atributos do solo em diferentes pedofomas e a influência do relevo, sobre a colonização de áreas no local onde se realizou este estudo. Portanto, a homogeneidade da distribuição dos nutrientes, bem como a baixa concentração destes, não estaria condicionando a distribuição das raízes nas respectivas trincheiras e topossequências, discordando do encontrado por Abichequer et al. (2009), que relatam correlação significativa entre o conteúdo de nutrientes e a produção de massa seca de raízes do capim annoni (*Eragrostis plana*).

Em relação às profundidades, o teste de Kruskal-Wallis com $X^2 = 55,94$ para $p = 0,000$, evidenciou diferença estatística significativa entre as médias de massa seca das raízes metabolicamente ativas. Já o teste de Mann-Whitney mostrou que as médias de produção de massa seca decrescem conforme o aumento da profundidade, concordando com os resultados encontrados por Cerconi et al. (2008). Outro fator relacionado a maior concentração radicular são os maiores teores de matéria orgânica, particulada ou na forma de ácidos húmicos e fúlvicos, na parte mais superficial do solo em função da maior atividade biológica, como relatado por Rodim (2004). Além destas causas, o crescimento radicular em superfície pode estar relacionado à resposta das gramíneas, em geral, ao corte ou a queimadas, com maior produção de raízes pelos perfilhos e consequente aumento da massa seca das raízes nesta região.

Já a média de produção de massa seca pelas raízes metabolicamente inativas (mortas) da topossequência 1 ($0,30 \text{ g/dm}^3$) é maior e difere significativamente da média de produção de massa seca pelas raízes da topossequência 2 ($0,20 \text{ g/dm}^3$), como indicado pelo teste de Kruskal-Wallis com $X^2 = 11,12$ para $p = 0,001$.

Considerando-se os dados relativos à fertilidade e classificação do solo, teor de argila e a declividade das pendentes, não existiriam diferenças que justificassem a maior produção de massa seca pelas raízes mortas na topossequência 1, sendo esta diferença provavelmente, resultado do sombreamento pela população de eucalipto existente na topossequência 2. Esta hipótese ganha força quando se observa a maior produção de massa seca pela parte aérea do sapê na topossequência 1 e os maiores teores de carbono orgânico na topossequência 2. Resultado semelhante foi encontrado por Martuscello et al (2009), ao estudarem a resposta da produção de gramíneas ao sombreamento, em que a produção de raízes respondeu linear, negativa e progressivamente ao aumento deste. Ainda, segundo esses autores, as gramíneas são sensíveis às variações de temperatura e a melhor condição de captação de luz pelas folhas.

O mesmo ocorre com as diferentes posições ocupadas pelas trincheiras nas topossequências. O teste de Kruskal-Wallis com $X^2 = 18,90$, para $p = 0,008$, indica que pelo menos duas trincheiras possuíam média de massa seca de raízes mortas significativamente diferentes. Os resultados da comparação entre pares de trincheiras pelo teste de Mann-Whitney, mostrou que a média da produção pelas raízes da trincheira 7 difere significativamente e é menor que as médias das trincheiras 1, 2 e 3; que a trincheira 2 difere significativamente e tem média maior que a média da trincheira 6 e que a trincheira 5, difere significativamente e tem média maior que a da trincheira 2. Estes resultados apontam para a maior produção de massa seca pelas raízes na topossequência 1 e no topo e terço inferior das duas topossequências, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Médias das massas secas das raízes mortas entre as trincheiras.

Trincheiras	Media
Pesos médios raízes mortas entre as trincheiras (g/dm³)	
1	0,66 (± 0,23)
2	0,42 (± 0,14)
3	0,62 (± 0,21)
4	0,70 (± 0,24)
5	0,61 (± 0,21)
6	0,27 (± 0,09)
7	0,14 (± 0,05)
8	0,41 (± 0,14)

Os procedimentos descritos acima foram aplicados também para a avaliação da produção de biomassa pelas raízes mortas das duas topossequências, entre as camadas representadas pelas profundidades. O teste de Kruskal-Wallis com $X^2 = 50,03$, para $p = 0,000$ mostrou que as profundidades tiveram efeito sobre a produção de massa seca pelas raízes mortas (Tabela 3).

Tabela 3. Médias das massas secas das raízes mortas entre as profundidades.

Pesos médios raízes mortas entre as profundidades (g/dm³)	
Profundidades (cm)	Media
0 - 7	0,43 (± 0,21)
7 - 14	0,19 (± 0,09)
14 - 28	0,11 (± 0,05)
28 - 35	0,09 (± 0,04)

As profundidades de 0-7 cm e 7-14 cm diferiram significativamente entre si e em relação às profundidades de 14-28 cm e 28-35 cm, e estas duas últimas não diferiram entre si, mostrando o decréscimo da produção conforme o aumento da profundidade. Resultados semelhantes foram encontrados por Faroni e Trivelin (2006) ao estudarem raízes de cana de açúcar. Também Valcarcel et al. (2007), analisando a biomassa de raízes finas de *Acacia auriculiformes*, que relatam em média que 50 % das raízes metabolicamente inativas encontravam-se até os primeiros 14 cm de profundidade. Esses autores concluem que as

raízes mortas podem exercer a função de reserva de matéria orgânica e nutrientes e que o comportamento das raízes vivas, encontradas em maior quantidade em relação às mortas, nas camadas mais profundas, refletiria a busca por nutrientes e água.

A profundidade efetiva do sistema radicular do sapê atingiu 1,2 m e as raízes com menores diâmetros concentravam-se nas camadas mais profundas, ao contrário do ocorrido com as raízes com diâmetros maiores, mais próximas à superfície. A relação entre a massa seca das raízes metabolicamente inativas em relação às metabolicamente ativas mostrou que a proporção entre estas diminui conforme aumenta a profundidade da camada indicando o movimento em direção (Figuras 21 e 22).

Conteúdo de raízes vivas por camadas (profundidade)

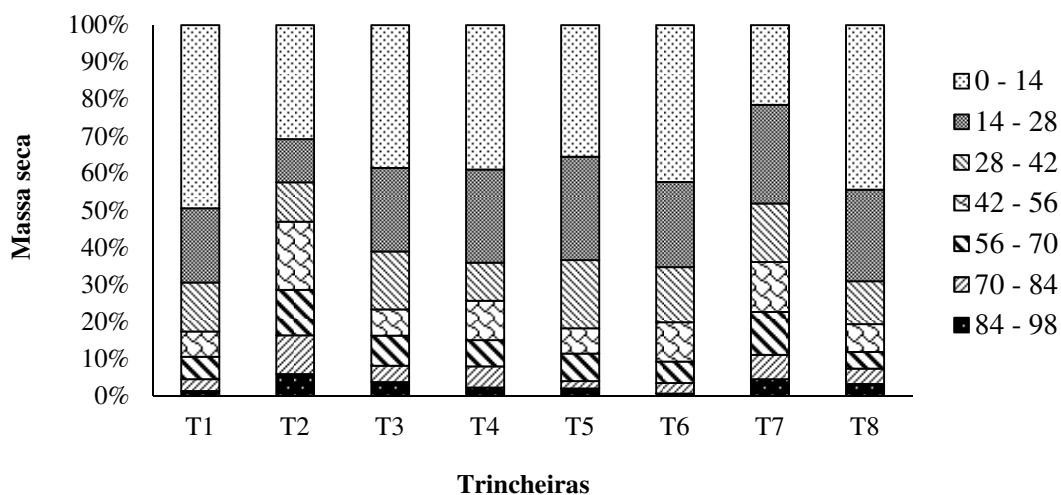


Figura 21. Distribuição percentual das raízes vivas por profundidades.

Conteúdo de raízes mortas por camadas (profundidade)

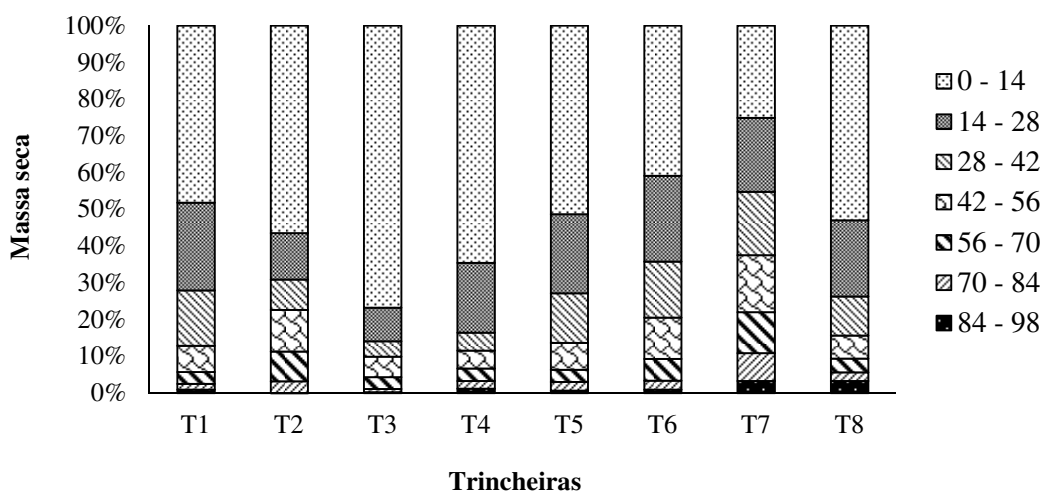


Figura 22. Distribuição percentual das raízes mortas por profundidades.

3.5.4. Massa seca da parte aérea do sapê

A massa seca da parte aérea do sapê possui distribuição normal, o que é confirmado pelos testes de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk. A homogeneidade das variâncias dos resíduos foi verificada pelo teste de Levene e resultou positiva. De posse destas informações, a análise fatorial possibilitou a verificação de diferenças entre as médias das massas secas tanto entre as duas topossequências, quanto entre as suas respectivas trincheiras (Figura 23).

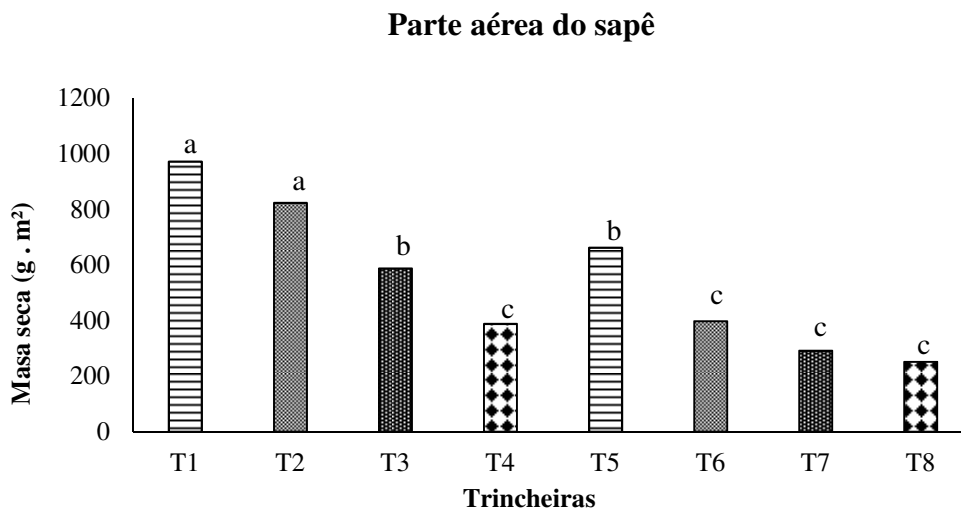


Figura 23. Médias da produção da parte aérea do sapê nos perfis nas topossequências 1 e 2. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5%.

A topossequência 1 possui médias com diferença significativa e superiores à topossequência 2, quando se observam os resultados relativos às posições topo, terço superior e terço médio. Quando se comparam os resultados dentro das topossequências, verifica-se que a topossequência 1 apresenta médias significativamente diferentes entre todas as trincheiras e que estas decrescem conforme se caminha em direção a parte mais baixa da topossequência. Esse comportamento pode resultar da diminuição dos teores de nutrientes do topo para o terço inferior, como relatado por Fontana et al. (2013). Já na topossequência 2, somente a posição topo difere significativamente e é superior as demais trincheiras; porém, em termos absolutos ocorre o mesmo efeito de decréscimo no sentido do declive.

Considerando os teores de nutrientes e de argila, a estrutura e classes texturais e a declividade das pendentes, entre as trincheiras bem como entre as topossequências, como relatado no tópico relativo à massa seca das raízes metabolicamente inativas, uma possível explicação para esse comportamento seria a redução da intensidade luminosa, causada pelo povoamento de eucalipto na topossequência 2, exercendo efeito inibitório sobre a produção de biomassa aérea do sapê. Resultados semelhantes foram encontrados por Alexandrino et al. (2005) e dos Santos et al. (2013), ao avaliarem pastagens em sistemas silvipastoris.

3.5.5. Análise dos componentes principais e matriz de correlação

A análise dos componentes principais possibilitou a compreensão global das relações de causa versus efeito, entre as variáveis ambientais (causa) e as variáveis resposta (efeito). Ainda a decomposição da variabilidade entre as variáveis resposta, representadas pela produção de biomassa pela parte aérea e pelas raízes vivas e mortas do sapê como função das variáveis ambientais, representadas pelos atributos químicos e físicos do solo, posição das

trincheiras nas topossequências, respectivas profundidades de coleta e áreas de localização das trincheiras.

As variáveis ambientais explicam 68 % de toda a variabilidade das variáveis relativas ao sapê, sendo 45 % e 23 %, explicadas pelos eixos 1 e 2, respectivamente. As Figuras 24 e 25 mostram os diagramas da análise dos componentes principais para os extremos das duas profundidades (0-7 e 28-35 cm). Os resultados confirmam o efeito da profundidade na alocação dos atributos do solo e variáveis relativas ao sapê, relatados nos tópicos anteriores, tendo em vista que as posições das variáveis no diagrama, e mostram sua posição em função das profundidades e do comportamento dos atributos. Como no caso da densidade e porosidade, do Al, Al + H e saturação por Al e soma de bases + Ca e Mg, que mostram sua relação com a profundidade, e o mesmo ocorre quando se observam as trincheiras.

Os diagramas agrupam as trincheiras T5, T6, T7 e T8 com as variáveis CTC, Al e Al + H, principalmente na profundidade de 28-35 cm. Essa distribuição confirma os dados do tópico 2.5.2, que mostram que estes atributos ocorrem em maior quantidade na trincheira 2.

Outro agrupamento ocorre entre as variáveis CTC e Al + H, em torno das trincheiras 5 e 6. A trincheira 5 encontra-se mais próxima e é a que possui maior CTC, embora os teores de argila e de carbono orgânico da trincheira 6 sejam maiores e estas duas trincheiras possuam a mesma classe de solo.

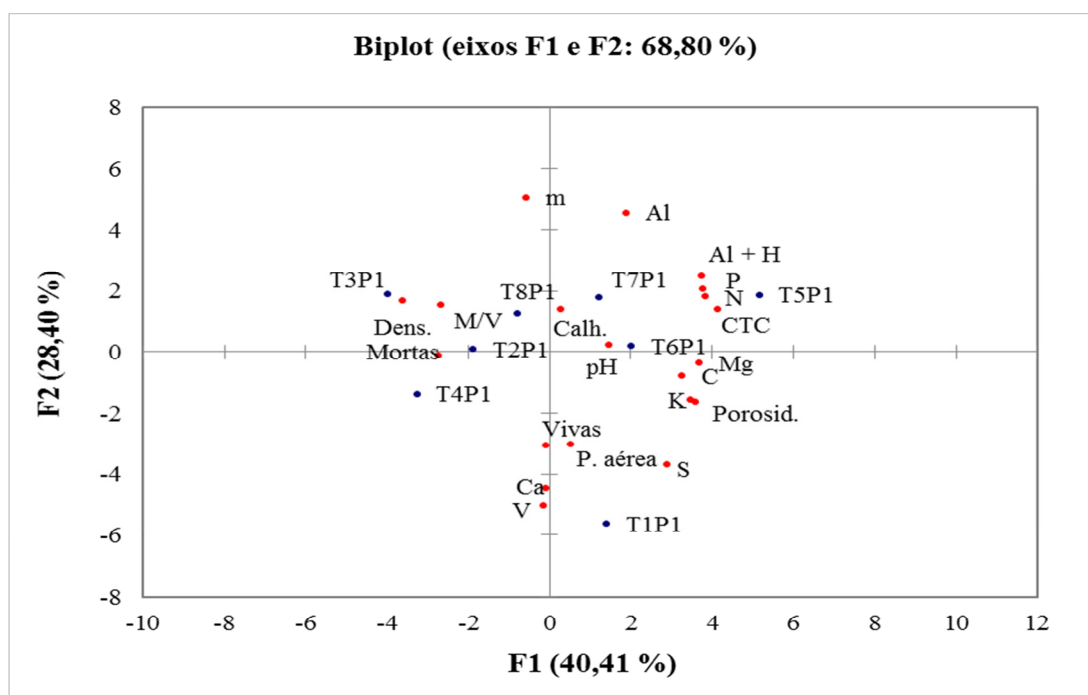


Figura 24. Análise dos Componentes Principais das variáveis e suas relações em função da profundidade 0-7 cm, eixo 1 responsável por 40,4 % e eixo 2 por 28,4 % da variabilidade. T1P1- trincheira 1 profundidade 1 (7 cm), T2P1- trincheira 2 profundidade 1, T8P1- trincheira 8 profundidade 1; C- carbono orgânico, Al- Alumínio, P- Fósforo, N- Nitrogênio, Ca- Cálcio, Mg- Magnésio, K- Potássio, Al + H- Acidez potencial, m- saturação por Al, S- soma de bases; Mortas- massa seca raízes mortas do sapê, Vivas- massa seca raízes vivas do sapê, M/V- relação massa seca raízes mortas/raízes vivas do sapê, P. aérea- massa seca parte aérea do sapê; Calh- calhaus (%), Dens- densidade (%), Porosid- porosidade (%).

Os valores de biomassa seca tanto das raízes vivas quanto da parte aérea agrupam-se em torno do atributo soma de bases e da trincheira 1, onde ocorreram os maiores valores de

soma de bases e produção de biomassa. O pH assume maior importância na camada de 28-35 cm, refletindo o aumento da concentração de Al conforme a profundidade.

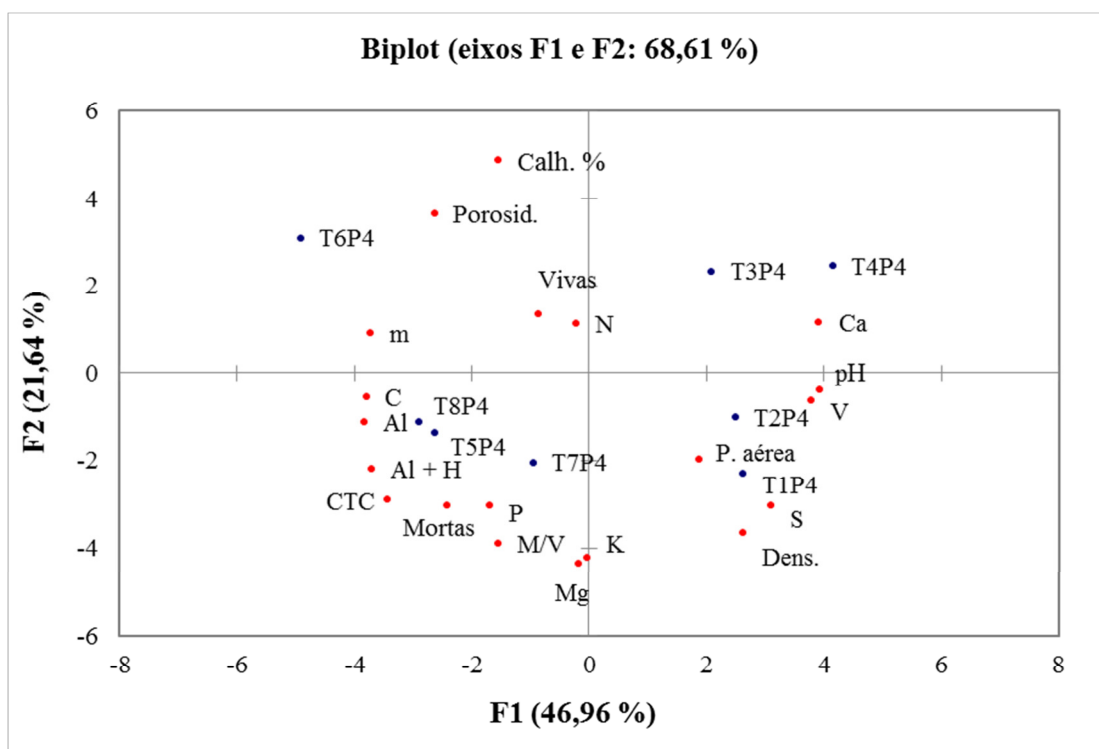


Figura 25. Análise dos Componentes Principais das variáveis e suas relações em função da profundidade 28-35 cm, eixo 1 responsável por 47 % e eixo 2 por 21,6 % da variabilidade. T1P4- trincheira 1 profundidade 4 (35 cm), T2P4- trincheira 2 profundidade 4, T8P4- trincheira 8 profundidade 4; C- carbono orgânico, Al- Alumínio, P- Fósforo, N- Nitrogênio, Ca- Cálcio, Mg- Magnésio, K- Potássio, Al + H- Acidez potencial, m- saturação por Al, S- soma de bases; Mortas- massa seca raízes mortas do sapê, Vivas- massa seca raízes vivas do sapê, M/V- relação massa seca raízes mortas/raízes vivas do sapê, P. aérea- massa seca parte aérea do sapê; Calh- calhaus (%), Dens- densidade (%), Porosid- porosidade (%).

A matriz de correlação (Tabela 4) permite visualizar de forma mais nítida as relações entre as variáveis representadas no diagrama. As respostas das variáveis massa seca das raízes e da parte aérea do sapê em relação às variáveis atributos do solo não foram significativas, confirmando que estes não influenciaram na diferença da produção de biomassa pelo sapê entre as duas áreas e que a maior produção na topossequência 1 pode ser resultante da menor luminosidade incidente sobre a topossequência 2, devido ao plantio de eucalipto.

Tabela 4. Matriz de correlação de Pearson (n) entre as variáveis explicativas (atributos do solo) e variáveis-resposta (massa do sapê).

Var.	pH	Al	Al + H	Ca	Mg	K	P	C	N	S	CTC	V	m	Calh.	Dens.	Por.	RV	RM	M/V	P. aé
pH	1	-0.898	-0.83	0.912	0.025	0.111	-0.287	-0.895	-0.017	0.786	-0.753	0.922	-0.92	-0.508	0.598	-0.6	-0.31	-0.665	-0.404	0.374
Al	-0.898	1	0.953	-0.943	0.159	0.087	0.6	0.834	-0.074	-0.642	0.915	-0.91	0.904	0.209	-0.443	0.443	0.194	0.56	0.387	-0.25
Al + H	-0.827	0.953	1	-0.95	0.304	0.272	0.612	0.855	0.066	-0.511	0.988	-0.84	0.805	0.007	-0.363	0.363	0.016	0.634	0.536	-0.34
Ca	0.912	-0.943	-0.95	1	-0.298	-0.14	-0.49	-0.943	-0.008	0.57	-0.924	0.828	-0.81	-0.164	0.564	-0.56	-0.27	-0.66	-0.42	0.489
Mg	0.025	0.159	0.304	-0.298	1	0.387	0.38	0.227	-0.163	0.61	0.435	0.231	-0.26	-0.755	0.233	-0.23	0.28	0.378	0.231	-0.16
K	0.111	0.087	0.272	-0.144	0.387	1	0.185	0.027	0.035	0.296	0.345	0.088	-0.13	-0.565	0.296	-0.3	-0.41	0.338	0.568	0.067
P	-0.287	0.6	0.612	-0.49	0.38	0.185	1	0.453	-0.52	-0.077	0.647	-0.37	0.353	-0.427	-0.007	0.007	0.063	0.156	0.138	0.174
C	-0.895	0.834	0.855	-0.943	0.227	0.027	0.453	1	-0.043	-0.593	0.817	-0.77	0.738	0.209	-0.642	0.642	0.299	0.664	0.398	-0.53
N	-0.017	-0.074	0.066	-0.008	-0.163	0.035	-0.52	-0.043	1	-0.136	0.048	-0.12	0.08	0.166	-0.102	0.102	-0.57	-0.021	0.171	-0.52
S	0.786	-0.642	-0.51	0.57	0.61	0.296	-0.077	-0.593	-0.136	1	-0.375	0.883	-0.89	-0.809	0.686	-0.69	-0.03	-0.204	-0.103	0.281
CTC	-0.753	0.915	0.988	-0.924	0.435	0.345	0.647	0.817	0.048	-0.375	1	-0.75	0.71	-0.135	-0.271	0.271	0.011	0.648	0.56	-0.31
V	0.922	-0.908	-0.84	0.828	0.231	0.088	-0.368	-0.771	-0.121	0.883	-0.745	1	-1	-0.518	0.535	-0.54	-0.02	-0.467	-0.364	0.265
m	-0.917	0.904	0.805	-0.808	-0.26	-0.13	0.353	0.738	0.08	-0.894	0.71	-1	1	0.561	-0.544	0.544	0.076	0.428	0.305	-0.24
Calh	-0.508	0.209	0.007	-0.164	-0.755	-0.57	-0.427	0.209	0.166	-0.809	-0.135	-0.52	0.561	1	-0.588	0.588	0.235	-0.003	-0.176	-0.21
Dens.	0.598	-0.443	-0.36	0.564	0.233	0.296	-0.007	-0.642	-0.102	0.686	-0.271	0.535	-0.54	-0.588	1	-1	-0.39	0.002	0.299	0.776
Por.	-0.598	0.443	0.363	-0.564	-0.233	-0.3	0.007	0.642	0.102	-0.686	0.271	-0.54	0.544	0.588	-1	1	0.386	-0.002	-0.299	-0.78
Vivas	-0.31	0.194	0.016	-0.269	0.28	-0.41	0.063	0.299	-0.572	-0.034	0.011	-0.02	0.076	0.235	-0.386	0.386	1	0.139	-0.361	-0.16
Mort	-0.665	0.56	0.634	-0.66	0.378	0.338	0.156	0.664	-0.021	-0.204	0.648	-0.47	0.428	-0.003	0.002	-0	0.139	1	0.862	-0.07
M/V	-0.404	0.387	0.536	-0.42	0.231	0.568	0.138	0.398	0.171	-0.103	0.56	-0.36	0.305	-0.176	0.299	-0.3	-0.36	0.862	1	0.138
P. aé	0.374	-0.254	-0.34	0.489	-0.159	0.067	0.174	-0.53	-0.517	0.281	-0.312	0.265	-0.24	-0.208	0.776	-0.78	-0.16	-0.073	0.138	1

Valores em negrito são diferentes de 0 com um nível de significância alfa=0.05.

3.6. CONCLUSÕES

As topossequências 1 e 2 não diferem entre si e a menor produção de biomassa pelo sapê na topossequência 2 é consequência do sombreamento ocasionado pela população de eucalipto nela existente.

Os maiores valores de soma e de saturação por bases estão relacionados às profundidades de 0-7 e 7-14 cm e à posição da trincheira no topo, enquanto a concentração e a saturação por Al estão relacionadas às camadas de 14-28 e 28-35 cm e às trincheiras no terço médio e inferior.

Os resultados mostram que o sapê tolera solos pobres em nutrientes, ácidos e com concentrações elevadas de Al.

4. CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DE LEGUMINOSAS HERBÁCEAS SOBRE AS ESPÉCIES INVASORAS E ARBÓREAS E EFICIÊNCIA DA FORMA DE PLANTIO EM REFLORESTAMENTOS

4.1. RESUMO

A remoção da cobertura vegetal e o manejo extensivo, principalmente com o uso do fogo, conduzem à perda de solo, ocorrência de voçorocas, assoreamento e o consequente empobrecimento e degradação. O reflorestamento é uma das medidas biológicas mais utilizadas para reversão deste quadro. No entanto, esta operação pode ser onerosa ou até inviabilizada, devido à ocorrência da vegetação espontânea, em função da sua eficiência metabólica. O plantio de espécies leguminosas de cobertura pode reduzir tanto a perda de solo, como a ocorrência de gramíneas invasoras, devido a sua rusticidade, rápida cobertura do solo e competição pelos fatores de crescimento com as gramíneas. O estudo foi realizado nas dependências do IFRJ, Campus Nilo Peçanha-Pinheiral. Foram utilizados quatro tratamentos, duas densidades de plantio de três espécies leguminosas herbáceas e arbustivas, combinadas com o plantio de cinco espécies arbóreas, por semeadura direta e pelo plantio de mudas, e por uma testemunha, dispostos em cinco blocos com quatro repetições cada, num esquema fatorial $2 \times 2 + 1$ por meio do software SISVAR e o teste utilizado para comparação das médias foi o Scott-Knot a 5 % de probabilidade, como o objetivo de analisar os efeitos de dois coquetéis de leguminosas na supressão da vegetação espontânea e sobre as espécies arbóreas utilizadas no reflorestamento. Os resultados mostraram que, estatisticamente não houve efeito supressivo pelas leguminosas sobre a vegetação espontânea, embora em termos absolutos, a produção de gramíneas tenha sido menor nas parcelas de controle, bem como, que a produção de biomassa pelas leguminosas foi muito baixa. As leguminosas também não influenciaram negativamente às espécies arbóreas utilizadas, indicando que a semeadura das espécies forrageiras a lanço e diretamente sobre o solo, não é recomendada para as condições locais.

Palavras chave: Restauração florestal. Plantas invasoras. Controle.

4.2. ABSTRACT

The removal of the vegetation, extensive management, and especially the use of fire, leads to soil loss, occurrence of gullies, silting and the consequent impoverishment and degradation. Reforestation is one of the most widely used biological measures to reverse this situation, however, this operation can be costly or even unfeasible, due to the occurrence of spontaneous vegetation, according to their metabolic efficiency. Planting cover legume species can reduce both soil loss, as the occurrence of invasive grasses due to its hardiness, fast ground cover and competition for growth factors with the grasses. The study was conducted in IFRJ dependencies, Campus Pinheiral. Four treatments were two planting densities of three species herbaceous and shrub legumes, combined with the planting of five tree species for direct seeding and the planting of seedlings, and by a witness, arranged in five blocks with four replications each, a factorial $2 \times 2 + 1$ through SISVAR software and the test used to compare the médias was the Scott-Knot a 5% probability, as the purpose of analyzing the effects of two pulses of cocktails in the suppression of spontaneous vegetation and on Tree species used in reforestation. The results showed that statistically there was no suppressive effect on the pulses by spontaneous vegetation, although in absolute terms, grasses production was lower in the control plots, as well as the production of biomass by legumes is very low. Legumes also not negatively influenced the used tree species, indicating that the seeding of forage species by broadcasting directly on the ground and is not recommended for local conditions.

Keywords: Forest restoration. Invasive plants. Control.

4.3. INTRODUÇÃO

O controle da vegetação espontânea é vital para o estabelecimento de qualquer atividade de revegetação de áreas degradadas, tendo em vista sua influência inibitória sobre as espécies arbóreas, principalmente quando estas se encontram no estágio de mudas, causando a redução no diâmetro do caule e da área foliar, comprometendo em até 68% a produção de massa seca pelos ramos e folhas (TAROUCO et al., 2009; DA CRUZ et al., 2010).

Diversos são os mecanismos de ação que as leguminosas herbáceas possuem que as habilitam ao uso no controle de plantas daninhas. Dentre eles podem ser citados a competição por água luz e nutrientes, a redução da luminosidade exercida pela cobertura morta sobre a germinação das sementes fotoblásticas positivas, bem como o efeito alelopático, resultante da decomposição de suas folhas e ramos (HERNANI e PADOVAN, 2014).

Segundo Coelho et al. (2004), com o aumento da intensidade de sombreamento diminuem a riqueza, a abundância e a diversidade das espécies espontâneas, evidenciando a eficiência deste tipo de método de controle.

O estudo visou avaliar o comportamento de cinco espécies florestais sob duas formas de plantio, por semeadura direta e por mudas, frente à competição pela vegetação invasora, e os efeitos de leguminosas forrageiras no seu controle. Além disso, avaliar possíveis efeitos benéficos e se as leguminosas forrageiras utilizadas podem ter algum efeito negativo sobre as cinco espécies arbóreas nativas.

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo da matocompetição, foi designada uma área à margem de um dos afluentes intermitentes do córrego Nilo Peçanha. Nessa área foi testado o efeito da competição de leguminosas forrageiras sobre a vegetação espontânea, bem como se ocorreria algum efeito negativo destas forrageiras sobre as espécies arbóreas usadas no reflorestamento e se as formas de plantio destas teriam desempenhos distintos. Foram utilizados cinco tratamentos distribuídos em 5 blocos com 4 parcelas de 160 m² cada, conforme especificado na Figura 26 e na Tabela 5.

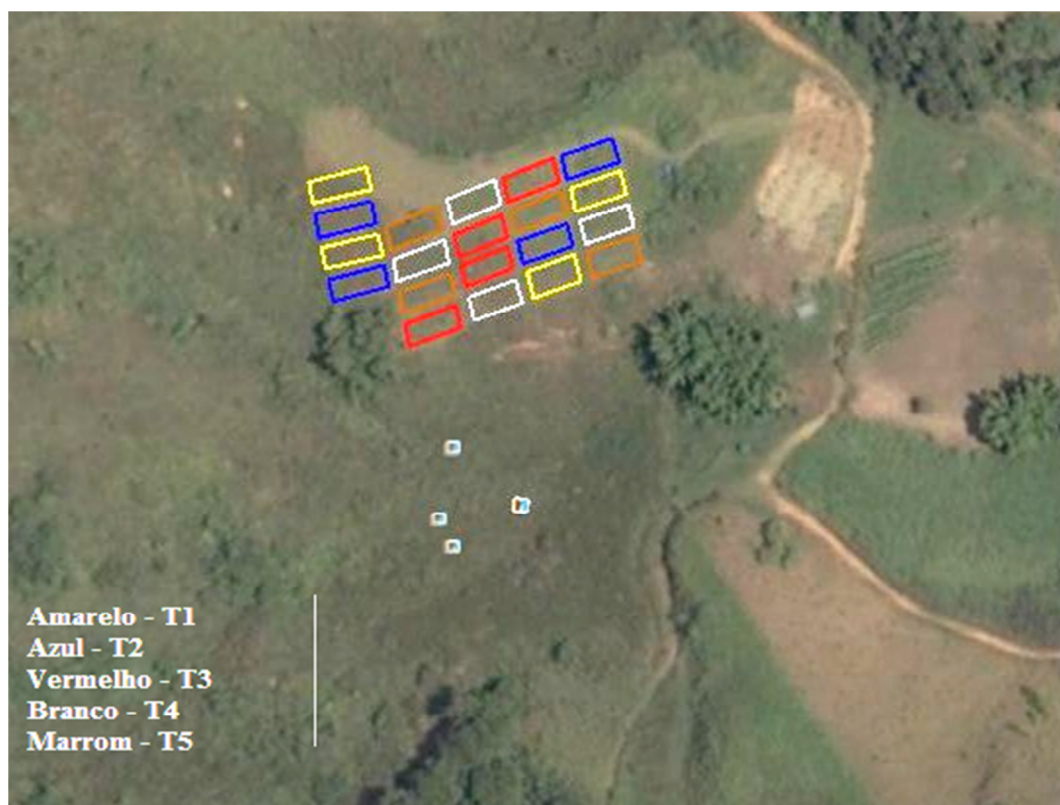


Figura 26. Localização das parcelas para avaliação do efeito das leguminosas, área 1.

Os tratamentos T1, T2, T3, T4 consistiram da combinação de duas misturas de sementes de leguminosas herbáceas (coquetéis) e duas estratégias de plantio de espécies arbóreas como descrito na Tabela 5. As leguminosas herbáceas utilizadas no controle do desenvolvimento das espécies componentes da vegetação invasora foram: feijão de porco, crotalária e guandu. O plantio das espécies florestais, por sua vez, ocorreu por mudas e por semeadura direta. O tratamento T5 (controle) foi utilizado como parâmetro de comparação, tendo em vista que neste, a vegetação invasora se desenvolveu sem qualquer interferência, ou seja, como ocorre naturalmente.

As parcelas foram separadas no sentido longitudinal por linhas de 1 m de largura e no sentido transversal, por ruas com 2 m de largura, para permitir o caminhamento para as avaliações, resultando desta forma em área de 4140 m², 90 m de comprimento por 46 m de largura (Figura 26).

O experimento foi iniciado com a limpeza da área para instalar as parcelas, removendo-se toda a vegetação existente usando roçadeira a gasolina. A seguir foi feito o primeiro combate a formigas cortadeiras, com isca formicida granulada a base de sulfuramida. Conforme prosseguiam as atividades, esta operação ia sendo repetida em função da

observação de novos olheiros e movimentação de formigas. Em paralelo ao preparo da área, foram demarcadas e estaqueadas as parcelas, de acordo com sorteio e identificação prévia, usando cores e números relacionados aos tratamentos e número de repetições (Figura 27).

Tabela 5. Discriminação dos tratamentos utilizados no experimento com leguminosas herbáceas.

Descrição dos componentes do fatorial 2 x 2 +1			
Níveis	Coquetéis utilizados	Espécies utilizadas	Quantidade
Nível 1	Coquetel 1	<i>Canavalia ensiformis</i>	125 kg/ha
		<i>Crotalária juncea</i>	312,5 kg/ha
		<i>Cajanus cajan</i>	156,25 kg/ha
Nível 2	Coquetel 2	<i>Canavalia ensiformis</i>	312,5 kg/ha
		<i>Crotalária juncea</i>	156,25kg/ha
		<i>Cajanus cajan</i>	93,75kg/ha
Níveis	Forma de plantio	Espécies utilizadas	
Nível 3	Plantio por mudas	<i>Enterolobium contotsiliquum</i>	
		<i>Sapindus saponaria</i>	
		<i>Schizolobium parahyba</i>	
		<i>Senna multijuga</i>	
		<i>Peltophorum dubium</i>	
Nível 4	Plantio por sementes	<i>Enterolobium contotsiliquum</i>	
		<i>Sapindus saponaria</i>	
		<i>Schizolobium parahyba</i>	
		<i>Senna multijuga</i>	
		<i>Peltophorum dubium</i>	
Tratamentos			
Tratamento 1	Combinação de coquetel 1 + plantio por mudas		
Tratamento 2	Combinação de coquetel 1 + plantio por sementes		
Tratamento 3	Combinação de coquetel 2 + plantio por mudas		
Tratamento 4	Combinação de coquetel 2 + plantio por sementes		
Tratamento 5	Parcelas não submetidas a nenhum tratamento (Controle absoluto)		



Figura 27. Localização das parcelas e desenvolvimento das leguminosas herbáceas.

Foram pesadas as sementes de feijão de porco, crotalária e guandu nas quantidades pré-estabelecidas, em balança digital manual, após o que, foram embaladas em bolsas plásticas e identificadas pelo nome da espécie e respectivo peso, para transporte até o campo.

Terminada a demarcação das parcelas, diante do período chuvoso entre os dias 26 e 28 de novembro de 2013, com base na recomendação de plantio das leguminosas herbáceas até o fim deste mês, foi feita no dia 26 de novembro a semeadura a lanço das combinações das leguminosas, feijão de porco, crotalária e guandu nas densidades de plantio planejadas, por parcela de 160 m², com número de repetições definido e de acordo com o sorteio das parcelas.

Antes da semeadura, as espécies leguminosas forrageiras foram inoculadas com bactérias do grupo dos rizóbios específicos, fornecidas pela Embrapa Agrobiologia. Foram utilizados setecentos gramas de inoculante, distribuídos proporcionalmente em função da densidade de sementes estabelecida para cada tratamento.

Para a manutenção da umidade junto às sementes das leguminosas forrageiras, bem como a homogeneização da distribuição destas, foi passado rastelo sobre o material roçado, no interior das parcelas.

O plantio das espécies florestais foi realizado em covas de 20 cm de diâmetro por 25 cm de profundidade, no caso da utilização de mudas, e em covas de 5 cm de diâmetro por 5 cm de profundidade, no caso de sementes. O espaçamento entre as espécies arbóreas foi de 2 m nas linhas por 2 m entre plantas, ou seja, 4 m² por planta (Figura 28), resultando em quarenta plantas por parcela, oito de cada uma das cinco espécies escolhidas. O plantio foi realizado simultaneamente para avaliar tanto o desenvolvimento das espécies arbóreas, como as relações entre elas e a vegetação invasora e as leguminosas herbáceas, comparativamente ao crescimento das espécies invasoras no tratamento sem intervenção.



Figura 28. Plantio das mudas de espécies florestais.

Antes do plantio, ainda no viveiro, as mudas das espécies florestais arbóreas foram medidas quanto à altura total e o diâmetro do caule à altura de 10 cm acima do colo. Após o plantio nas respectivas parcelas, essas mudas bem como as oriundas da germinação por semeadura direta, tiveram seu desenvolvimento acompanhado e avaliado pela repetição do procedimento descrito. As medições foram repetidas a cada quatro meses, em março, julho e novembro de 2014. As etapas e respectivos calendários estão resumidos na Figura 29.

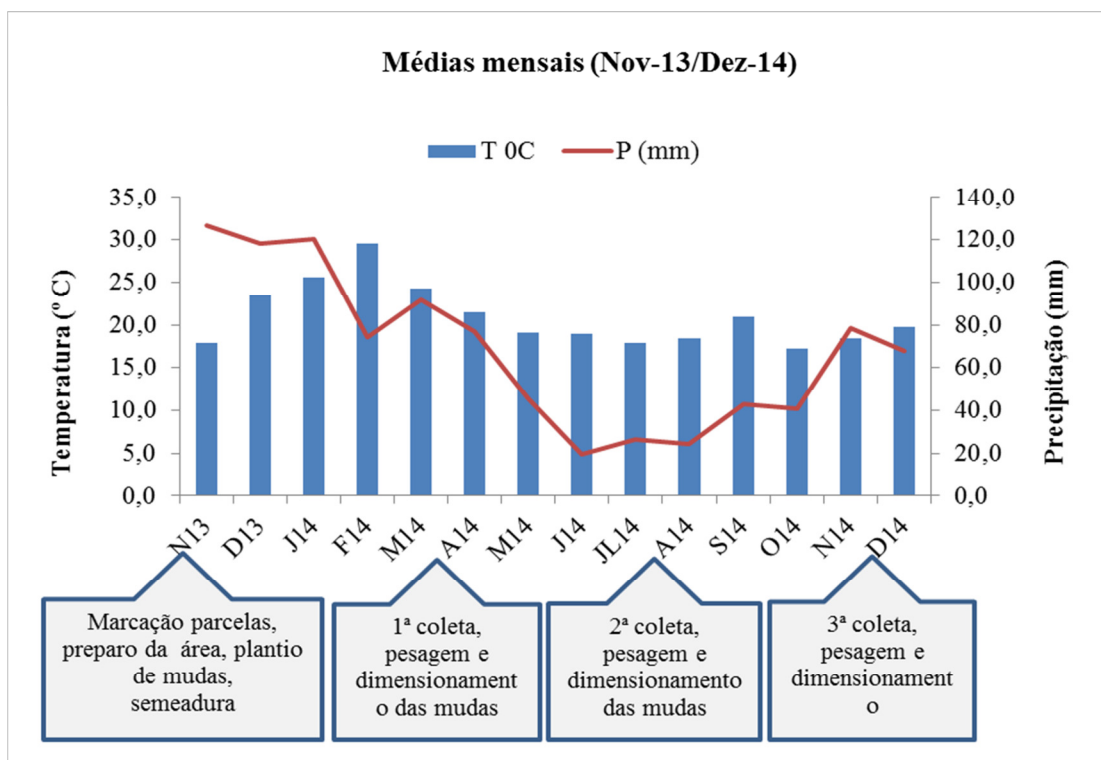


Figura 29. Etapas, implantação do experimento, coleta, pesagem e dimensionamento.

A quebra de dormência das sementes das espécies florestais semeadas diretamente foi realizada pelos métodos mecânico, em esmeril, para as sementes de guapuruvú (*Schizlobium parahyba*) e sabão de soldado (*Sappindus saponaria*); escarificação com tesoura para a canafístula (*Peltophorum dubium*); o método químico de imersão em H₂SO₄ 98%, por 90 minutos para o tamboril (*Enterolobium contorsiliquum*); e para o pau cigarra (*Senna multijuga*) não houve quebra de dormência.

Como até o dia 5 de dezembro as chuvas foram fracas e o solo estava bastante seco, pelo menos superficialmente, optou-se por fazer uma rega pela manhã das espécies florestais, tanto semeadas quanto as plantadas nos dias 4 e 5 de dezembro (a última parcela plantada). A qual foi complementada por chuva natural, neste dia 5, à tarde. No dia 9 de dezembro, como algumas mudas apresentavam sinais de estresse hídrico, foi feita nova rega. Após este dia (9), não houve mais regas, para não influenciar as espécies competidoras, feijão de porco, crotalária e guandu, pelo pisoteio.

Para avaliar as relações entre as espécies leguminosas herbáceas, as arbóreas florestais e a vegetação espontânea, foram determinadas áreas úteis com 2 m de largura por 16 m de comprimento dentro de cada parcela. Para eliminar o efeito de borda, estas foram divididas em oito compartimentos de 2m x 2m (4m²) e dentre estes um foi sorteado a cada período de avaliação, sendo cada unidade sorteada em uma ocasião removida do sorteio subsequente.

A avaliação consistiu na coleta da biomassa e tomada de fotos. Foi utilizado um gabarito de madeira com área de 1 m² (1m x 1m) para obter as imagens fotográficas e o corte da vegetação existente dentro dos limites do gabarito à uma altura de 5 cm do solo (altura do gabarito), que foi feito por meio de foice serrilhada. O gabarito foi subdividido em 16 quadrantes de 0,25 x 0,25cm, para avaliação dos seguintes indicadores ecológicos: densidade relativa, dominância relativa e valor de cobertura. O critério adotado foi a presença ou ausência das espécies avaliadas no experimento em cada quadrante, independente da massa que estes possuísem, como mostrado na Figura 30.



Figura 30. Coleta de leguminosas e gramíneas para pesagem e determinação de N.

Todo o material coletado foi posto em sacos de papel de 60 kg, com a identificação da parcela a qual pertencia, sendo a seguir, posto para secar ao ar por três dias. Após a secagem, o material era separado por espécies - braquiária, sapê, feijão de porco, crotalária, guandu e outras, com remoção de possíveis contaminações por terra ou outros materiais que pudessem interferir no peso. A seguir, foram acondicionados em sacos de papel e identificados conforme a parcela e a espécie, para secagem em estufa de circulação forçada do laboratório do viveiro de mudas do IFRJ Campus Pinheiral, à temperatura de 65°C +/- 5°C por 72 horas (Figura 31). A seguir era anotado o peso da matéria seca (seco em estufa) para posterior processamento.



Figura 31. Secagem das leguminosas e gramíneas.

De cada amostra seca da parte aérea foi retirada alíquota, conforme procedimento do Laboratório de Química Agrícola da Embrapa Agrobiologia, para determinar o teor de nitrogênio. Foram utilizadas duas amostras de cada uma das coletas em março de 2014 e em julho de 2014, para cada espécie de leguminosa.

O delineamento adotado foi o em blocos casualizados, com 4 repetições, em esquema de parcelas subdivididas no tempo com fatorial 2 x 2 + 1 e controle na parcela. O fatorial compôs-se de dois níveis para o fator coquetel. O coquetel 1, correspondendo às densidades de semeadura de 125 kg de feijão de porco, 312,5 kg de crotalária e 156,25 kg de guandu por

hectare, e o coquetel 2, às densidades de semeadura de 312,5 kg de feijão de porco, 156,25 kg de crotalária e 93,75 kg de guandu por ha. Os níveis do fator formas de plantio para as espécies arbóreas foram o plantio por semeadura direta e plantio com mudas. Foi utilizado um controle absoluto, composto pelas parcelas onde só havia gramíneas (sapê e braquiária). Nas subparcelas foram avaliadas três épocas de coleta dos dados, aos 146, 268 e 376 dias após a semeadura (DAS).

As variáveis analisadas foram: massa seca das espécies - *Imperata brasiliensis* (sapê), *Brachiaria spp.* (braquiária), *Canavalia ensiformis* (feijão de porco), *Crotalaria juncea* (crotalária) e *Cajanus cajan* (guandu), para avaliar se as médias entre a produção de biomassa das gramíneas das parcelas de controle apresentariam diferença estatística significativa em relação à média de produção de biomassa destas, nas parcelas onde foram aplicados os tratamentos. Foi feita a análise de variância pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2006) e as médias entre os níveis dos fatores avaliados foram comparadas pelo teste Scott,Knott , a 5% de probabilidade.

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1. Desenvolvimento das espécies leguminosas, herbáceas e gramíneas

Após a semeadura e emergência das leguminosas herbáceas foi observada uma sequência de colonização em função do desenvolvimento diferenciado. O feijão de porco foi a espécie com o maior desenvolvimento inicial e consequente maior colonização da área, seguido pela crotalária e o guandu. Este último ainda em fase inicial de desenvolvimento, nas últimas avaliações no campo. Quanto à braquiária e o sapê, predominou a braquiária na colonização das parcelas, principalmente em relação a testemunha (Figura 32).

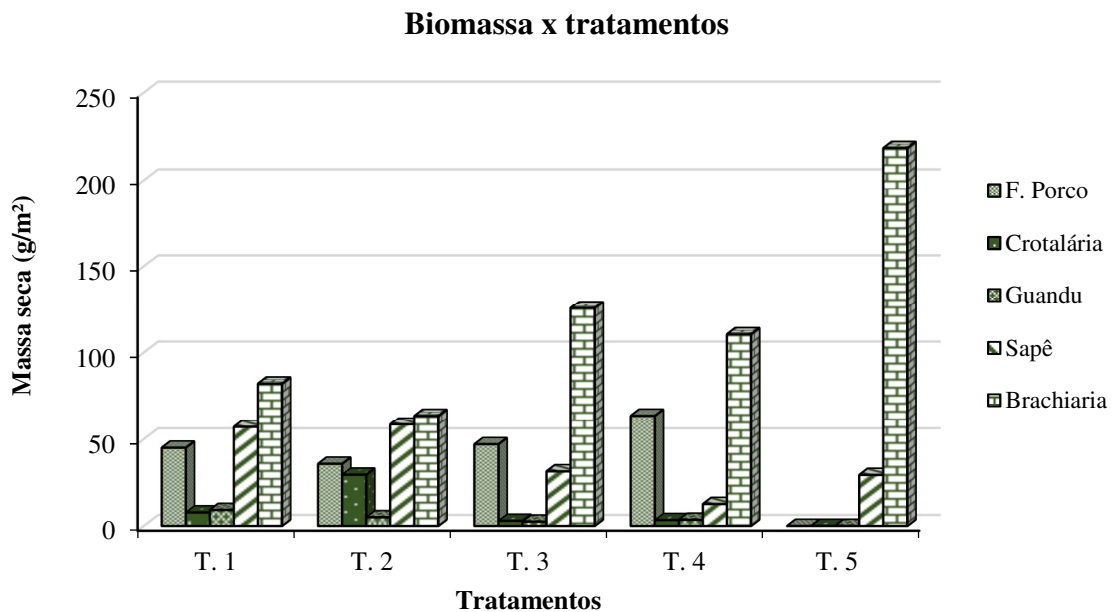


Figura 32. Produção de biomassa pelas espécies dentro dos tratamentos. T1- coquetel 1 + mudas; T2- coquetel 1 + semeadura; T3- coquetel 2 + mudas; T4- coquetel 2 + semeadura; T5- controle.

Os resultados de fertilidade do solo (Tabela 6), como comentado no Capítulo 1, indicam baixa concentração de nutrientes e altos teores de Al. Essas condições, aliadas à ocorrência de queimadas, desfavorecem o estabelecimento de espécies mais exigentes em nutrientes, ou seja, de grupos sucessionais mais avançados, em prol da colonização por espécies gramíneas como o sapê e a braquiária. O que se dá, até que essas plantas, por meio da deposição de matéria orgânica, forneçam condições para espécies mais exigentes, conforme relatado por (CATRY et al., 2010).

Tabela 6. Atributos químicos do solo área 1 (médias de três repetições para os perfis topo e terços superior, médio e inferior).

Fertilidade do solo na área 1													
Prof.	Unid.	Cmol _c .Kg ⁻¹						Mg.L ⁻¹			(%)		
Ph		Al	Al + H	Ca	Mg	K	S	T	P	N	C	V	m
0 - 7	4,26	0,87	4,49	0,59	0,51	0,25	1,34	5,83	1,12	0,10	0,96	22,64	40,63
7 - 14	4,7	1,17	4,08	0,39	0,36	0,16	0,91	4,98	1,10	0,09	0,88	18,15	55,81
14 - 28	4,58	1,41	4,03	0,27	0,21	0,08	0,56	4,59	0,75	0,08	0,59	12,18	70,97
28 - 35	4,64	1,51	4,03	0,27	0,22	0,05	0,54	4,57	0,79	0,08	0,55	12,16	72,91

4.5.2. Produção de biomassa das espécies gramíneas em relação aos tratamentos

Não houve diferença significativa entre as médias de produção de massa seca pelas gramíneas braquiária e sapê, tanto quando comparadas as duas densidades de semeadura, coquetéis 1 e 2, quanto às formas de plantio das espécies arbóreas nativas, por mudas ou por sementes. O mesmo ocorre entre as datas de coleta, seja quando analisadas em conjunto a soma das massas secas de braquiária e sapê, ou quando separadas as massas secas do sapê e da braquiária. Por isso, a Figura 33 condensa os dados médios de cada espécie entre as três datas de coleta (dias após semeadura).

Resultado semelhante foi encontrado por Duarte (2010), ao avaliar coquetéis de adubos verdes, no norte de Minas Gerais, em que a média da massa seca da crotalária não mostrou diferença significativa em relação à da vegetação espontânea e as do feijão de porco e do guandu tiveram desempenho ainda inferiores. Pttelkow et al. (2012) também observaram que não houve diferença significativa entre as médias das produções de biomassa de crotalária e de braquiária ao avaliarem plantas de cobertura e preparo do solo.

Como os resultados indicam ausência de diferença entre as combinações das densidades de semeadura (coquetéis) das três espécies usadas, foi considerada como a melhor opção o uso do coquetel que apresenta o menor custo.

A análise da Figura 33 mostra maior produção de massa seca pela braquiária, em termos absolutos, nos tratamentos 3 e 4, onde foi utilizado o coquetel 2, ou seja, o que conteve a maior densidade de sementes de feijão de porco. Por outro lado, a produção de biomassa pelo sapê relativa a estes mesmos tratamentos (3 e 4) foi maior que a sua produção entre os tratamentos 1 e 2.

Estes dados induzem à hipótese de que a competição entre as plantas de feijão de porco, como consequência da maior densidade de semeadura, levou à sua menor produção, como será mostrado em tópico posterior. Ainda, esta pode ter sido a consequência da menor eficiência no controle da braquiária e também, que a competição entre esta e o sapê poderia lavar a menor produção de biomassa pelo sapê, relativa aos tratamentos 3 e 4. O que concorda com os resultados de Lima et al. (2014), que indicaram que a *Brachiaria ruziziensis* suprimiu outras ervas daninhas, devido à sua maior eficiência em relação à produção de biomassa. No entanto, essas comparações baseiam-se nos valores absolutos, já que não houve diferença significativa entre os dados.

Desdobramento coquetéis x formas de plantio

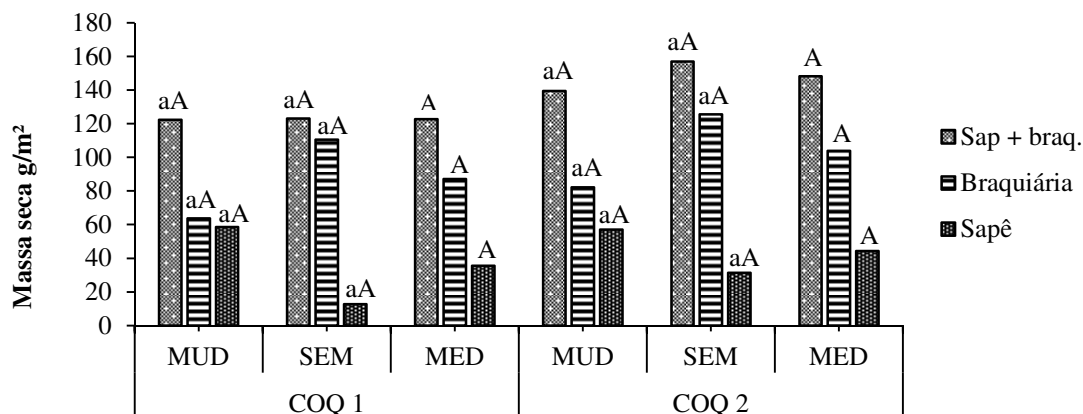


Figura 33. Massa seca do sapê, da braquiária e do sapê + braquiária, em relação aos tratamentos (coquetéis) e formas de plantio das espécies nativas (sementes ou mudas). Médias de quatro repetições, letras maiúsculas iguais nas linhas e minúsculas iguais nas colunas, indicam que não há diferença significativa entre as médias, pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade. Coquetel 1- 2 kg de feijão de porco, 5 kg de crotalaria e 2,5 kg de guandu (125 kg de FP, 312,5 kg de CR e 156,2 kg de GU)/ha. Coquetel 2- 5 kg de feijão de porco, 2,5 kg de crotalaria e 1,5 kg de guandu. (312,5 kg de FP, 156,2 kg de CR e 94 kg de GU)/ha.

As espécies gramíneas apresentaram o mesmo comportamento, quando da comparação das suas médias com as médias dos tratamentos supracitados, em relação às épocas de coleta março, julho e novembro de 2014 (Figura 34). O que difere do encontrado por Lima et al. (2014), no qual a *Braquiaria ruziziensis* mostrou-se mais eficiente na produção de biomassa que as espécies feijão de porco, crotalaria e guandu, devido à sua permanência em estágio vegetativo por maior período de tempo. Teixeira et al. (2014), verificaram, ao avaliarem leguminosas em sistema de plantio direto, que a meia vida e o tempo de persistência das espécies *Brachiaria brizantha* e *B. urochloa* foi superior ao das leguminosas, feijão de porco e crotalaria. O confronto destes resultados, com os encontrados pelos autores citados, indica, pelo menos, a estabilização da produção de biomassa da braquiária e do sapê como consequência do uso dos coquetéis de leguminosas.

Não houve diferença significativa entre a média da soma da biomassa das espécies sapê e braquiária, nas parcelas de controle (T5), quando comparada às médias destas obtidas nas parcelas onde existiam os tratamentos 1, 2, 3 e 4, quando analisadas separadamente ou em conjunto (Figura 34). Não obstante esse dado estatístico, a produção de biomassa das espécies de gramíneas nas parcelas de controle foi no mínimo 50% maior, onde o sapê e a braquiária apresentaram a maior produtividade de biomassa. O que concorda com resultados de Barreto et. al. (2010), que mostram maior produção de massa seca pela *Brachiaria decumbens* na testemunha, que dentro do tratamento com feijão de porco e crotalaria, com e sem adubação nitrogenada, embora no caso a diferença fosse significativa. Avila et al. (2012) mostraram maior produção de massa seca pelo guandu em relação à braquiária, em termos absolutos, no entanto sem diferença estatística significativa, corroborando a hipótese nesse estudo.

Resultado semelhante ocorreu ao comparar a massa seca da espécie braquiária, no controle, comparada isoladamente com a dos tratamentos 1, 2, 3 e 4; em que a braquiária na segunda situação apresentou resultado no mínimo 73,9 % maior de produção de biomassa nas

parcelas de controle, quando comparada à sua maior produção dentro das parcelas onde ocorriam os tratamentos, ou seja, no tratamento 4 (Figura 34). Soares et al. (2012), ao estudarem efeitos do tipo de manejo associado ao uso de adubos verdes no controle de plantas daninhas, constataram que a produção de massa seca da vegetação espontânea da testemunha (pousio), foi maior que a do tratamento com leguminosas usadas para adubação.

Produção de massa seca x tratamentos

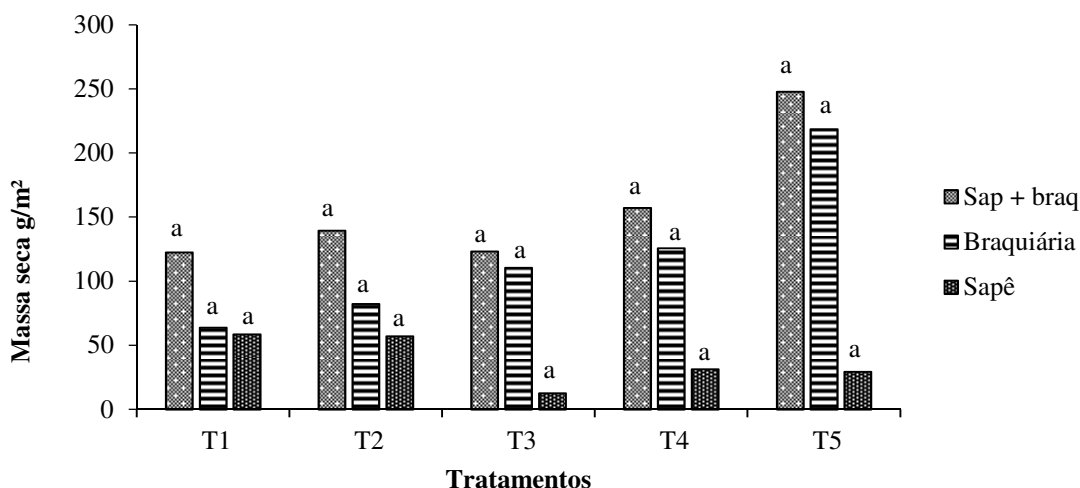


Figura 34. Médias da produção de massa seca pelas espécies entre as três coletas (DAS), relativas a cada tratamento. Médias de quatro repetições seguidas por letras minúsculas nas colunas, não diferem significativamente entre si pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

O sapê apresentou comportamento diferente, com produção de biomassa nos tratamentos 1, 2 e 4 maior que a da parcela de controle. Ainda, no tratamento 1 alcançou o dobro da encontrada na parcela de controle e somente no tratamento 3 a produção de biomassa pelo sapê foi menor que no controle (132,6 %) (Figura 34). Uma possível explicação pode ser o grande número de coletas nulas, ou seja, a ausência de sapê nas parcelas, provavelmente devido à ocorrência de manchas de solos com características que desfavorecem a colonização pelo sapê. O número de coletas nulas foi maior que o dobro das coletas realizadas com sucesso nas parcelas de controle, o que contribuiu para o valor muito baixo da média da produção de biomassa.

Tabela 7. Produção de biomassa do sapê e da braquiária nas parcelas de controle, nas coletas de março, julho e novembro de 2014 (1, 2 e 3).

	Massa seca g/m ²											
	Parcela C1			Parcela C2			Parcela C3			Parcela C4		
	mar	jul	nov	mar	jul	nov	mar	jul	nov	mar	jul	nov
SAPÊ	131,0	140,8	68,2	0	0	0	11,8	0	0	0	0	0
BRAQ.	51,7	0	204,8	0	334,6	0	164,1	241,2	243,4	419,1	457,6	504,7

4.5.3. Médias da produção de biomassa pelas espécies braquiária e sapê durante as três coletas, entre as parcelas, tratamento e controle

A Figura 35 apresenta a comparação das médias da produção de biomassa seca do sapê, da braquiária e da soma das produções destas duas espécies entre os tratamentos 1, 2, 3 e 4, em relação à média da produção destas entre as parcelas de controle (absoluto) e a Figura 36 a evolução das gramíneas em relação ao tempo (DAS).

Houve diferença significativa entre as médias de produção de massa seca tanto quando somadas as produções do sapê e da braquiária, em conjunto, como quando observadas apenas as médias de produção da braquiária, quando se comparam as parcelas de controle em relação a produção destas dentro dos quatro tratamentos. Timossi et al. (2011) mostraram a inibição do desenvolvimento da vegetação espontânea pela crotalaria, ao estudar a produção de sementes e métodos de semeadura desta espécie. Resultado semelhante foi encontrado por Alvino-Rayol et al. (2011), ao estudarem os efeitos do espaçamento e do uso de leguminosas no manejo de plantas daninhas em reflorestamento, os quais indicaram a limitação do crescimento e a alteração da composição florística das espécies espontâneas por coquetéis compostos por leguminosas adubadoras.

Deve ser considerada a média da biomassa seca do sapê pouco expressiva, resultante das coletas nulas descritas anteriormente, as quais foram menores que as das leguminosas nas parcelas de controle do que entre os tratamentos (Tabela 7).

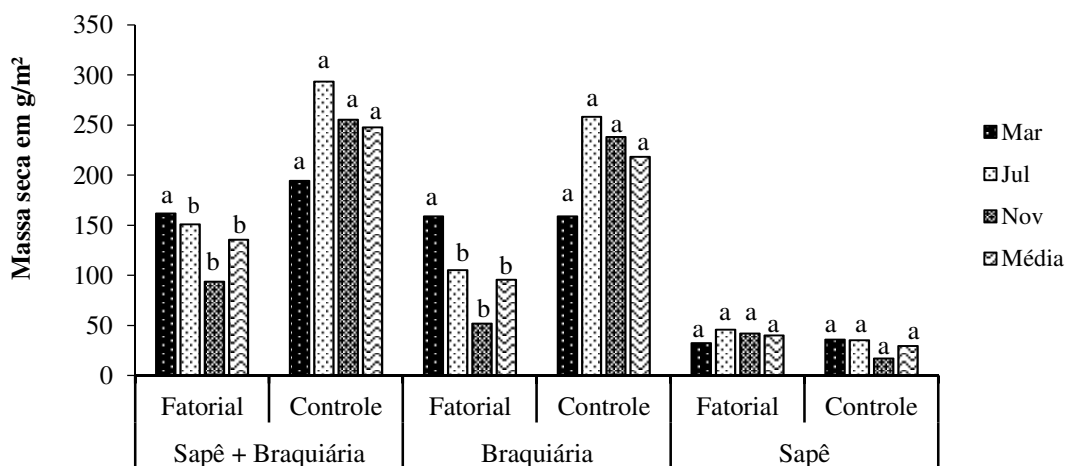
No período inicial, até o mês de março, a soma da produção da braquiária + sapê, bem como, a produção da braquiária isoladamente, se manteve próxima, quando comparados os tratamentos (fatorial) com a testemunha (Figura 35). Em julho, ocorre a queda da produção das gramíneas nas parcelas dos tratamentos, enquanto nas parcelas da testemunha esta produção cresceu. Já a produção do feijão de porco aumentou em julho, quando comparada à mesma ocorrida em março. Porém, não se pode afirmar que esta seja a única causa da inibição do crescimento das gramíneas, já que na última coleta em novembro, a produção das gramíneas nas parcelas de controle continuou diminuindo. Embora o menor crescimento das leguminosas, o feijão de porco em especial, também tenha reduzido drasticamente à produção de massa seca.

Em relação ao sapê, embora ocorra nulidade de coletas, como já relatado, não houve diferença significativa na produção de biomassa entre as médias dos tratamentos e o controle.

Os resultados indicam que os coquetéis de leguminosas influíram negativamente no desempenho da braquiária, quanto à produção de biomassa, levando-se em conta que a participação do sapê no total produzido pelas gramíneas em conjunto foi muito pequena. O que ratifica a redução significativa da biomassa da *Brachiaria brizantha* pelo uso de feijão guandu (Figura 36), relatada por Beltrame (2013) para espécies leguminosas em sistemas agroflorestais.

A queda da produção de biomassa pela braquiária poderia ser justificada pelo déficit hídrico que marca o inverno, mais ainda no ano de 2014, em que esse déficit foi mais intenso. No entanto, a produção da braquiária nas parcelas da testemunha, bem como na do sapê, tanto na testemunha como no controle, não apresentou redução significativa da biomassa, reforçando a hipótese de que os tratamentos influíram negativamente na produção de massa seca pela braquiária.

Médias dos quatro tratamentos



Desdobramento fatorial x controle x DAS

Figura 35. Relação entre massa seca do sapê, braquiária e do sapê + braquiária nos tratamentos e destas no controle (desdobramento fatorial x controle). Médias de quatro repetições, seguidas por letras minúsculas diferentes nas colunas, diferem significativamente entre si pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

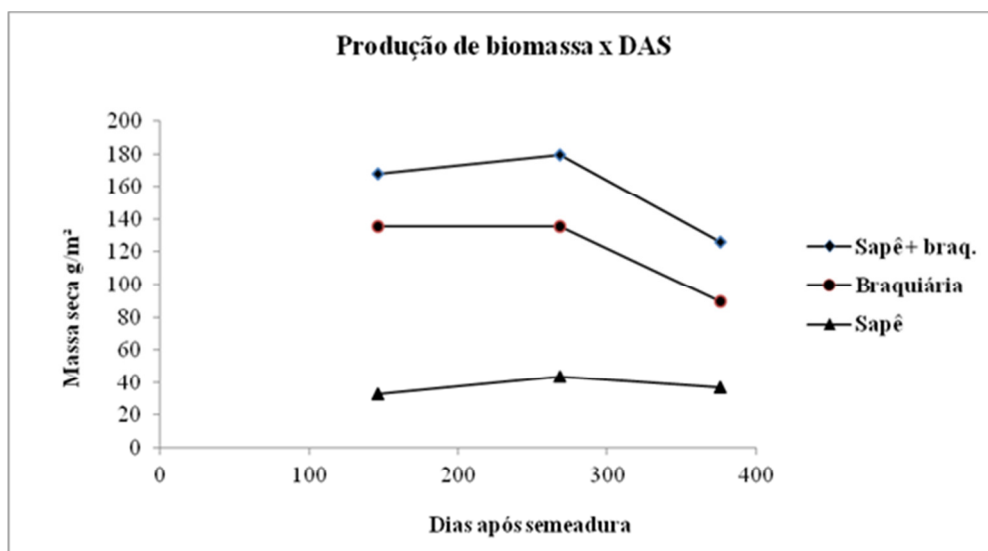


Figura 36. Desenvolvimento das espécies em relação ao tempo (DAS).

Quanto aos indicadores ecológicos das cinco espécies utilizadas no experimento, com base no número de indivíduos observados na área de coleta de 1 m², o feijão de porco apresentou maiores valores de dominância relativa e de cobertura nas duas primeiras coletas, março e julho de 2014, e que na última coleta em novembro de 2014 (Figura 37). Já a braquiária e o sapê obtiveram os maiores índices, concordando com os dados de Teodoro et al. (2011), ao estudarem a adubação verde em área de cerrado, mostrando que aos quarenta dias após a semeadura o feijão de porco cobria 67 % da área e que passados 120 dias já não

ocorria mais feijão de porco, crotalária ou guandu na área do experimento. Resultado semelhante foi encontrado por Missio et al. (2004), ao avaliarem a cobertura do solo e controle de plantas daninhas, em Uruguaiana-RS.

Esses resultados também reforçam a proposição de que, comparando-se as médias de produção de biomassa das gramíneas dos quatro tratamentos em relação ao controle, houve influência negativa das leguminosas sobre as invasoras.

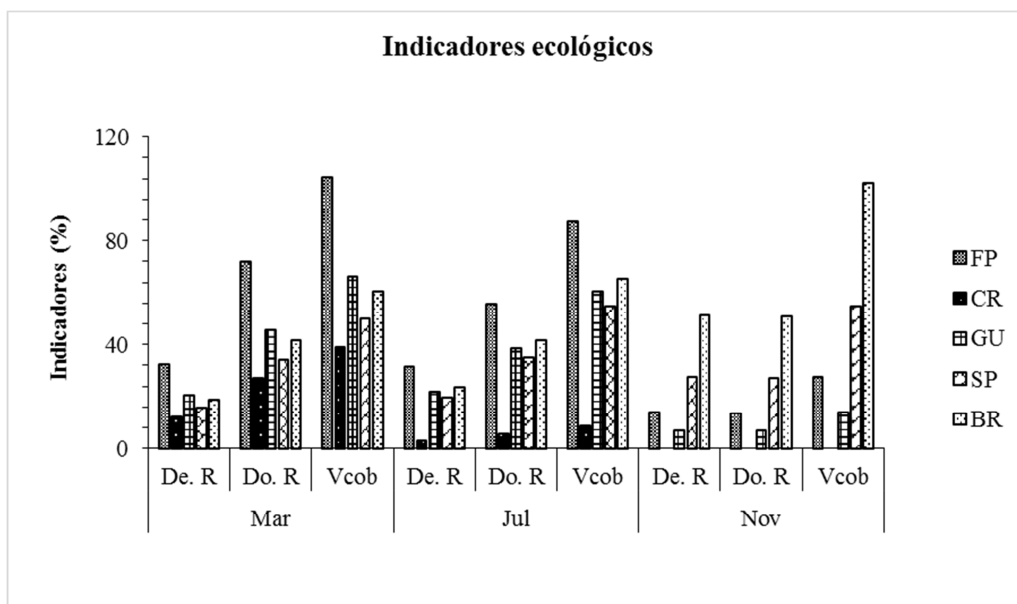


Figura 37. Densidade relativa, domiância relativa e valor de cobertura.

Em relação às épocas de coleta, também não houve diferença significativa entre as médias da biomassa produzida, tanto pelo sapê e braquiária analisados em conjunto, quanto isoladamente, ao longo do ano (Tabela 8). O que concorda com resultados de Missio et al. (2004), que não mostraram interação entre o controle das espécies daninhas por leguminosas forrageiras e as datas de coleta de 42, 56 e 70 dias após semeadura.

Esse resultado pode indicar que a produção de biomassa das gramíneas não foi influenciada pelo período de estiagem, embora tenha ocorrido considerável déficit hídrico e distribuição irregular das chuvas durante o ano de 2014, conforme mostrado na Figura 2 do Capítulo 1 (médias das precipitações e temperaturas). Ao contrário, as leguminosas podem ter sido afetadas pelas condições climáticas adversas, baixa fertilidade do solo e pela ausência de preparo do solo, conforme relatado por Carvalho et al. (2006), que avaliaram coquetéis de adubos verdes em Porto Velho-RO.

Tabela 8. Produção de biomassa pelas gramíneas.

Médias em relação ao tempo (DAS)			
Espécies	DAS 1	DAS 2	DAS 3
Sapê + braquiária	168,3 a	179,5 a	126,0 a
Braquiária	135,3 a	135,8 a	89,2 a
Sapê	33,0 a	43,7 a	36,8 a

4.5.4. Produção de biomassa das espécies leguminosas herbáceas, em relação aos coquetéis 1 e 2, e às datas de coleta (DAS)

Em geral, não houve diferença significativa entre as médias de produção de matéria seca pela parte aérea das espécies feijão de porco, guandu e crotalária, resultante da análise da soma da massa seca das três espécies, tanto quando relacionada à densidade de semeadura, representada pelos coquetéis 1 e 2, como à época de coleta, ou seja, dias transcorridos após a semeadura das três espécies (146, 268, 376 dias), a exceção ocorreu com a produção de biomassa pelo feijão de porco no mês de março, onde houve diferença significativa entre as médias das produções dos coquetéis 1 e 2. O mesmo ocorreu com as formas de plantio das espécies arbóreas, por mudas e por sementes, já que os coquetéis também não ocasionaram influência negativa, estatisticamente significativa em relação à produção dos tipos de plantio.

Estes resultados, como no tópico anterior, indicam que deve ser utilizado o coquetel que resultar em menor custo.

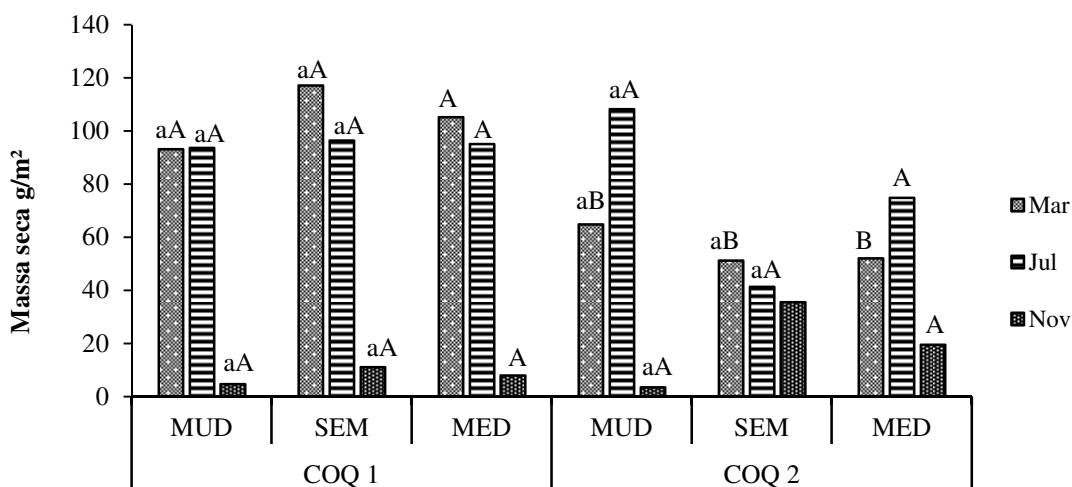
A análise da produção de matéria seca pela parte aérea do feijão de porco (Figura 38), mostra diferença significativa entre a média de produção dos coquetéis 1 (2 kg de FP) e 2 (5 kg de FP), na primeira coleta (146 dias após a semeadura) e que, embora não tenha ocorrido significância entre estas médias, na segunda coleta (246 dias após a semeadura), a média do coquetel 1 foi superior à do coquetel 2. Esses resultados indicam que a competição resultante da densidade de semeadura, maior que o dobro para o feijão de porco no coquetel 2, se comparada ao coquetel 1, pode ter sido a consequência desta menor produção do coquetel 2. O que concorda com os dados de Fernandes et al. (1999), que relatam a redução da produtividade do feijão de porco em função do aumento da densidade de semeadura.

Já na última coleta (376 dias após a semeadura), além da queda da produção de massa seca, pelo feijão de porco, em função do fim de seu ciclo vegetativo, anual segundo (WUTKE, 2014) e de 160 a 180 dias segundo (PEREIRA e DE MELO, 2008), houve a inversão da situação supracitada. Ou seja, maior produtividade pelo feijão de porco no coquetel 2, o que seria consequência do impacto, proporcional ao número de plantas por metro quadrado bem maior neste. O que concorda com os resultados de Maia et.al. (2013), que apontaram acréscimo da produtividade de biomassa pelo feijão de porco, conforme aumento do número de plantas por metro quadrado de dez para 40, na região de Mossoró, RN.

Quanto ao sistema de plantio, por semeadura ou por mudas, não houve diferença significativa entre os coquetéis, no tocante à alguma influência negativa sobre estes.

A produção de massa seca pela parte aérea da crotalária, apesar de não apresentar diferença significativa entre as médias dos coquetéis 1 e 2, foi maior, em termos absolutos, no coquetel 2, onde ocorreu a menor densidade de semeadura para a crotalária, nas épocas 146, 268 dias após semeadura e na média geral. Os resultados discordam dos de Pereira et al. (2005), ao estudarem os efeitos de diferentes arranjos populacionais e épocas do ano, sobre a produção de biomassa pela *Crotalaria juncea*, que indicaram o aumento da produtividade conforme o aumento da densidade de plantas em relação à área. A produção nula de biomassa pela crotalária (Figura 39), na última coleta (376 dias após a semeadura), retrata o fim de seu ciclo vegetativo anual (WUTKE, 2014).

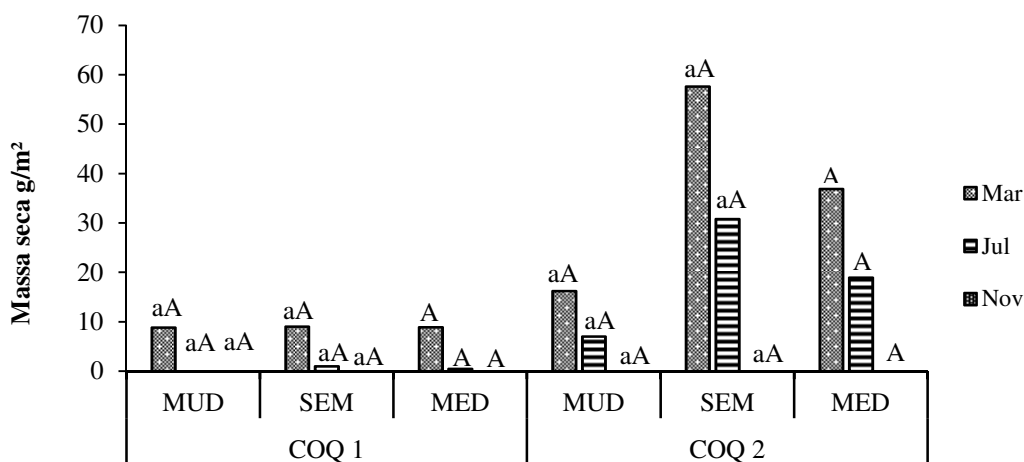
Desdobramento coquetel x forma de plantio



Biomassa x tratamentos x DAS

Figura 38. Produção de massa seca do feijão de porco em relação aos coquetéis 1 e 2, formas de plantio das espécies nativas e datas de coleta. Médias de quatro repetições, letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais, nas colunas e minúsculas iguais nas linhas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

Desdobramento coquetel x forma de plantio



Biomassa x tratamentos x DAS

Figura 39. Massas secas da espécie crotalaria em relação aos tratamentos, coquetéis 1 e 2, formas de plantio e datas de coleta. Médias de quatro repetições, letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

A Figura 40 mostra o desempenho do guandu quanto à produção de matéria seca e indica, que além de não haver diferença significativa entre as médias dos coquetéis 1 e 2, a diferença de produtividade, numérica, entre os dois, também não é grande. O que corrobora os

estudos de Souto Maior (2006) e Fernandes et al. (1999), que indicam resposta indiferente pelo guandu, ao aumento da densidade de sementeira e de plantio em relação à área. Observa-se também que na última coleta (376 dias após a sementeira), a produção de massa seca pelo guandu, embora menor que a do feijão de porco e da crotalária, se manteve, concordando com (WUTKE, 2014) que o classificou como planta de ciclo anual à semiperene.

Desdobramento coquetel x forma de plantio

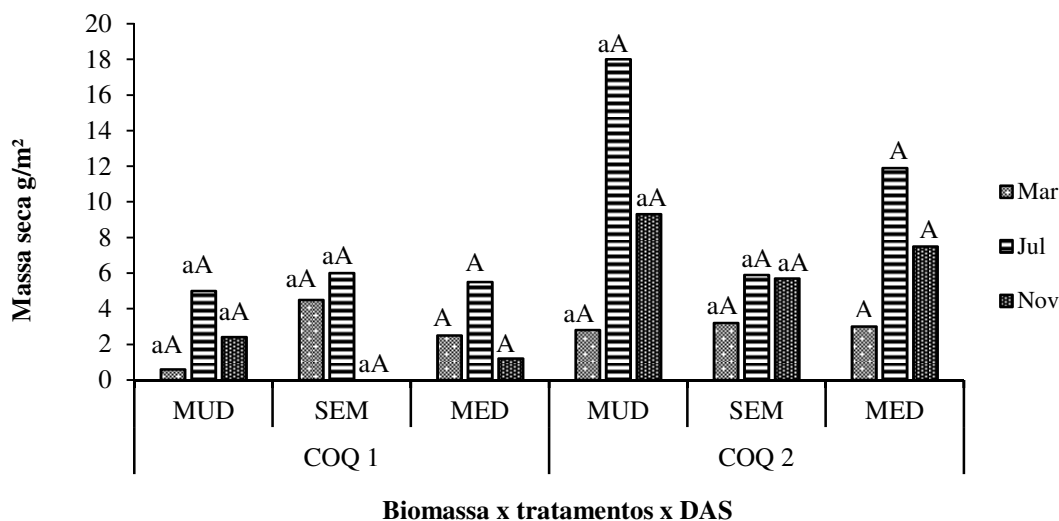


Figura 40. Massas secas da espécie guandu em relação aos tratamentos, coquetéis 1 e 2, formas de plantio e datas de coleta. Médias de quatro repetições, letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

A Figura 41 mostra a produção média de massa seca, em toneladas por hectare, das espécies feijão de porco, crotalária e guandu, relativas aos coquetéis 1 e 2. A produção do feijão de porco, no máximo 0,7 Mg/ha no coquetel 1, está muito abaixo das 3 Mg/ha citadas por Cavalcante (2012). O mesmo para a crotalária, com produção máxima de 0,19 Mg/ha, no coquetel 2 e com o guandu, que produziu em média 0,07 Mg/ha, no máximo, no coquetel 2, contra 1,6 e 2,8 Mg/ha produzidas respectivamente, pela crotalária e pelo guandu, relatadas por Finholdt (2009). Já Carvalho et al. (2006) estudando o uso de coquetéis de adubos verdes em Porto Velho (RO), obtiveram resultados de 0,26; 0,4 e 1,0 Mg/ha para feijão de porco, crotalária e guandu, respectivamente, mesmo enterrando as sementes com grade niveladora e com aplicação de cal virgem e húmus, junto às mesmas, o que não ocorreu nesse estudo.

Deve-se considerar que nesse estudo a sementeira foi feita a lanço, sobre o solo sem nenhum tipo de preparo, como sulcos, aração ou gradagem, bem como, sem nenhum tipo de insumo, como calagem ou adubação, sendo as sementes apenas inoculadas com bactérias do grupo dos rizóbios. Aliadas a estas condições, as análises de fertilidade do solo (Figura 3), revelam baixos teores de nutrientes e CTC, além de altos teores de Al. Outros fatores a serem considerados, foram a baixa precipitação anual acumulada de cerca de 700 mm, com distribuição irregular ao longo do ano de 2014. Quanto à inoculação das sementes, durante a coleta da parte aérea, algumas plantas de feijão de porco, crotalária e guandu foram arrancadas com a raiz, quando se notou a presença de nódulos, o que não ocorreu em nenhuma destas observações.

Entre as três leguminosas, o feijão de porco obteve a maior produção de matéria seca em kg/ha, discordando dos resultados encontrados por Missio et al. (2004) e Cavalcante et al. (2012), que indicaram que entre as três espécies o guandu teve a maior produtividade.

Médias das massas secas

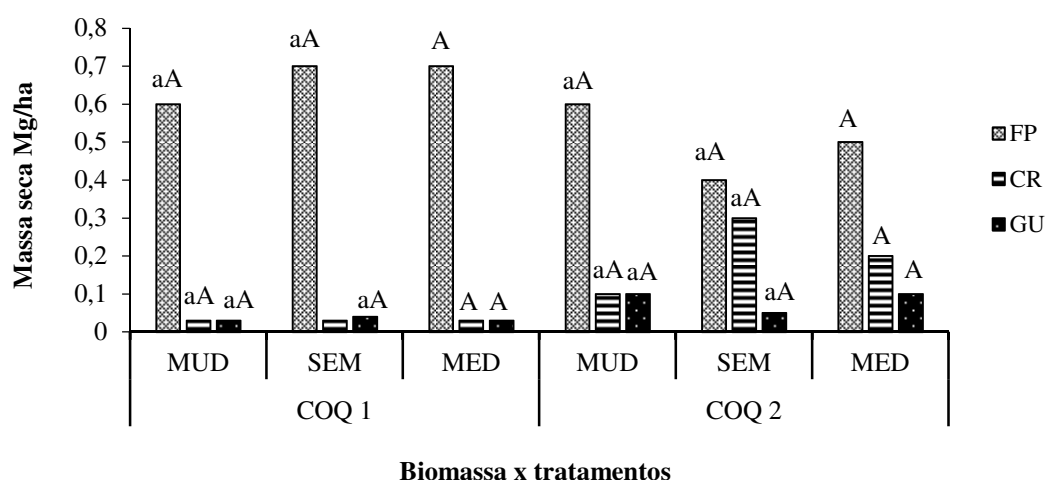


Figura 41. Massa seca das espécies feijão de porco, guandu e crotalária, em relação aos tratamentos, coquetéis 1 e 2, e formas de plantio (desdobramento coquetel x forma de plantio). Médias de quatro repetições, letras minúsculas iguais nas linhas e maiúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

4.5.5. Acúmulo de N₂ pela parte aérea das espécies leguminosas

A análise do nitrogênio contido em alíquotas de 100 mg de tecido das leguminosas (Tabela 9) mostra valores de 3,1 % para o feijão de porco, 1,17 % para crotalária e de 1,32 % para o guandu. Esses valores contrastam com os de 2,22 %; 2,20 % e 2,42 %, encontrados respectivamente para as espécies citadas, por Cavalcante et al. (2012).

A conversão desses dados para quilogramas por hectare, em função da média de produção de biomassa pelas espécies leguminosas, nas amostras colhidas em áreas de 1m² (Tabela 10), indicam a incorporação de 18,44 kg de N₂ por ha pela parte aérea do feijão de porco, muito inferior à encontrada por Teixeira et al. (2014), ao estudarem o efeito de gramíneas e leguminosas como cobertura do solo. O acúmulo de 1,27 kg e de 7 kg de N₂ por ha pela crotalária e pelo guandu, respectivamente, também contrariam dados de 116 kg de N₂ por ha pela crotalária, encontrados por Pittelkow et al. (2012), e de 345 kg de N₂ por ha pelo guandu, encontrados por Avila et al. (2012).

No entanto, Carvalho et al. (2006), ao estudarem o acúmulo de N₂ na combinação das espécies feijão de porco, crotalária e guandu, com outras espécies em coquetéis, obtiveram resultados que variaram de 7 a 31,2 kg de N₂ acumulados pelo feijão de porco, 31,2 kg de N₂, pelo guandu e de 6,5 a 26,2 kg de N₂, acumulados pela parte aérea da crotalária. Portanto, o guandu foi a espécie que obteve a maior incorporação de N₂. Já no presente estudo, o melhor resultado foi obtido pelo feijão de porco.

Esses resultados indicam que as condições climáticas adversas, a baixa fertilidade e altos teores de Al no solo, a menor eficiência da inoculação, bem como, a semeadura a lanço sem nenhum preparo do solo e não incorporação das sementes, podem ter levado a baixa produtividade de biomassa e ao acúmulo de N₂ pela parte aérea das leguminosas.

Tabela 9. Médias de duas repetições, dos teores de N acumulado pelas leguminosas dentro dos tratamentos (parcelas) e em relação às épocas de coleta.

Teor de N₂ acumulado em mg/100 mg de matéria seca (%)									
Parcela	Feijão de porco			Crotalária			Guandu		
	mar/14	jul/14	nov/14	mar/14	jul/14	nov/14	mar/14	jul/14	nov/14
A (coq 1)	3,11	3,96	0	1	0,31	0	1,44	0,81	0
B (coq 1)	2,34	2,12	0	2,07	0	0	0,56	1,08	0
D (coq 2)	2,95	3,33	0	1,51	0,82	0	2,01	0,88	0
E (coq 2)	3,27	3,47	0	1,49	2,19	0	2,67	1,08	0
Média geral	3,07			1,17			1,32		

Tabela 10. Média de quatro repetições, da massa seca produzida pelas leguminosas dentro dos tratamentos (parcelas).

Média da biomassa produzida pelas espécies (g/m²)				
Parcelas	Espécies			
	F. de porco	Crotalária	Guandu	
A (coq 1)	74,85	3,33	3,51	
B (coq 1)	63,84	2,92	2,44	
D (coq 2)	58,86	7,72	10,04	
E (coq 2)	42,71	29,48	4,95	
Média geral	60,07	10,86	5,23	

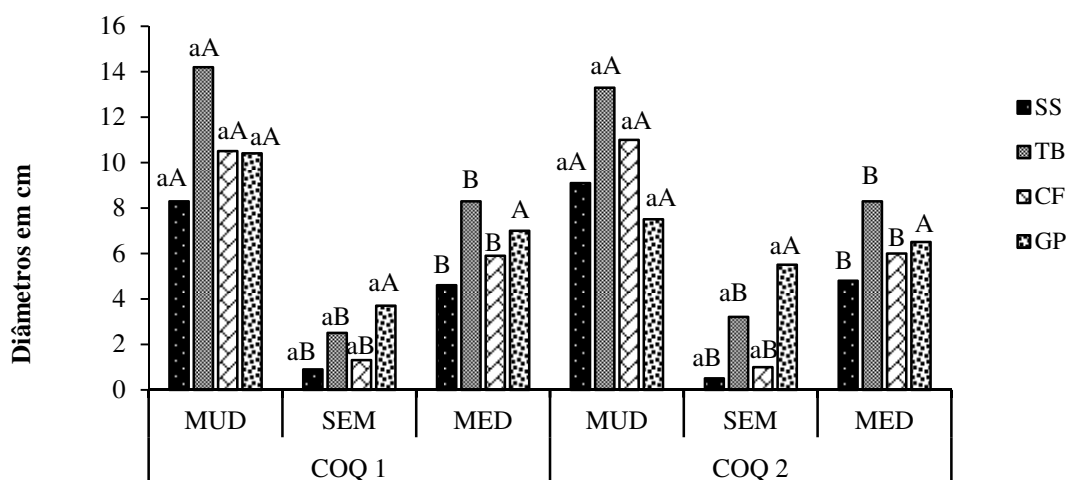
4.5.6. Influência dos coquetéis de leguminosas sobre o desenvolvimento das espécies arbóreas

As Figuras 42 e 43 mostram a relação entre os diâmetros e alturas das espécies arbóreas nativas nos desdobramentos dos coquetéis de leguminosas 1 e 2 versus formas de plantio, por sementeira e por mudas. Não houve diferença significativa entre as médias dos coquetéis 1 e 2, tanto para os diâmetros quanto para as alturas, das espécies Sabão de soldado, Tamboril e Canafistula, significando que não houve influência dos coquetéis sobre qualquer das formas de plantio, sementeira direta ou por mudas. O que concorda com dados de Martins (2011) e Beltrame e Rodrigues (2008), mostrando não haver melhoria no desenvolvimento de mudas plantadas em reflorestamento, como consequência do uso de adubos verdes.

Já as formas de plantio mostraram diferença significativa entre as médias e o desempenho do plantio por mudas foi superior ao por sementeira direta, como esperado, devido aos baixos índices de germinação e sobrevivência e alto índice de mortalidade que ocorreram nesta forma de manejo. O resultado corrobora o encontrado por Duarte (1978), que mostrou diferentes comportamentos das espécies, em que o plantio por mudas obteve melhor desempenho em relação a sementeira direta, citando que pode ter sido consequência de condições adversas do solo. Como ocorreu no presente estudo, que também foi afetado pela baixa pluviosidade e a má distribuição das chuvas em 2014.

Para o Guapuruvú, os diâmetros e as alturas não mostraram diferença significativa entre as médias, seja dos coquetéis ou das formas de plantio. Já o Pau cigarra não foi avaliado devido a inexistência de dados pela sua alta mortalidade na forma de plantio por sementeira, o que impossibilitou a comparação entre médias.

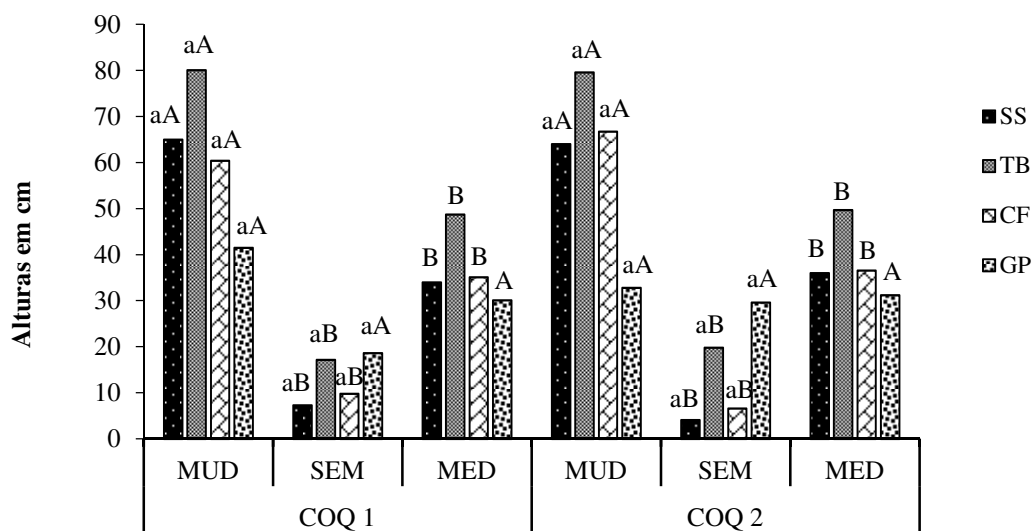
Médias dos diâmetros entre tratamentos



Interação coquetéis x tipos de plantio

Figura 42. Diâmetros das espécies arbóreas nativas em relação aos tratamentos (coquetéis) e formas de plantio. Médias de quatro repetições, letras maiúsculas iguais nas linhas e minúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knot a 5 % de probabilidade t. SS- sabão de soldado, TB- tamboril, CF- canafístula, GP- guapuruvú.

Médias das alturas entre tratamentos



Interação coquetéis x tipos de plantio

Figura 43. Alturas das espécies arbóreas nativas em relação aos tratamentos (coquetéis) e formas de plantio. Médias de quatro repetições, letras maiúsculas iguais nas linhas e minúsculas iguais, nas colunas, representam que não há diferença significativa entre as médias pelo Scott-Knott a 5 % de probabilidade.

No tocante à mortalidade das mudas, a não germinação daquelas oriundas do plantio por sementeira direta e à sobrevivência daquelas que germinaram, os resultados (Tabelas 11 a 14) mostram que, entre as espécies arbóreas plantadas por meio de mudas, a média de mortalidade foi de 35,9 %, número bem mais alto que a média relatada para perdas em reflorestamentos de 10 %, conforme relatado por Almeida e Sanches (2005). Entre as espécies plantadas por sementeira direta, a média de mortalidade foi de 48,1 %, relativa a uma germinação média de 22,2 %. O melhor desempenho do plantio por mudas concorda com resultado obtido por Duarte (1978).

A avaliação individual por espécie no plantio por mudas resultou em 54,2 % de mortalidade para o Guapuruvú, 31,5 % para o Pau cigarra, 6,25 % para o Tamboril, 3,1 % para o Sabão de soldado e 0 para a Canafístula, levando-se em consideração 16 mudas dentro da área útil de cada parcela.

Quanto à análise individual das espécies, para sementeira direta o Tamboril apresentou a menor mortalidade, que foi de 67,2 %, concordando com dados de Meneghelo e Mattei (2004) indicando a viabilidade do Tamboril para este tipo de metodologia. Ressaltam-se ainda, que estes autores utilizaram, além da proteção das sementes por laminado, o controle de ervas daninhas com capina e herbicida. A seguir, o Guapuruvú apresentou 71,9 % de mortalidade e a Canafístula 90,6 %, esta última contraria os resultados obtidos pelos autores citados acima. Sabão de soldado com 95,3 % e Pau cigarra com 100 % foram as espécies com o pior desempenho no método por sementeira direta.

Tabela 11. Mortalidade total das espécies plantadas p/ mudas em porcentagem (área útil).

Mortalidade total em %			
Parcelas B (Coq 2)	%	Parcelas D	%
B1 (Coq 2)	18,8	D1 (Coq 1)	37,5
B2 (Coq 2)	37,5	D2 (Coq 1)	25
B3 (Coq 2)	43,8	D3 (Coq 1)	43,8
B4 (Coq 2)	37,5	D4 (Coq 1)	43,8
Média	34,4		37,5
Média Geral		35,9	

Tabela 12. Mortalidade por espécies no plantio por mudas, em porcentagem (área útil).

Mortalidade por espécie em %					
Parcela	Espécies				
	Pau cigarra	Sabão soldado	Guapuruvú	Canafístula	Tamboril
B (Coq 2)	31,5	0	41,67	0	0
D (Coq 1)	31,5	6,25	66,7	0	12,5
Media	31,5	3,125	54,185	0	6,25

Tabela 13. Porcentagem de mortalidade total das espécies plantadas por semeadura direta.

	Mortalidade total em %			
	mar/14 (Germinação)	mar/14 (Não germin.)	nov/14 (Sobrevivencia)	nov/14 (Mortalidade)
A (Coq 1)	24,37	75,62	40,28	59,72
E (Coq 2)	20	80	63,57	36,43
Média Geral	22,19	77,81	51,9	48,1

Tabela 14. Porcentagem de mortalidade por espécie plantada por semeadura direta.

Espécies	Mortalidade entre as espécies arbóreas		
	Parcelas A	Parcelas B	Média geral
Guapuruvú	71,87	71,87	71,87
Sabão de sold.	93,75	96,87	95,31
Canafístula	90,6	90,6	90,6
Tamboril	65,6	68,75	67,17
Pau cigarra	100,00	100	100

Deve-se ressaltar, no entanto, que os resultados tanto do plantio por mudas como por semeadura direta, foram obtidos em condições não usuais em reflorestamentos para recuperação de áreas degradadas, como a ausência de manutenções para controle da vegetação invasora, preparo do solo para plantio das leguminosas adubadoras entre outros. O que concorda com os resultados obtidos por Martins (2011), ao avaliar o controle de gramíneas invasoras na restauração ecológica e verificar que somente os tratamentos com uso de herbicida tiveram efeito significativo em relação ao diâmetro das copas das espécies florestais nativas, como resultado da supressão das gramíneas. Esses resultados não foram obtidos quando usadas somente as leguminosas adubadoras.

Outro fator a ser considerado foi o custo relativo às operações de preparo, plantio e manutenção, muito inferiores aos requisitados pelos métodos tradicionais de reflorestamentos.

4.6. CONCLUSÕES

Os coquetéis de leguminosas não diferiram estatisticamente entre si, bem como, não mostraram efeito supressivo significativo sobre as gramíneas *Brachiaria* e *Sapê*. No entanto, os resultados em números absolutos mostraram a redução da produção de massa seca pelas gramíneas invasoras dentro dos tratamentos.

Não houve influência dos coquetéis sobre o desenvolvimento das espécies arbóreas, tanto no método de plantio por mudas, como na semeadura direta. Estes, no entanto, diferiram estatisticamente entre si, com o plantio por mudas apresentando melhor desempenho.

As condições em que se realizou o experimento acarretaram produção de biomassa e incorporação de N_2 pelas leguminosas muito aquém daquela citada na literatura, não sendo recomendável a semeadura a lanço destas espécies, sob as condições locais.

A metodologia de semeadura direta das espécies arbóreas nativas sobre o solo sem nenhum preparo e incorporação das sementes, não deve ser utilizada em condições semelhantes as desse estudo.

O plantio por mudas foi a melhor opção para o reflorestamento da área de estudo, tendo em vista as condições edáficas, meteorológicas e à não utilização de tratamentos culturais; além de permitir menor custo se comparado à metodologia tradicionalmente utilizada.

Entre as leguminosas, a maior eficiência foi obtida pelo feijão de porco.

5. CONCLUSÕES GERAIS

Os atributos do solo não influenciaram na diferença de produção de biomassa, pelo sapê (*Imperata brasiliensis*), entre as duas toposequências avaliadas.

A soma de bases predominou nas camadas mais superficiais, enquanto os teores de Al trocável foram maiores em sub-superfície, evidenciando o efeito da profundidade e da deposição de matéria orgânica depositada, sobre esta distribuição.

Há evidências de que ocorre a correlação entre o sapê e as condições de solo existentes em áreas degradadas.

A produção de biomassa pelo sapê e pela braquiária nas parcelas testemunha, foi maior e diferiu significativamente daquela obtida nas parcelas onde haviam os tratamentos com leguminosas herbáceas, indicando que houve influência negativa destas sobre a produção de biomassa pelas gramíneas.

Os coquetéis de leguminosas herbáceas não obstruíram o crescimento das espécies arbóreas utilizadas no experimento, em nenhuma das duas formas de plantio utilizadas, indicando não haver restrição ao uso destas para o objetivo desejado.

Tanto a semeadura a lanço, das espécies leguminosas herbáceas, quanto a semeadura direta, para as espécies arbóreas, não são indicadas para as condições em que foi realizado este estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABICHEQUER, A. D.; BICCA, A. M. O.; MEDEIROS, C. M. O.; SARAIVA, K. M. Crescimento e Distribuição de Raízes de Capim Annoni-2 e do Campo nativo: Vantagem Competitiva do Capim Annoni-2. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. Porto Alegre, v. 15, n.1, p. 7-12. 2009.
- AB`SABER, A. N. **Os Domínios de Natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2012. 7ª Ed. 158 p.
- AGEVAP. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul-Resumo**. Rio de Janeiro. 2007.
- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. de M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum*Cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2164-2173, nov/dez. 2005.
- ALMEIDA, R. O. P. O.; SANCHES, L. H. Revegetação de Áreas de Mineração: Critérios de Monitoramento e Avaliação de Desempenho. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 29, n. 1, p. 47-54. 2005.
- ALVINO-RAYOL, F. de O.; ROSA, L. dos SANTOS; RAYOL. B. P. Efeito do espaçamento e do uso de leguminosas de cobertura no manejo de plantas invasoras em reflorestamento com (*Schizolobium amazonicum* HUBEX EX. DUCKE) Paricá. **Revista Árvore**. V. 35, n. 3, p. 391-399, 2011.
- AMORIM, H. B.; FRANCELINO, M. R.; SALAMENE, S.; PEDREIRA, L. O. L.; ASSUMPTÃO FILHO, L. I. de; CAPITANO, R. C.; MOURA, T. A. Estimativa da Área Ocupada por Reflorestamentos no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Cerne**. Lavras, v.18, n. 1, p. 27-32. Jan/Mar, 2012.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R.; FASIABEN, M do C. R.; GARCIA, J. R. Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, n. 25, p. 53-71, jan/jun. 2012.
- ARAÚJO JÚNIOR, B. B.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, O. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J. Controle de plantas daninhas na cultura do milho com Gliricídia em consorciação. **Planta Daninha**. Viçosa, v. 30, n. 4, p. 767-774. 2012.
- AVILA, J. E. T. de; ASSAD, M. L. L.; LIMA, A. S. Avaliação de Biomassa Vegetal em Sistema de Transição Agroecológica. **Revista brasileira de Agroecologia**. v. 3, n. 7, p. 74-82. 2012.
- BARRETO, V. C. M.; TIMOSSI, P. C.; SANTOS, B. J.; CAVA, M. G. B.; PEREIRA, V. A. FRANCO, C. F. Plantas daninhas e produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no Cerrado. In: XXVII CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, Centro de Convenções-Ribeirão Preto. Anais p. 2558-2562. 2010.

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 Paranapanema, SP. **Scientia Florestalis**. Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 317-327, dez. 2008.

BELTRAME, T. P. Restaurando a ecologia na restauração: Avaliação de sistemas agroflorestais e espécies leguminosas em plantios de restauração ecológica. **Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) Universidade de São Paulo**, 2013.

BENTES, J. C. A transformação dos ambientes natural e rural com a industrialização do médio Paraíba Fluminense, RJ. **In: Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Sociedade**, 5, 2010. Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: ANAPPAS, 2010.

BERNINI, T. A.; SARUBI, M. da S. Levantamento de solos como auxílio no planejamento de atividades da microbacia do córrego Nilo Peçanha, Pinheiral-RJ. **In: Reunião Brasileira de Manejo e conservação do Solo e Água**, 19, 2012, Lages. **Resumos...** Lages: SBCS, 2012. 6 p.

BEVILAQUA, G. A. P.; ANTUNES, I. F.; ZUCHI, J.; MARQUES, R. L. L. **Indicações Técnicas Para Produção de Sementes de Plantas Recuperadoras de Solo Para a Agricultura Familiar**. EMBRAPA/CPACT. Pelotas, RS. 2008 (Série documentos n. 227). 43 p.

BOMPASTOR, A.; DE FIGUEIREDO, T.; FONSECA, F. Matos do Parque Natural de Montesinho, NE de Portugal, produção de serviços ecossistêmicos. **In: Congresso de Desenvolvimento Regional de Cabo Verde**, I, 2009, Cabo Verde. 2009. 27 p.

BUENO, M. L.; NEVES, D. R. M.; SOUZA, A. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, E.; DAMASCENO JÚNIOR, G. A.; PONTARA, V.; LAURA, V. A.; RATTER, J. A. Influence of edaphic factors on the floristic composition of on área cerradão in the brazilian central-west. **Acta Botânica Brasília**. v. 27, n. 2, p. 445-455. 2013.

BRASIL, F. da COSTA. Variabilidade espacial e temporal de características morfológicas do sistema radicular de gramíneas forrageiras. **Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 2005.

BRASIL, F. da COSTA; ZONTA, E.; OLIVEIRA, M. do ROSÁRIO. Métodos de Amostragem e Quantificação Para Estudos do Sistema Radicular em Condições de Campo, Uma Revisão Crítica. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**. Seropédica: EDUR, v. 27, n. 2, jul-dez, p. 14-33. 2007.

CASTRILON, I. S.; DE OLIVEIRA, M. D.; PIOVEZAN, U.; SANTOS, S. **Espécies exóticas nas Reservas da Biosfera da América e Caribe: Um informe técnico para fomentar o intercâmbio de experiências entre as Reservas da Biosfera e promover o manejo efetivo das invasões biológicas**. UNESCO.Montevidéo 2008.p. 71-75.

CATRY, F. X.; REGO, F.; MOREIRA, F.; FERNANDES, P. M.; PUSAS, J. G. Post fire tree mortality in mixed forests of central Portugal. **Forest Ecology and Management**. v. 260, n. 7, p. 1184-1192. August. 2010.

CAVALCANTE, V. S.; SANTOS, V. R.; SANTOS NETO, A. L.; DOS SANTOS, M. A. L.; DOS SANTOS, C. G.; COSTA, C. L. Biomassa e Extração de Nutrientes por Plantas de Cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**. v. 16, n. 5, p. 521-528. 2012.

CEIVAP. **Controle para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos**. Rio de Janeiro. Fundação COPPETEC/UFRJ/ANA, 2002.

CECONI, D. E.; POLETTO, I.; SCHUMACHER, M. V. Biomassa e Comprimento de Raízes Finas em Povoamentos de *Acacia mearnsii* DE WILD. Estabelecido em Área Degradada por Mineração de Carvão. **Revista Floresta**. v. 38, n. 1, p. 1-10. jan/mar. 2008.

COELHO, R. A.; RICCI, M. dos S. F.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; COSTA, J. R. Influência de plantas espontâneas em área cultivada com cafeeiro (*Coffea canephora*) sob manejo orgânico. **Revista Agronomia**. v. 38, n. 2, p. 23-28. 2004.

CONCEIÇÃO, A. A.; PIVELLO, V. R. Biomassa combustível em campo sujo no entorno do Parque Nacional da Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. **Biodiversidade Brasileira: Ecologia e manejo do fogo**. **Biodiversidade Brasileira**. n. 2, ano 1, p. 146-160. 2011.

COSTA, E. M. Mapeamento digital de solos por regressão logística múltipla em ambiente de mar de morros em Pinheiral, RJ. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 2015.

CPRM. **Diagnóstico geoambiental do estado do Rio de Janeiro**. Brasília: CPRM, 29 p. 2000.

CUNHA, G. de M.; RODRIGUES, A. C. da G.; COSTA, G. S.; VELLOSO, A. C. X. Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e Eucalipto no norte fluminense. **Revista Brasileira da Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, v. 31, n. 4, p. 667-672, jul/ago. 2007.

CURY, R. T. S.; CARVALHO JR.; O. **Manual Para Restauração Florestal: Florestas de Transição**. Belém. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2011. Série boas práticas, v. 5, 77 p.

DA CUZ, M. B.; ALVES, P. L. DA COSTA A. A.; KARAM, D.; FERNANDO, A. S. Capim Colônia e Seus Efeitos Sobre o Crescimento Inicial de Clones de Eucalipto. **Ciência Florestal**. v. 20, n. 3, p. 391-401, jul/set. 2010.

DANTAS, M. E.; COELHO NETO, A. L. O impacto do ciclo cafeeiro na evolução da paisagem geomorfológica do médio vale do Paraíba do Sul. **Caderno de Geociências**. Rio de Janeiro: IBGE, n. 15, p. 65-72, jul/set. 1995.

DA SILVA, C. F.; PEREIRA, M. G.; MIGUEL, D. L.; FERNANDES, J. C. F.; LOSS, A.; MENEZES, C. E. G.; DA SILVA, E. R. Carbono orgânico total, biomassa microbiana e atividade enzimática do solo de áreas agrícolas, florestais e pastagem no médio vale do Paraíba do Sul, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, v. 36, p. 1680-1689. 2012.

DEAN, W. A ferro e fogo: a história e a devastação da floresta atlântica brasileira. **São Paulo: Campania das Letras**, 484p, 1996.

DE CARVALHO, J. O. M.; BARROSO, G. R. P.; DOS SANTOS, M. R. A.; FERREIRA, M. das G. R.; SILVA FILHO, E. P.; RODRIGUES, C. D. S.; DE SIQUEIRA, A. P. P. Avaliação de coquetéis de adubos verdes num Latossolo Vermelho-amarelo fase cascalhenta em Porto velho-RO, no período das secas. Porto Velho: EMBRAPA/RONDÔNIA, (Comunicado Técnico 316) 4 p. Nov/2006.

DEVIDE, A. C. P.; DE CASTRO, C. M.; RIBEIRO, R. de L. D.; ABOUD, A. C. de S.; PEREIRA, M. G.; RUMJANEK, N. G. História Ambiental do Vale do Paraíba Paulista, Brasil. **Revista Biociências**. v. 20, n. 1, p. 12-29. 2014.

DEISTER, S. **Serra do Tinguá - 300 anos de conquistas, do século XVII ao século XX**. Miguel Pereira: IDERSA/DEDALUS, 2003. 1ª Ed, v. 5, p. 18-39.

DE FREITAS, G. A.; VAZ-DE-MELO, A.; PEREIRA, M. A. B.; DE ANDRADE, C. A. O.; LUCENA, G.N.; DA SILVA, R. R. Influência do sombreamento na qualidade de mudas de *Sclerobium paniculatum* Vogel. para recuperação de área degradada. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. V. 3, n. 3, p. 5-12, August 2012.

DIAS, J. E.; GOMES O. V. de O.; REZENDE, A de S.; SALLES, R. R.; GOES, M. H. de BARROS. Áreas críticas de Erosão do Solo no Município de Volta Redonda-RJ. **Caminhos de Geografia**. v. 21, n. 16, p. 235-241, out. 2005.

DOS ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G. Principais Classes de Solo do Estado do Rio de Janeiro. In: Manual de Adubação do Estado do Rio de Janeiro. EMBRAPA BRASÍLIA/Editora Universidade Rural. p. 37-48. 2013.

DUARTE, M. J. Análise de Sementes de seis espécies autóctones e alternativas para o reflorestamento na região semi-árida do nordeste brasileiro. **Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná**, 1978.

DUARTE, R. F. Avaliação de adubos verdes no norte de Minas Gerais. **Dissertação (Mestrado em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais**, 2010.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ªed. Revisada e ampliada. Brasília: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 353p. 2013.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas**. Rio Branco: EMBRAPA/ACRE, (série documentos 90), 29 p. 2003.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPS, 2ª ed. 212 p. 1997.

FARONI, C. E.; TRIVELIN, P. C. O. Quantificação de raízes metabolicamente ativas de cana de açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 6, p. 1007-1013, jun. 2006.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; ALVARENGA, R. C.; DA COSTA, L. V. Modificações na população de plantas espontâneas na presença de adubos verdes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1355-1362, nov.2001.

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

FERREIRA, A. P.; CAMPELO, E. F. C.; FRANCO, A. A.; DE REZENDE, A. S. **Uso de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na recuperação de áreas degradadas pela mineração de areia no polo produtor de Seropédica/Itaguaí**. EMBRAPA/AGROBIOLOGIA. Seropédica, RJ. 2007 (Série documentos n. 236). 31 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR- Sistema de Análise de Variância. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2006.

FINHOLDT, R. S.; ASSIS, A. M.; BISNOTTO, F. F.; AQUINO JÚNIOR, V. M.; SILVA, L. O. Avaliação da Biomassa e Cobertura do Solo por Adubos Verdes. **Fazur em Revista**, Uberaba, n. 6, p. 11-52. 2009.

FONTANA, A.; PEREIRA, M. G.; DOS SANTOS, A.C.; BERNINI, T. A.; DOS ANJOS, L. H. C.; FERNANDEZ, F. D.; PEINADO, F. J. M. Fósforo Remanescente em Solos Formados sob Diferentes Materiais de Origem em Três Topossequências, Pinheiral-RJ. **Ciências Agrárias**. V. 34, n. 5, p. 2089-2102. set./out. 2013.

FUNDAÇÃO CEPERJ. **Anuário estatístico do estado do Rio de Janeiro-Divisão político-administrativa do Rio de Janeiro**. 2013.

GABEL, M. L. **Federal Noxious weed identification bulletin**. U. S. Dept. of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service, Plant Protection and Quarantine Bull. n.28: p. 1-10. 1989.

GOES FILHO, L.; SANTOS, M. M. Desenvolvimento de legenda e classificação da cobertura natural e antropismos ocorrentes no Maciço do Mendanha. **Coleção Estudos Cariocas**. 46 p. abr 2007.

GURGEL JR., F. J. Diagnóstico de área degradada por voçoroca e proposta de reabilitação ambiental no morro Santa Clara, Volta Redonda, RJ. **Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal do Rio de Janeiro**, 2007.

HENEGHAM, L.; MILLER, S. P.; BAER, S.; CALLAHAM JR, M. A.; MONTGOMERY, J.; PAVAO-ZUCKERMAN, M.; RHOADES, C. C.; RICHARDSON, S. Integrating soil ecological knowledge into restoration management. **Restoration Ecology**. v. 16, n. 4, p. 608-617, dez. 2008.

HERNANI, L. C.; PADOVAN, M. P. Adubação Verde na Recuperação de Solos Degradados. In: **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil**. EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. p. 371-398. 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 2 Ed. Diretoria de Geociências, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. IBGE. 316 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 4) 2007.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. Diretoria de Geociências. 2ª Ed, n. 1, 271 p. 2012.

KOPPEN, W. **Das Geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie**. Berlin: Borhtraeger, 1938.

LANZANOVA, M. E.; NICOLOSO, R. da S.; LOVATO, T.; ELTZ, F. L. F.; AMADO, T. J. C.; REINERT, D. J. Atributos Físicos do Solo em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária Sob Plantio Direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. n. 31, p. 1131-1140, 2007.

LEGENDRE, P.; ANDERSON, M. J. Distance-based redundancy analysis: testing multispecies responses in multifactorial ecological experiments. **Ecological Monographs**, United States, v. 69, p. 1-24. 1999.

LEANDRO, T. D.; CAPORAL, G.; POTT, A. SCREMIN-DIAS, E. Inventory of Grasses in Cerrado Áreas Impacted by Farming, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. v. 11, n. 3, p. 290-296, Jul/Set. 2013.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2ª ed. São Paulo. Oficina de textos, 2010.

LIMA, S. F.; TIMOSSI, P. C.; ALMADA, D. P.; DA SILVA, V. R. Fitossociologia de Plantas Daninhas em Convivência com Plantas de Cobertura. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 27, n. 2, p. 37-47, abr/jun. 2014.

LORENZI, H. Plantas Daninhas do Brasil, Terrestres, Aquáticas, Parasitas e Tóxicas. 3 ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2000. 640 p.

MAIA, F. E. N.; MIRANDA, N. O.; MELO, I. G. C.; VIANA, M. G. P.; GOES, S. R. G. Biomassa de Feijão de Porco Sob Diferentes Densidades de Semeadura em Mossoró, R N. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**. v. 9, n. 1, p. 43-49, jan/mar. 2013.

MACHADO, L. M. Perda de solo e nutrientes em voçorocas com diferentes níveis de controle e recuperação no médio vale do rio Paraíba do Sul. **Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 2007.

MACHADO, R. L.; RESENDE, A. S.; CAMPELLO, E. F. C.; OLIVEIRA, J. A.; FRANCO, A. A. Perda de solo e nutrientes em voçorocas com diferentes graus de recuperação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa: SBCS, v. 34, n. 3. 2010.

MARQUES, L. J. P.; SILVA, M. R. M.; LOPES, G. S.; CORRÊA, M. J. P.; ARAUJO, M. S.; COSTA, E. A.; MUNIZ, F. H. Dinâmica de populações e fitossociologia de plantas daninhas no cultivo do feijão caupi e mandioca no sistema corte e queima como o uso de arado. **Planta Daninha**. Viçosa, v. 29, p. 981-989. 2011.

MARQUESE, R de B. Diáspora Africana, Escravidão e Paisagem da Cafeicultura no Vale do Paraíba Oitocentista. **Almanack braziliense**. N. 7, p. 138-152. 2008.

MARTINS, A. F. Controle de gramíneas exóticas invasoras em áreas de restauração ecológica com plantio total, Floresta Estacional Semidecidual. **Dissertação (Mestrado em Conservação de Ecossistemas Florestais) Universidade de São Paulo**, 2011.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; VIEIRA DA CUNHA, D. de N. F. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, n. 7, p. 1183-1190. 2009.

MEIRELES, M. S. P.; JONATHAN, M.; FERRAZ, R. D.; ARVOR, D. Subsídios da Geomática para Avaliação da Influência da dinâmica do Uso do Solo nos serviços Ecossistêmicos. In: **Meio Ambiente: Experiências em Pesquisa Multidisciplinar e Formação de Pesquisadores**, Rio de Janeiro-RJ: Mauad/FAPERJ, 2007. p. 113-141.

MENEGHELLO, G. E.; MATTEI, V. L. Semeadura direta de Timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*) e Canafistula (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. **Ciência Florestal**. Santa Maria: UFSM, v. 14, n. 2, p. 21-27. 2004.

MENEZES, C. E. G. Diagnóstico de degradação do solo em função da topografia e cobertura vegetal no município de Pinheiral, RJ. **Dissertação (Mestrado em ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 1999.

MENEZES, C. E. G. Integridade de Paisagem, Manejo e Atributos do Solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ. **Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, 2008.

MENEZES, C. E. G.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; DE SOUZA, J. M. P. F.; TOLEDO, L. de O. Influência da topografia em propriedades edáficas no ambiente de mar de morros em Pinheiral, RJ. **Revista Agronomia**. v. 34, n. 1-2, p. 70-77, jan/dez. 2000.

MENEZES, C. E. G.; PEREIRA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; DOS ANJOS, L. H. C.; RIBEIRO PAULA, R.; DE SOUZA, M. E. Aporte de serapilheira e Produção de Biomassa Radicular em Florestas Com Diferentes Estágios Sucessionais em Pinheiral, RJ. **Ciência Florestal**. V. 20, n. 3, p. 439-452, jul/set. 2010.

MENEZES, C. E. G.; CORREIA, M. E. F.; PEREIRA, M. G.; BATISTA, I.; RODRIGUES, K. M.; COUTO, W. H.; DOS ANJOS, L. H. C.; DE OLIVEIRA, I. P. Macrofauna Edáfica em Estádios Sucessionais de Floresta Estacional Semidecidual e Pastagem Mista em Pinheiral-RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. N. 33, p. 1647-1656. 2009.

MINELLA, J. P. G.; MERTEM, G. H.; REICHERT, J. M.; CASSOL, E. A. Processos e modelagem da erosão: da parcela à bacia hidrográfica **In: Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**. EMBRAPA SOLOS/Rio de Janeiro, p.105-124. 2010

MIRANDA, C. do C.; DO COUTO, W. H.; VALCARCEL, R.; NUNES, A. F. de F.; FRANCELINO, M. R. Avaliação das preferências de *Clidemia urceolata* DC em ecossistema perturbado. **Revista Árvore**. Viçosa: SIF, v. 35, n. 5, p. 1135-1144, Set./Out. 2011.

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, v. 10, n. 1-2, p. 129-136. 2004.

MORAES, L. F. D.; ASSUMPÇÃO, J. M.; LUCHIARI, C.; PEREIRA, T. S. Plantio de Espécies Nativas Para a Restauração Ecológica na reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Rodriguésia**. v. 57, n. 3, p. 477-489. 2006.

MOREIRA, F. T. A.; SANTOS, D. R.; SILVA, G. H.; ALENCAR, L. S. Obtenção de estirpes de Rizobio eficientes na fixação de nitrogênio em Tamboril (Vell.) Morong) (Fbaceae). **Revista Holos**. v. 4, p. 69-79. 2012.

MOREIRA, R. M.; STAMATO, B. **Cadernos Agroecológicos**. Instituto Giramundo Mutuando/Programa de Extensão Rural Agroecológica. 92 p. Botucaú. 2005.

NOGUEIRA, N. O.; DE OLIVEIRA, O. M.; DA SILVA, C. A. M.; BERNARDES, C. DE OLIVEIRA. **Utilização de leguminosas para recuperação de áreas degradadas**. Enciclopédia Biosfera: Goiânia: Centro Científico Conhecer, v. 8, n. 14, p. 2121, 2012.

NUNES, L. A. P. L.; DIAS, L. E.; JUCKSCH, I.; BARROS, N. F.; KASUYA, C. M.; CORREIA, M. E. F. Impacto do Monocultivo do Café Sobre os Indicadores Biológicos do Solo na Zona da Mata Mineira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2467-2474, dez, 2009.

OLIVEIRA, J.A. Caracterização física da Bacia do Ribeirão Cachimbal-Pinheiral (RJ) e de suas principais paisagens degradadas. **Dissertação (Mestrado em Ciência Ambientais e Florestais) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1998**.

PASTORE, M.; RODRIGUES, R. S.; BIANCHINI, R. S.; FILGUEIRAS, T. de S.. Plantas exóticas invasoras na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André – SP: **guia de campo**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2012. 46 p. Disponível em www.ibot.sp.gov.br/publicacoes/virtuais/guia%20de%20campo.pdf. Acesso em 05.08.2015.

PROJETO RADAMBRASIL. Folhas S. 23/24, levantamento de recursos naturais e mapas, v. 32, Rio de Janeiro, 1983. 775p.

PAGOTO, D. S. Comportamento do sistema radicular de capim Tanzânia sob irrigação e submetido a diferentes intensidades de pastejo. **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) Universidade de São Paulo, 2001**.

PEREIRA, A. J.; GUERRA, J. G. M.; MOREIRA, U. F.; TEIXEIRA, M. G.; URQUIAGA, S.; POLIDORO, J. C.; ESPÍNDOLA, J. A. A. **Desempenho Agrônômico de Crotalaria Juncea em diferentes arranjos populacionais e Épocas do Ano**. EMBRAPA/AGROBIOLOGIA. Seropédica, RJ. 2005 (Comunicado Técnico n.82). 13 p.

PEREIRA, J. S.; RODRIGUES, S. C. Crescimento de espécies arbóreas utilizadas na recuperação de áreas degradadas. **Revista Caminhos de Geografia**. V. 13, n. 41, p. 102-110. Mar 2012.

PEREIRA, W.; DE MELO, W. F. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA/HORTALIÇAS, (circular técnica 62), 2008.

PITTELKOW, F. K.; SCARAMUZZA, J. F.; WEBER, O. L. dos S.; MARASCHIM, L.; VALADÃO, F. C. de A.; OLIVEIRA, E. dos S. Produção de biomassa e acúmulo de nutrientes em plantas de cobertura sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista Agrariam**. Dourados: v. 5, n. 17, p. 212-222. 2012.

PORTILHO, A. P.; CASTRO, M. C.; ALVES, G. de S.; DE AGUIAR, N. F.; DA SILVA, M. S. Balanço hídrico para Pinheiral-RJ. **Revista Agroambiental**. v.3, n. 2, p. 21-28. Agosto 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO/SMO. **Pesquisa de preços de itens de serviço e elementares. Ocorrências e tabelas referenciais**. Disponível em www.rio.rj.gov.br/web/smo/. Acesso em 20/06/2014.

RACHID-EDWARDS, M. **Alguns dispositivos para proteção das plantas contra a seca e o fogo**. Boletim da Faculdade de Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. V. 13, 1956.

RASSINI, J. B. **Invasoras em pastagens**. São Carlos: EMBRAPA/ CPPSE, 1993. 33p. (Circular Técnica 4).

RIBEIRO, K. T.; DE FILIPPO, D. C.; PAIVA, C. do L.; MADEIRA, J.A.; DO NASCIMENTO, J. S. Ocupação por *Brachiaria* spp. (Poaceae) no Parque nacional da Serra do Cipó e Infestação Decorrente da Obra de Pavimentação da Rodovia MG-010 na APP Morro da Pedreira. Minas Gerais. In: **Simpósio Brasileiro de Espécies Invasoras**, I, Brasília. **Anais...**Brasília. 2005. p. 1-17.

RIZZINI, C.T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos, Sociológicos e Florísticos**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1997, 747.p.

RODIM, P. Distribuição da biomassa subterrânea e dinâmica de raízes finas em ecossistemas nativos e em uma pastagem plantada no cerrado do Brasil Central. **Dissertação (Mestrado em Ecologia) Universidade de Brasília**, 2004.

RODRIGUES, L. A.; DE CARVALHO, D. A.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; CURTI, N. Efeitos de solos e topografia sobre a distribuição de espécies arbóreas em um fragmento de floresta estacional semidecidual, em Luminária, MG. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 31, n. 1, p. 25-35jan/fev. 2007.

SANCHES, R. B.; MARQUES JÚNIOR, J.; DE SOUZA, R. M.; PEREIRA, G. T.; MARTINS FILHO, M. V. Variabilidade Espacial de Atributos do Solo e de Fatores de Erosão em Diferentes Pedofomas. **Bragantia**. v. 68, n. 4, p. 1095-1103. Campinas: 2009.

SANTANA, D. P. **Manejo integrado de bacias hidrográficas**. EMBRAPA Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 63 p. Sete lagoas. 2003 (Série documentos 30).

SANTOS, A. do C.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. dos; BERNINI, T A.; COOPER, M.; NUMMER, A. R.; FRANCELINO, M. R. Gênese e classificação de solos numa

topossequência no ambiente de mar de morros do Médio Vale do Paraíba do Sul, RJ. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 34, p. 1297-1314, 2010.

SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. dos **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 6^oed. Revisada e ampliada. SBCS. Viçosa, p. 100, 2013.

SCHAEFER, C. E. G. R. Bases Físicas da Paisagem Brasileira: Estrutura Geológica, Relevos e Solos. In: Tópicos em Ciência do Solo. SBCS. p. 1-69. 2013.

SHEURER, J. M.; TOMASI, D. B. A crotalaria na adubação intercalar e reforma do cultivo da cana e açúcar. **Revista Vivências**. V. 7, n. 12, p. 81-91. Mar 2011.

SILVA MATTOS, D. M.; PIVELLO, V. R. O impacto das plantas invasoras nos recursos naturais de ambientes terrestres, alguns casos brasileiros. **Ciência e Cultura**. v. 61, p. 27-30. 2009.

SILVA, V. V. Médio vale do Paraíba do Sul: fragmentação e vulnerabilidade dos remanescentes de Mata Atlântica. **Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade Federal Fluminense, 2002**.

SOARES, M. B. B.; FINOTO, E. L.; BOLONHESI, D.; CARREGA, W. C.; DE ALBUQUERQUE, J de A. A. Plantas Daninhas em Área de Reforma de Cana Crua com Diferentes Manejos do Solo e Adubos Verdes em Sucessão. **Revista Agroambiente Online**. V. 6, n. 1, p. 25-33, Jan/Abr. 2012.

SOUTO MAIOR, S. Efeitos de arranjos populacionais na produção de forragem de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Mills.) em região semi-árida. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal de Campina grande, 2006**.

TAROUCO, C. P.; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; DOS SANTOS, L. S.; VIGNOLO, G. K.; RAMOS, L. O. de OLIVEIRA. Períodos de Interferência de Plantas Daninhas na Fase Inicial de Crescimento do Eucalipto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 44, n. 9, p. 1131-1137. 2009.

TIMOSSI, P. C.; WISINTAINER, C.; DOS SANTOS, B. J.; PEREIRA, V. A.; PORTO, V. S. Supressão de Plantas Daninhas e Produção de Sementes de Crotalária, em Função de Métodos de Semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v. 41, n. 4, p. 525-530, Out/Dez. 2011.

TEIXEIRA, R. A.; SOARES, T. G.; FERNANDES, A. R.; BRAZ, A. M. de S. Gramíneas e leguminosas como cultura de cobertura em sistema de plantio direto no nordeste do Pará, Brasil. **Revista Acta Amazônica**. Manaus: v. 44, n. 4, p. 411-418. Dez. 2014.

TCE-RJ. **Estudos Sócioeconômicos dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro-Pinheiral**. 74 p. 2008.

TEODORO, R.B.; DE OLIVEIRA, F. L.; DA SILVA, D. H. N.; FÁVEO, 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**. n. 35, p. 635-643, 2011.

VALCARCEL, R.; VALENTE, F. D. W.; MOROKAWA, M. J.; NETO, F. V. C.; PEREIRA, C. R. Avaliação da Biomassa de Raízes em Área de Empréstimo Submetida a Diferentes Composições de Espécies. **Revista Árvore**.v. 31, n. 5, p. 923-930. 2007.

VIANNA, L. G. G.; SATO, A. M.; FERNANDES, M. C.; COELHO NETTO, A. L. Fronteira de Expansão dos Plantios de Eucalipto no Geoecossistema do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ). In: **Seminário de Recursos Hídricos da Bacia do Paraíba do Sul, O Eucalipto e o Ciclo Hidrológico**, I, 2007, Taubaté. **Anais...** p. 367-369.

VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa. v. 31, n. 6, nov/dez. 2007.

WUTKE, E. B.; ARRUDA, F. B.; FRANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G. M. B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 24, p. 621-623. 2000.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do PRADO. Espécies de Adubos Verdes e Plantas de Cobertura e Recomendações para seu Uso. In: **Adubação Verde e Plantas de Cobertura no Brasil, Fundamentos e Prática**, Brasília-DF: EMBRAPA, 2014. p. 64-80.

7. ANEXOS

a) Descrições dos Perfis

Perfil: P1 Área 1 (Toposequência 1)

Data: 08/12/2014

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.

Localização: Estrada UEP Bovinocultura de Corte x Goiabal (elevação lado esquerdo UEP Fruticultura), IFRJ Campus Pinheiral – RJ.

Situação: Topo de encosta com pendente linear convexa e declive de 34%, sob vegetação em estágio inicial de sucessão, com dominância de sapê (*Imperata brasiliensis*) e ocorrência de braquiária (*Brachiaria spp.*).

Coordenadas: UTM Zona 23S, WGS84, 603.671 m E e 7.508.292 m N.

Elevação: 415 m.

Litologia: Biotita-Muscovita-Gnaiss.

Formação geológica: Complexo Paraíba do Sul.

Cronologia: Pré-Cambriano ao Paleozóico (Ordoviciano).

Material originário: Produto da alteração das rochas supracitadas.

Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.

Rochosidade: Não rochoso.

Relevo local: montanhoso.

Relevo regional: Ondulado.

Erosão: Não perceptível

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual.

Uso atual: Pousio com início de regeneração natural.

Clima: Cwa.

Descrito e coletado por: Maurílio de Faria Vieira Júnior e Thiago Andrade Bernini.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A → 0 - 7 cm, bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2, úmido) e cinzento-brunado-claro (10 YR 6/2, seco); franco-argiloarenosa; moderada média a grande; blocos angulares; ligeiramente dura, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

AB → 7 - 25 cm, bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3, seco); franco-argiloarenosa; moderada média blocos angulares; ligeiramente dura, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

BA → 25 - 55 cm, bruno muito claro-acinzentado (variegado 10 YR 7/3, úmido) bruno-forte (variegado 7,5 YR 5/6, seco) e bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/3, úmido) bruno-forte (7,5 YR 4/6, seco); argila; forte média blocos angulares; dura, friável; ligeiramente pegajosa e não plástica; transição onduladae clara.

Bt1 → 55 - 75 cm, vermelho-amarelado (5 YR 4/6, úmido) e vermelho (2,5 YR 5/6, seco); argila; forte média blocos angulares; dura, friável; pegajosa e plástica; transição ondulada e clara.

Bt2 → 75 - 115 cm⁺, vermelho (2,5 YR 4/6, úmido) e bruno-avermelhado (2,5 YR 5/4 seco); franco argilosa; forte média a grande colunar, se desfazendo em média blocos subangulares; dura, friável; pegajosa e plástica.

Raízes: muitas e médias n A1, comuns e finas no AB, comuns e finas no BA, comuns e finas no B1 e raras e muito finas no B2. Pedregosidade: BA ligeiramente pedregoso.

Perfil: P2 Área 1 (Toposequência 1)

Data: 08/12/2014

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.

Localização: Estrada UEP Bovinocultura de Corte x Goiabal (elevação lado esquerdo setor fruticultura), IFRJ Campus Pinheiral - RJ.

Situação: Topo de encosta com pendente linear convexa e declive de 59 %, sob vegetação em estágio inicial de sucessão, com dominância de sapê (*Impera ta brasiliensis*) e ocorrência de braquiária (*Brachiaria spp.*).

Coordenadas: UTM Zona 23S, WGS84, 603.682 m E e 7.508.287 m N.

Elevação: 411 m.

Litologia: Biotita-Muscovita-Gnaiss.

Formação geológica: Complexo Paraíba do Sul.

Cronologia: Pré-Cambriano ao Paleozóico (Ordoviciano).

Material originário: Produto da alteração das rochas supracitadas.

Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.

Rochosidade: Não rochoso.

Relevo local: montanhoso.

Relevo regional: Ondulado.

Erosão: Não perceptível.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual.

Uso atual: Pousio com início de regeneração natural.

Clima: Cwa.

Descrito e coletado por: Maurílio de Faria Vieira Júnior e Thiago Andrade Bernini.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A → 0 - 10 cm, bruno-acinzentado-escuro (10 YR 4/2, úmido) e cinzento-brunado-claro (10 YR 6/2 seco); franco-arenosa, solta média blocos angulares; ligeiramente dura, friável; pegajosa e plástica; transição plana e clara.

AB → 10 - 30 cm, bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3 seco); franco-argilosa; moderada média a grande blocos angulares; ligeiramente dura, friável; pegajosa e muito plástica, transição plana e clara.

BA → 30 - 51 cm, bruno-forte (7,5 YR 4/6, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila; forte média a grande colunar se desfazendo em média blocos angulares; dura, friável; pegajosa e muito plástica; transição plana e clara.

Bt → 51 - 125 cm⁺, vermelho-amarelado (5 YR 4/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR 6/6, seco); muito-argilosa; moderada grande blocos angulares; ligeiramente dura, friável; pegajosa e plástica.

Raízes: muitas e médias no A, comuns e finas no AB, comuns e finas no BA, comuns e finas no B1 e poucas e finas no B.

Pedregosidade: AB ligeiramente pedregoso.

Perfil: P3 Área 1 terço médio (Toposequência 1)

Data: 09/12/2014

Classificação: ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico.

Localização: Estrada UEP Bovinocultura de Corte x Goiabal (elevação lado esquerdo setor fruticultura), IFRJ Campus Pinheiral - RJ.

Situação: Topo de encosta com pendente linear convexa e declive de 56 %, sob vegetação em estágio inicial de sucessão, com dominância de sapê (*Imperata brasiliensis*) e ocorrência de braquiária (*Brachiaria spp.*).

Coordenadas: UTM Zona 23S, WGS84, 603.6 m E e 7.508.2m N.

Elevação: 403 m.

Litologia: Biotita-Muscovita-Gnaiss.

Formação geológica: Complexo Paraíba do Sul.

Cronologia: Pré-Cambriano ao Paleozóico (Ordoviciano).

Material originário: Produto da alteração das rochas supracitadas.

Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.

Rochosidade: Não rochoso.

Relevo local: montanhoso.

Relevo regional: Ondulado.

Erosão: Não perceptível.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual.

Uso atual: Pousio com início de regeneração natural.

Clima: Cwa.

Descrito e coletado por: Maurílio de Faria Vieira Júnior e Thiago Andrade Bernini.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A → 0- 20 cm, bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3, seco); franco; moderada média a grande blocos angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

AB → 20 - 42 cm, bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/6, úmido) e amarelo-brunado (10 YR 6/6, seco); franco-argilo-arenosa; forte média a grande colunar se desfazendo em grande blocos angulares; ligeiramente dura, friável, muito plástica e ligeiramente pegajosa, transição plana e abrupta

BA → 42 - 60 cm, bruno-forte (7,5 YR4/6, úmido) e bruno-claro (7,5 YR 6/4, seco); argila; forte média a grande colunar se desfazendo em grande blocos angulares; ligeiramente dura, friável, muito plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

Bt1 → 60 - 95 cm, vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); argila; forte média a grande blocos angulares, dura, muito friável, muito plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

Bt2 → 95 - 120 cm, vermelho-amarelado (5 YR 4/6, úmido); argila; moderada média blocos angulares; ligeiramente dura, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

BC → 120 - 190 cm⁺, vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmido); argila; moderada média blocos angulares; macia, muito friável, plástica e ligeiramente pegajosa.

Raízes: muitas e médias no A, comuns e finas no AB, poucas e muito finas no BA, poucas e muito finas no B1, raras e muito finas no B2 e BC.

Pedregosidade: ocorrência de cascalhos em B1 e B2.

Perfil: P4 Área 1 Terço inferior (Toposequência 1)

Data: 09/12/2014

Classificação: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico.

Localização: Estrada UEP Bovinocultura de Corte x Goiabal (elevação lado esquerdo setor fruticultura), IFRJ-Campus Pinheiral - RJ.

Situação: Topo de encosta com pendente linear convexa e declive de 50 %, sob vegetação em estágio inicial de sucessão, com dominância de sapê (*Imperata brasiliensis*) e ocorrência de braquiária (*Brachiaria spp.*).

Coordenadas: UTM Zona 23S, WGS84, 603.701 m E e 7.508.282 m N.

Elevação: 396 m.

Litologia: Biotita-Muscovita-Gnaiss.

Formação geológica: Complexo Paraíba do Sul.

Cronologia: Pré-Cambriano ao Paleozóico (Ordoviciano).

Material originário: Produto da alteração das rochas supracitadas.

Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.

Rochosidade: Não rochoso.

Relevo local: montanhoso.

Relevo regional: Ondulado.

Erosão: Não perceptível.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual.

Uso atual: Pousio com início de regeneração natural.

Clima: Cwa.

Descrito e coletado por: Maurílio de Faria Vieira Júnior e Thiago Andrade Bernini.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1 → 0 - 10 cm, bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3, seco); franco-argiloarenosa; fraca média blocos angulares; ligeiramente dura, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

AB → 10 - 28 cm, bruno-escuro (10 YR 4/3, úmido) e bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3, seco); franco-argiloarenosa; moderada média a grande; blocos angulares, ligeiramente dura, muito friável, muito plástica e pegajosa; transição plana e clara.

BA 28 - 60 cm, bruno (10 YR 5/3, úmido) e bruno-muito claro-acinzentado (10 YR 7/3, seco); franco-argiloarenosa; forte grande blocos angulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Bi1 → 60 - 115 cm, bruno amarelado-escuro (10 YR 4/6, úmido) e bruno-muito claro-acinzentado (10 YR 7/4, seco); franco-argilosa; forte média blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa, transição plana e difusa.

Bi2 → 115 - 160 cm⁺, bruno forte (7,5 YR 4/6, úmido) e amarelo avermelhado (7,5 YR 7/6, seco); argila; forte média blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa.

Raízes: muitas e médias no A1, poucas e finas no AB, poucas e finas no BA, raras e finas no B1, raras e muito finas no B2.

Pedregosidade: BA ligeiramente pedregoso.

Perfil: P5 Área 2 topo (Toposequência 2)

Data: 10/12/2014

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico.

Localização: Estrada das torres de TV e telefonia, após a 2ª tronqueira (elevação lado direito plantio de Eucalipto, IFRJ Campus Pinheiral - RJ).

Situação: Topo de encosta com pendente linear convexa e declive de 17 %, com dominância de sapê (*Imperata brasiliensis*) sob cultura de *Eucalyptus spp.*

Coordenadas: UTM Zona 23S, WGS84, 603.165 m E e 7.508.599 m N.

Elevação: 461 m.

Litologia: Biotita-Muscovita-Gnaiss.

Formação geológica: Complexo Paraíba do Sul.

Cronologia: Pré-Cambriano ao Paleozóico (Ordoviciano).

Material originário: Produto da alteração das rochas supracitadas.

Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.

Rochosidade: Não rochoso.

Relevo local: Forte ondulado.

Relevo regional: Forte ondulado.

Erosão: Laminar.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual.

Uso atual: Cultivo de Eucalipto sem manejo.

Clima: Cwa.

Descrito e coletado por: Maurílio de Faria Vieira Júnior e Thiago Andrade Bernini.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1 → 0 - 8 cm, bruno-acinzentado muito claro (10 YR 3/2, úmido) e bruno-acinzentado (10 YR 5/2, seco); argilo-arenosa; moderada grande blocos angulares; ligeiramente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

A2 → 8 - 20 cm, bruno-escuro (10 YR 3/3, úmido) e bruno-amarelado-escuro (10 YR 3/4, seco); franco-argilosa; moderada grande blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

BA → 20 - 38 cm, bruno-forte (7,5 YR 4/6, úmido) e bruno-forte (7,5 YR 5/6, seco); argila; forte grande blocos subangulares; dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição plana e clara.

B latossólico → 38 - 84 cm, bruno-forte (7,5 YR 4/6, úmido) e bruno-forte (7,5 YR 5/6, seco); Argila, forte grande blocos subangulares; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2B → 84 - 150 cm⁺, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); muito-argilosa; moderada grande prismática se desfazendo em média blocos subangulares; macia, friável, ligeiramente plástica e pegajosa.

Raízes: muitas e médias no A1, muitas e médias no A2, comuns e finas no BA, poucas e muito finas no B1, raras e muito finas no 2B.

Pedregosidade: presença de linha de pedra na transição B1/B2.

Ocorrência de poros e cupins em A1.

Ocorrência de poros e cupins em A2, porém em menor quantidade que em A1.

Perfil: P6 Área 2 terço superior (Toposequência 2)

Data: 10/12/2014

Classificação: LATOSSOLO AMARELO Distrófico argissólico.

Localização: Estrada das torres de TV e telefonia, após a 2ª tronqueira (elevação lado direito plantio de Eucalipto), IFRJ Campus Pinheiral Pinheiral – RJ.

Situação: Topo de encosta com pendente linear convexa e declive de 23 %, com dominância de sapê (*Imperata brasiliensis*) sob cultura de *Eucalyptus spp.*

Coordenadas: UTM Zona 23S, WGS84, 603. 192 m E e 7.508. 611 m N.

Elevação: 459 m.

Litologia: Biotita-Muscovita-Gnaiss.

Formação geológica: Complexo Paraíba do Sul.
Cronologia: Pré-Cambriano ao Paleozóico (Ordoviciano).
Material originário: Produto da alteração das rochas supracitadas.
Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.
Rochosidade: Não rochoso.
Relevo local: Forte ondulado.
Relevo regional: Forte ondulado.
Erosão: Laminar.
Drenagem: Bem drenado.
Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual.
Uso atual: Cultivo de Eucalipto sem manejo.
Clima: Cwa.
Descrito e coletado por: Maurílio de Faria Vieira Júnior e Thiago Andrade Bernini.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A1 → 0 - 18 cm, bruno-acinzentado muito claro (10 YR 3/2, úmido) e bruno-acinzentado escuro (10 YR 4/2, seco); argila; fraca média blocos angulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- AB → 18 - 34 cm, bruno-amarelado escuro (10YR 4/4, úmido) e bruno (10 YR 5/3, seco); argila; moderada média blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- BA → 34 - 50 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado ((7,5 YR 6/6, seco); argila; forte média blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.
- B1 → 50 - 85 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila; forte grande blocos angulares e subangulares; dura, muito friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.
- B2 → 85 - 135 cm, vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR 6/6, seco); muito argilosa; moderada grande blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.
- 2B → 135 - 165 cm⁺, vermelho (2,5 YR 5/6, úmido) e vermelho claro (2,5 YR 6/6, seco), argila; forte grande prismática se desfazendo em grande blocos subangulares, ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa.

Raízes: comuns e médias em A1 e poucas e finas em AB

Pedregosidade: ocorrência de cascalhos em AB e 2B, moderadamente pedregosa em B2.

Cerosidade: fraca e comum em B1 e moderada e comum em B2.

Perfil: P7 Área 2 terço médio (Topossequência 2)

Data: 11/12/2014

Classificação: ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico.

Localização: Estrada das torres de TV e telefonia, após a 2ª tronqueira (elevação lado direito plantio de Eucalipto), IFRJ Campus Pinheiral – RJ.

Situação: Topo de encosta com pendente linear convexa e declive de 48 %, com dominância de sapê (*Impera ta brasiliensis*) sob cultura de *Eucalyptus spp.*

Coordenadas: UTM Zona 23S, WGS84, 603. 222 m E e 7.508. 599 m N.

Elevação: 451 m.

Litologia: Biotita-Muscovita-Gnaiss.

Formação geológica: Complexo Paraíba do Sul.

Cronologia: Pré-Cambriano ao Paleozóico (Ordovinciano).
Material originário: Produto da alteração das rochas supracitadas.
Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.
Rochosidade: Não rochoso.
Relevo local: montanhoso.
Relevo regional: Forte ondulado.
Erosão: Laminar.
Drenagem: Bem drenado.
Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual.
Uso atual: Cultivo de Eucalipto sem manejo.
Clima: Cwa.
Descrito e coletado por: Maurílio de Faria Vieira Júnior e Thiago Andrade Bernini.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

- A1 → 0 - 5 cm, bruno-acinzentado muito claro (10 YR 3/2, úmido) e bruno-acinzentado (10 YR 5/2, seco); franco-argiloarenosa; fraca média blocos angulares; macia, solta, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.
- A2 → 5 - 12 cm, bruno- muito escuro (10 YR 2/2, úmido) e bruno-acinzentado (10 YR 5/2, seco); franco-argiloarenosa; fraca grande blocos angulares, macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.
- AB → 12 - 24 cm, bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmido) e cinzento-rosado (7,5 YR 6/2, seco); argilo-arenosa; moderada grande blocos angulares; dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- BA → 24 - 42 cm, bruno-escuro (7,5 YR 4/4, úmido) e bruno (7,5 YR 5/4, seco); argila; forte grande prismática se desfazendo em grande blocos angulares; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição plana e clara.
- Bt1 → 42 - 80 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); muito argilosa; moderada média prismática se desfazendo em média blocos angulares; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.
- Bt2 → 80 - 170 cm⁺, bruno-forte (7,5 YR 5/8, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); muito argilosa; moderada média prismática se desfazendo em média blocos angulares; muito dura, friável, plástica e pegajosa.

Raízes: muitas e médias em A1, comuns e médias em A2, comuns e médias em AB, poucas e finas em B1 e raras e muito finas em B2.

Perfil: P8 Área 2 terço inferior (Topossequência 2)

Data: 11/12/2014

Classificação: ARGISSOLO AMARELO Distrófico típico

Localização: Estrada das torres de TV e telefonia, após a 2ª tronqueira (elevação lado direito plantio de Eucalipto), município de Pinheiral - RJ, coordenadas

Situação: Topo de encosta com pendente linear convexa e declive de 29,3 %, com dominância de sapê (*Impera ta brasiliensis*) sob cultura de *Eucalyptus spp.*

Coordenadas: UTM Zona 23S, WGS84, 603. 243 m E e 7.508. 604 m N.

Elevação: 433 m.

Litologia: Biotita-Muscovita-Gnaisse.

Formação geológica: Complexo Paraíba do Sul.

Cronologia: Pré-Cambriano ao Paleozóico (Ordovinciano).

Material originário: Produto da alteração das rochas supracitadas.

Pedregosidade: Ligeiramente pedregosa.

Rochosidade: Não rochoso.

Relevo local: Forte ondulado.

Relevo regional: Forte ondulado.

Erosão: Laminar.

Drenagem: Bem drenado.

Vegetação primária: Floresta Estacional Semidecidual.

Uso atual: Cultivo de Eucalipto sem manejo.

Clima: Cwa.

Descrito e coletado por: Maurílio de Faria Vieira Júnior e Thiago Andrade Bernini.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A1 → 0 - 16 cm, bruno-amarelado-escuro (10 YR 3/4, úmido) e bruno-amarelado (10 YR 5/4, seco); franco-argilosa; moderada grande blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

BA → 16 - 47, cm, bruno-forte (7,5 YR 4/4, úmido) e amarelo-avermelhado (7,5 YR 6/6, seco); argila; moderada grande blocos angulares; muito dura, friável, muito plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.

Bt1 → 47 - 80 cm, vermelho-amarelado (5 YR 5/6, úmido) e amarelo-avermelhado (5 YR 6/6, seco); muito argilosa; forte grande prismática se desfazendo em grande blocos angulares; dura, muito friável, plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.

Bt2 → 80 -170 cm⁺, vermelho (2,5 YR 4/6, úmido) e vermelho (2,5 YR 5/6, seco); muito argilosa; forte grande blocos angulares; dura, muito friável, plástica e pegajosa.

Raízes: comuns e médias no A, comuns e médias no BA, poucas e finas no B1 e raras e finas no B2.

b) Visualização dos Perfis



Figura 44. Perfil 1.



Figura 45. Perfil 2.



Figura 46. Perfil 3.



Figura 47. Perfil 4.



Figura 48. Perfil 5.



Figura 49. Perfil 6.



Figura 50. Perfil 7.



Figura 51. Perfil 8.

c) Tabelas de Dados

Tabela 15. Análises físicas e químicas do Perfil 1 (Adaptado de Mendes 2015).

Horizonte		Granulometria da terra finadispersão com NaOH(g kg ⁻¹)						Silte/Argila		
Sím	Prof	AG	AF	Silte	Argila					
A1	0 - 7	436	137	195	232		0,8			
AB	7 - 25	378	126	152	344		0,4			
BA	25 - 55	306	109	173	412		0,4			
Bt1	55 - 75	233	73	212	482		0,4			
Bt2	75 – 115 ⁺	224	121	336	319		1,0			

Sím	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹					C org g.kg ⁻¹		Valor V(sat. por base) %	<u>100Al³⁺S+Al³⁺</u> m %	P Assmg kg ⁻¹	
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H + Al	T				
A1	5,2	0,8	0,7	0,4	1,9	0,4	4,5	6,4	11	30,4	16	1,3
AB	4,7	0,3	0,2	0,2	0,7	1,2	3,8	4,5	4,6	15,6	63,8	0,3
BA	4,6	0,3	0,3	0,1	0,7	1,3	4,1	4,9	3,5	15,2	64,2	0,3
Bt1	5,2	0,2	0,6	0,1	0,9	1,3	3,7	4,6	1,8	19,3	58,8	0,2
Bt2	5,3	0	0,8	0,1	0,9	1,3	3,5	4,4	1,9	21,3	58,0	0,2

Sím= símbolo dos horizontes; Prof= profundidade; Frações granulométricas: AG= Areia grossa (2-0,20 mm), AF =Areia fina (0,20-0,05 mm), Silte= 0,05-0,002 mm, Argila= < 2 µm; l; SB= soma de bases trocáveis; T = CTC; V= índice por saturação de bases; m= índice de saturação por alumínio; P.Ass = Fósforo Assimilável; C= Carbono Total.

Tabela 16. Análises físicas e químicas do Perfil 2 (Adaptado de Mendes 2015).

Horizonte		Granulometria da terra finadispersão com NaOH(g kg ⁻¹)						Silte/Argila	
Sím	Prof	AG	AF	Silte	Argila				
A	0 - 10	419	144	240	197		1,2		
AB	10 - 30	290	127	186	397		0,5		
BA	30 - 51	199	60	180	561		0,3		
Bt	51 - 125 ⁺	149	46	148	657		0,2		

Sím	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹					C org g.kg ⁻¹		Valor V(sat. por base) %	100 Al ³⁺ S+Al ³⁺ m%	P Ass mg kg ⁻¹	
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H + Al	T				
A	5,0	0,5	0,4	0,3	1,2	0,7	4,8	6,0	8,8	20,5	36,3	1,0
AB	4,7	0,4	0,2	0,1	0,8	1,1	5,0	5,8	6,9	13,7	59,2	0,3
BA	4,9	0,5	0,3	0,0	0,9	1,0	4,2	5,1	4,2	17,3	52,4	0,2
Bt	5,3	0,4	0,5	0,0	0,9	0,6	3,3	4,2	3,3	22,1	40,8	0,2

Sím= símbolo dos horizontes; Prof= profundidade; Frações granulométricas: AG= Areia grossa (2-0,20 mm), AF =Areia fina (0,20-0,05 mm), Silte= 0,05-0,002 mm, Argila= < 2 µm; l; SB= soma de bases trocáveis; T = CTC; V= índice por saturação de bases; m= índice de saturação por alumínio; P.Ass = Fósforo Assimilável; C= Carbono Total.

Tabela 17. Análises físicas e químicas do Perfil 3 (Adaptado de Mendes 2015).

Horizonte		Granulometria da terra finadispersão com NaOH(g kg ⁻¹)						Silte/Argila		
Sím	Prof	AG	AF	Silte	Argila					
A	0 - 20	353	136	262	249			1,0		
AB	20 - 42	376	122	187	315			0,6		
BA	42 - 60	279	86	189	446			0,4		
Bt1	60 - 95	210	58	189	543			0,3		
Bt2	95 - 120	207	57	228	508			0,4		
Bc	120-190 ⁺	234	46	304	416			0,7		

Sím	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹					C org g.kg ⁻¹		Valor V(sat. por base) %	100 Al ³⁺ S+Al ³⁺ m %	P Ass mg kg ⁻¹	
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H + Al	T				
A1	4,6	0,4	0,3	0,1	0,8	1,2	5,2	6,0	8,5	14,0	58,6	1,0
AB	4,6	0,3	0,2	0,0	0,5	1,4	4,7	5,2	5,4	10,5	71,6	0,8
BA	4,7	0,3	0,2	0,0	0,5	1,5	4,3	4,8	4,8	11,2	73,5	0,5
Bt1	4,8	0,3	0,2	0,0	0,5	1,6	4,4	5,0	3,3	10,8	75,2	0,5
Bt2	5,1	0,2	0,2	0,0	0,4	2,1	4,6	5,0	2,5	8,5	83,4	0,4
Bc	5,1	0,1	0,3	0,0	0,5	1,8	4,2	4,7	1,0	10,8	78,1	0,4

Sím= símbolo dos horizontes; Prof= profundidade; Frações granulométricas: AG= Areia grossa (2-0,20 mm), AF =Areia fina (0,20-0,05 mm), Silte= 0,05-0,002 mm, Argila= < 2 µm; l; SB= soma de bases trocáveis; T = CTC; V= índice por saturação de bases; m= índice de saturação por alumínio; P.Ass = Fósforo Assimilável; C= Carbono Total.

Tabela 18. Análises físicas e químicas do Perfil 4 (Adaptado de Mendes 2015).

Horizonte		Granulometria da terra finadispersão com NaOH(g kg ⁻¹)						Silte/Argila	
Sím	Prof	AG	AF	Silte	Argila				
A1	0 - 10	366	176	216	242		0,9		
AB	10 - 28	409	162	174	255		0,7		
BA	28 - 60	381	112	218	289		0,7		
Bi1	60 - 115	274	99	259	368		0,7		
Bi2	115-160 ⁺	277	109	145	469		0,3		

Sím	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹					C org g.kg ⁻¹		Valor V(sat. por base) %	100 Al ³⁺ S+Al ³⁺ m%	P Ass mg kg ⁻¹	
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H + Al	T				
A1	5,0	1,0	0,6	0,2	1,8	0,5	4,7	6,5	11,6	27,0	20,7	1,5
AB	4,8	0,4	0,2	0,1	0,7	0,8	4,0	4,8	6,5	15,7	51,9	0,8
BA	4,9	0,6	0,3	0,1	1	0,5	2,8	3,8	3,1	26,3	35,0	0,4
Bi1	5,1	0,2	0,2	0,1	0,5	1,0	2,9	3,4	1,3	13,9	67,1	0,4
Bi2	5,1	0,0	0,4	0,1	0,6	1,0	3,4	4,0	2,2	14,6	61,6	1,8

Sím= símbolo dos horizontes; Prof= profundidade; Frações granulométricas: AG= Areia grossa (2-0,20 mm), AF =Areia fina (0,20-0,05 mm), Silte= 0,05-0,002 mm, Argila= < 2 µm; l; SB= soma de bases trocáveis; T = CTC; V= índice por saturação de bases; m= índice de saturação por alumínio; P.Ass = Fósforo Assimilável; C= Carbono Total.

Tabela 19. Análises físicas e químicas do Perfil 5 (Adaptado de Mendes 2015).

Horizonte		Granulometria da terra finadispersão com NaOH(g kg ⁻¹)						Silte/Argila	
Sím	Prof	AG	AF	Silte	Argila				
A1	0 - 8	378	113	139	370		0,4		
A2	8 - 20	333	112	170	385		0,4		
BA	20 - 38	237	93	132	538		0,2		
B11	38 - 84	183	43	182	592		0,3		
2B	84 -150 ⁺	182	68	112	638		0,2		

Sím	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹					C org g.kg ⁻¹			Valor V(sat. por base) %	100 Al ³⁺ S+Al ³⁺ m%	P Ass mg kg ⁻¹
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H + Al	T				
A1	4,8	2,3	1,3	1	4,6	1,7	7,3	11,9	1,3	38,9	27,3	6,1
A2	4,5	1,2	0,7	0,2	2,1	2,0	7,5	9,6	1,1	22,0	48,3	3,0
BA	4,4	0	0,4	0,1	0,5	2,0	5,7	6,3	0,6	8,4	79,7	0,8
B11	4,7	0	0,4	0	0,5	2,1	0,3	0,9	0,4	59,4	80,8	0,3
2B	5,2	0	0,5	0,1	0,7	1,3	3,5	4,3	0,8	16,6	65,1	0,4

Sím= símbolo dos horizontes; Prof= profundidade; Frações granulométricas: AG= Areia grossa (2-0,20 mm), AF =Areia fina (0,20-0,05 mm), Silte= 0,05-0,002 mm, Argila= < 2 µm; l; SB= soma de bases trocáveis; T = CTC; V= índice por saturação de bases; m= índice de saturação por alumínio; P.Ass = Fósforo Assimilável; C= Carbono Total.

Tabela 20. Análises físicas e químicas do Perfil 6 (Adaptado de Mendes 2015).

Horizonte		Granulometria da terra finadispersão com NaOH(g kg ⁻¹)								
Sím	Prof	AG	AF	Silte		Argila	Silte/Argila			
A1	0 - 18	295	127	108		470	0,2			
AB	18 - 34	260	105	86		549	0,2			
BA	34 - 50	186	62	348		404	0,9			
B11	50 - 85	144	61	223		572	0,4			
B12	85 - 135	181	57	116		646	0,2			
2B	135-165 ⁺	217	71	198		514	0,4			

Sím	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹					C org g.kg ⁻¹		Valor V(G. Por base) %	100 Al ³⁺ S+Al ³⁺ m%	P Ass G kg ⁻¹
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H + Al	T			
A1	4,4	0,4	0,4	0,2	1,0	1,5	7,3	8,3	12,7	12,0	16,2
AB	4,4	0	0,1	0,1	0,2	2,1	6,4	6,6	8,4	2,8	0,7
BA	4,8	0	0,1	0	0,1	2,4	5,4	5,5	6,5	2,3	0,3
B11	4,9	0	0,1	0	0,1	2,0	4,9	5,0	2,4	2,1	0,2
B12	4,0	0	0,1	0	0,1	1,4	3,6	3,7	2,1	3,4	0,3
2B	4,7	0,1	0,2	0	0,3	1,0	2,7	2,7	0,6	0,6	0,5

Sím= símbolo dos horizontes; Prof= profundidade; Frações granulométricas: AG= Areia grossa (2-0,20 mm), AF =Areia fina (0,20-0,05 mm), Silte= 0,05-0,002 mm, Argila= < 2 µm; l; SB= soma de bases trocáveis; T = CTC; V= índice por saturação de bases; m= índice de saturação por alumínio; P.Ass = Fósforo Assimilável; C= Carbono Total.

Tabela 21. Análises físicas e químicas do Perfil 7 (Adaptado de Mendes 2015).

Horizonte		Granulometria da terra finadispersão com NaOH(g kg ⁻¹)										
Sím	Prof	AG	AF	Silte		Argila	Silte/Argila					
A1	0 - 5	450	128	186		236	0,8					
A2	5 - 12	387	130	246		237	1,0					
AB	12 - 24	360	123	135		382	0,3					
BA	24 - 42	295	109	185		411	0,4					
B1	42 – 80	202	69	122		607	0,2					
B2	80 – 170 ⁺	141	51	87		721	0,1					

Sím	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹					C org g.kg ⁻¹		Valor V(G. Por base) %	100 Al ³⁺ S+Al ³⁺ m%	P Ass G kg ⁻¹	
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H + Al	T				
A1	4,7	0,6	0,9	0,4	1,8	1,0	6,3	8,1	12,5	22,7	35,9	3,5
A2	4,4	0	0,6	0,3	0,9	1,7	6,9	7,8	9,0	11,5	66,0	2,6
AB	4,4	0	0,5	0,1	0,6	2,1	6,9	7,5	7,0	8,2	77,4	1,1
BA	4,8	0	0,6	0,1	0,7	2,0	5,8	6,5	4,7	10,5	74,3	0,8
B1	4,9	0,3	0,6	0	1,0	1,6	5,2	6,2	2,5	15,5	62,1	0,3
B2	4,0	0,3	0,6	0	1,0	1,2	4,0	4,9	1,9	19,2	55,4	0,3

Sím= símbolo dos horizontes; Prof= profundidade; Frações granulométricas: AG= Areia grossa (2-0,20 mm), AF =Areia fina (0,20-0,05 mm), Silte= 0,05-0,002 mm, Argila= < 2 µm; l; SB= soma de bases trocáveis; T = CTC; V= índice por saturação de bases; m= índice de saturação por alumínio; P.Ass = Fósforo Assimilável; C= Carbono Total.

Tabela 22. Análises físicas e químicas do Perfil 8 (Adaptado de Mendes 2015).

Horizonte		Granulometria da terra finadispersão com NaOH(g kg ⁻¹)						Silte/Argila	
Sím	Prof	AG	AF	Silte	Argila				
A1	0 - 16	300	123	224	353		0,6		
A2	16 - 47	230	62	122	586		0,2		
BA	47 - 80	200	54	105	641		0,2		
B1	80 - 170 ⁺	135	43	139	683		0,2		
B2	0 - 16	300	123	224	353		0,6		

Sím	pH (1:2,5)	Complexo sortivo cmol _c kg ⁻¹					C org g.kg ⁻¹			Valor V(G. Por base) %	100 Al ³⁺ S+Al ³⁺ m%	P Ass G kg ⁻¹
	Água	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	Al ³⁺	H + Al	T				
A1	4,5	0,2	0,5	0,2	1,0	1,6	6,1	7,1	10,0	14,1	61,7	1,7
A2	5,0	0	0,3	0	0,4	2,2	6,2	6,6	6,6	6,0	84,4	0,8
BA	5,2	0	0,5	0	0,5	1,6	5,1	5,7	4,9	9,7	73,9	0,2
B1	5,2	0	0,9	0,1	1,0	0,9	3,8	4,9	2,6	20,3	47,2	0,3
B2	4,5	0,2	0,5	0,2	1,0	1,6	6,1	7,1	10,0	14,1	61,7	1,7

Sím= símbolo dos horizontes; Prof= profundidade; Frações granulométricas: AG= Areia grossa (2-0,20 mm), AF =Areia fina (0,20-0,05 mm), Silte= 0,05-0,002 mm, Argila= < 2 µm; l; SB= soma de bases trocáveis; T = CTC; V= índice por saturação de bases; m= índice de saturação por alumínio; P.Ass = Fósforo Assimilável; C= Carbono Total.

Tabela 23. Atributos químicos dos solos das topossequências 1 e 2.

	Trincheiras								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1 - T8
Camada	Ca²⁺ (cmol_c.kg⁻¹)								
7 cm	0,96 Aa	0,43 Ad	0,32 Ae	0,65 Ac	0,22 Ae	0,80 Ab	0,27 Ae	0,45 Ad	0,51 A
14 cm	0,55 Ba	0,33 Bb	0,20 Ac	0,47 Ba	0,03 Be	0,21 Bc	0,03 Bd	0,15 Bc	0,24 B
28 cm	0,30 Ca	0,22 Bb	0,18 Ab	0,37 Ca	0,02 Bc	0,03 Cc	0,007 Bc	0,1 Cc	0,14 C
35 cm	0,25 Ca	0,27 Ba	0,24 Aa	0,32 Ca	0,01 Bb	0,01 Cb	0,05 Bb	0,01 Db	0,14 C
0-35 cm	0,51 a	0,31 b	0,23 b	0,45 a	0,06 c	0,26 b	0,09 c	0,15 c	
	Mg 2⁺ (cmol_c.kg⁻¹)								
7 cm	0,75 Ab	0,45 Ac	0,29 Ad	0,54 Ac	1,00 Aa	0,54 Ac	0,72 Ab	0,71 Ab	0,62 A
14 cm	0,50 Bb	0,35 Ac	0,20 Ad	0,40 Bc	1,02 Aa	0,23 Bc	0,59 Bb	0,53 Bb	0,47 B
28 cm	0,24 Cb	0,18 Bd	0,17 Ad	0,27 Cb	0,67 Ba	0,08 Cd	0,51 Bb	0,37 Cc	0,31 C
35 cm	0,26 Cc	0,21 Bc	0,21 Ac	0,21 Cc	0,40 Cb	0,05 Cd	0,52 Ba	0,30 Cc	0,27 D
0 - 35 cm	0,43 c	0,30 e	0,21 f	0,35 d	0,77 a	0,22 a1	0,58 b	0,48 c	
	K⁺ (cmol_c.kg⁻¹)								
7 cm	0,40 Aa	0,27 Ac	0,18 Ae	0,16 Ae	0,38 Aa	0,25 Ac	0,34 Ab	0,21 Ad	0,27 A
14 cm	0,28 Ba	0,19 Bc	0,09 Be	0,10 Be	0,23 Bb	0,12 Be	0,18 Bc	0,16 Bd	0,17 B
28 cm	0,14 Ca	0,08 Cb	0,04 Cb	0,06 Cb	0,11 Ca	0,05 Cb	0,09 Ca	0,09 Ca	0,08 C

Continua...

Continuação da **Tabela 23.**

K⁺ (cmol_c.kg⁻¹)									
35 cm	0,08 Da	0,05 Ca	0,04 Ca	0,05 Ca	0,06 Da	0,04 Ca	0,06 Ca	0,08 Ca	0,06 D
0 - 35 cm	0,22 a	0,14 d	0,09 f	0,09 f	0,19 b	0,11 e	0,17 c	0,14 d	
CTC (pH 7/ cmol_c.kg⁻¹)									
7 cm	6,75 Ac	5,93 Ad	5,34 Ae	5,30 Ae	9,84 Aa	8,41 Ab	8,08 Ac	7,20 Ac	7,05 A
14 cm	5,23 Bd	5,27 Bd	4,77 Be	4,67 Be	8,78 Ba	7,48 Bc	7,68 Ba	7,13 Ac	6,43 B
28 cm	4,77 Bc	4,78 Bc	4,50 Bc	4,32 Cc	7,22 Ca	6,48 Cb	6,24 Cb	6,58 Bb	5,60 C
35 cm	4,91 Bb	5,10 Bb	4,62 Bb	3,69 Dc	6,22 Da	5,75 Da	6,01 Ca	6,50 Ba	5,40 D
0 - 35 cm	5,41 c	5,26 c	4,81d	4,49 d	8,01 a	7,03 b	7,02 b	6,85 b	
Trincheiras									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1 - T8
Camada	Saturação por bases (cmol_c.kg⁻¹)								
7 cm	31,2Aa	19,4Ac	14,6 Ad	25,4 Ab	16,2 Ad	18,8 Ac	17,4 Ac	18,7 Ac	20,2 A
14 cm	25,3 Ba	16,4 Bc	20,7 Ad	20,7 Bb	14,6Ac	7,4 Be	10,1 Bd	11,8 Bd	14,6 B
28 cm	14,1 Ca	10,5 Cb	16,2 Bc	16,2 Ca	11,0 Bb	2,3 Cd	10,1 Bb	7,2 Cc	9,90 C
35 cm	11,8Cb	9,9 Cb	15,92Bb	15,9 Ca	7,3 Cc	1,5 Cd	9,8 Bb	5,9 Cc	9,12 C
0-35 cm	20,6 a	14,0 b	11,0 b	19,8 a	12,3 b	7,5 c	11,8 b	10,9 b	
Soma de bases (cmol_c.kg⁻¹)									
7 cm	2,11 Aa	1,15 Ac	0,78 Ad	1,35 Ac	1,60 Ab	1,58 Ab	1,33 Ac	1,36 Bc	1,41 A
14 cm	1,32 Ba	0,86 Bb	0,49 Bc	0,97 Bb	1,28 Ba	0,56 Bc	0,80 Bb	0,84 Bb	0,89 B
28 cm	0,67 Ca	0,53 Cb	0,48 Bb	0,70 Ca	0,80 Ca	0,15 Cc	0,62 Ba	0,46 Cb	0,53 C

Continua...

Continuação da **Tabela 23.**

Soma de bases (cmol_c.kg⁻¹)									
35 cm	0,58 Ca	0,47 Ca	0,38 Ba	0,59 Ca	0,45 Da	0,09 Cb	0,61 Ba	0,38 Ca	0,46 C
0 - 35 cm	1,17a	0,75 d	0,53 e	0,90 c	1,03 b	0,59 e	0,84 d	0,76 d	
Al³⁺ (cmol_c.kg⁻¹)									
7 cm	0,41 De	1,03 Bd	1,23 Bc	0,83 Ad	1,74 Da	1,51 Bb	1,42 Bc	1,29 Cc	1,18 D
14 cm	0,70 Ce	1,56 Ac	1,52 Ac	0,93 Ad	2,21 Ca	2,10 Aa	1,86 Ab	1,64 Bc	1,56 C
28 cm	1,32 Bd	1,61 Ac	1,72 Ac	0,99 Ad	2,65 Ba	2,32 Ab	2,11 Ab	2,21 Ab	1,86 B
35 cm	1,63 Ac	1,62 Ac	1,74 Ac	1,10 Ad	2,37 Aa	2,35 Aa	1,97 Ab	2,28 Ac	1,87 A
0-35 cm	1,01 e	1,45 d	1,55 d	0,95 e	2,24 a	2,06 b	1,84 c	1,85 c	
Al³⁺ + H⁺ (cmol_c.kg⁻¹)									
7 cm	4,65 Ad	4,78 Ad	4,57 Ad	3,95 Ae	8,25 Aa	6,83 Ab	6,35 Bb	5,83 Ac	5,65 A
14 cm	3,91 Ad	4,41 Ac	4,28 Ac	3,71 Ad	7,50 Ba	6,92 Aa	7,28 Aa	6,04 Ab	5,54 A
28 cm	4,10 Ac	4,31 Ac	4,11 Ac	3,62 Ad	6,43 Ca	6,33 Aa	5,63 Cb	6,00 Aa	5,07 B
35 cm	4,33 Ac	4,54 Ac	4,14 Ac	3,12 Bd	5,77 Db	5,67 Ab	5,49 Cb	6,29 Aa	4,90 B
0-35 cm	4,25 c	4,51 c	4,27 c	3,59 d	6,98 a	6,43 b	6,18 b	6,09 a1	
Trincheiras									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1 - T8
Camada	Saturação por bases (cmol_c.kg⁻¹)								
7 cm	16,2 Dd	47,2 C a3	61,0 Ba	38,0 Dc	52,0 Db	48,9 Cb	51,5 Cb	49,3 Cb	46,0 D
14 cm	34,3 Cd	64,1 Bb	75,5 Aa	48,8 Cc	63,5 Cb	79,0 Ba	70,0 Bb	66,4 Bb	63,0 C
28 cm	66,2 Bc	77,3 Ab	81,6 Ab	58,5 Bd	77,0 Bb	94,0 Aa	77,5 Ab	82,6 Ab	76,9 B

Continua...

Continuação da **Tabela 23.**

Camada	Saturação por bases (cmol_c.kg⁻¹)								
35 cm	73,8 Ac	75,3 Ac	78,1 Ac	64,0 Ad	84,0 A b	96,4 Aa	76,1 A a2	85,6 Ab	79,2 A
0-35 cm	47,6 e	66,0 c	74,0 b	52,3 d	69,1 c	79,5 a	68,8 c	71,0 b	
pH (H₂O)									
7 cm	5,0 Aa	4,7 Aa	4,7 Aa	4,8 Aa	4,4 Aa	4,6 Aa	4,6 Aa	4,7 Aa	4,4 A
14 cm	4,9 Aa	4,6 Aa	4,6 Aa	4,7 Aa	4,3 Aa	4,3 Aa	4,5 Aa	4,6 Aa	4,6 A
28 cm	4,5 Aa	4,6 Aa	4,5 Aa	4,7 Aa	4,3 Aa	4,2 Aa	4,4 Aa	4,4 Aa	4,6 A
35 cm	4,6 Aa	4,6 Aa	4,6 Aa	4,8 Aa	4,4 Aa	4,2 Aa	4,4 Aa	4,4 Aa	4,5 A
0-35 cm	4,7 a	4,6 a	4,6 a	4,7 a	4,4 a	4,3 a	4,5 a	4,5 a	
Camada	Carbono orgânico (%)								
7 cm	1,21 Ab	0,75 Bc	0,88 Ac	0,99 Ac	1,29 Ab	1,49 Aa	1,15 Ab	0,84 Ac	1,07 A
14 cm	0,99 Ba	0,94 Aa	0,73 Ab	0,86 Ab	0,78 Bb	1,12 Ba	0,88 Bb	0,95 Aa	0,90 B
28 cm	0,60 Cb	0,59 Cb	0,54 Bb	0,66 Bb	0,91 Aa	0,81 Ca	0,76 Ba	0,72 Ba	0,70 C
35 cm	0,54 Ca	0,56 Ca	0,53 Ba	0,56 Ba	0,68 Ba	0,69 Ca	0,65 Ba	0,66 Ba	0,6 1D
0-35 cm	0,83 b	0,71 c	0,68 c	0,75 c	0,91 b	1,02 a	0,86 b	0,80 c	
Trincheiras									
Camada	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1	T1
P (mg.L⁻¹)									
7 cm	1,27 Ab	1,22 Ac	1,18 A a2	0,84 Bc	2,75 Aa	1,71 Ab	1,57 Ab	1,50 Ab	1,50 A
14 cm	1,19 Aa	1,35 Ab	1,04 Ba	0,83 Bb	2,20 Ba	1,36 Ba	1,22 Ba	1,30 Ba	1,31 B
28 cm	0,91 Ab	0,97 Ab	0,49 Bb	0,63 Bb	1,10 Cb	1,43 Aa	0,95 Bb	0,95 Bb	0,93 C

Continua...

Continuação da **Tabela 23.**

Camada	P (mg.L ⁻¹)								
	35 cm	0,74 Ba	1,11 Aa	0,77 Ba	0,56 Ba	1,43 Ca	0,74 a1a	0,81 Ca	1,20 Ba
	N (%)								
7 cm	0,11 Ad	0,11 Ac	0,10 Ad	0,10 Ad	0,17 Aa	0,14 Ab	0,12 Ac	0,12 Ac	0,12 A
14 cm	0,10 Ac	0,11 Ac	0,08 Ad	0,09 Ad	0,16 Aa	0,13 Ab	0,11 Ac	0,11 Ac	0,11 B
28 cm	0,08 Bc	0,09 Bc	0,08 Ac	0,08 Ac	0,12 Ba	0,10 Bb	0,10 Bc	0,10 Bb	0,09 C
35 cm	0,07 Ba	0,08 Ba	0,08 Aa	0,08 Aa	0,05 Cb	0,09 Ba	0,09 Ba	0,09 a	0,08 D
0 - 35 cm	0,09 b	0,09 b	0,08 b	0,08 b	0,12 a	0,11 a	0,10 b	0,10 b	

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem significativamente pelo teste Scott-Knott a 5 % de prob.

Tabela 24. Atributos físicos dos solos das topossequências 1 e 2.

	Trincheiras								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T1 - T8
Camada	Densidade do solo (g.cm⁻³)								
7 cm	1,4Aa	1,4 Aa	1,3 Aa	1,3 Aa	1,3Aa	1,3 Aa	1,2 Aa	1,3 Aa	1,2 A
14 cm	1,4 Aa	1,3 Aa	1,4 Aa	1,3 Aa	1,2 Aa	1,3 Aa	1,2 Aa	1,4 Aa	1,3 B
28 cm	1,4 Aa	1,3 Aa	1,4 Aa	1,4 Aa	1,2 Aa	1,2 Aa	1,2 Aa	1,3 Aa	1,3 B
35 cm	1,1 Ba	1,2 Aa	1,3 Aa	1,2 Aa	1,1 Aa	1,2 Aa	1,3 Aa	1,2 Aa	1,3 B
0-35 cm	1,30 a	1,3 a	1,3 a	1,3 a	1,2 a	1,23 a	1,2 a	1,3 a	
	Porosidade (%)								
7 cm	57,2 A a1	54,1 A a1	50,8 Aa	52,2 Aa	59,1 Aa	54,9 Aa	53,4 Aa	53,4 Aa	54,0 A
14 cm	48,8 B a1	52,1A a1	48,1 Aa	50,3 Aa	54,6 Aa	52,6 Aa	53,7 Aa	53,7 Aa	51,1 B
28 cm	49,9 B a1	51,6 A a1	48,6 Aa	46,8 Aa	52,6 Aa	21,7 Aa	52,9 Aa	52,9 Aa	50,7 B
35 cm	47,5 B a1	48,6 A a1	51,6 Aa	53,1 Aa	52,8 Aa	55,3 Aa	50,9 Aa	50,9 Aa	51,7 B
0-35 cm	50,8 a	51,6 a	49,8 a	50,6 a	54,8 a	53,6 a	52,7 a	51,1 a	

Médias seguidas de letras maiúsculas iguais nas colunas e letras minúsculas iguais nas linhas, não diferem significativamente pelo teste Scott-Knott a 5 % de prob.

d) Regressão e ajustes de modelos para massa seca de raízes vivas e mortas

Tabela 25. Resumo do ajuste dos modelos (equações raízes vivas e raízes mortas).

Variável Massa seca raíz viva				
Modelo	R	R ²	R ² ajustado	Erro padrão estimativa
1	0,726 ^a	0,528	0,522	0,14247
Variável Massa seca raíz morta				
Modelo	R	R ²	R ² ajustado	Erro padrão estimativa
1	0,599 ^a	0,359	0,352	0,14460
2	0,638 ^b	0,407	0,394	0,13980

a- Preditores (constante): soma de bases

b- Preditores (constante): soma de bases, pH

Tabela 26. Teste de ajuste do modelo aos dados (ANOVA raízes vivas e raízes mortas).

ANOVA ^a raízes vivas					
Modelo 1	Soma dos quadrados	df	Quadrado médio	Z	Sig
Regressão	2,130	1	2,130	104,951	0,000 ^c
Resíduo	1,908	94	0,020		
Total	4,038	95			
ANOVA ^b raízes mortas					
Modelo 2	Soma dos quadrados	df	Quadrado médio	Z	Sig
Regressão	1,101	1	1,101		
Resíduo	1,965	94	0,021	52,640	0,000 ^c
Total	3,066	95			
Regressão	1,249	2	0,624		
Resíduo	1,817	93	0,020	31,943	0,000 ^d
Total	3,056	95			

a- variável dependente: raíz viva;

b- variável dependente: raíz morta;

c- preditores (constante): soma de bases;

d- preditores (constante): soma de bases, pH

Tabela 27. Parâmetros do modelo (raízes vivas e mortas).

Coeficientes ^a raízes vivas							
Modelo 1	Coef. não padronizados		Coef. padronizados	t	Sig	95% interval de conf. para B	
	B	Erro padrão	Beta			Lim. inferior	Lim. superior
(constante)	0,041	0,029		1,389	0,168	0,018	0,099
Soma de bases	0,319	0,031	0,726	10,245	0,000	0,257	0,381
Coeficientes ^b raízes mortas							
Modelo 2	Coef. não padronizados		Coef. padronizados	t	Sig	95% interval de conf. para B	
	B	Erro padrão	Beta			Lim. inferior	Lim. superior
1 (constante)	0,041	0,030		0,477	0,634	0,074	0,045
Soma de bases	0,319	0,032	0,599	7,255	0,00	0,167	0,292
2 (constante)	0,336	0,131	0,609	2,573	0,012	0,077	0,595
Soma de bases,	0,233	0,031		7,619	0,000	0,172	0,294
pH	0,079	0,029	0,220	2,751	0,007	0,136	0,022

a- variável dependente: raíz morta;

b- variável dependente: raíz viva

Tabela 28. Teste de normalidade para variáveis dependentes (massa seca de raízes).

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Raiz viva	0,142	96	0,000	0,895	96	0,000
Raiz morta	0,203	96	0,000	0,781	96	0,000

a- Correlação de significância de Lilliefors.

e) Teste de hipóteses para massa seca de raízes

Tabela 29. Teste de hipóteses para áreas (topossequências 1 e 2).

Classificações		
Raiz viva (area)	N	Postos de média
1	48	46,24
2	48	50,76
Total	96	
Raiz morta (area)	N	Postos de média
1	48	39,03
2	48	57,97
Total	96	
Estatística do teste ^{a,b}		
	Raiz viva	Raiz morta
Qui-quadrado	0,632	11,117
df	1,0	1
Significância	0,426	0,001

a- teste Krushal-Wallis;

b- variável de agrupamento área.

Tabela 30. Teste de hipóteses para trincheiras (T1 – T8).

Classificações					
Raíz viva (trincheira)	N	Postos de média	Raíz morta (trincheira)	N	Postos de média
1	12	50,00	1	12	44,04
2	12	34,13	2	12	27,00
3	12	44,08	3	12	35,79
4	12	56,75	4	12	49,29
5	12	58,42	5	12	64,04
6	12	45,83	6	12	48,08
7	12	52,58	7	12	66,00
8	12	46,21	8	12	53,75
Total	96		Total	96	

Estatística do teste ^{a,b}		
	Raíz viva	Raíz morta
Qui-quadrado	6,558	18,905
df	7	7
Significância	0,476	0,008

a- teste Krushal-Wallis;

b- variável de agrupamento trincheira.

Tabela 31. Teste de hipóteses para profundidades (0 – 35 cm).

Classificações					
Raíz viva (profundidade)	N	Postos de média	Raíz morta (profundidade)	N	Postos de média
0 - 7	24	77,52	0 - 7	24	79,27
7 - 14	24	57,94	7 - 14	24	52,65
14 - 28	24	37,54	14 - 28	24	35,54
28 - 35	24	21,00	28 - 35	24	26,54
Total	96		Total	96	

Estatística do teste ^{a,b}				
	Raíz viva		Raíz morta	
Qui-quadrado	55,940		Qui-quadrado	50,034
df	3		df	3
Significância	0,000		Significância	0,000

a- teste Krushal-Wallis;

b- variável de agrupamento profundidade.

Tabela 32. Comparação entre pares de profundidades.

Classificações das variáveis profundidades raízes vivas			
Trincheira	N	Postos de média	Soma de classificações
0-7	24	31,06	745,00
7-14	24	17,94	430,00
Total	48		
0-7	24	35,17	844,00
14-28	24	13,83	332,00
Total	48		
0-7	24	36,29	871,00
28-35	24	12,71	305,00
Total	48		
7-14	24	30,63	735,00
14-28	24	18,38	441,00
Total	48		
7-14	24	34,38	825,00
28-35	24	14,63	351,00
Total	48		
14-28	24	30,33	728,00
28-35	24	18,67	448,00
Total	48		

Tabela 33. Comparação entre pares de profundidades(raízes vivas) pelo teste de Mann-Whitney.

Estatística de teste^a (massa seca raiz viva)	
0-7/7-14	
U de Mann-Whitney	130,50
Wilcoxon W	430,50
Z	-3,25
Significância Sig. (2 extremidades)	0,001
0-7/14-28	
U de Mann-Whitney	32,00
Wilcoxon W	332,00
Z	-5,30
Significância Sig. (2 extremidades)	0,000
0-7/28-35	
U de Mann-Whitney	5,00
Wilcoxon W	305,00

Continua...

Continuação da **Tabela 33.**

0-7/28-35	
Z	-5,84
Significância Sig. (2 extremidades)	0,000
7-14/14-28	
U de Mann-Whitney	141,00
Wilcoxon W	441,00
Z	-3,03
Significância Sig. (2 extremidades)	0,002
7-14/28-35	
U de Mann-Whitney	51,00
Wilcoxon W	351,00
Z	-4,90
Significância Sig. (2 extremidades)	0,000
14-28/28-35	
U de Mann-Whitney	148,00
Wilcoxon W	448,00
Z	-2,90
Significância Sig. (2 extremidades)	0,004

Tabela 34. Comparação entre pares de profundidades (raízes mortas) pelo teste de Mann-Whitney.

Classificações das variáveis trincheiras mortas			
Trincheira	N	Postos de média	Soma de classificações
1	12	14,92	179,00
2	12	10,08	121,00
Total	24		
1	12	14,17	170,00
3	12	10,83	130,00
Total	24		
1	12	11,92	143,00
4	12	13,08	157,00
Total	24		
1	12	9,75	117,00
5	12	15,25	183,00
Total	24		
1	12	12,13	145,50
6	12	12,88	154,50
Total	24		
1	12	9,00	108,00
7	12	16,00	192,00
Total	24		

Continua...

Conitunação da **Tabela 34.**

1	12	11,17	134,00
8	12	13,83	166,00
Total	24		
2	12	11,75	141,00
3	12	13,25	159,00
Total	24		
2	12	10,04	120,50
4	12	14,96	179,50
Total	24		
2	12	8,29	99,50
5	12	16,71	200,50
Total	24		
2	12	9,42	113,00
6	12	15,58	187,00
Total	24		
2	12	7,5	90,00
7	12	17,5	210,00
Total	24		
2	12	8,92	107,00
8	12	16,08	193,00
Total	24		
3	12	10,92	131,00
4	12	14,08	169,00
Total	24		
Classificações das variáveis trincheiras mortas			
Trincheira	N	Postos de média	Soma de classificações
3	12	10,92	131,00
4	12	14,08	169,00
Total	24		
3	12	9,5	114,00
5	12	15,5	186,00
Total	24		
3	12	10,71	128,50
6	12	14,29	171,50
Total	24		
3	12	9,5	114,00
7	12	15,5	186,00
Total	24		
3	12	10,08	121,00
8	12	14,92	179,00
Total	24		
4	12	10,79	129,50
5	12	14,21	170,50
Total	24		
4	12	12,63	151,50
6	12	12,38	148,50
Total	24		

Continua...

Continuação da **Tabela 34.**

4	12	10,58	127,00
7	12	14,42	173,00
Total	24		
5	12	14,75	177,00
6	12	10,25	123,00
Total	24		
5	12	12,46	149,50
7	12	12,54	150,50
Total	24		
5	12	14,17	170,00
8	12	10,83	130,00
Total	24		
6	12	10	120,00
7	12	15	180,00
Total	24		
6	12	11,71	140,50
8	12	13,29	159,50
Total	24		
Classificações das variáveis trincheiras mortas			
Trincheira	N	Postos de média	Soma de classificações
7	12	14,04	168,50
8	12	10,96	131,50
Total	24		

Tabela 35. Comparação entre pares de trincheiras pelo teste de Mann-Whitney.

Estatística de teste^a (massa seca raiz morta)	
T1 – T2	
U de Mann-Whitney	43,000
Wilcoxon W	121,000
Z	-1,682
Significância Sig. (2 extremidades)	0,930
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,101 ^b
T1 – T3	
U de Mann-Whitney	52,000
Wilcoxon W	130,000
Z	-1,158
Significância Sig. (2 extremidades)	0,247
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,266 ^b
T1 – T4	
U de Mann-Whitney	65,000
Wilcoxon W	143,000
Z	-0,404
Significância Sig. (2 extremidades)	0,686
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,713 ^b

Continua...

Continuação da **Tabela 35.**

T1 – T5	
U de Mann-Whitney	39,000
Significância Sig. (2 extremidades)	0,056
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,060 ^b
T1 – T6	
U de Mann-Whitney	67,500
Wilcoxon W	145,500
Z	-0,261
Significância Sig. (2 extremidades)	0,794
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,799 ^b
Estatística de teste^a (massa seca raiz morta)	
T1 – T7	
U de Mann-Whitney	30,000
Wilcoxon W	108,000
Z	-0,261
Significância Sig. (2 extremidades)	0,794
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,799 ^b
T1 – T8	
U de Mann-Whitney	56,000
Wilcoxon W	134,000
Z	-0,928
Significância Sig. (2 extremidades)	0,353
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,378 ^b
T2 – T3	
U de Mann-Whitney	63,000
Wilcoxon W	141,000
Z	-0,523
Significância Sig. (2 extremidades)	0,601
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,630 ^b
T2 – T3	
U de Mann-Whitney	63,000
Wilcoxon W	141,000
Z	-0,523
Significância Sig. (2 extremidades)	0,601
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,630 ^b
T2 – T4	
U de Mann-Whitney	42,500
Wilcoxon W	120,500
Z	-1,708
Significância Sig. (2 extremidades)	0,088
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,089 ^b

Continua...

Continuação da **Tabela 35.**

T2 – T5	
U de Mann-Whitney	21,500
Wilcoxon W	99,500
Z	-2,925
Significância Sig. (2 extremidades)	0,003
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,002 ^b
Estatística de teste^a (massa seca raiz morta)	
T2 – T6	
U de Mann-Whitney	35,000
Wilcoxon W	113,000
Z	-2,146
Significância Sig. (2 extremidades)	0,032
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,033 ^b
T2 – T7	
U de Mann-Whitney	12,000
Wilcoxon W	90,000
Z	-3,469
Significância Sig. (2 extremidades)	0,001
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,000 ^b
T2 – T8	
U de Mann-Whitney	29,000
Wilcoxon W	107,000
Z	-2,493
Significância Sig. (2 extremidades)	0,013
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,012 ^b
T3 – T4	
U de Mann-Whitney	53,000
Wilcoxon W	131,000
Z	-1,100
Significância Sig. (2 extremidades)	0,271
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,291 ^b
T3 – T5	
U de Mann-Whitney	36,000
Wilcoxon W	114,000
Z	-2,081
Significância Sig. (2 extremidades)	0,037
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,039 ^b
T3 – T6	
U de Mann-Whitney	50,500

Continua...

Continuação da **Tabela 35.**

T3 – T6	
Wilcoxon W	128,500
Z	-1,245
Significância Sig. (2 extremidades)	0,213
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,219 ^b
Estatística de teste^a (massa seca raiz morta)	
T3 – T7	
U de Mann-Whitney	36,000
Wilcoxon W	114,000
Z	-2,080
Significância Sig. (2 extremidades)	0,038
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,039 ^b
T3 – T8	
U de Mann-Whitney	43,000
Wilcoxon W	121,000
Z	-1,682
Significância Sig. (2 extremidades)	0,093
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,101 ^b
T4 – T5	
U de Mann-Whitney	51,500
Wilcoxon W	129,500
Z	-1,184
Significância Sig. (2 extremidades)	0,236
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,242 ^b
T4 – T6	
U de Mann-Whitney	70,500
Wilcoxon W	148,500
Z	-0,087
Significância Sig. (2 extremidades)	0,931
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,932 ^b
T4 – T7	
U de Mann-Whitney	49,000
Wilcoxon W	127,000
Z	-1,330
Significância Sig. (2 extremidades)	0,183
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,198 ^b
T4 – T8	
U de Mann-Whitney	68,000
Wilcoxon W	146,000
Z	-0,231
Significância Sig. (2 extremidades)	0,817
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,843 ^b
T5 – T6	
U de Mann-Whitney	45,000
Wilcoxon W	123,000
Z	-1,562
Significância Sig. (2 extremidades)	0,118
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,128 ^b

Continua...

Continuação da **Tabela 35.**

Estatística de teste^a (massa seca raiz morta)	
T5 – T7	
U de Mann-Whitney	71,500
Wilcoxon W	149,500
Z	-0,029
Significância Sig. (2 extremidades)	0,977
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,977 ^b
T5 – T8	
U de Mann-Whitney	52,000
Wilcoxon W	130,000
Z	-1,157
Significância Sig. (2 extremidades)	0,247
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,266 ^b
T6 – T7	
U de Mann-Whitney	42,000
Wilcoxon W	120,000
Z	-1,734
Significância Sig. (2 extremidades)	0,083
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,089 ^b
T6 – T8	
U de Mann-Whitney	62,500
Wilcoxon W	140,500
Z	-0,550
Significância Sig. (2 extremidades)	0,582
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,590 ^b
T7 – T8	
U de Mann-Whitney	53,500
Wilcoxon W	131,500
Z	-1,070
Significância Sig. (2 extremidades)	0,248
Significância exata [2* (Sig. 1 extremidade)]	0,291 ^b

*- diferença média significativa ao nível de 0,05;

a- variável de agrupamento: trincheira;

b- variável de agrupamento: profundidade.

e) PCA somente para os atributos do solo

Tabela 36. Análise das suposições para utilização do PCA.

Teste KMO e Bartlett	
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem	0,707
Teste de esfericidade de Bartlett	
Aprox. Qui-quadrado	4204,274
df	105,00
Sig.	0,000

f) Análise de variância para massa seca de sapê aérea

Tabela 37. Teste de normalidade para massa seca da parte aérea do sapê.

Teste de Normalidade						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Massa seca	0,125	24	0,200*	0,949	24	0,261

*- Limite inferior de significância verdadeira;

a- Correlação de significância de Lilliefors.

Tabela 38. Estatísticas descritivas da massa seca da parte aérea do sapê.

Estatísticas descritivas			
	Média	Desvio padrão	N
Repetição 1	498,3375	269,9535	8
Repetição 2	538,2125	252,9119	8
Repetição 3	604,8250	298,0610	8

Tabela 39. Testes para suposições do modelo ANOVA.

Testes de efeitos entre assuntos						
Origem	Tipo III soma dos quadrados	df	Quadrado médio	Z	Sig.	ETA parcial quadrado
(rep.)						
Esfericidade considerada	46311,54	2	23155,77	1,988	0,174	0,221
Greenhouse-Geisser	46311,54	1,069	43329,13	1,988	0,200	0,221
Huynh-Feldt	46311,54	1,104	41931,93	1,988	0,199	0,221
Limite inferior	46311,54	1,000	46311,54	1,988	0,201	0,221
Erro (rep.) Esfericidade considerada	163104,36	14	11650,31			
Greenhouse-Geisser	163104,36	7,482	21800,09			
Huynh-Feldt	163104,36	7,731	21097,12			
Limite inferior	163104,36	7,000	23300,62			

Tabela 40. Comparação das repetições com base em medias marginais estimadas.

Comparações de pares						
(I) rep.	(J) rep.	Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig. ^b	95% intervalo de confiança p/ diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
1	2	-39,875	55,030	1,000	-211,984	132,234

Continua...

Continuação da Tabela 40.

Comparações de pares						
(I) rep.	(J) rep.	Diferença média (I-J)	Erro padrão	Sig. ^b	95% interval de confiança p/ diferença ^b	
					Limite inferior	Limite superior
	3	-106,488*	22,417	0,006	-176,598	-36,377
2	1	39,875	55,030	1,000	-132,234	211,984
	3	-66,613	72,159	1,000	-292,294	159,069
3	1	106,488*	22,417	0,006	36,377	176,598
	2	66,613	72,159	1,000	-159,069	292,294

*- A diferença média é significativa ao nível de 0,05;

b- Ajuste para diversas comparações: Bonferroni.

Tabela 41. Estatísticas descritivas da massa seca aérea para diferentes trincheiras ANOVA.

ANOVA para trincheiras								
	N	Média	Desvio padrão	Erro padrão	95% interval de confiança p/ diferença ^b		Mínimo	Máximo
					Limite inferior	Limite superior		
Topo	6	817,60	214,96	876,76	592,01	1043,19	590,70	1160,10
T. sup.	6	610,95	248,99	101,65	349,64	872,25	308,50	933,50
T. méd.	6	439,60	180,82	73,82	249,84	629,36	224,60	681,70
T. inf.	6	320,35	126,68	51,72	187,41	453,29	198,00	523,60
Total	24	547,12	265,89	54,27	434,85	659,40	198,00	1160,10

Tabela 42. Homogeneidade das variâncias massa seca parte aérea do sapê.

Teste de amostras independentes		
Massa seca	Teste de Leven p/ igualdade de variâncias	
	Z	Sig.
Variâncias iguais assumidas Variâncias iguais não assumidas	2,170	0,172

Tabela 43. ANOVA para trincheiras.

ANOVA ^a					
	Soma dos quadrados	df	Quadrado médio	Z	Sig
Entre grupos	841313,29	3	280437,76		
Nos grupos	784756,71	20	39237,84	7,15	0,002
Total	1626070,00	23			

Tabela 44. Comparação da massa seca ad parte aérea do sapê entre as trincheiras.

Comparações múltiplas						
(I) trincheira	(J) trincheira	Diferença media (I-J)	Erro padrão	Sig.	Intervalo de confiança 95%	
					Limite inferior	Limite superior
Topo	T. sup.	206,65	114,36	0,299	-113,45	526,75
	T. méd.	378,0 [*]	114,36	0,017	57,90	698,09
	T. inf.	497,25 [*]	114,36	0,002	177,15	817,35
T. sup.	T. sup.	-206,65	114,36	0,299	-526,75	113,45
	T. méd.	171,35	114,36	0,457	-148,75	491,45
	T. inf.	290,60	114,36	0,084	-29,50	610,70
T. méd.	T. sup.	-378,00 [*]	114,36	0,017	-698,09	-57,90
	T. méd.	-171,35	114,36	0,457	-491,45	148,75
	T. inf.	119,25	114,36	0,727	-200,85	439,35
T. inf.	T. sup.	-497,25 [*]	114,36	0,002	-817,35	-171,15
	T. méd.	-290,60	114,36	0,084	-610,70	29,45
	T. inf.	-119,25	114,36	0,727	-439,35	200,85

*- Diferença media significativa no nível de 0,05.