

**CRESCIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS E SUA
INFLUÊNCIA EM ATRIBUTOS DO SOLO, EM TRAJANO DE
MORAES, RJ**

DANIEL GOMES DE MORAES

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
AGOSTO – 2012**

CRESCIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS E SUA
INFLUÊNCIA EM ATRIBUTOS DO SOLO, EM TRAJANO DE
MORAES, RJ

DANIEL GOMES DE MORAES

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Orientadora: Prof^ª. Deborah Guerra Barroso

CAMPOS DOS GOYTACAZES - R J
AGOSTO – 2012

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 068/2012

Moraes, Daniel Gomes de

Crescimento de espécies florestais nativas e sua influência em atributos do solo, em Trajano de Moraes, RJ / Daniel Gomes de Moraes. – 2012.

66 f. : il.

Orientador: Deborah Guerra Barroso

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f. 43 – 54.

1. Espécies florestais nativas 2. Atributos químicos e físicos do solo
I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD –
634.9

CRESCIMENTO DE ESPÉCIES FLORESTAIS NATIVAS E SUA
INFLUÊNCIA EM ATRIBUTOS DO SOLO, EM TRAJANO DE
MORAES, RJ

DANIEL GOMES DE MORAES

"Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal".

Aprovada em 9 de agosto de 2012.

Comissão Examinadora:

Dr. Alúcio Granato de Andrade (D.Sc., Ciências do solo) – EMBRAPA

Prof. Cláudio Roberto Marciano (D.Sc., Solos e Nutrição de Plantas) – UENF

Prof^ª. Luciana Aparecida Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal - Solos e Nutrição de Plantas) – UENF

Prof^ª. Deborah Guerra Barroso (D.Sc., Produção Vegetal - Silvicultura) – UENF
(Orientadora)

À minha família por todo apoio, incentivo e dedicação;

A todos os amigos, pela amizade, companheirismo e por todos os momentos de
alegria.

DEDICO.

AGRADECIMENTO

A Deus, por ser a luz que ilumina a minha vida, me guiando sempre no caminho da verdade e honestidade;

À minha esposa Tatiane Pereira Salaroli, pelo incentivo, dedicação sem limites, carinho e amor incondicional;

Aos meus Pais, Messias Borges de Moraes e Lourdes Gomes de Moraes, pela formação do meu caráter, por todo amor, carinho, pela criação, dedicação, credibilidade e exemplo de vida a seguir;

Aos meus irmãos, Ellen Gomes de Moraes e Jean Gomes de Moraes, por estar sempre do meu lado em todos os momentos;

Aos amigos da República, por ter proporcionado alguns dos melhores anos de minha vida e pela amizade verdadeira;

À Professora e orientadora Deborah G. Barroso, pela amizade, confiança, compreensão e orientação;

A Ângelo Zago pelas informações referentes à área avaliada;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade de realização desse curso e bolsa de estudo concedida;

Aos professores Cláudio Marciano e Luciana Rodrigues, pela orientação, compreensão e por serem exemplos de profissionais a seguir;

Ao técnico de laboratório de solos da UENF Ederaldo pela ajuda na coleta de solo, apoio e amizade;

A todos os amigos do laboratório pela companhia e amizade.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1 Mercado florestal.....	03
2.2 As espécies florestais nativas.....	05
2.3 Solos florestais.....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Determinação das Variáveis dendrométricas.....	20
3.2 Avaliação qualitativa.....	20
3.3 Atributos químicos e físicos do solo.....	21
3.3.1 Análises químicas.....	21
3.3.2 Densidade do solo	21
3.3.3 Porosidade total.....	22
3.3.4 Microporosidade	22
3.3.5 Macroporosidade.....	23
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	24
4.1 Avaliação dendrométrica.....	24

4.2 Avaliação qualitativa do fuste.....	27
4.3 Atributos químicos do solo.....	28
4.4 Atributos físicos do solo.....	37
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

RESUMO

Moraes, Daniel Gomes; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Agosto de 2012. Crescimento de espécies florestais nativas e sua influência em atributos do solo, em Trajano de Moraes, RJ. Orientadora: Deborah Guerra Barroso.

No Brasil há carência de informações envolvendo plantios de espécies florestais nativas, seu potencial para a exploração comercial e utilização no processo de recuperação de áreas degradadas. O Instituto Estadual do Ambiente (INEA) realizou plantios na região Serrana do Estado do Rio de Janeiro com 11 espécies florestais nativas em 1993 e 1994. Objetivou-se com esse trabalho avaliar as características dendrométricas de diferentes espécies florestais nativas e o efeito dos plantios com estas espécies sobre as características químicas e físicas do solo, após 18 e 19 anos de implantação. O plantio foi realizado com as seguintes espécies: *Copaifera langsdorffii*, *Cariniana legalis*, *Balfourodendron riedelianum*, *Leucochloron incuriale*, *Peltogyne angustiflora*, *Campomanesia* sp., *Chorisia speciosa*, *Trichilia hirta*, *Piptadenia gonoacantha*, *Pseudobombax grandiflorum* e *Anadenanthera macrocarpa*. Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-10 cm, na área com povoamentos florestais e na pastagem para avaliação dos atributos físicos e químicos do solo. As espécies arbóreas foram medidas

quanto a altura e diâmetro à altura do peito (DAP). A espécie *L. incuriale* apresentou maior percentual de sobrevivência (100%). No plantio realizado em 1993, as espécies que obtiveram as maiores medidas em DAP foram *C. legalis* e *L. incuriale*. No plantio de 1994 não houve diferença entre as espécies *C. speciosa*, *P. gonoacantha*, *P. grandiflorum* e *A. macrocarpa*. A maior área basal foi observada no povoamento da espécie a *L. incuriale* e a menor *B. ridelianum*. As espécies *Campomanesia* sp., *C. legalis*, *P. grandiflorum* e *C. speciosa* foram as que apresentaram o fuste de melhor qualidade. As espécies florestais possuem capacidade diferenciada de alterar os atributos químicos do solo quando comparadas com a pastagem. Solos sob pastagem apresentaram maior valor de pH e de P e menor de Al trocável e de matéria orgânica que área sob povoamento florestal. Entre as espécies florestais foram observadas poucas variações nas características químicas do solo, com destaque somente para *T. hirta* cujo solo apresentou maior teor de P, Ca e Mg e de saturação de bases. No solo sob pastagem foi observada menor macroporosidade e maior microporosidade em relação à área com cultivo de algumas espécies florestais; por outro lado não houve diferença significativa entre os solos dos povoamentos florestais.

ABSTRACT

Moraes, Daniel Gomes. Mestre em Produção Vegetal. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. August, 2012. **Growth of native forest species and their influence on soil properties in Trajano de Moraes, RJ.** Advisor: Deborah Guerra Barroso.

In Brazil there is a lack of information involving plantings of native species, their potential for commercial exploitation and use in the process of reclamation. The Instituto Estadual do Ambiente (INEA) held plantations in the mountainous region of Rio de Janeiro State with 11 native species in 1993 and 1994. The objective of this work was to evaluate the dendrometric characteristics of different native forest species and the effect of these species on the chemical and physical properties of soil after 18 and 19 years of implantation. The planting was done with the following species: *Copaifera langsdorffii*, *Cariniana legalis*, *Balfourodendron riedelianum*, *Leucochloron incuriale*, *Peltogyne angustiflora*, *Campomanesia* sp., *Chorisia speciosa*, *Trichilia hirta*, *Piptadenia gonoacantha*, *Pseudobombax grandiflorum*, *Anadenanthera macrocarpa*. It was collected soil samples at a depth of 0-10 cm in area with forest and grassland stands to assess the physical and chemical soil characteristics. The tree species were measured as the height and breast height diameter. The species *L. incuriale* had higher survival rates (100%). In the 1993

planting, the species with largest DAP were *C. legalis* and *L. incuriale*. In 1994 planting there was no difference between the species *C. speciosa*, *P. gonoacantha*, *P. grandiflorum* and *A. macrocarpa*. The biggest basal area was observed in the *L. incuriale* population and the lower in the *B. ridelianum*. *Campomanesia* sp., *C. Legalis*, *P. grandiflorum* and *C. speciosa* presented better stem quality. The forest species studied have different ability to alter soil chemical properties compared to pasture. Soils under pasture had higher pH and P and lower exchangeable Al and organic matter than soil under afforestation. There was very little variation in soil chemical properties in the forest species soil, excepting in *T. hirta* planting where the soil had higher levels of P, Ca, Mg and base saturation. About the physical soil characteristics, pasture area was noted as less macroporosity and more microporosity compared to the area with cultivation of some forest species, however no significant difference between the soils of the forest stands.

1. INTRODUÇÃO

O processo de fragmentação florestal no Brasil teve início em 1500, com a chegada dos europeus, iniciando com a extração de madeira, principalmente de pau-brasil e implantação de infraestrutura urbana. Em seguida, os principais fatores da fragmentação foram os ciclos econômicos, mineração e construção de barragens de rios (Fiszon et al., 2003).

O Brasil abriga cerca de 550 milhões de hectares de floresta, representando cerca de 10% de toda a área florestal do mundo (ABIMCI, 2007). Correspondentes a 98% da cobertura florestal com potencial produtivo, as florestas nativas constituem uma importante fonte de geração de renda e de empregos, se exploradas de forma sustentável (Juvenal et al., 2002).

Com o desmatamento exploratório, grande número de materiais genéticos é perdido, o que impossibilita que sejam estudados e conservados. Outro problema desencadeado pelo desmatamento é o empobrecimento dos solos e perda da capacidade produtiva, o que é potencializado por práticas inadequadas de manejo em sua exploração.

Existe no país grande quantidade de áreas aptas à inserção de florestas e agroflorestas, devendo-se salientar a existência de extensas áreas degradadas e de reserva legal que devem ser, preferencialmente, recompostas e manejadas

com espécies da flora brasileira. A silvicultura com espécies nativas e os sistemas agroflorestais apresentam-se como alternativas potencialmente viáveis para o uso da terra, com grande possibilidade de se transformar em um importante segmento de geração de riquezas, com agregação de valores ambientais e inclusão social (Brasil, 2007).

A experiência com espécies nativas no Brasil ainda é insignificante e pouco se sabe sobre o potencial destas para a exploração comercial. Este potencial pode ser utilizado tanto para produção de matéria-prima para fins econômicos quanto para trabalhos de recuperação de áreas degradadas (Brasil, 2007).

A maior parte das espécies nativas apresenta crescimento mais lento que as exóticas, além do desconhecimento de seu manejo. Devido à falta de pesquisa sobre o *habitat*, o dinamismo, a vitalidade e o desenvolvimento de tais espécies, vários plantios têm sido malsucedidos (Reitz et al., 1978). Por outro lado, após o estabelecimento dos plantios, as variações locais tendem a um equilíbrio dinâmico onde o sistema edáfico e as espécies vegetais passam a apresentar benefícios mútuos, levando a sistemas mais sustentáveis (Rodrigues et al., 2006; Schiavo et al., 2010).

Em 1992, o Instituto Estadual do Ambiente/ INEA (antigo IEF/RJ) iniciou a implantação de talhões homogêneos e heterogêneos de espécies florestais nativas, como forma de preservação dos remanescentes florestais e recuperação de áreas degradadas. Os plantios foram realizados no Horto do INEA, localizado na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, no Município de Trajano de Moraes, em áreas de pastagem. Após cerca de 19 anos é visível a modificação da paisagem local pela presença das diferentes espécies estabelecidas.

Neste trabalho buscou-se avaliar o crescimento dessas espécies florestais nativas introduzidas nas áreas de pastagem em plantios puros, e os impactos dos plantios sobre as características dos solos. Como objetivo específico pode-se enumerar: 1º) Avaliação das características dendrométricas de 11 espécies florestais implantadas na área em estudo; 2º) avaliação qualitativa dos fustes e 3º) Avaliações dos atributos químicos e físicos do solo nos povoamentos florestais e na área de pastagem adjacente ao plantio.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Mercado florestal

Até o ano de 1965 a economia do setor florestal brasileiro era pouco expressiva, com baixo emprego de tecnologia e gestão, com manejo das atividades florestais realizadas em pequena escala (Valverde et al., 2004).

Com a política de incentivos fiscais ao reflorestamento, que vigorou de 1965 a 1988, ocorreu um crescimento significativo da área reflorestada no Brasil, principalmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, preferidas devido ao rápido crescimento, à adaptação em diferentes solos e à boa qualidade da madeira (Antonângelo et al., 1998).

No contexto atual, em todo o mundo, a atividade florestal se intensificou devido ao interesse de diversas organizações pelas florestas e do crescente comércio de produtos florestais entre diferentes nações (Noce et al., 2005).

O Brasil apresenta condições favoráveis para a atividade florestal, como, por exemplo, a elevada extensão de terras apropriadas, mão de obra abundante, clima e solo favoráveis, tecnologia silvicultural avançada, rápido crescimento das plantações florestais e aumento da produção industrial que tem como base

madeira de reflorestamento, isso devido ao surgimento de novos produtos que utilizam a referida matéria-prima (Soares et al., 2008).

O setor florestal brasileiro tem uma participação significativa nos indicadores socioeconômicos do País, como o produto interno bruto (PIB), empregos, salários, impostos e balança comercial, e, devido às vantagens competitivas que possui, vem conquistando espaço no mercado internacional (Valverde et al., 2003).

O crescente destaque do setor florestal para a economia brasileira mostra-se no PIB florestal com um incremento de 2,7 % em relação ao ano de 2010, totalizando R\$ 4,1 trilhões, com US\$ 7,97 bilhões (3,1% do total) em exportações no ano de 2011. O setor vem gerando 4,7 milhões de empregos (diretos e indiretos), recolhendo em torno de R\$ 7,6 bilhões anuais de impostos, consumindo em torno de 300 milhões de m³ ano de madeira (nativa + plantada) (ABRAF, 2012).

A área florestal de espécies nativas susceptível de manejo corresponde, aproximadamente, a 450 milhões de hectares, compreendendo unidades de conservação da categoria de uso sustentável, sob o poder público, como as reservas extrativistas, as reservas de desenvolvimento sustentável e as florestas nacionais, estaduais e municipais (Carvalho et al., 2005).

Estima-se que o Brasil detenha um dos maiores estoques de madeira tropicais em suas florestas nativas, dos quais somente 18% correspondem a espécies comerciais, e que representa cerca de 19% do estoque mundial. Além do estoque expressivo de madeira em suas florestas naturais, o Brasil já possui estoque significativo de madeira de plantações florestais, principalmente com espécies introduzidas (Brasil, 2007).

A área de plantações florestais é de aproximadamente 6,5 milhões de hectares, sendo 74,8% com espécies do gênero *Eucalyptus* e 25,2% do gênero *Pinus*. Em 2011, a área ocupada por plantios florestais de espécies não convencionais, como Acácia, Teca, Araucária, Pópulus, Seringueira, Paricá, entre outras, representou 6% da área total de plantios florestais no Brasil (ABRAF, 2012).

Em 2011 o volume exportado de madeira serrada cresceu 5,8% em relação ao ano de 2010, totalizando US\$ 199,4 milhões (ABRAF, 2012).

Estima-se que 15% do consumo de madeira serrada no Brasil são destinados à fabricação de móveis, dos quais apenas 1/3 vem de plantações florestais. Considerando o consumo anual de 20 milhões de m³, observa-se que existe uma demanda atual de cerca de um milhão de m³ de madeira só para este setor, com 2/3 de possibilidade de expansão da participação de espécies nativas neste segmento, devido às exigências do mercado em qualidade da matéria-prima (Brasil, 2007).

O Estado do Rio de Janeiro é grande consumidor de madeira e produtos não madeireiros provenientes de áreas nativas ou reflorestadas, porém esses produtos são provenientes, principalmente de outros estados, o que torna a participação do setor florestal do estado pouco expressiva (Mendonça Filho et al., 2008).

2.2 As espécies florestais nativas

Os programas de revegetação têm buscado explorar o potencial de espécies nativas, por estas se adaptarem melhor às condições edafoclimáticas e facilitar o reestabelecimento do equilíbrio entre a fauna e a flora, além da grande importância que essas espécies têm na produção de madeira e na conservação ambiental (Faria et al., 1995).

Dentre as vantagens de se utilizar espécies nativas, pode-se citar a contribuição para a conservação da biodiversidade regional, protegendo ou expandindo, as fontes naturais de diversidade genética da flora em questão e da fauna a ela associada, podendo também representar importantes vantagens técnicas e econômicas devido à proximidade da fonte de propágulos, facilidade de aclimação e perpetuação das espécies (Oliveira-Filho, 1994).

O entendimento do comportamento de uma espécie em populações naturais é premissa básica para elaboração de tecnologias adequadas tanto para manejo quanto para a conservação da mesma (Paludo et al., 2009).

Embora a exploração das florestas nativas do país seja feita de forma historicamente predatória, a consciência de seu papel ambiental e de sua importância no desenvolvimento econômico do país tem voltado governos e organizações a esforços para viabilizar e incentivar a exploração comercial voltada à preservação destas florestas. (ABIMCI, 2007).

Considerando que mais de 90 % da cobertura vegetal da Mata Atlântica já foi devastada, o plantio de espécies nativas é importante não só para garantir a recuperação de áreas degradadas, mas também para contribuir com um estoque madeireiro alternativo, além de novas matrizes para produção de sementes. (Garay et al., 2003).

A copaíba (*Copaifera langsdorffii*) é uma espécie que pertence à família Fabaceae, seu óleo é utilizado como anti-inflamatório, cicatrizante, tem ação antimicrobiana, anticéptica e é utilizado em tratamentos de pele (Lorenzi, 2002; Veiga Junior et al., 2002; Pieri et al., 2009).

O interesse na madeira de determinadas espécies de *Copaifera* também é grande, pois sua superfície é lisa, lustrosa, durável, de alta resistência a ataque de xilófagos e baixa permeabilidade, própria para fabricação de peças torneadas e de marcenaria em geral. Além disso, a árvore também é utilizada na fabricação de carvão e pelas indústrias de construção civil e naval (Veiga Junior et al., 2002).

Salgado et al. (2001), avaliando em viveiro o desenvolvimento de plântulas de *Copaifera langsdorffii* em diferentes condições de sombreamento (0, 50, 70 e 90%), observaram que as melhores condições para o desenvolvimento de plântulas (com relação a altura, diâmetro do coleto e peso seco) foram de 50% (clareira) e a pleno sol, concluindo que poderia ser utilizada nos vários estágios de sucessão em um programa de recuperação de áreas degradadas.

Freitas et al. (2002), estudando a biologia reprodutiva de *Copaifera langsdorffii*, observaram que a espécie é autoincompatível e não apomítica, que há a ocorrência de fenômenos de autoesterilidade de ação tardia ou depressão endogâmica e que a baixa produção de frutos está relacionada à pequena conversão de flores em frutos e à predação dos frutos.

De acordo com Azevedo et al. (2006), o potencial de produção de óleo-resina extraído de *Copaifera* spp. em duas populações naturais do Sudoeste da Amazônia Brasileira foi independente do ambiente (terra firme ou baixada) ou da tipologia florestal, porém foi dependente do morfotipo de copaíba, sendo que o tamanho da árvore, avaliado pelo diâmetro à altura do peito, não influenciou a produção.

Pieri et al. (2010), analisando os efeitos clínicos e microbiológicos do óleo de copaíba (*Copaifera officinalis*) sobre bactérias formadoras de placa dental em

cães, recomendam seu uso na prevenção da doença periodontal e como um possível substituto da clorexidina na terapia antimicrobiana oral.

O jequitiba-rosa (*Cariniana legalis*), pertence à família Lecythidaceae, é uma árvore semicaducifólia, com 10 a 25 cm de altura e 60 a 100 cm de DAP, podendo atingir, na idade adulta, 60 m de altura e 400 cm de DAP, sendo uma das maiores árvores da Região Sudeste. A madeira pode ser usada para fabricação de móveis, acabamentos internos, carpintaria, construção civil, artigos escolares, saltos de sapatos, etc. (Carvalho, 1994). Dada a sua importância e as potencialidades de uso, esta espécie foi agrupada na lista das “espécies madeiras promissoras”, por apresentar valor econômico comprovado, com produção de madeira valiosa e aptidão para programas de regeneração artificial (Lorenzi, 1992).

Rego et al. (2006), com o objetivo de avaliar o efeito de períodos de sombreamento sobre o crescimento inicial e concentrações de clorofila em mudas de jequitibá-rosa (*Cariana legalis*), observaram que as mudas mostraram-se tolerantes à sombra com relação ao crescimento em altura, porém, quando submetidas a baixos percentuais de radiação fotossinteticamente ativa, sofreram uma diminuição no crescimento em diâmetro, resultando em um sistema radicular pouco desenvolvido.

Rodrigues et al. (2009), analisando as características dendrológicas e anatômicas de *Cariniana legalis*, concluíram que é uma espécie com grande potencial paisagístico, pois apresenta grande porte e tronco reto, sendo ideal o seu plantio em parques e praças públicas.

Margatto et al. (2009), avaliando a germinação e o desenvolvimento de sementes de *Cariniana Legalis* submetidas a diferentes substratos, concluíram que o substrato comercial vermiculita proporcionou o melhor desenvolvimento de folhas por plantas e comprimento de raiz primária.

De acordo com Silva et al. (2006), *Balfourodendron riedelianum*, conhecido vulgarmente por pau-marfim, pertencente à família Rutaceae, é uma espécie arbórea com altura variando de 20 a 30m, com tronco retilíneo de 40 a 90 cm de diâmetro. A madeira é indicada para a fabricação de móveis de luxo, molduras, guarnições internas, portas, artefatos domésticos, laminados decorativos, para a construção civil e marcenaria em geral. Pode também ser empregada na arborização de parques, jardins, em plantios visando à

recomposição de vegetação e recuperação de áreas degradadas (Lorenzi, 1992). Outra característica importante para a silvicultura dessa espécie é a capacidade de brotação a partir da touça, após o corte, indicando a possibilidade de aplicação do sistema de talhadia (Angeli, 2005). O pau-marfim ocorre, naturalmente, em solos de fertilidade natural alta, profundos, bem drenados, com textura variando de franco a argiloso, tolera solos pedregosos e úmidos (Carvalho, 2004).

O angico-rajado (*Leucochloron incuriale*), pertence à família Fabaceae, as árvores maiores podem atingir 25 m de altura e 70 cm de DAP na idade adulta, o tronco é irregular, com os ramos cobertos de espessa casca, semelhante à cortiça, o fuste é curto, medindo até 10 m de comprimento. A madeira do angico-rajado é própria para mobiliário de luxo, decorações internas, construção civil, como caibro, esquadria, ripa, tábuas de assoalhos, em construção rural e em obras externas, mourões de cercas, é utilizada para recuperação de terrenos erodidos e para restauração de ambientes fluviais ou ripários (Carvalho, 2008). Trata-se de uma planta melífera, que também produz lenha de boa qualidade.

O roxinho (*Peltogyne angustiflora*), pertence à família Fabaceae, é uma planta semidecídua, heliófita, apresenta altura de 15 a 25m, com tronco liso de 40 a 60 cm de diâmetro. A madeira é apropriada para a marcenaria fina, para construção externa, como postes, moirões, pontes, carrocerias e etc, (Lorenzi, 2000).

Gama-Rodrigues et al. (2003), estimando as taxas de decomposição e a liberação de N e P do folheto de espécies florestais em dois sistemas de plantio, em solos de tabuleiro do sudeste da Bahia, em plantios puros e mistos, com 22 anos de idade, observaram que no plantio misto, as taxas de decomposição do folheto do roxinho foram significativamente superiores do que em seus plantios puros.

A guabiroba (*Campomanesia sp*), pertencente à família Myrtaceae, é uma frutífera nativa do Cerrado, seus frutos são utilizados em sucos, geleias, sorvetes, licores, doces, cachaças e consumido in natura (Andersen et al., 1988). Suas cascas e folhas, preparadas por infusão, são utilizadas na medicina popular contra diarreia e problemas do trato urinário (Moreira-Souza et al., 2011).

Oliveira et al. (2011), avaliando parâmetros de crescimento e a atividade da enzima redutase do nitrato em plantas de guabiroba com diferentes disponibilidades hídricas no solo, concluíram que as plantas apresentaram maior

tolerância de assimilação do nitrato em condições de seca quando comparadas a condições de alagamento. É uma espécie pouco exigente quanto ao tipo de solo, podendo crescer naturalmente em solos pobres em nutrientes (Vallilo et al., 2006).

A paineira (*Chorisia speciosa*) pertence à família Bombacaceae, é uma espécie arbórea tropical de grande porte e ampla distribuição geográfica. A espécie comumente apresenta 10 m a 15 m de altura e 30 cm a 60 cm de diâmetro à altura do peito (DAP - 1,3 m), podendo atingir 20 m a 30 m de altura e 120 cm de DAP (Souza et al., 2003). Sua paina, de elevado valor econômico, substitui a espuma dos travesseiros, podendo ser usada para enchimento de almofadas, acolchoados, cobertas, colchões, no forramento de agasalhos e estofaria de móveis, na fabricação de equipamentos de flutuação e salva-vidas (Carvalho, 1994).

Souza et al. (2003), avaliando a taxa de cruzamento de uma população de *Chorisia speciosa* por marcadores isoenzimáticos, observaram que a espécie é de reprodução mista, predominantemente alógama, a correlação de paternidade, entretanto, revelou que as progênies são constituídas por uma alta proporção de irmãos completos (71,4%).

Anunnciando et al. (2005) indicaram que a fibra de paina (*Chorisia speciosa*) apresenta elevada capacidade de sorção de óleo cru e excelente hidrofobicidade, de aproximadamente 98%.

A carrapeta (*Trichilia hirta* L.) pertence à família Meliaceae, é uma planta semidecídua, heliófita, aparentemente indiferente às condições do solo. As árvores podem chegar à altura de 6 a 14 m, com tronco de 20 a 30 cm de diâmetro. Sua madeira é leve, pouco dura, compacta, sólida, fácil de rachar, bastante resistente a intempéries e utilizada para obras externas, para marcenaria, trabalhos de torno e carpintaria. (Lorenzi, 2000).

O pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) é uma espécie pertencente à família Fabaceae. A madeira dessa espécie é considerada uma das melhores para lenha e carvão, devido à sua facilidade para queimar, durabilidade da combustão e facilidade para rachar. Possui crescimento rápido, atingindo até 25 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 8 anos, com previsão para rotação de 6-7 anos para lenha e carvão e 15 anos para madeira de serraria (Carvalho, 1994). Apresenta bom desenvolvimento inicial em argissolos e cambissolos (Marques et al., 2009).

Ferreira et al. (2001), estudando o crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* sob inundação em diferentes níveis de luminosidade, constataram que após 60 dias de inundação, as plântulas tiveram o crescimento bastante reduzido, mas foram capazes de sobreviver a esse estresse sem apresentar sintomas característicos de plantas intolerantes.

Maragon et al. (2008), avaliando a regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais, observaram que *Piptadenia gonoacantha*, juntamente com outras espécies, apresentaram melhor desempenho no que diz respeito à regeneração natural total por classe de altura.

O embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum*), pertencente à família Malvaceae, é uma espécie heliófila que não tolera baixas temperaturas, apresenta crescimento monopodial, com distribuição dos galhos em pseudo verticilos. O desenvolvimento das plantas no campo é rápido, alcançando de 3 a 4 m de altura aos 2 anos. Por ser muito leve e de propriedades físico-mecânicas baixas a médias, a madeira é aplicada apenas em caixotaria leve e miolo de compensados, devido à sua alta suscetibilidade ao ataque de organismos xilófagos (Carvalho, 1994).

O embiruçu ocorre naturalmente em solos úmidos, tanto em terrenos de fertilidade média, quanto alta (Carvalho, 2008).

Anadenanthera macrocarpa, conhecida como angico-vermelho, pertence à família Fabaceae. É uma planta que floresce todos os anos, sendo excelente para a ornamentação e arborização de parques e jardins. É muito frequente em áreas de cerradões, em matas de galerias do Brasil Central e produz anualmente uma grande quantidade de sementes (Lorenzi, 2002).

Silva et al. (2000), avaliando crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* em uma área de caatinga, Alagoinha-PE, concluíram que a espécie apresentou-se resistente durante a estação seca, devido ao seu alto índice de sobrevivência na área estudada (73,3%).

Bernadino et al. (2005), avaliando a influência da saturação por bases do substrato sobre o crescimento e a qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa*, concluíram que não houve influência em nenhum dos parâmetros avaliados quando o substrato utilizado foi o argissolo. No Latossolo Distrófico a elevação da saturação por bases exerceu influência significativa no aumento do

diâmetro do coleto, enquanto no Latossolo Álico o maior crescimento e qualidade encontrados ocorreram quando a saturação por bases estava próxima de 50,0%.

A espécie possui efeito larvicida, como constatado por Silva Filho (2007), com extratos aquoso (EA) e etanólico (EE) de *Anadenanthera macrocarpa* sobre as larvas e teleóginas de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. O autor observou que ambos os extratos apresentaram efeito larvicida, embora o EE tenha sido mais eficiente.

Paes et al. (2004), avaliando a resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos, em condições de laboratório, sendo retirados corpos-de-prova de cada espécie (2,54 x 2,00 x 1,00 cm), com a maior dimensão na direção das fibras, em quatro posições na direção medula-casca, verificaram que para a posição 2 (mediana-interna), o angico foi uma das espécies que apresentou resistência ao ataque do fungo *Postia placenta*.

Sakita et al. (2007), estudando o efeito do extrato pirolenhoso (EPL) em substratos incorporados com finos de carvão (FC) na germinação de sementes e no desenvolvimento inicial das mudas de *Anadenanthera macrocarpa*, puderam concluir que a incorporação de EPL proporcionou alongamento da raiz principal e maior formação de raízes secundárias, não provocou redução ou efeito negativo na germinação, como nem no desenvolvimento da espécie.

2.3 Solos florestais

Os povoamentos florestais constituem-se em uma forma apropriada do uso do solo, são menos impactantes do que qualquer outra cultura intensiva, entretanto, precisam estar em harmonia com as prioridades ecológicas e sociais da região (Poggiani, 1996).

A queda gradual da produtividade das culturas anuais ou perenes, reflexo da perda de fertilidade do solo gerada pelo declínio de matéria orgânica e pela deficiência de ciclagem de nutrientes no solo, tem se tornado evidente nos sistemas de agricultura tradicional (Vieira et al., 2003).

Além da importância econômica dos produtos madeireiros e não madeireiros, a utilização de espécies florestais nativas, principalmente leguminosas, como forma de melhorar a fertilidade natural dos solos, tem sido uma prática bastante comum nas regiões tropicais em áreas destinadas à

produção de alimentos básicos compondo os sistemas agroflorestais (Magalhães et al., 2000).

O processo de ciclagem de nutrientes possibilita o desenvolvimento de florestas em solos com baixos teores nutricionais, além de ser responsável pela manutenção da vegetação em áreas degradadas (Koehler et al., 1987; Schumacher et al., 2004).

As florestas, como recurso natural, exercem um importante papel na melhoria da qualidade nutricional e atributos físicos de um solo. O estudo desses atributos se torna essencial quando se objetiva o manejo racional, produtividade sustentável e predição de povoamentos florestais, pois ambos, floresta e solo, encontram-se interligados (Wojciechowski et al., 2009).

Plantios consorciados podem proporcionar melhorias na estrutura do solo, aumentar o teor de matéria orgânica e a disponibilidade de nutrientes, além de promover condições ecofisiológicas favoráveis ao crescimento das árvores (Gama-Rodrigues, 1997).

Gama-Rodrigues et al. (2003), estimando as taxas de decomposição e a liberação de N e P do folheto de espécies florestais em plantios puros e mistos em solos de tabuleiro do Sudeste da Bahia, com 22 anos de idade, de *Peltogyne angustiflora*; *Centrolobium robustum*; *Arapatiella psilophylla*; *Sclerolobium chrysophyllum*; *Cordia trichotoma*, e *Macrolobium latifolium*, concluíram que o plantio misto proporcionou maior capacidade em reciclar matéria orgânica e nutrientes, o que indica processos de decomposição e mineralização influenciados não apenas pela qualidade do substrato, mas também pela qualidade do microambiente.

A eficiência nutricional varia com a idade e o ambiente, sendo influenciado pela espécie e espaçamento (Molica, 1992). Nesse contexto, a distribuição da biomassa e dos nutrientes nos diferentes compartimentos da planta é de grande importância na determinação da idade de corte e do componente da árvore a ser explorado, permitindo minimizar a exportação de nutrientes (Altieri, 2002).

Nos ecossistemas florestais naturais ou implantados, o retorno da matéria orgânica ao solo e a ciclagem de nutrientes se dão, especialmente, pela deposição da biomassa da parte aérea; no entanto, são também importantes as

contribuições da biomassa radicular na dinâmica da matéria orgânica e de nutrientes nesses sistemas (Menezes et al., 2010).

Segundo Souza et al. (2001), a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais tem sido amplamente estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nesses ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também para buscar informações a respeito de práticas de manejo florestal para a manutenção da produtividade do sítio.

Em princípio, a absorção anual de nutrientes pela maioria das espécies florestais é da mesma ordem da apresentada pelas culturas agrícolas, mas como grande parte dos nutrientes absorvidos é devolvida para o piso florestal, quantidades relativamente pequenas são retidas no acréscimo anual da biomassa arbórea (Viera e Schumacher, 2010).

O plantio de espécies florestais de uso múltiplo que auxiliem a melhoria química e física da área pela deposição de serapilheira, proporcionada pelo maior ciclo de produção, é uma possibilidade que permite conciliar retorno econômico e sustentabilidade do empreendimento.

Schumacher et al. (2004), com o objetivo de avaliar a deposição anual de serapilheira e a deposição de macronutrientes em um povoamento de *Araucaria angustifolia*, com 17 anos de idade em Pinhal Grande-RS, concluíram que as acículas e galhos foram responsáveis por devolver ao piso florestal 84 e 16% do total dos nutrientes, que foi de 254,3 kg ha⁻¹. O cálcio foi o nutriente de maior retorno (177,1 kg ha⁻¹). A quantidade expressiva de nutrientes devolvidos ao solo demonstra a importância da serapilheira na manutenção da capacidade produtiva do sítio.

Vieira et al. (2010), avaliando a deposição de serapilheira e de macronutrientes em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) com seis anos de idade em Butiá, RS, constataram que o maior fornecimento de nutrientes ao solo ocorreu por meio da fração folha, a qual, apesar de não apresentar as maiores concentrações dos elementos avaliados, apresenta grande deposição anual de biomassa. A deposição total de macronutrientes ao solo, em kg ha⁻¹ ano⁻¹, foi de 74,8 de N, 26,8 de K, 23,1 de Ca, 7,9 de Mg e 2,4 de P.

A matéria orgânica do solo sob plantações florestais tem grande importância no fornecimento de nutrientes às plantas, retenção de cátions,

complexação de elementos tóxicos e micronutrientes, estabilidade da estrutura, infiltração e retenção de água, aeração, e na atividade microbiana, constituindo-se, assim, um componente fundamental e determinante da capacidade produtiva de solos altamente intemperizados (Silva et al., 2007).

Na camada de restos vegetais e de solo superficial de uma floresta, há nutrientes, matéria orgânica e microrganismos, essenciais para a recuperação da fertilidade e da atividade biológica destes solos (Rodrigues et al., 2010).

A utilização de leguminosas arbóreas fixadoras de N_2 é uma alternativa que pode melhorar a qualidade do solo, minimizando os impactos causados pelo uso inadequado de técnicas incompatíveis com o desenvolvimento sustentável.

Dias et al. (2006) avaliaram a densidade e a diversidade de macrofauna de um Argissolo Vermelho Amarelo de baixa fertilidade natural, sob o plantio de três espécies leguminosas arbóreas (*Enterolobium contortisiliquum*, *Dalbergia nigra* e *Peltophorum dubium*), consorciadas com pastagem de capim survenola (híbrido interespecífico entre *Digitaria setivalva* e *Digitaria valida*). Os autores observaram que as leguminosas arbóreas contribuíram para aumentar a densidade de alguns grupos de fauna, principalmente Oligochaeta, Coleoptera, Araneae e Formicidae.

O uso intenso das terras exploradas com culturas perenes ressalta a necessidade de manter exploração racional, para preservar o potencial produtivo dos solos; assim, o conhecimento das propriedades químicas e físicas do solo é fundamental para direcionar práticas que reduzam o impacto em níveis toleráveis (Theodoro, 1999).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Município de Trajano de Moraes, no Horto Florestal do INEA, a uma altitude de 660 metros. O clima é ameno, com temperaturas médias anuais em torno de 18 a 24° C, com precipitações de 1.000 a 1.200 mm, sendo o déficit hídrico mensal de 0 a 30 mm (Oliveira et al., 1998).

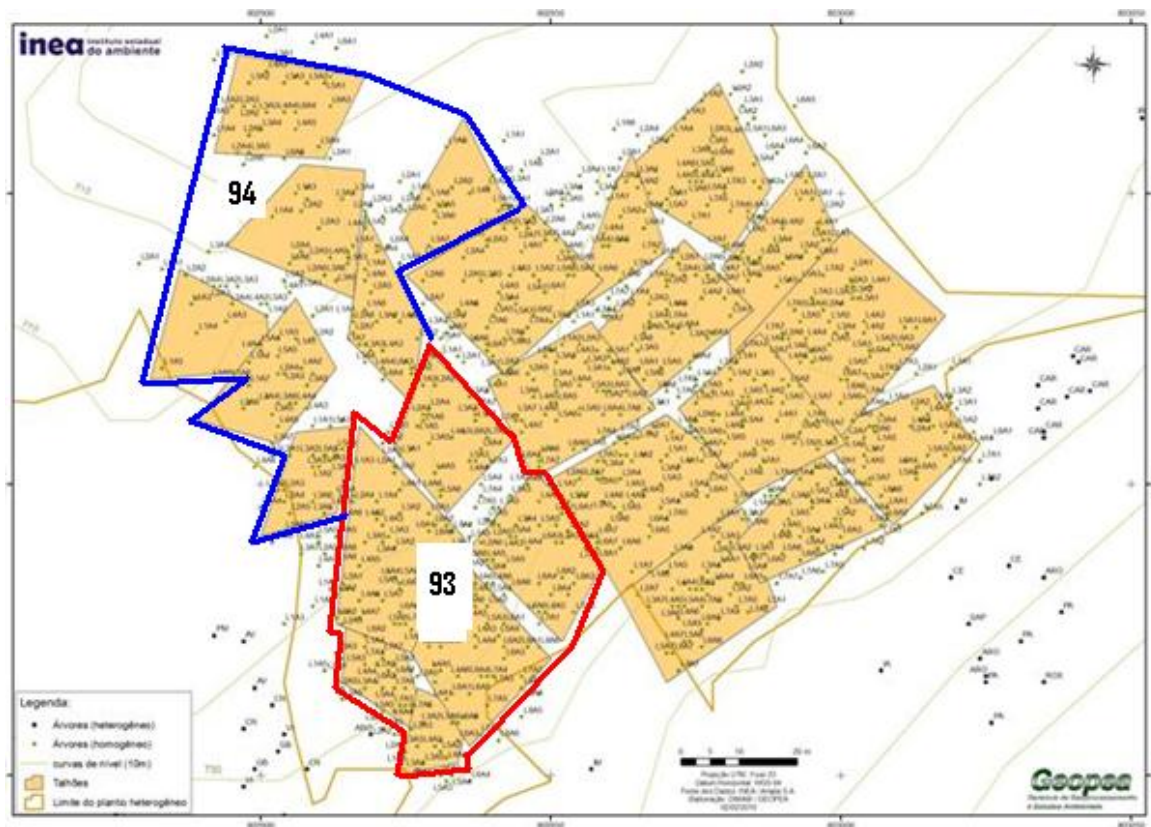


Figura 1. Localização georreferenciada dos povoados florestais implantados em 1993 e 1994.

O solo apresenta teor de areia variando entre 280 e 430 g kg⁻¹; teor de silte variando entre 148 e 330 g kg⁻¹ e teor de argila variando entre 240 e 541 g kg⁻¹, sendo em todos os talhões caracterizado com classe textural argiloso, excetuando um talhão onde a classe textural é franco argiloso e na área sob pastagem onde o solo é considerado de textura média (Tabela 1).

Tabela 1. Composição granulométrica e densidade de partículas de amostras de solos sob povoamentos florestais e pastagem, Horto do INEA em Trajano de Moraes-RJ.

Espécies	-----g kg ⁻¹ -----			Textura	Densidade de Partícula (Dp)
	Areia	Silte	Argila		Mg m ³
<i>C.langsdorffii</i>	370	196	434	Argiloso	2,51
<i>C.legalis</i>	320	185	495	Argiloso	2,54
<i>B.riedelianum</i>	280	179	541	Argiloso	2,55
<i>L.incuriale</i>	370	217	413	Argiloso	2,54
<i>P.angustiflora</i>	350	158	492	Argiloso	2,54
<i>Campomanesia sp.</i>	370	174	456	Argiloso	2,53
<i>C.speciosa</i>	350	194	456	Argiloso	2,53
<i>T.hirta</i>	380	198	422	Argiloso	2,53
<i>P.gonoacantha</i>	370	186	444	Argiloso	2,54
<i>P.grandiflorum</i>	430	196	374	Franco argiloso	2,52
<i>A. macrocarpa</i>	360	148	492	Argiloso	2,51
<i>Brachiaria sp.</i>	430	330	240	médio	2,55

A análise granulométrica do solo foi realizada pelo método da pipeta, conforme os métodos descritos em (EMBRAPA, 1999).

A classe textural dos solos foi determinada através do software desenvolvido pelo departamento de solos da Universidade Estadual do Norte Fluminense.

A área onde foram realizadas as avaliações é formada por 11 talhões com plantios homogêneos de espécies florestais nativas com e sem potencial madeireiro, implantados em 1993 e 1994, e pastagem, situados próximo à sede do Horto, com declividade de 15°. Anteriormente ao plantio, a vegetação predominante na área era o sapé (*Imperata brasilienses*) e capim gordura (*Melinis minutiflora*).

As mudas utilizadas nos plantios foram formadas a partir de sementes coletadas na própria região. Foram semeadas em canteiros após a secagem e

quebra de dormência. Após a germinação e quando as plântulas atingiram o tamanho padrão característico de cada espécie foi realizada a repicagem e transferência para sacos plásticos de 15 x 24 cm, de acordo com os procedimentos utilizados nos hortos do antigo IEF-RJ e atual INEA-RJ¹.

Em junho 1993, em uma área de 3.402 m², foram instalados cinco talhões puros de espécies florestais (Tabela 2), com espaçamento 3 m x 3 m. O preparo do solo foi realizado através de capina manual e abertura de covas medindo 50 cm x 50 cm x 50 cm, que receberam 10 L de esterco bovino e 100 g de adubo mineral na formulação NPK 10-28-06. Em julho de 1994 foi realizado o replantio no talhão da *Leucochloron incuriale* (uma só muda) e do *Copaifera langsdorffii* (três mudas).

Em janeiro de 1994, em uma área de 2.250 m², foram instalados mais seis talhões puros das espécies descritas na Tabela 2, utilizando-se o espaçamento de 3 m x 3 m. O preparo do solo foi o mesmo utilizado no plantio realizado em 1993, exceto a adubação mineral, sendo utilizados 100 g/cova da formulação 04-14-08.

A área sob pastagem é composta por *Brachiaria sp*, tem 15 anos de implantação, não foi realizado nenhum tipo de preparo do solo, adubação e calagem no momento do plantio e encontra-se sob pastejo de gado, tem histórico de manejo por meio de queimadas periódicas ou esporádicas para o controle de ervas invasoras¹.

¹ Ângelo Zago, informação pessoal (2009).

Tabela 2. Relação das espécies plantadas nos povoamentos homogêneos implantados no Horto do INEA em Trajano de Moraes-RJ.

Ano de implantação	Espécie – Nome vulgar	Família	Espécie – Nome científico
1993	Copaíba	Fabaceae	<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.
	Jequitibá	Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i> (Martius) O. Kuntze
	Pau Marfim	Rutaceae	<i>Balfourodendron</i> <i>riedelianum</i> (Engler) Engler
	Angico Rajado	Fabaceae	<i>Leucochloron incuriale</i> (Vellozo) Barneby e Grimes
	Roxinho	Fabaceae	<i>Peltogyne angustiflora</i> Ducke
1994	Guabiroba	Myrtaceae	<i>Campomanesia</i> sp.
	Paineira	Malvaceae	<i>Chorisia speciosa</i> A. St.-Hil
	Carrapeta	Meliaceae	<i>Trichilia hirta</i> L. <i>Piptadenia</i>
	Pau Jacaré	Mimosaceae	<i>gonoacantha</i> (Martius) Macbride <i>Pseudobombax</i>
	Embiruçu	Malvaceae	<i>grandiflorum</i> (Cav.) A. Robins <i>Anadenanthera</i>
	Angico Vermelho	Fabaceae	<i>macrocarpa</i> (Benth) Brenan

(Fonte: Oliveira et al. (1998).

3.1. Determinação das variáveis dendrométricas

O diâmetro à altura do peito (DAP) foi definido por meio da medição da circunferência da altura do peito (CAP) em todas as árvores de cada talhão. Para obtenção do CAP foi utilizada uma fita métrica, sendo a medição realizada a 1,30 m de altura do chão. O DAP foi obtido pela equação:

$$DAP = (CAP/\pi)$$

A área basal (G) das plantas de cada talhão foi determinada pelo somatório das áreas basais individuais, definidas pela equação:

$$G = \pi DAP^2/4$$

A altura total de cada árvore foi estimada com o auxílio do hipsômetro em todas as árvores dos plantios homogêneos.

Os dados das variáveis dendrométricas foram trabalhados por meio de amostragem simples ao acaso (ASA) e as médias foram comparadas por intervalo de confiança, com 95% de probabilidade, pelo teste 't' de Student.

3.2 Avaliação qualitativa

A avaliação qualitativa foi realizada de acordo com as características de fuste, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Pontuação utilizada para avaliação das características qualitativas das espécies florestais plantadas em talhões homogêneos no Horto do INEA, em Trajano de Moraes-RJ.

Nota	Características do fuste
4	Fuste retilíneo, sem tortuosidade ou bifurcação;
3	Fuste tortuoso e sem bifurcação;
2	Fuste bifurcado;
1	Fuste morto.

Adaptado de Scolforo et al. (1996).

A comparação das características qualitativas entre as espécies foi feita por meio de estatística não paramétrica, utilizando teste de Kruskal-Wallis.

3.3. Atributos químicos e físicos do solo

3.3.1 Análises químicas

Foram realizadas análises químicas em amostras do solo das áreas dos talhões implantados em 1993 e 1994. Foram coletadas em cada árvore quatro amostras simples de solos (uma de cada quadrante a cerca de 40 cm de distância do tronco da árvore) formando uma amostra composta, a uma profundidade de 0-10 cm, totalizando 217 e 177 amostras, relativas aos plantios de 1993 e 1994, respectivamente. Na área sob pastagem foram amostrados 64 pontos, distribuídos uniformemente ao longo das áreas, com coordenadas de posição definidas. O trado tipo sonda foi utilizado na coleta das amostras compostas para as análises químicas do solo.

Após a coleta, as amostras de solo foram acondicionadas em sacos plásticos e posteriormente secas ao ar. Em seguida foram acondicionadas em caixas de isopor e transportadas para o Centro de Análises do Campus Dr. Leonel Miranda da UFRRJ, em Campos dos Goytacazes-RJ, para serem analisadas.

Foram determinados o pH (em água); teores de P e K, extraídos com solução de Mehlich 1; o Ca, Mg e Al trocáveis, extraídos por KCl 1 mol L⁻¹; o N total, pelo método Kjeldahl; C orgânico, por oxidação com K₂Cr₂O₇ (EMBRAPA, 2009).

3.3.2. Densidade do solo

Para avaliação da densidade do solo (ρ), foram coletadas 6 amostras indeformadas por talhão, em anel de aço de bordas cortantes, nas linhas e entre linhas, de forma aleatória, introduzido no solo com auxílio do amostrador tipo Uhland até o preenchimento total do anel, à profundidade desejada (0-10 cm). O. As amostras foram embaladas em papel alumínio e levadas para o laboratório, onde excesso de solo foi removido de ambas as faces do anel. Após a determinação da microporosidade, as amostras foram secas em estufas na

temperatura de 105° C, por um período de aproximadamente 48 horas. Após esse período, determinou-se a ρ (Mg m^{-3}), através da equação:

$$\rho = Ms / V$$

Onde:

ρ = densidade do solo (Mg m^{-3});

Ms = massa do solo seco em estufa (Mg) e

V = volume do anel (m^3).

3.3.3 Porosidade total

A porosidade total (PT, em $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) foi obtida tanto para as amostras dos anéis grandes quanto dos pequenos, sendo calculada a partir da densidade do solo (ρ) e da densidade das partículas (DP) (EMBRAPA, 1997), por meio da equação:

$$PT = 1 - \rho / DP$$

3.3.4 Microporosidade

Para a obtenção da microporosidade foram utilizadas amostras indeformadas, antes da secagem em estufa, para a determinação da densidade do solo. Essas amostras, após saturadas com água, foram colocadas em funis com placas de cerâmica previamente saturadas e submetidas à sucção de 0,006 Mpa, determinando-se a microporosidade (MiP), através da equação (Embrapa, 1997):

$$MiP = 100. (a - b) / c$$

em que:

MiP = microporosidade do solo (%);

a = massa da amostra de solo submetida a uma pressão de 0,006 MPa (kg);

b = massa da amostra de solo seca a 105°C (Mg); e

c = volume do cilindro (m^3).

3.3.5 Macroporosidade

A macroporosidade (MaP) é utilizada para avaliar o volume do solo ocupado por poros com diâmetro maior que 0,05 mm, dado pela diferença entre a porosidade total e microporosidade, obtidos através da equação (Embrapa, 1997):

$$\text{MaP} = \text{PT} - \text{MiP}$$

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação dendrométrica

Dentre as espécies avaliadas a *L. incuriale* foi a que apresentou 100% de sobrevivência, enquanto a menor porcentagem foi verificada na espécie *A. macrocarpa*, de 63,89% (Figura 2A).

No plantio realizado em 1993, as espécies que obtiveram as maiores medidas em DAP foram *C. legalis* e *L. incuriale* (Figura 2B). Para a altura total das plantas somente *C. legalis* se destacou (Figura 2C). A maior área basal total de cada talhão ($3.476,71 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) foi observada no povoamento da espécie *L. incuriale* (Figura 2D), devido ao maior número de plantas proporcionado pela maior porcentagem de sobrevivência em relação às outras espécies e também devido ao maior DAP (Figura 2B). A menor área basal foi observada na espécie *B. ridelianum* em função do menor diâmetro encontrado para essa espécie e menor percentual de sobrevivência (Figura 2B e 2A).

Para o plantio de 1994, não houve diferença no DAP entre as espécies *C. speciosa*, *P. gonoacantha*, *P. grandiflorum* e *A. macrocarpa*, apresentando as maiores medidas em relação às espécies de *Campomanesia sp.* e *T. hirta* (Figura 2B). As maiores alturas foram observadas nas espécies *Campomanesia sp.*, *P.*

gonoacantha, *P. grandiflorum* e *A. macrocarpa* (Figura 2B). A espécie *T. hirta* apresentou o menor diâmetro e a menor altura, refletindo também na menor área basal, com valores de altura não diferindo estatisticamente da *C. speciosa* (Figura 2B, 2C e 2D).

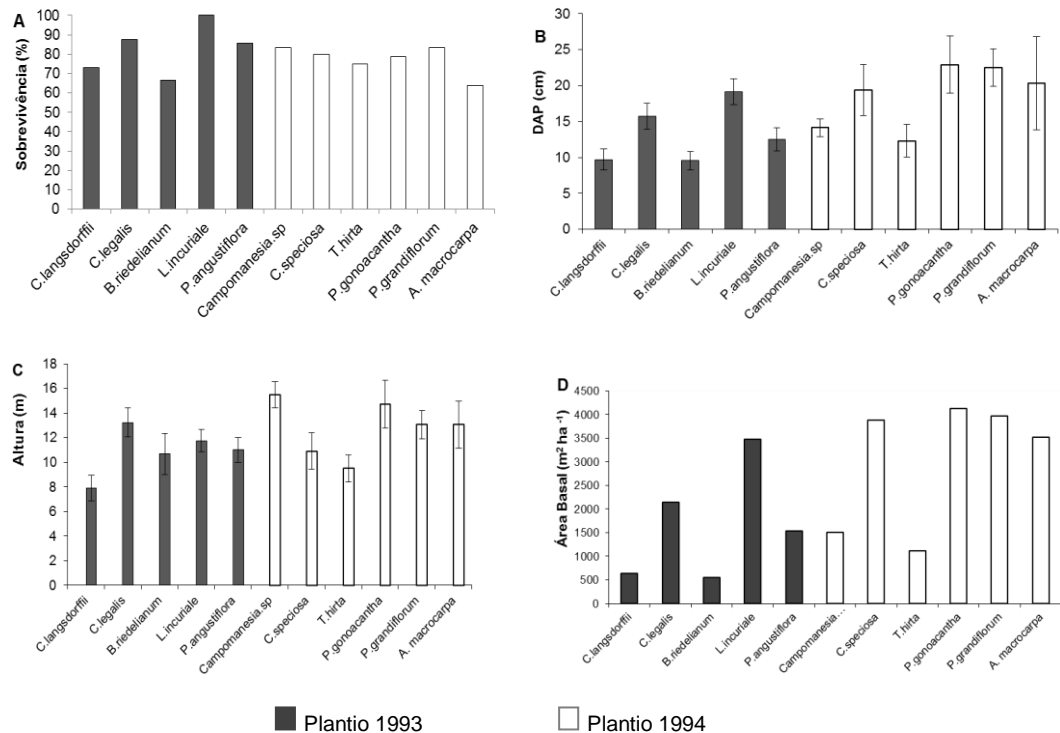


Figura 2. Porcentagem de sobrevivência e avaliação dendrométrica de espécies florestais nativas implantadas no Horto do INEA, em Trajano de Moraes-RJ, nos anos de 1993 e 1994.

Em povoamentos nativos e plantados, o DAP é obtido e utilizado para estimar variáveis de interesse como área basal e o volume, pois são medidos com maior precisão (Leite et al., 2003).

Jacinto et al. (2009), analisando o comportamento dendrométrico silvicultural do Angico vermelho na arborização urbana da cidade de Brasília-DF, verificaram que as árvores com idade de 18 anos apresentaram altura média total de 18,5 m, e DAP de 59,1 cm. O que difere dos resultados obtidos neste trabalho, em que a espécie *A. macrocarpa*, após 18 anos do plantio, obteve altura e DAP médio de 13,05 m e 20,34 cm, respectivamente. A diferença nos valores observados para a altura e DAP desta espécie pode ter sido em função das

diferenças edafoclimáticas entre as regiões, do espaçamento adotado, da qualidade das mudas na ocasião do plantio e dos tratos silviculturais aplicados. Espaçamentos maiores diminuem a competição por recursos.

Nascimento et al. (2012), avaliando o crescimento inicial da espécie *Anadenanthera macrocarpa* em diferentes espaçamentos aos 22 meses após plantio, verificaram que a mesma apresentou crescimento em altura de 2,8 m no espaçamento 3 x 2 m. Os autores concluíram que no espaçamento mais amplo, as plantas apresentaram maior crescimento devido à baixa competição intraespecífica.

A espécie florestal *Balfourodendron riedelianum*, após 19 anos de implantação, apresentou altura média de 10,67 m e sobrevivência de 66,67% (Figura 2C e 2A). Carvalho (1982) comparando espécies nativas sete anos após o plantio, em linhas e em capoeira, na região de Irati-PR, observou que *Balfourodendron riedelianum* apresentou altura variando de 1,30 m a 5,93 m e sobrevivência considerada regular (53,6%).

A espécie *C. langsdorffii*, apresentou DAP de 9,71 cm, altura de 7,88 m e sobrevivência de 72,93 % (Figura 2B, 2C e 2A). Em trabalho realizado por Melo et al. (2004), avaliando o desempenho de espécies arbóreas em áreas de cerrado ocupadas com pastagem de *Brachiaria decumbens* durante 20 anos, observaram que, oito anos após o plantio, a espécie *C. langsdorffii*, apresentou DAP de 2,3 cm, altura 2,73 m e sobrevivência de 86,7 %.

No presente trabalho, a espécie *C. speciosa*, no espaçamento 3 x 3 m, apresentou altura média de 10,91 m após 18 anos de plantio (Figura 2C). Nascimento et al. (2012) observaram que aos 22 meses após o plantio, nos espaçamentos 1,0 x 1,0; 1,5 x 1,5; 2,0 x 2,0 e 3,0 x 2,0 m, a espécie apresentou as seguintes alturas 3,4; 2,8; 3,3; 3,2 m, respectivamente. Concluíram ainda que a paineira por apresentar crescimento monopodial, esperava-se maior crescimento no espaçamento mais adensado.

As espécies avaliadas são de ocorrência natural no estado do Rio Janeiro, apesar de ser adaptadas às condições edafoclimáticas da região, podem apresentar comportamento diferenciado, bem como grande variação intraespecífica, por terem sido propagadas de forma seminífera. Este resultado pode ser evidenciado tanto pela avaliação dendrométrica, quanto pela

sobrevivência. No entanto, não há relatos na literatura, nas condições avaliadas, sobre padrões de crescimento e sobrevivência para cada espécie.

4.2 Avaliação qualitativa do fuste

De acordo com os dados (Tabela 4) pode-se verificar que as espécies *Campomanesia sp.*, *C.legalis*, *P. grandiflorum*, *C. speciosa* apresentaram fuste de melhor qualidade, retilíneos e sem bifurcações e tortuosidade, não havendo diferença significativa com as espécies *L. incuriale*, *P. gonoacantha*, *B. riedelianum* e *A. macrocarpa*. O fuste de pior qualidade foi observado nas espécies *C.langsdorffii*, *T. hirta* e *P. angustiflora*, diferindo estatisticamente das demais espécies. O maior problema observado no fuste destas espécies foi a bifurcação, chegando a 5 bifurcações, principalmente na espécie *P.angustiflora* (Figura 3) .

Tabela 4. Avaliação da qualidade do fuste das espécies florestais nativas implantadas no Horto do INEA, em Trajano de Moraes-RJ, nos anos de 1993 e 1994.

Espécie	QF	
<i>Campomanesia sp.</i>	3,80	a
<i>C.legalis</i>	3,73	a
<i>P. grandiflorum</i>	3,64	a
<i>C. speciosa</i>	3,58	a
<i>L. incuriale</i>	3,28	ab
<i>P. gonoacantha</i>	3,27	abc
<i>B. riedelianum</i>	3,15	abc
<i>A. macrocarpa</i>	3,08	abc
<i>C.langsdorffii</i>	2,56	bcd
<i>T. hirta</i>	2,27	cd
<i>P. angustiflora</i>	2,12	d

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste tukey em nível de 5 % de probabilidade. QF – Qualidade do Fuste.

Apesar do fuste sob competição, poder apresentar diferentes formas, sendo considerada uma estratégia de sobrevivência em plantios adensados, a espécie *P.angustiflora* apresenta, de acordo com Lorenzi (1992), as

características de tronco liso de 40-60 cm de diâmetro e altura podendo chegar até 25 m.



Figura 3. Foto das bifurcações da espécie *Peltogyne angustiflora*

O comportamento de bifurcação observado para esta espécie pode ocorrer por ocasião da morte do meristema apical, devido à ocorrência de doenças nas brotações, ao ataque de lagartas e formigas cortadeiras, ou outras pragas de espécies florestais. No entanto, não há registros que permitam inferir sobre o eventual motivo da morte das brotações.

Para reflorestamentos e sistemas agroflorestais a forma da árvore deve ser considerada para a seleção das espécies que serão implantadas, eliminando as espécies que apresentem crescimento simpodial e troncos múltiplos, sendo também indesejáveis para utilização como postes, produtos serrados e laminados (Tonine et al., 2006).

4.3 Atributos químicos do solo

A acidez ativa na camada de 0–10 do solo sob pastagem foi em média de 5,3 cm. Nos solos dos talhões florestais, os valores de pH variam de 4,5 a 5,1 (Figura 4A), sendo significativamente menores nos solos sob os povoamentos das espécies *A. macrocarpa*, *L. incuriale* e *P. angustiflora*. O solo cultivado com estas espécies é considerado como fortemente ácido de acordo com De-Polli et al. (1988).

Os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} nos solos sob povoamentos florestais, variaram de 0,7 a 2,8 e 0,5 a 1,3 cmolc dm^{-3} , respectivamente (Figura 4B e 4C). No solo sob pastagem os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} foram em média de 1,6 a 1,02 cmol dm^{-3} . De acordo com De-Polli et al. (1988), os tores podem ser considerados de baixo a bom para Ca e médio a bom para Mg na área dos povoamentos florestais e na área de pastagem foi médio para Ca e bom para Mg (Figura 4B e 4C).

Araújo et al. (2004) verificaram que no solo sob mata natural os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} são em média de 0,6 e 0,1 cmolc dm^{-3} , respectivamente, somente no primeiro centímetro de solo, indicando que o desenvolvimento da mata está relacionado principalmente com o processo de reciclagem de nutrientes.

Santos et al. (2009) não observaram diferença significativa para o valor de Ca^{2+} e Al^{3+} trocável em pastagens cultivadas de verão em um Nitossolo Vermelho Eutrófico léptico argiloso em Passo Fundo-RS, com valores de 40 e 10 mmolc dm^{-3} , respectivamente, estando acima dos níveis críticos para o crescimento e desenvolvimento das culturas, sendo o solo corrigido com calcário dolomítico cinco anos antes do início do referido experimento.

No presente trabalho a área cultivada com pastagem, não recebeu nenhum tipo de correção com calcário, mantendo assim, um pH baixo e níveis de Ca e Mg que podem se tornar críticos ao desenvolvimento da forrageira, no entanto na pastagem o pH foi maior do que nos solos sob povoamentos florestais.

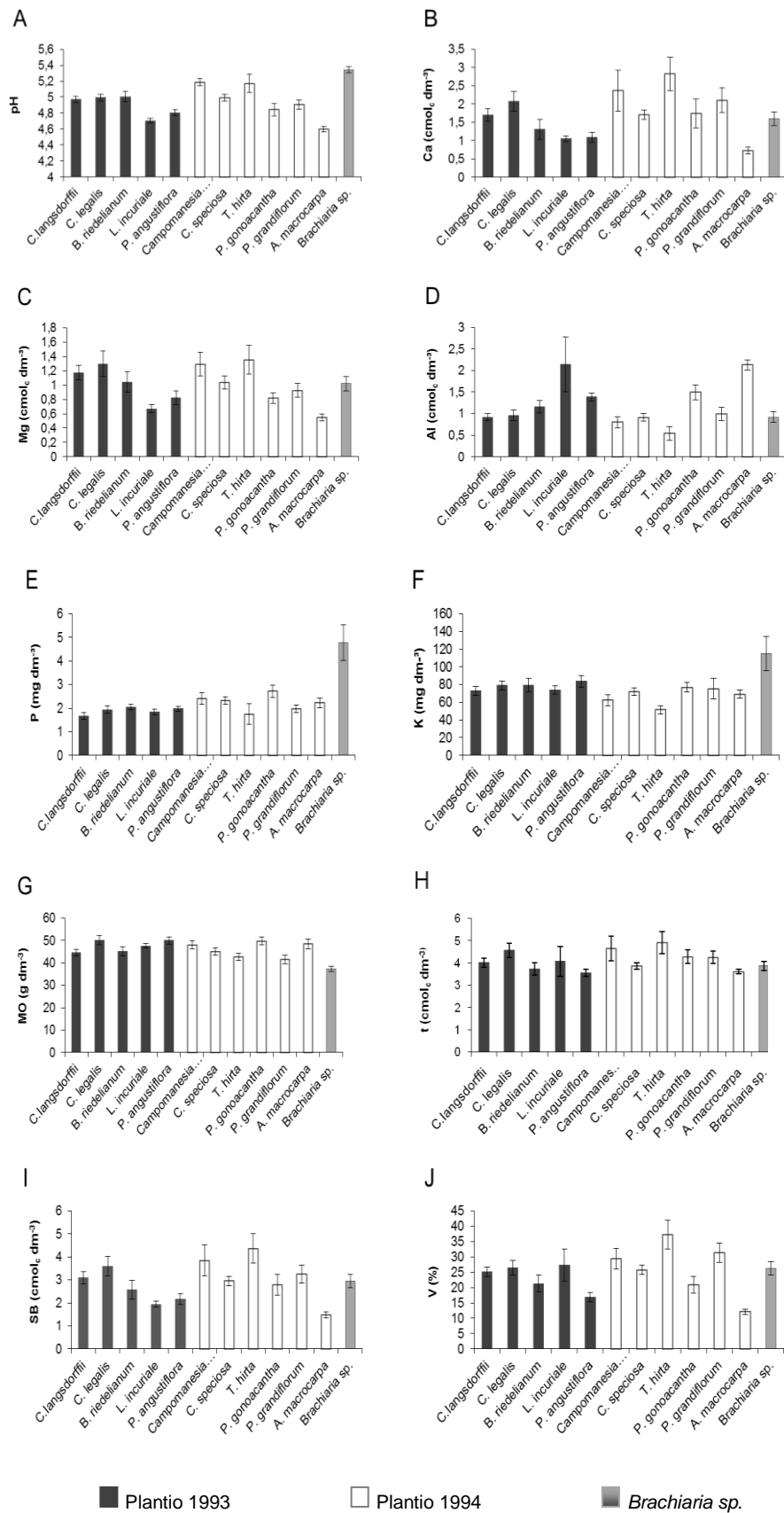


Figura 4. Atributos químicos dos solos sob povoamentos florestais nativos, implantados em 1993 e 1994, e em pastagem adjacente, no Horto do INEA em Trajano de Moraes-RJ.

De acordo com Sousa et al. (2007), para correção e fertilização dos solos o Ca e Mg são duas bases importantes devido ao seu poder de tamponamento, diminuindo a atividade do Al^{3+} e elevando o pH.

O baixo valor de pH nos cultivos com *A. macrocarpa*, *L. incuriale* e *P. angustiflora*, está associado aos menores valores de Ca e Mg e altos valores de Al trocável nestes solos (Figura 4B, 4C e 4D).

A região serrana do Rio de Janeiro, na qual foram realizadas as avaliações possui um índice pluviométrico anual de 1000 a 1200 mm. Machado et al. (2008), estudando um solo sob floresta nativa na Amazônia Central, observaram que o pH apresentou o menor valor quando comparado com outros manejos, e que em áreas de elevados índices pluviométricos, ocorre a lixiviação dos cátions de caráter básico do complexo de troca, com Ca, Mg, K e Na e, conseqüente acúmulo de cátions de natureza ácida com Al^{3+} e H^+ .

De acordo Wadsworth (2000), o cultivo de árvores exige menos nutrientes e tolera maior acidez e toxicidade ao alumínio do que a maioria dos cultivos agrícolas.

Apesar da acidez do solo encontrada nos talhões dos povoamentos florestais, os teores de Al não foram críticos o suficiente para impedir o crescimento das espécies, comprovando a tolerância e a capacidade de adaptação dessas espécies florestais em solos ácidos. Porém, devido à escassez de trabalhos relacionando as espécies dos povoamentos florestais implantados, não é possível avaliar se o crescimento está dentro ou fora da capacidade produtiva de cada espécie nas condições edafoclimáticas avaliadas.

Dick et al. (2008), observaram que no ambiente de mata nativa o pH do solo é mais ácido do que nos solos sob pastagem, provavelmente devido ao maior teor de ácidos orgânicos encontrados nesse solo. Algumas espécies florestais apresentam raízes especializadas denominadas de conglomerados de raízes, que são capazes de exsudar elevadas quantidades de ácidos orgânicos, acidificando o solo e tornando os nutrientes disponíveis para as plantas (Li et al., 1997; Oliveira et al., 2011).

Franco et al. (1996), avaliando a contribuição de *Acacia mangium* e *Eucalyptus pellita*, com oito anos de idade, na recuperação de solos degradados, verificaram valores de pH do solo, sob cultivo da leguminosa, inferiores aos observados no solo sob eucalipto, possivelmente devido à associação das

bactérias diazotróficas com a acácia, promovendo maior extrusão de prótons, com consequente redução de pH do solo. A acidificação dos solos rizosféricos devido à extrusão de prótons em raízes de leguminosas associadas a bactérias fixadoras de nitrogênio é relatada também por Siqueira et al. (2001).

Outro fator capaz de contribuir com a acidificação dos solos, de acordo com Canellas et al. (2003), é através da decomposição da matéria orgânica pelos micro-organismos, onde ocorre a liberação de amônia (NH_3), que passa a nitrato liberando H^+ . Este processo é comum nas áreas florestadas nos solos tropicais devido ao acúmulo de matéria orgânica no solo.

Moreira et al. (2004), avaliando a fertilidade do solo e a dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana no reflorestamento de clareiras com diferentes idades, constataram que com o reflorestamento houve diminuição do pH em água com o aumento do teor de matéria orgânica do solo.

Segundo Longo & Espindola (2000), a substituição da floresta natural em área cultivada acarreta aumento nas concentrações de ácido fúlvico e humina, com diminuição do pH do solo, mesmo com o tamponamento da matéria orgânica.

Em relação ao P e K disponível no solo, a pastagem apresentou os maiores valores ($4,7 \text{ mg dm}^{-3}$ e $114,9 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente) em relação aos solos sob povoamentos florestais que variou de $1,6$ a $2,7 \text{ mg dm}^{-3}$ para o P e $51,5$ a $83,7 \text{ mg dm}^{-3}$ para o K (Figura 4E e 4F). Segundo De Polli et al. (1988), o resultado da área de pastagem pode ser considerado baixo para P e alto para K, para os povoamentos florestais, o P é considerado baixo e o K médio.

A área de pastagem que foi avaliada é composta por *Brachiaria sp.*, o seu sistema radicular é fasciculado e próximo à superfície do solo. A coleta das amostras foi realizada a uma profundidade de 0 a 10 cm. Nessa região ocorre intensa atividade microbiana devido à morte de raízes, o que provavelmente deve ter influenciado nos resultados encontrados para P e K em relação aos solos sob povoamentos florestais.

A baixa concentração de P nos solos brasileiros é um dos fatores limitantes para a produção florestal (Gonçalves et al., 2000), porém as espécies florestais têm demonstrado alta eficiência em reutilizar esse nutriente internamente com taxa de retranslocação acima de 50% (Vettorazzo et al., 1993). De acordo com Novaes et al. (2007), a maior parte do P necessário para o crescimento das árvores, pode ter sido adquirida na camada superficial do solo

logo após a decomposição da serapilheira, antes que a imobilização do P ocorra por processo de adsorção.

Domingos et al. (1997) avaliando a produção de serapilheira e o retorno de nutrientes em um trecho de Mata Atlântica secundária, na Reserva Biológica de Paranapiacaba-SP, observaram que o retorno de P e K a partir da serapilheira foi de 6,95 e de 11,65 Kg ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente.

Outro fator que deve se destacado é que quando ocorre o crescimento das plantas em solos deficientes em nutrientes, as raízes podem secretar substâncias, como os ácidos orgânicos, e essa secreção contribui para a absorção de elementos, como P e K, alterando o microambiente radicular e tornando os nutrientes disponíveis na rizosfera (Li et al., 1997).

Áreas de solos com baixa CTC e alta precipitação favorecem a perda do K por lixiviação, devido às suas características de boa mobilidade nos solos, porém as espécies florestais possuem alta eficiência de reutilização interna do K, que permite que se desenvolva mesmo em solos de baixa fertilidade (Vieira et al., 1987), sendo um dos elementos mais abundantes no tronco das árvores (Caldeira et al., 2002). Estes fatores podem justificar os baixos teores de K observados no solo sob povoamentos florestais quando comparados com o solo sob pastagem.

Santos et al. (2009), avaliando desempenho agrônômico de três gramíneas perenes de verão (capim quicuí, capim elefante e capim Tifton 68) e o solo sob floresta subtropical em área adjacente ao experimento, verificaram que houve acúmulo de P extraível e K trocável na camada próxima à superfície nas diferentes pastagens estudadas e na área sob floresta. Além disso, os autores observaram maior acúmulo de P no solo no cultivo com gramíneas comparativamente ao solo sob floresta, em todas as profundidades estudadas (0-5; 5-10; 10-15 e 15-20).

No presente experimento observou-se resposta para o P semelhante, na camada de solo estudada (0-10 cm), sendo maior no solo sob pastagem em comparação com o solo sob povoamento florestal. Entretanto, para o K, na camada de 0-10 cm, o solo sob pastagem apresentou maior teor do que nos solos sob povoamentos florestais. Esta resposta foi inversa ao observado por Santos et al., (2009), que verificaram maior teor de K no solo sob floresta.

Nos talhões das espécies florestais só foi fornecida fonte externa de nutrientes no momento do plantio. Na área de pastagem, grande parte dos

nutrientes, são reciclados, devido à morte de partes da planta, além da incorporação de fezes e urina no solo, proveniente do gado colocado na área. Braz et al. (2002), avaliando os aspectos quantitativos do processo de reciclagem dos nutrientes pelas fezes de bovinos em pastejo, verificaram que o retorno diário de nutrientes pelas fezes, por animal, foi estimado em 10,06 g de fósforo e 6,12 g de potássio.

Outra forma de entrada de nutrientes no solo é através das queimadas. A queima da vegetação morta enriquece o solo na camada superficial com a maioria dos nutrientes, por catalisar o processo da mineralização, disponibilizando altas concentrações de nutrientes em função das cinzas (Rheinheimer et al., 2003).

A área avaliada da pastagem tem histórico de manejo por meio de queimadas periódicas ou esporádicas o que, possivelmente, pode ter influenciado nas maiores concentrações encontradas de P e K em relação aos povoamentos florestais.

Os índices de Al aliados ao baixo índice do pH encontrados nos solos sob povoamento florestal, podem interferir na disponibilidade de alguns nutrientes, principalmente o P (Souza et al., 2007; Balbinot et al., 2010). O que justifica o resultado observado no presente trabalho, em que na área dos povoamentos florestais o teor de P no solo foi menor do que o solo da área da pastagem que apresentou maior valor de pH (Figura 4A).

Cunha et al. (2007), estimando o conteúdo de P disponível no solo, em um povoamento de *Corymbia citriodora* sem adubação de plantio e de cobertura, de aproximadamente 20 anos de idade e em pastagens degradadas com 10 anos de idade de capim-gordura (*Melinis minutiflora*), verificaram que no povoamento de *Corymbia citriodora* o teor médio de P foi de 5,4 mg kg⁻¹, e sob pastagens esses teores foram menores, variaram de 2,0 a 2,8 mg kg⁻¹. Por outro lado, no presente trabalho, os solos sob pastagem apresentaram maior valor de P do que no solo sob povoamento florestal, contrariando o resultado verificado pelo autor.

Para o atributo matéria orgânica (MO), não houve diferença significativa entre os plantios florestais de 1993 e 1994 (Figura 4G), isso se deve possivelmente ao aporte de biomassa de folha ao solo. A pastagem apresentou os menores valores observados (37,3 g dm⁻³), entretanto, os valores encontram-se no nível considerado alto conforme Dadalto e Fullin (2001). Isto difere da avaliação realizada por Santos et al. (2009), em que os autores não observaram

diferença significativa para o nível de matéria orgânica do solo entre as pastagens estudadas e floresta subtropical nativa.

A matéria orgânica tem sua importância principalmente na reserva de nutrientes e na manutenção da atividade biológica em solos degradados, por isso a necessidade de introduzir espécies que possam diminuir os efeitos da degradação do solo e dar condições para que o processo de sucessão vegetal ocorra, com possíveis retornos econômicos aos agricultores (Balieiro, et al., 2004).

Em experimento realizado por Gama-Rodrigues et al. (2008), avaliando a influência de *Acacia auriculiformis*, *Mimosa caesalpiniiifolia* e *Corymbia citriodora*, sobre os atributos químicos do solo, comparados às coberturas de capoeira e pastagem, observaram que nos solos sob floresta houve menor teor de matéria orgânica devido ao baixo acúmulo de serrapilheira quando comparados com o solo sob pastagem. No presente trabalho o solo sob pastagem apresenta menor teor de matéria orgânica em relação ao povoamento floresta.

De acordo com Bayer et al. (1997), os maiores valores de MO encontrados na superfície do solo se devem, principalmente, da permanência de resíduos vegetais resultantes da ausência de incorporação física destes por revolvimento.

Araújo et al. (2007), avaliando a qualidade do solo em área de Cerrado nativo e em áreas sob diferentes usos, observaram que para a MO houve diferenças significativas na camada de 0–5 cm, sendo os valores mais elevados registrados para as áreas de pastagens natural ($48,8 \text{ g kg}^{-1}$), pastagem plantada ($47,3 \text{ g kg}^{-1}$) e Cerrado ($45,2 \text{ g kg}^{-1}$), ficando a de florestamento de pinus ($38,5 \text{ g kg}^{-1}$) em um patamar intermediário e a de cultivo convencional ($31,7 \text{ g kg}^{-1}$) com os menores valores.

Esse resultado difere do obtido nesse trabalho, podendo ser observado na Figura 4G, que nos talhões dos povoamentos florestais, os teores de MO foram similares a área de Cerrado Nativo, pastagem natural e plantada, e que na área de pastagem o teor de MO foi próximo ao da área de pinus.

A CTC efetiva (t) nos solos sob povoamentos florestais ($3,6$ a $4,9 \text{ cm}_c \text{ dm}^{-3}$) e no solo sob pastagem ($3,8 \text{ cm}_c \text{ dm}^{-3}$) foi considerada média, conforme Dadalto e Fullin (2001) (Figura 4H).

Machado et al. (2008) observaram no solo de cinco espécies florestais na Amazônia Central, que os valores de CTC efetiva (t) foram maiores na áreas dos plantios de *Parkia decussata* (1,58 cm_c dm⁻³), *Swietenia macrophylla* (1,74 cm_c dm⁻³), *Acacia mangium* (1,78 cm_c dm⁻³), *Dipteryx odorata* (1,78 cm_c dm⁻³), *Jacaranda copaia* (1,88 cm_c dm⁻³) quando comparados com área de pastagem (1,17 cm_c dm⁻³).

Quanto à soma de bases (SB), os solos das espécies que apresentaram menores valores foram *A. macrocarpa* (1,48 cmol_c dm⁻³), *L. incuriale* (1,93 cmol_c dm⁻³), e *P. angustiflora* (2,16 cmol_c dm⁻³) em relação às espécies *T. hirta* e *Campomanesia sp.* (Figura 4I).

Bueno et al. (2000) verificaram que diferentes espécies florestais após 3 anos de plantio, proporcionaram mudanças nas características químicas do solo na profundidade 0-20 cm. Constataram que as espécies florestais apresentaram capacidade diferenciada em alterar os valores de SB, encontrando valores entre 0,21 a 2,05 cmol_c dm⁻³.

A percentagem de saturação por bases (V%) foi menor nos solos das espécies *P. angustiflora* e *A. macrocarpa* (Figura 4J). Os solos sob as outras espécies e sob pastagem apresentaram valores similares de V%, variando de 21,29 a 37,32%. Conforme Dadalto e Fullin (2001) podem ser considerados muito baixo a baixo no solo (Figura 4I e 4J). A maior parte das culturas agrícolas apresenta produção ótima com a saturação do solo acima de 40% (Ribeiro et al., 1999).

Correa et al. (2009) verificaram maiores teores de soma de bases (SB) e percentagem de saturação por bases (V%) em área de pastagem, quando comparados com solo de mata nativa, provavelmente devido a calagem, adição de fertilizantes e pela contribuição dos sais solúveis na solução do solo.

A recuperação de áreas degradadas, somente é possível quando as espécies utilizadas possuem boa capacidade de crescimento e desenvolvimento nesses ambientes degradados, associado a práticas de manejo do solo que favoreçam a sua recuperação (Alves et al., 2007). O monitoramento e avaliação das propriedades do solo assumem importante papel para a sua conservação (Cardoso et al., 2011).

A capacidade de troca de cátions (CTC) é uma característica físico-química fundamental dos solos, indica a quantidade de íons positivos que um solo

é capaz de reter em determinadas condições. Se a maior parte da CTC do solo está ocupada por cátions como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , pode-se dizer que este é um solo bom para a nutrição de plantas. A saturação por bases fornece uma ideia do total de cargas negativas existentes no solo, indicando a proporção ocupada pelos cátions úteis (Tomé Junior, 1997).

No presente trabalho, a espécie que se destacou foi *T.hirta*, proporcionando ao solo da camada superficial maior teor de P, de Ca e Mg e de saturação de bases.

Conforme o resultado apresentado, as espécies florestais possuem capacidade diferenciada em modificar as características químicas dos solos. Deve-se levar em consideração os fatores ligados à sustentabilidade da produção florestal, associados a bons índices de produtividade para a escolha da espécie ideal para o uso em plantios (Machado et al., 2008).

4.4 Atributos físicos do solo

Não houve diferença significativa na avaliação dos atributos físicos do solo entre os solos sob os povoamentos florestais e sob pastagem, como pode ser observado na Figura 5.

O valor médio da densidade do solo (ρ) determinado na área sob pastagem foi de $0,91 \text{ Mg m}^{-3}$ e nos talhões sob floresta nativa variaram de $0,96$ a $1,08 \text{ Mg m}^{-3}$ (Figura 5A), porém não houve diferença significativa entre os solos avaliados.

Os atributos físicos do solo podem ser alterados através da introdução de espécies com sistema radicular agressivo e pelos aportes diferenciados de matéria seca, e essas alterações vão depender do período de cultivo e das espécies cultivadas (Stone et al., 2001).

A densidade do solo é de grande importância para os estudos agrônômicos devido à estreita relação com os atributos do solo, sendo que a maior parte das pesquisas realizadas associa seu aumento à diminuição da porosidade total e da macroporosidade, com conseqüente aumento da microporosidade e da resistência mecânica à penetração do solo (Lima et al., 2007).

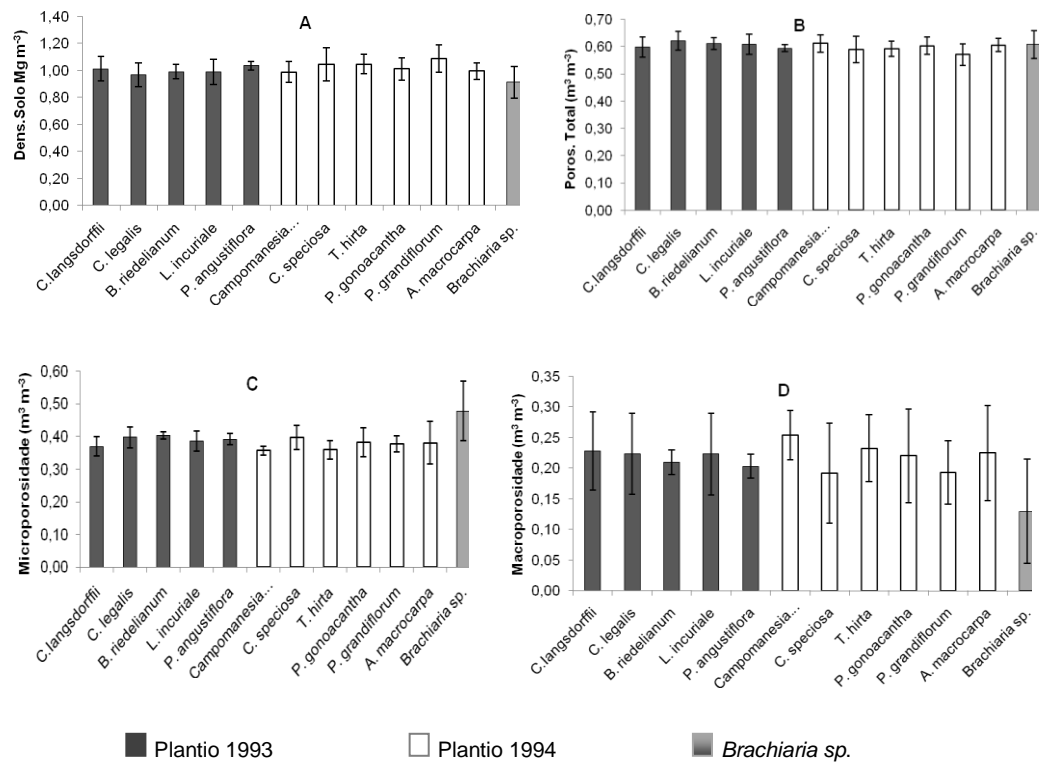


Figura 5. Atributo físico dos solos sob povoamentos florestais nativos, implantados em 1993 e 1994, e em pastagem adjacente, no Horto do INEA em Trajano de Moraes-RJ.

Araújo et al. (2004), avaliando as alterações físicas e químicas do solo, em diferentes agrossistemas, constataram que houve variação nos valores de densidade ($1,34$ a $1,73 \text{ kg dm}^{-3}$), sendo os menores valores observados na mata natural e o maior valor de densidade observado na pastagem ($1,73 \text{ kg dm}^{-3}$). No presente trabalho o solo sofreu intervenção somente na ocasião do plantio das espécies florestais e da pastagem.

Os valores de densidade encontrados na camada superficial do solo nas áreas analisadas são menores que o valor considerado crítico ao desenvolvimento das plantas. De acordo com Archer et al. (1972), o limite máximo de ρ tolerado pela maioria das culturas agrícolas para solo argiloso é de $1,20 \text{ kg dm}^{-3}$, sendo que solos com ρ acima de $1,30 \text{ kg dm}^{-3}$ apresentam sérias desvantagens quanto à permeabilidade e aeração. Em solos de textura média, a densidade crítica para o bom crescimento do sistema radicular é de $1,55 \text{ Mg m}^{-3}$ (Reichert et al., 2003).

Jussof (1988) afirma que árvores de *Eucalyptus grandis* tiveram o crescimento das raízes inibido quando os valores da densidade do solo superaram $1,25 \text{ g cm}^{-3}$, enquanto em *Pinus taeda* o crescimento de raízes ficou comprometido quando a densidade ficou acima de $1,30 \text{ g cm}^{-3}$.

De acordo com Sattler (2006), avaliando os atributos do solo em uma área sob pastagem de seis anos de idade comparativamente a outra área sob vegetação secundária em regeneração natural há aproximadamente, 30 anos, o elevado valor médio da densidade do solo determinado na área sob vegetação nativa na profundidade de 0 a 0,20 m ($1,43 \text{ Mg m}^{-3}$), pode estar relacionado ao reduzido tempo de repouso da área para regeneração.

Segundo Souza et al. (2004), avaliando o efeito de sistemas de uso e manejo de um Latossolo Amarelo, verificaram maiores valores de densidade ($1,35 \text{ Mg m}^{-3}$) do solo sob pastagem (*Brachiaria humidicola*) com superlotação animal em relação ao solo sob floresta ($1,09 \text{ kg dm}^{-3}$), sendo bem superior ao encontrado no presente trabalho, em que a densidade da pastagem observada foi de $0,91 \text{ Mg m}^{-3}$.

Da mesma maneira, Blainski et al. (2008), com o objetivo de quantificar a curva de resistência do solo à penetração em um Latossolo Vermelho Distrófico sob diferentes sistemas de uso e manejo, constataram que a densidade aumentou com a intensificação do uso do solo, sendo maior na pastagem de *Brachiaria humidicola* ($1,62 \text{ Mg m}^{-3}$) em pastejo extensivo de bovinos por mais de 20 anos do que na mata nativa ($1,50 \text{ Mg m}^{-3}$).

A densidade é influenciada principalmente pelos teores de matéria orgânica, ou seja, em solos com elevado teor de matéria orgânica tendem a ter menores valores de densidade (Klein et al., 2002). Quando ocorre grande acúmulo de MO ao longo dos anos e quando não há intervenção antrópica, como em áreas de florestas nativas, a agregação dos solos é favorecida e, conseqüentemente, ocorre diminuição da densidade do solo (Assis et al., 2005). Segundo Ferreira et al. (2003), os valores de densidade podem ser diminuídos pela incorporação de matéria orgânica ao solo. Apesar de a concentração de matéria orgânica nos solos sob pastagem ter sido menor do que nos solos dos talhões dos povoamentos florestais, não houve diferença significativa entre as densidades encontradas. Por outro lado, nas duas áreas avaliadas foram observados teores de MO considerados altos (segundo Dadalto e Fullin, 2001),

que possivelmente influenciaram nos valores da densidade, estando abaixo do nível crítico considerado prejudicial ao desenvolvimento das plantas.

Analisando a porosidade total, a microporosidade e macroporosidade, estas não apresentaram diferenças significativas entre os solos sob pastagem e povoamentos florestais (Figura 5B, 5C e 5D).

A porosidade total dos solos sob pastagem e dos povoamentos florestais foi em média de 0,606 e variou de 0,569 a 0,620 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, respectivamente. Para os valores de macroporosidade e microporosidade a pastagem apresentou valores de 0,129 e 0,477 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$, respectivamente. Nos talhões com as espécies florestais, a macroporosidade variou entre 0,191 e 0,254 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ e a microporosidade variou de 0,356 a 0,402 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$.

De acordo com Lima et al. (2007), a porosidade do solo é considerada como ideal quando se apresentar com 0,500 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ do seu volume total, no qual a microporosidade, responsável pelo armazenamento de água, variaria entre 0,250 e 0,330 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$. Já a macroporosidade, representada pelo volume de poros responsáveis pela aeração das raízes, ficaria entre 0,170 e 0,250 $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$.

A porosidade é a fração volumétrica do solo ocupada com ar e, ou, água, representando o local onde circulam a solução (água e nutrientes) e o ar, sendo, portanto, o espaço em que ocorrem os processos dinâmicos do ar e solução do solo (Hillel, 1970). No solo sob pastagem foi observado que a macroporosidade é considerada baixa, conforme Lima et al.(2007), enquanto a microporosidade está alta. A baixa macroporosidade associada à alta microporosidade pode ocasionar alta retenção de água e baixa aeração no solo. Nos solos sob floresta a macroporosidade está dentro da faixa ideal, descrita pelos mesmos autores, porém o solo apresentou alta microporosidade, indicando boa retenção de água e aeração.

Santos et al. (2009) verificaram que na floresta subtropical a porosidade total foi maior do que em solos sob capins elefante e Tifton 68, na camada de 0-20 cm, não havendo diferença do capim quicuío.

A alta microporosidade encontrada no solo sob pastagem pode ser devido ao manejo da área com queimada. De acordo com Rendi et al. (2011), o fogo pode causar diminuição do volume de macroporos, do tamanho de agregados, da taxa de infiltração de água no solo e, conseqüentemente, aumento da resistência à penetração de raízes e da densidade do solo.

Quando ocorre a degradação da estrutura do solo, o efeito imediato pode ser observado na redução da macroporosidade e aumento da densidade do solo (Alves et al., 2007).

5. RESUMO E CONCLUSÕES

No Brasil há carência de informações envolvendo plantios de espécies florestais nativas, seu potencial para a exploração comercial e utilização no processo de recuperação de áreas degradadas. O experimento foi realizado no Horto do INEA, localizado na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, no Município de Trajano de Moraes. Foram avaliadas duas áreas, uma com povoamentos florestais implantados em 1993 e 1994, e outra de pastagem.

O trabalho objetivou avaliar as características dendrométricas e a qualidade do fuste das 11 espécies florestais e avaliar os atributos químicos e físicos do solo nos povoamentos florestais e na área de pastagem.

Anteriormente à instalação do experimento a área apresentava como vegetação predominante o sapé (*Imperata brasilienses*) e capim gordura (*Melinis minutiflora*). As espécies florestais cultivadas foram: *Copaifera langsdorffii*; *Cariniana legalis*; *Balfourodendron riedelianum*; *Leucochloron incuriale*; *Peltogyne angustiflor*; *Campomanesia sp.*; *Chorisia speciosa*; *Trichilia hirta*; *Piptadenia gonoacantha*; *Pseudobombax grandiflorum*. As mudas utilizadas nos plantios foram formadas a partir de sementes coletadas na própria região. O preparo do solo foi realizado através de capina manual e abertura de covas medindo 50 cm x 50 cm x 50 cm, que receberam 10 L de esterco bovino e 100 g de adubos

químicos na formulação 10-28-06 de NPK. As espécies florestais não foram submetidas a manejos de poda ou adubação, enquanto a pastagem foi submetida a pastejo e queimadas periódicas.

Foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-10 cm, na área com povoamentos florestais e na pastagem para avaliação das características físicas e químicas do solo. As espécies arbóreas foram medidas quanto a altura e diâmetro altura do peito. Com base nos resultados foi possível concluir que:

- 1) A *Leucochloron incuriale* apresentou 100% de sobrevivência. No plantio realizado em 1993, as espécies que obtiveram as maiores medidas em DAP foram *Cariniana legalis* e *Leucochloron incuriale*. No Plantio de 1994 não houve diferença entre as espécies *Chorisia speciosa*, *Piptadenia gonoacantha*, *Pseudobombax grandiflorum* e *Anadenanthera macrocarpa*. A maior área basal foi observada no povoamento das espécies a *Leucochloron incuriale* e *Piptadenia gonoacantha* e a menor nas espécies *Balfourodendron riedelianum* e *Trichilia hirta*;
- 2) As espécies *Campomanesia* sp., *Cariniana legalis*, *Pseudobombax grandiflorum* e *Chorisia speciosa*, foram as que apresentaram o fuste de melhor qualidade;
- 3) As espécies florestais estudadas possuem capacidade diferenciada de alterar as propriedades químicas do solo quando comparadas com a pastagem. Solos sob pastagem apresentaram maiores valores de pH e P e menores de Al trocável e de matéria orgânica, em relação às áreas sob plantios florestais;
- 4) Foram observadas poucas variações nas características químicas do solo sob as diferentes espécies florestais, com destaque para *Trichilia hirta*, cujo solo apresentou maior teor de P, Ca, Mg e saturação de bases;
- 5) Na área de pastagem foram observados menor macro e maior microporosidade em relação à área com cultivo com algumas espécies florestais, por outro lado não houve diferença na porosidade entre os solos dos povoamentos florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMCI. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (2007) Estudo Setorial. Curitiba: *ABIMCI*.
- ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF – ano base 2011. (2012) *ABRAF*, 140 p. Brasília.
- ALTIERI, M. A. (2002) Agroecology: The science of natural resource management for poor farmers in marginal environments. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 93 (1-3): 1-24.
- ALVES, M. C.; SUZUKI, L. G. A. S.; SUZUKI, L. E. A. S. (2007) Densidade do solo e infiltração de água como indicadores da qualidade física de um latossolo vermelho distrófico em recuperação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 617-625.
- ANDERSEN, O.; ANDERSEN, V. U. (1988) *As frutas silvestres brasileiras*. 2 edição. Rio de Janeiro-RJ: Globo, 150p.
- ANGELI, A.; BARRICHELO, L. E. G.; PAULO, H. M. (2005) *Balfourodendron riedelianum*. Disponível em: <http://www.ipef.br/identificacao/balfourodendron.riedelianum.asp>. Acesso em: Julho de 2011.
- ANNUNCIADO, T. R.; AMICO, S. C.; SYDENSTRICKER, T. H. D. (2005) Utilização da fibra de paina (*chorisia speciosa*) como sorvente de óleo cru. parte II: caracterização da fibra x capacidade de sorção. In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás. Salvador-BA.

- ANTONÂNGELO, A.; BACHA, C. J. I. (1998) As fases da silvicultura no Brasil. *Revista Brasileira de Economia*, 52 (1) : 207-238.
- ARAÚJO, E. A.; LANI, J. L.; AMARAL, E. F.; GUERRA, A. (2004) Uso da terra e propriedades físicas e químicas de argissolo amarelo distrófico na Amazônia ocidental. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 307-315.
- ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. (2007) Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 1099-1108
- ARCHER, J. R.; SMITH P. D. (1972) The relation between bulk density available water capacity, and air capacity of soils. *Journal of Soil Science*, 23 (4): 475-480.
- ASSIS, R.L. & LANÇAS, K.P. (2005) Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférrico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29: 515-522.
- AZEVEDO, O. C. R.; WADT, P. G. S.; WADT, L. H. O. (2006) Potencial de produção de óleo-resina de copaíba (*Copaifera spp*) de populações naturais do sudoeste da Amazônia. *Revista Árvore*, 30 (4): 583-591.
- BALIEIRO, F. de C.; DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de. (2004) Acúmulo de nutrientes na parte aérea, na serapilheira acumulada sobre o solo e decomposição de filódios de *Acacia mangium* Willd. *Ciência Florestal*, 14 (1): 59-65.
- BAYER, C. & MIELNICZUK, J. (2008) Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; SILVA, L.S.; CANELLAS, L.P. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo: Ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, p.7-18.
- BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N. NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. (2005). Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, 29 (6): 863-870.
- BLAINSKI, E.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; GUIMARÃES, R. M. L. (2008) Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 975-983.
- BRASIL (2007). Plano Nacional de Silvicultura com Espécies Nativas e Sistemas Agroflorestais. Ministério do Meio Ambiente; Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Ministério do Desenvolvimento Agrário; Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 44p.
- BRAZ, S.P.; NASCIMENTO Jr., D.; CANTARUTTI, R.B.; REGAZZI, A.J.; MARTINS, C.E.; FONSECA, D.M.; BARBOSA, R.A. (2002) Aspectos quantitativos do processo de reciclagem de nutrientes pelas fezes de bovinos

sob pastejo em pastagem de *Brachiaria decumbens* na Zona da Mata de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31: 858-865.

- BUENO, N.; LIMA, R. M. B.; AZEVEDO, C. P. (2000). Contribuição de espécies florestais para fins energéticos sobre algumas características químicas de um podzólico amarelo impactado por usos anteriores no município de Iranduba-AM. Embrapa Instruções técnicas, 6p.
- CALDEIRA, M. V. W.; NETO, R. M. R.; SCHUMACHER, M. V. (2002) Avaliação da eficiência nutricional de três procedências australianas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) *Revista Árvore*, 26 (5): 615-620.
- CALDEIRA, M. V. W.; RONDON, N. R. M.; SCHUMACHER, M. V.; WATZLAVICK, L. F. (2002) Exportação de nutrientes em função do tipo de exploração em um povoamento de *Acacia mearnsii de wild*. *Floresta e Ambiente*, 9 (1): 97-104.
- CALDEIRA, M. V. W.; VITORINO, M. D. ; SCHAADT, S. S.; MORAES, E.; RAFAELO B.; (2008) Quantificação de serapilheira e de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa. *Ciências Agrárias*, 29 (1): 53-68.
- CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; RUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. (2003) Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 935-944.
- CARDOSO, E. L. ; SILVA , M. N. ; MOZART ,N. C.; FERREIRA, M. ; FREITAS, D. A. F. (2011) Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul Matogrossense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35: 613-622.
- CARVALHO, P. E. R. (1982) Comparação de espécies nativas, em plantio em linhas em capoeira, na região de Irati-PR – resultados aos sete anos. *Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo*, 5: 53-68.
- CARVALHO, P. E. R. (1994) *Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Colombo: Embrapa - CNPF; Brasília: Embrapa - SPI, 640p.
- CARVALHO, P. E. R. (2004). Pau-Marfim - *Balfourodendron riedelianum*. *Circular Técnica*, 93. Embrapa Floresta, Colombo-PR, 11p.
- CARVALHO, P. E. R. (2008). Embiruçu (*Pseudobombax grandiflorum*). *Circular Técnica*, 155. Embrapa Floresta, Colombo-PR, 9p.
- CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S.; VALVERDE, S. R. (2005) Caracterização do setor florestal: uma abordagem comparativa com outros setores da economia, *Ciência Florestal*, 15 (1) : 105-118p.
- CORRÊA, R. M.; FREIRE, SANTOS, M. B. G. DOS.; FERREIRA, R. L. C.; FREIRE, F.J.; PESSOA, L. G. M.; MIRANDA, M. A.; MELO, D. V. L M. de. (2009) Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro

- irrigado no semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 305-314.
- CUNHA, G. DE M.; GAMA-RODRIGUES, A. C. DA.; COSTA, G. S.; VELLOSO, A. C. X. (2007) Fósforo orgânico em solos sob florestas montanas, pastagens e eucalipto no norte fluminense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 667-672.
- DADALTO, G.G.; FULLIN, E.A. (2001) Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 4ª aproximação. Vitória-ES: SEEA/INCAPER, 180p.
- DE-POLLI, H.; ALMEIDA, L. D.; SANTOS, G. A.; CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A.; BLOISE, R. M.; SALER, R. C. (1988) *Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro*. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, 179p.
- DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; CORREIA, M. E. F.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; RODRIGUES, K. M.; FRANCO, A. A. (2006) Árvores fixadoras de nitrogênio e macrofauna do solo em pastagem de híbrido de *Digitaria*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41(6): 1015-1021.
- DICK, D. P.; MARTINAZZO, R.; DALMOLIN, R. S.D.; JACQUES, A. V. A.; MIELNICZUK, J.; ROSA, A. S. (2008) Impacto da queima nos atributos químicos e na composição química da matéria orgânica do solo e na vegetação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 43 (5): 633-640.
- DOMINGOS, M.; MORAES, R. M. de.; VUONO, Y. S. de.; ANSELMO, C. E. (1997) Produção de serapilheira e retorno de nutrientes em um trecho de Mata Atlântica secundária, na Reserva Biológica de Paranapiacaba-SP, *Revista Brasileira de Botânica*, 20 (1): 91-96.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (1997) *Manual de métodos de análise de solo/ Centro Nacional de Pesquisa de Solos*. 2ª edição rev. Atualizada – Rio de Janeiro, 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (2009) *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*, Brasília, 627p.
- FARIA, M. P.; SIQUEIRA, J. O.; VALE, F. R.; CURI, N. (1995) Crescimento de leguminosas arbóreas em resposta a fósforo, nitrogênio, fungo micorrízico e rizóbio. II. *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. *Revista Árvore*, 19 (4): 433-446.
- FERREIRA, J. N.; RIBEIRO, F.; FONSECA, C. E. L. (2001) Crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* (leguminosae, mimosoideae) sob inundação em diferentes níveis de luminosidade. *Revista Brasileira de Botânica*. 24 (4): 561-566.
- FERREIRA, M. M.; DIAS JÚNIOR, M. S.; MESQUITA, M. G. B. F.; ALVES, E. A. B. F. (2003) *Física do solo*. Lavras: UFLA/FAEPE, 79 p.

- FISZON, J. T. (2003). Causas antrópicas. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Orgs.) Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas: MMA/SBF. Brasília: 65-99p.
- FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, L.E. & FARIA, S.M. (1996) Uso de leguminosas associadas a microrganismos na revegetação de áreas de mineração de bauxita em Porto Trombetas - PA. Itaguaí, Embrapa Agrobiologia, 69p. (Documentos, 27).
- FREITAS, C. V.; OLIVEIRA, P. E. (2002). Biologia reprodutiva de *copaifera langsdorffii* desf. (leguminosae, caesalpinioideae). *Revista Brasileira de Botânica*, 25 (3): 311-321.
- GAMA-RODRIGUES, A. C. (1997) *Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solos tabuleiros da Bahia*. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 107p.
- GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; SANTOS, M. L. (2003) Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27: 1021-1031.
- GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; PAULINO, G. M.; FRANCO, A. A. (2008) Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do rio de janeiro. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, 32: 1521-1530.
- GARAY, I.; KINDEL, A.; CARNEIRO, R.; FRANCO, A. A.; BARROS E.; ABBADIE, L. (2003) Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27 (4): 705-712.
- GONÇALVES, E. O.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M. (2008). Crescimento de mudas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (benth.) Brenan sob diferentes doses de macronutrientes. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 32 (6): 1029-1040.
- GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V.(2000) *Nutrição e fertilização florestal*. 1ª edição. Piracicaba: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, (1): 427.
- HILLEL, D. (1970) *Solo e água, fenômenos e princípios físicos*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 231p.
- IEF–RJ. (2008) Política Florestal no Estado do Rio de Janeiro: abordagens práticas de atuação. *Ciclo de Palestras “Política, Manejo e Conservação dos Recursos Naturais”* - CAEF – UFRRJ, não paginado.
- JACINTO, J. M. M. ENCINAS, J. I.; RIBEIRO, G. S., TEOBALDO, C. C.; IMAÑA, C. R. (2009). Análise silvicultural do angico e da aroeira na arborização da

- cidade de Brasília/DF. *Revista da sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, 4 (1): 79-92.
- JUSOFF, K. (1988) Soil compactation from off-road transportation machine on Hill Forest Land. *Pertanika Univ. Malásia, Selangor*, 11(1): 31-37.
- JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. (2002) O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento. BNDES/Ministério de Ciência e Tecnologia – Setorial, Rio de Janeiro, 16: 3-30.
- KLEIN, V. A.; LIBORD, L. P. (2002) Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho, sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26 (4): 857-867.
- KOEHLER, H. S. (1987) Deposição de resíduos orgânicos (serapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. *Revista do Setor de Ciências Agrárias*, 9 : 89-96.
- LEITE, H.G.; ANDRADE, V.C.L. (2003) Importance of the variables dominant height and total height in hipsometric and volumetric equations. *Revista Árvore*, 27 (3): 301-310.
- LI, M.G.; SHINATO, T.; TADANO, T. (1997) Distribution of exsudates of lupin roots in the rhizosphere under phosphorus deficient conditions. *Soil Science and Plant Nutrition*, 43: 237-245.
- LIMA, C. G. de R.; CARVALHO, M. de P.; MELLO, L. M. M. de.; LIMA, R. C.; (2007) Correlação linear e espacial entre a produtividade de forragem, a porosidade total e a densidade do solo de Pereira Barreto (SP), *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 1233-1244.
- LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, P. C.; OLIVEIRA, R. B.; XAVIER, A. C. (2008) Métodos geoestatísticos no estudo da resistência do solo à penetração em trilha de tráfego de tratores na colheita de madeirar. *Revista Árvore*, 32 (5): 931-938.
- LONGO, R.M.; ESPINDOLA, C.R. (2000). C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência da introdução de pastagens (*Brachiaria* sp.) em áreas de cerrado e floresta amazônica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24: 723-729.
- LORENZI, H. (1992). *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 352 p.
- LORENZI, H. (2000) *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. 3ª edição. Nova Odessa. Editora Plantarum, 352p.
- LORENZI, H. (2002). *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e cultivos de plantas arbóreas do Brasil*. 2ª edição. São Paulo: Nova Odessa.
- MACHADO, M. R. (2008) Plantios florestais na Amazônia central: biometria, ciclagem, bioquímica e alterações edáficas. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Amazonas- Manaus-AM, 54p.

- MAGALHÃES, J. A. (2000) Avaliação de leguminosas arbóreas e arbustivas de múltiplo propósito em Rondônia. In: *Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais*. Anais, Manaus, 1: 42-47.
- MARANGON, L. C.; SOARES, J. J.; FELICIANO, A. L. P., BRANDÃO, C. F. L. S. (2008). Regeneração natural em um fragmento de floresta estacional semidecidual em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 32 (1): 183-191.
- MARGATTO, A. K. R.; ROYER, M. R. (2009) Germinação da semente e desenvolvimento inicial de *Cariniana Legalis* (Mart.) Kuntze (Lecythidaceae) submetida a diferentes substratos. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, 2 (2): 101-113.
- MARQUES, L. S.; Paiva, H.N.; NEVES, J.C.L.; GOMES, J.M.; SOUZA, P.H. (2009) Crescimento de mudas de jacaré (*Piptadenia gonoacantha* J.F. Macbr.) em diferentes tipos de solos e fontes e doses de nitrogênio. *Revista Árvore*, 33 (1): 81-92.
- MENDONÇA FILHO, W. F. de. (2008). Diagnóstico e potencial sócio econômico do setor de base florestal do estado do Rio de Janeiro. Tese (Doutorado) – Seropédica-RJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, 141p.
- MENEZES, C. E. G.; PERIERA, M. G.; CORREIA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C.; PAULA, R. R.; SOUZA, M. E. (2010) Aporte e decomposição da serapilheira e produção de biomassa radicular em florestas com diferentes estágios sucessionais em Pinheiral, RJ. *Ciência Florestal*, 20 (3): 439-452.
- MOLICA, S. G. (1992) *Produção de biomassa e eficiência nutricional de híbridos interespecíficos de eucalipto, em duas Regiões Bioclimáticas de Minas Gerais*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa- MG, 84 p.
- MOREIRA, A.; COSTA, D. G.(2004) Dinâmica da matéria orgânica na recuperação de clareiras da floresta amazônica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39 (10): 1013-1019.
- NASCIMENTO, D. F. DO.; LELES, P. S. S.; NETO, S. N. O.; MOREIRA, R. T. S.; ALONSO, J. M. (2012) Crescimento inicial de seis espécies florestais em diferentes espaçamentos. *Cerne*, 18 (1): 159-165.
- NOCE, R.; SILVA, M. L. da.; SOARES, T. S.; CARVALHO, R. M. M. A.; SOARES, T. S. (2005). Concentração das exportações no mercado internacional de madeira serrada, *Revista Árvore*, 29 (3): 431-437p.
- OLIVEIRA, C.E.V.; OLIVEIRA, G.M.; ALMEIDA, D.S.; ZAGO, A. R.; FERREIRA, W. G. (1998) Comportamento de Espécies Florestais Nativas em plantios homogêneos na região Serrana Fluminense. *Revista Floresta e Ambiente*, 5 (1): 219-224.

- OLIVEIRA, L. J.; SILVA, S. M.; NETTO, A. P. C.; SILVA, S. M.; SILVA, F. M. S. M. (2011) Características agronômicas e atividade da redutase do nitrato em plantas de *Campomanesia sp.* sob estresse hídrico, *Revista Agrarian*, 4 (11): 43-53.
- OLIVEIRA, P.; C.; DE; CARVALHO, C.; J.; R.; de. (2011) Rizosferas de árvores acumuladoras de fósforo na Amazonia Brasileira. *Universitas Scientiarum*, 16 (2): 111-118.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. (1994) Estudos ecológicos da vegetação como subsídios para programas de revegetação com espécies nativas: uma proposta metodológica. *Revista Cerne*, 1 (1): 64 - 72.
- PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R. (2004). Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em condições de laboratório. *Revista Árvore*, 28 (2): 275-282.
- PALUDO, G. F.; MANTOVANI, A.; KLAUBERG, C.; REIS, M. S. (2009.) Estrutura demográfica e padrão espacial de uma população natural de *araucaria angustifolia* (bertol.) Kuntze (araucariaceae), na reserva genética florestal de Caçador, estado de Santa Catarina. *Revista Árvore*, 33 (6): 1109-1121.
- PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; FIORINI, J.E.; SCHNEEDORF, J. M. (2010) Efeitos clínicos e microbiológicos do óleo de copaíba (*Copaifera officinalis*) sobre bactérias formadoras de placa dental em cães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia*, 62 (3): 578-585.
- PIERI, F. A.; MUSSI, M. C.; MOREIRA, M. A. S. (2009). Óleo de copaíba (*Copaifera sp.*): Histórico, extração, aplicações industriais e propriedades medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 11(4): 465-472.
- POGGIANI, F. (1996) *Monitoramento Ambiental de Plantações Florestais e Áreas Naturais Adjacentes*. Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP. Série Técnica IPEF, Piracicaba, 10 (29): 22-35.
- REDIN, M.; SANTOS, G. F. DOS.; MIGUEL, P. DENEGA, G. L.; LUPATINI, M.; DONEDA, A.; SOUZA, E. L. de. (2011) Impactos da queima sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo. *Ciência Florestal*, 21(2): 381-392.
- REGO, G. M.; POSSAMAI, E. (2006) Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. *Boletim de pesquisa florestal*, Colombo, 53: 179-194.
- REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. (2003) Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 27: 29-48.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. (1978) Projeto Madeira de Santa Catarina. *Sellowia Itajaí*, (28/30): 1-320.

- RHEINHEIMER, D. DOS. S.; SANTOS, J. C. P.; FERNANDES, V. B. B.; ALMEIDA, A. L. M. J. A. (2003) Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. *Ciência Rural*, 33 (1): 49-55.
- RODRIGUES, B. D. R.; MARTINS, S. V.; LEITE, H. G. (2010) Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. *Revista Árvore*, 34 (1): 65-73.
- RODRIGUES, B. P.; MAURI, R.; SILVA, A. G.; OLIVEIRA, J. T. SILVA. (2009). Caracterização dendrológica e anatômica de *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze (Lecythydaceae) . XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica.
- RODRIGUES, L. A.; BARROSO, D. G.; MARTINS, M. A., MENDONÇA, A. V. R. (2006) Revegetação de áreas degradadas pela extração de argila no Norte do Estado do Rio de Janeiro. *Perspectivas*, 5: 88 -105.
- SAKITA, A. E. N.; PORTO, P. R.; SAKITA, M. N. (2007). Utilização do extrato pirolenhoso na germinação e no desenvolvimento inicial de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. *Instituto Florestal, Série Registros*, São Paulo, 31: 57-61.
- SALGADO, B. G. et al. (2006) Avaliação da fertilidade dos solos de sistemas agroflorestais com cafeeiro (*Coffea arábica L.*) em Lavras -MG. *Revista Árvore*, 30 (3): 343-349.
- SANTOS, H.P. dos.; FONTANELI, R. S.; SPERA, S. T.; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O.(2009) Atributos químicos e físicos de solo sob pastagens perenes de verão, *Bragantia*, 68 (4): 1037-1046.
- SATTLER, M. A. (2006) Variabilidade espacial de atributos de um argissolo vermelho-amarelo sob pastagem e vegetação nativa na bacia hidrográfica do Itapemirim. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Alegre- ES, Universidade Federal do Espírito Santo. Setor de Ciências Agrárias, 67p.
- SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A.; RODRIGUES, L. A. (2010) Crescimento de mudas de *Acacia mangium*, *Sesbani avirgata* e *Eucalyptus camaldulensis*, inoculadas com fungos micorrízicos, em casa de vegetação e em cava de extração de argila. *Acta Scientiarum Agronomy*, 32: 171 - 178.
- SCHUMACHER, M. V. (1992) *Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de Eucalyptus camaldulensis Dehnh, Eucalyptus grandis Hill ex Maiden e Eucalyptus torrelliana F. Mesell.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 87p.
- SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; HERNANDES, J. I.; KONIG, F. G. (2004) Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (bertol.) kuntze no município de Pinhal Grande - RS. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 28 (1): 29-37.

- SCOLFORO, J.R.S.; PULTZ, F. A.; MELLO, J. M. de; Oliveira Filho, A. T. (1996) Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado. *Cerne*, 2 (1): 112-137p.
- SILVA FILHO, M. L. (2007). Avaliação in vitro da ação antiparasitária do extrato aquoso e etanólico do angico preto (*Anadenanthera macrocarpa*) (Benth.) Brenan sobre o carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Canestrini, 1887) Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. (2007) Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. eds. Fertilidade do solo. Viçosa-MG, *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 275-374p.
- SILVA, L. L. DA.; PAOLI, A. A. S. (2006). Morfologia e anatomia da semente de *Balfourodendron riedelianum* (ENGLER) ENGLER – Rutaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, 28 (1): 16-20.
- SILVA, L. M. B.; BARBOSA, D. C. A. (2000) Crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae), em uma área de caatinga, Alagoinha, PE. *Acta Botânica Brasílica* 14 (3): 251-261.
- SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. (2001) *Biologia e bioquímica do solo*. UFLA/FAEPE, Lavras, 291p.
- SOARES, N. S.; VALVERDE, S. R.; SILVA, M. L.; JACOVINE, L. A. G.; LÍRIO, V. S. (2008) Potencial de implantação de um contrato futuro da madeira de reflorestamento. In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Apresentação oral, Rio Branco – Acre: 1 – 22.
- SOUZA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. (2007) Acidez do solo e sua correção. In: Novais, R. F.; Alvarez, V. H.; Barros. N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. Fertilidade do solo. 1ª edição. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, (1): 205-274.
- SOUZA, J. A. de; DAVIDE, A. C. (2001) Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. *Revista Cerne*, 7 (1): 101-114.
- SOUZA, L. M. F. I.; KAGEYAMA, P. Y.; SEBBENN, A. M. (2003). Sistema de reprodução em população natural de *Chorisia speciosa* A. St.-Hil. (Bombacaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 26 (1): 113-121.
- SOUZA, Z. M.; LEITE, J. A.; BEUTLER, A.(2004) Comportamento de atributos físicos de um latossolo amarelo sob agroecossistemas do Amazonas, *Engenharia Agrícola*, 24 (3): 654-662.

- STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. (2001) Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 25: 395-401.
- THEODORO, V. C. A. (1999) *Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 214p.
- TOMÉ JUNIOR, J.B. (1997) Manual para interpretação de análises de solo. Guaíba: Agropecuária, 247 p.
- TONINE, H.; VERDE, M. F. A.; SCHWEENGBER, D.; MOURÃO, M. (2006) Avaliação de Espécies Florestais em área de matano estado de Roraima. *Cerne*, 12 (1): 8-18.
- VALLILO, M. I.; BUSTILLOS, O. V.; AGUIAR, O. T. (2006) Identificação de terpenos no óleo essencial dos frutos de *Campomanesia adamantium* (cambessédes) O. Berg – Myrtaceae. *Revista do Instituto Florestal*, 8: 15-22.
- VALVERDE, S. R.; NAISY, S. S.; SILVA, M. L. DA.; JACOVINE, L. A. G.; SIGRID, A. N. (2004) O comportamento do mercado da madeira de eucalipto no Brasil, *Biomassa & Energia*, 1 (4): 393-403p.
- VALVERDE, S. R.; REZENDE, J. L. P.; SILVA, M. L. DA.; JACOVINE, L. A. G.; CARVALHO, R. M. M. A.(2003). Efeitos multiplicadores da economia florestal brasileira. *Revista Árvore*, 27(3): 285-293.
- VEIGA JUNIOR, V.F.; PINTO, A.C. O Gênero *Copaifera L* (2002). *Química nova*, 25 (2): 273-86.
- VETTORAZZO, S. C.; POGGIANI, F., SCHUMACHER, M. V. (1993) Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no follhede de três espécies de *Eucalyptus*. In: Congresso Florestal Panamericano, Curitiba. Anais, (2): 231-234.
- VIEIRA, A. R. R. da.; FEISTAUER, D.; SILVA, V. P. da. (2003) Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos climáticos de geada na região de Florianópolis. *Revista Árvore*, 27 (5): 627-634.
- VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. (1987) *Amazônia: Seus Solos e outros Recursos Naturais*. Editora: Agronômica Ceres. 416p.
- VIERA, M.; SCHUMACHER, M. V. (2010) Deposição de serapilheira e de macronutrientes em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii de wild.*) No rio grande do sul. *Ciência Florestal*, 20 (2): 225-233.
- WADSWORTH, F. H. (2000) *Producción forestal para América Tropical*. USDA, Washington, USA, 602 p.
- WOJCIECHOWSKI, J. C.; SHUMACHER, M. V.; PIRES, C. A. F.; MADRUGA, P. R. A.; KILKA, R.V.; BRUN, E. J.; SILVA, C. R. S.; VACCARO, S.; NETO, R. M. R. (2009) Geoestatística aplicada ao estudo das características físico-

químicas do solo em áreas de floresta estacional decidual. *Ciência Florestal*, 19 (4): 383-39.