

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

ÍTALO FAVORETO CAMPANHARO

MUDANÇAS EDÁFICAS E COEXISTÊNCIA DE GRAMÍNEAS APÓS
PLANTIO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM PASTAGEM NO SUL
DO ESPÍRITO SANTO

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2017

ÍTALO FAVORETO CAMPANHARO

MUDANÇAS EDÁFICAS E COEXISTÊNCIA DE GRAMÍNEAS APÓS
PLANTIO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM PASTAGEM NO SUL
DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO

ESPÍRITO SANTO

2017

ÍTALO FAVORETO CAMPANHARO

MUDANÇAS EDÁFICAS E COEXISTÊNCIA DE GRAMÍNEAS APÓS PLANTIO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM PASTAGEM NO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

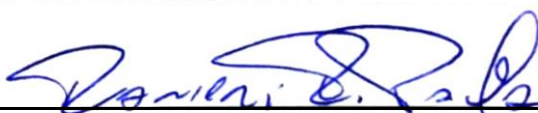
Aprovado em: 15/12/2017

COMISSÃO EXAMINADORA



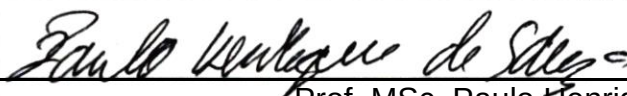
Prof. Dr. Marcos Vinicius Winckler Caldeira / Orientador

DCFM/CCA/UFES



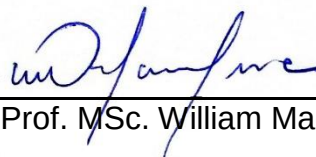
Pesquisador Dr. Ranieri Ribeiro Paula / Conselheiro

DCFM/CCA/UFES



Prof. MSc. Paulo Henrique de Souza

IF Baiano – Campus de Teixeira de Freitas



Prof. MSc. William Macedo Delarmelina

IFES – Campus de Ibatiba

A Deus que cuidou de mim durante todos esses anos e esteve sempre comigo.

Aos meus pais, José Ricardo Campanharo e Dulcinéa Favoreto Campanharo que fizeram desse sonho realidade.

“O modo mais seguro de falhar é não se determinar a obter sucesso.”

R. B. Sheridan

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me guiando durante essa jornada.

Aos meus pais José Ricardo Campanharo e Dulcinéa Favoreto Campanharo e meu irmão Istênio Favoreto Campanharo pelo apoio, paciência e pela confiança.

Ao professor Marcos Vinicius Winckler Caldeira pela orientação e pelos ensinamentos dados desde o início da minha graduação.

Ao Ranieri pela orientação dada durante todo este trabalho e a prontidão em esclarecer minhas incertezas a respeito deste estudo.

A Universidade Federal do Espírito Santo pelo ensino e amizades proporcionadas.

A FAPES pelo apoio financeiro recebido para a realização deste estudo, referente ao EDITAL FAPES Nº 11/2013 e EDITAL CNPq/FAPES Nº 012/2014.

Ao Paulo e Will, que me ajudaram na coleta de dados deste trabalho e sempre foram prestativos e pacientes ao sanar minhas dúvidas.

A ajuda que tive durante as análises de laboratório pelo Alex, Gabriel Madeira e Lucas.

Ao Lucas Mendes pela ajuda em campo e amizade.

Ao Thales, Bianca, Anna Lara, Vanessa, Lucas, Sillas, Ápeles, Guilherme (Pedra Azul), Jonas, Letícia e Sabrina pela amizade, rocks, gargalhadas, estudos e companheirismo durante a graduação.

A toda a turma de Floresta 2012/1 e a turma de 2014/1 que me acolheu depois da minha volta do Ciências sem Fronteiras.

Aos meus primos Wesley, Fernanda, Elzi e Didio pelos ensinamentos e conselhos.

A minha tia Ivone, por me acolher durante 2 anos durante minha graduação.

E a todos os professores que passaram por minha vida me ensinando, incentivando e capacitando.

RESUMO

O impacto das árvores sobre a fertilidade do solo varia com a espécie, taxas de crescimento e exigências nutricionais. Espécies de rápido crescimento acumulam mais nutrientes por unidade de biomassa do que espécies de crescimento lento. Espécies leguminosas fixadoras de N têm sido amplamente utilizadas na recuperação de áreas degradadas, sistemas agroflorestais, florestas mistas e monoculturas. No entanto, as informações sobre os impactos dessas árvores sobre as propriedades do solo se concentram em poucas espécies de leguminosas. O objetivo desse estudo foi analisar as mudanças nos atributos químicos e na densidade aparente do solo após 68 meses (5,6 anos de idade) do plantio de povoamentos homogêneos de *Anadenanthera peregrina* e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e analisar qualitativamente a cobertura do solo por *Brachiaria brizantha* no sub-bosque das espécies em área de pastagem em Rive, Alegre – ES. Foram avaliados 6 blocos (3 por espécie), com 15 parcelas de 50 x 30 m por bloco e densidades arbóreas de 400, 625, 833, 1111 e 1666 indivíduos ha⁻¹ (3 parcelas por densidade em cada bloco). A coleta de solos ocorreu em janeiro de 2017 na profundidade de 0-20 cm e posteriormente determinado os teores de nutrientes e calculado a densidade aparente do solo pelo método do anel volumétrico. A qualificação da cobertura do solo foi realizada mês de novembro de 2017, classificando a densidade de braquiária em 3 grupos de condições. A densidade aparente do solo reduziu após 68 meses da introdução de ambas espécies em área de pastagem. Uma tendência de aumento da densidade do solo com o aumento do espaçamento de plantio foi observada. Ocorreu uma melhoria geral na qualidade do solo em relação aos atributos químicos nos blocos com *A. peregrina*. Foi observado elevação da CTC potencial e efetiva, na soma de bases, e nos teores de Mg, além de uma tendência de aumento nos teores de P, K e Ca em todos os blocos. O plantio de paricá alterou para melhor os atributos químicos do solo em 2/3 blocos. Nos blocos 1 e 2 ocorreu aumento nos valores de pH, P, K, Ca, Mg, na CTC efetiva e potencial, soma de bases e na saturação de bases, além de uma diminuição nos teores de Al e na saturação por alumínio. Todas as parcelas contendo paricá apresentaram cobertura do solo por *Brachiaria brizantha* maior que 50% mostrando ser essa espécie adaptada a formar sistemas silvipastoris na região

de estudo. 64,4% das parcelas com angico apresentaram redução total ou redução maior que 50% da cobertura do solo por *Brachiaria brizantha* no sub-bosque.

Palavras-chave: *Anadenanthera peregrina*; *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*; *Brachiaria*; densidade aparente; fertilidade do solo.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 O problema e sua importância	3
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo geral.....	3
1.2.2 Objetivos específicos	4
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1 <i>Anadenanthera peregrina</i>	5
2.2 <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	6
2.3 Alteração das características do solo por meio da introdução de leguminosas arbóreas.....	7
2.4 Caracterização das classes de solo da área de estudo	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Área de estudo.....	11
3.2 Plantio das mudas.....	12
3.3 Amostragem do solo e análises de laboratório antes do plantio das mudas....	13
3.4. Amostragem de solo e análises de laboratório 68 meses após o plantio das mudas	14
3.5 Quantificação da cobertura do solo por gramíneas.....	16
3.6 Análise estatística dos dados.....	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1 Mudanças na densidade do solo após 68 meses de plantio das mudas	18
4.1.2 Efeito do espaçamentos de plantio na densidade do solo	19

4.2 Mudanças nos atributos químicos do solo após 68 meses do plantio das mudas	20
4.2.1 <i>Anadenanthera peregrina</i>	20
4.2.2 <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>	25
4.3 Quantificação da cobertura do solo por gramíneas.....	29
5. CONCLUSÕES	32
6. REFERÊNCIAS.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Textura do solo na camada de 0-20 cm nos blocos em estudo.....	12
Tabela 2 - Área basal por bloco dos plantios homogêneos de Angico e Paricá aos 44 meses de idade em Rive, Alegre - ES.....	13
Tabela 3 - Densidade aparente do solo ($\pm$ desvio padrão) na profundidade de 0-20 cm nos blocos antes do plantio das árvores (T0) e após 68 meses de plantios de angico e paricá (T1).....	18
Tabela 4 - Atributos químicos do solo ($\pm$ desvio padrão) na profundidade de 0-20 cm em áreas de pastagem após 68 meses do plantio de <i>A. peregrina</i> em Rive, Alegre - ES.	20
Tabela 5 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm em plantios de <i>A. peregrina</i> com 5 espaçamentos de plantio aos 68 meses de idade em Rive, Alegre - ES.	24
Tabela 6 - Atributos químicos do solo ($\pm$ desvio padrão) na profundidade de 0-20 cm em áreas de pastagem após 68 meses do plantio de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> em Rive, Alegre - ES.....	25
Tabela 7 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm em plantios de <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> com 5 espaçamentos de plantio aos 68 meses de idade em Rive, Alegre - ES.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa da área de estudo e os respectivos blocos com plantio de angico e paricá.	11
Figura 2 - Distribuição dos pontos de coleta das subamostras em cada parcelas. Os pontos foram distribuídos em seis posições dentro de área correspondente à $\frac{1}{4}$ da área útil de uma planta (a, b, c, d, e, f). Cada ponto correspondeu a uma árvore diferente escolhida aleatoriamente no interior da parcela.	15
Figura 3 - Densidade aparente do solo, na profundidade de 0-20 cm, após 68 meses do plantio homogêneo de angico e paricá em diferentes espaçamentos em Rive, Alegre - ES.	20
Figura 4a - B2P aos 77 meses de idade com mais de 50% do solo coberto por <i>Brachiaria brizantha</i> Figura 4b - B3P nas mesmas condições.	29
Figura 5a - B3A aos 77 meses de idade com ausência de <i>Brachiaria brizantha</i> sobre o solo. Figura 5b - B1A com mesma idade e cobertura do solo maior que 50%.	30
Figura 6 - Classes de cobertura do solo por <i>Brachiaria brizantha</i> crescendo no sub-bosque de parcela com plantios de angico distribuídas no B1A e B2A aos 77 meses após o plantio.	31

1. INTRODUÇÃO

O estado do Espírito Santo possuía mais de 90% do seu território coberto pela Floresta Atlântica, sendo o restante ocupado por ecossistemas associados (CÂMARA, 2005). Desse montante, restam aproximadamente 11% dos remanescentes da Mata Atlântica em bom estado de preservação. Uma importante fração deste bioma encontra-se protegido em Unidades de Conservação (incluindo Parques Nacionais e Estaduais, Reservas Particulares e Florestas Nacionais) (Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 2009).

Em 2015, durante Conferência do Clima (COP21) em Paris, o Brasil firmou compromisso de reflorestar 12 milhões de hectares e restaurar 15 milhões de hectares adicionais de pastagens degradadas. A cobertura florestal nativa do sul do estado do Espírito Santo é formada por pequenos fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual e Ombrófila. Esses fragmentos, geralmente, são circundados por uma matriz agropecuária, sobretudo pastagens, as quais ocupam 28,7% da área total do estado, sendo que 18,1% das áreas com pastagem encontram-se em algum estado de degradação (BARRETO e SARTORI, 2012).

O reflorestamento das áreas anteriormente ocupadas pela agricultura e pastagens favorece a recuperação dos serviços ecossistêmicos dessas terras, por exemplo, com a manutenção dos recursos hídricos, o aumento do sequestro de carbono e a recuperação do solo (FAO, 2010). O aumento no estoque de matéria orgânica do solo é proveniente do sequestro de C atmosférico, via fotossíntese, que é posteriormente devolvida a partir da morte dos tecidos, sendo, do ponto de vista ambiental, muito importante na mitigação da emissão de gases do efeito estufa (LAL, 2002; FERNANDES, 2006). Solos sob florestas em regiões tropicais apresentam maior potencial de dreno de C, comparativamente ao uso do solo para fins agrícolas, devido à maior biomassa depositada anualmente na forma de manta orgânica e de raízes mortas (LAL et al., 1995; KRISHNAMURTHY e ÁVILA, 1999).

A disponibilidade de nutrientes no solo depende de diversos fatores, tais como, composição mineralógica do solo, material de origem, o teor de matéria orgânica, as reações de sorção e precipitação. A textura e a estrutura se relacionam direta e indiretamente com muitas propriedades físico-químicas do solo, como a capacidade

de retenção de fosfato, a capacidade de troca de cátions (CTC), a retenção e a infiltração de água. A fração coloidal (argila) influencia sobremaneira as propriedades do solo por apresentar grande área superficial específica e densidade de carga elevada, conferindo a essa fração alta reatividade química (SILVA, 2017).

O suprimento de nutriente a partir do solo para as plantas influencia o crescimento e produtividade das plantações florestais. O impacto das árvores sobre a fertilidade do solo varia com a espécie, taxas de crescimento e exigências nutricionais. Espécies de rápido crescimento acumulam mais nutrientes por unidade de biomassa do que espécies de crescimento lento.

Nas regiões tropicais, leguminosas arbóreas com capacidade de fixar nitrogênio são importantes não somente pela geração de produtos madeireiros e não madeireiros, mas também porque elas podem melhorar a ciclagem de vários nutrientes, notadamente de N e P; aumentar o aporte e a qualidade da matéria orgânica do solo e, por consequência, a melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (BINKLEY e GIARDINA, 1997). Espécies leguminosas fixadoras de N têm sido amplamente utilizadas na recuperação de áreas degradadas (SIDDIQUE et al., 2008; WANG et al., 2010), sistemas agroflorestais (XAVIER et al. 2003), florestas mistas e monoculturas (BINKLEY et al., 2003; FORRESTER et al. 2006; BOUILLET et al., 2008). No entanto, as informações sobre os impactos dessas árvores sobre as propriedades do solo se concentram em poucas espécies de leguminosas.

O angico (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg) é uma leguminosa arbórea, caducifólia, adaptadas a climas secos e quentes. É uma das espécies de angico com maior abrangência geográfica no Brasil, possui crescimento de moderado a rápido (CARVALHO, 2003). O paricá, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby é uma leguminosa arbórea, caducifólia, nativa da região amazônica e de rápido crescimento (FLORA DO BRASIL, 2017). Além de ser uma das espécies arbóreas mais utilizada nos sistemas silvipastoris nessa mesma região (MANESCHY, 2008).

A madeira dessas espécies tem usos distintos, enquanto o paricá possui madeira de baixa densidade o angico possui madeira densa (LORENZI, 2000). A nodulação é incomum na subfamília Caesalpinioideae (paricá) e comum na Mimosoideae (angico) (Allen & Allen, 1981). O angico forma associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio (GROSS et al, 2004). Nessa associação o

rizóbio, localizado em células especiais do nódulo, fixa o nitrogênio atmosférico disponibilizando-o sob forma de amônia para a planta (ALEN e ALEN, 1981).

Em Mimosoideae ocorre uma tendência taxonômica de manifestação da atividade fitotóxica (SOARES et al., 2002), diversos estudos apontam a atividade alelopática do angico (ABREU, 1997; MARTINS et al. 2009; SILVA et al. 2010). Avaliando o potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas, Soares et al. (2012), observaram uma leve tendência estimuladora na germinação de sementes de alface utilizando extratos das folhas de paricá. Esses efeitos, associado ao sombreamento produzido pela copa, fixação de N e modificação de demais atributos do solo podem influenciar a aptidão dessas espécies a sistemas silvipastoris.

1.1 O problema e sua importância

O reflorestamento em áreas de pastagem é uma das metas brasileiras assinadas no acordo climático de Paris em 2015. O conhecimento dos impactos da introdução de árvores nativas brasileiras sobre as propriedades do solo ainda é pouco conhecido, dado a diversidade de espécies potenciais. O plantio de árvores leguminosas fixadoras e não fixadoras de nitrogênio pode levar a diferentes impactos sobre as propriedades do solo como mostrado em muitos estudos ao redor do mundo (LI, et al., 2001; WANG et al, 2010.). A conservação dos solos é de fundamental importância para a manutenção da vida terrestre. O solo além de dar suporte à produção de alimentos, madeira, fibras e de outros recursos (BRANCO e CAVINATTO, 1999), é também o componente responsável pela oferta regular de água doce, dado que é pela recarga hídrica do solo, que se mantém o abastecimento de rios e nascentes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as mudanças nos atributos químicos e na densidade aparente do solo após 68 meses (5,6 anos de idade) do plantio de povoamentos homogêneos de

Anadenanthera peregrina e *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em área de pastagem.

1.2.2 Objetivos específicos

Determinar o pH, a acidez potencial, as concentrações de fósforo, potássio, sódio, cálcio, magnésio, alumínio e a densidade aparente do solo em amostras de solo na profundidade de 0 a 20 cm coletadas em plantios de angico e paricá aos 68 meses após o plantio.

Comparar os resultados da análise de solos após 68 meses do plantio das mudas de paricá e angico (tempo 1 – T1) com aqueles determinados na área anteriormente ao plantio dessas espécies (tempo 0 – T0).

Comparar os atributos químicos e a densidade do solo entre os espaçamentos de plantio de cada espécie estudada.

Fazer a análise qualitativa da cobertura do solo por braquiária no sub-bosque das espécies.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Anadenanthera peregrina*

O angico-curtidor (*Anadenanthera peregrina* (L) Speg.), também conhecido como angico-do-cerrado e angico-vermelho é uma leguminosa arbórea, pioneira, com copa ampla e pertencente à família Fabaceae. A altura pode variar de 13 a 20 m e o diâmetro do tronco de 40 a 60 cm a 1,3 m de altura em reação ao solo. Ocorre indiferentemente em solos secos e úmidos; é tolerante a solos rasos, compactados, mal drenados e até encharcados, de textura média a argilosa. Apresenta expressiva regeneração natural, crescimento de moderado a rápido, podendo atingir, sem nenhum melhoramento, produtividades de até 25 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ aos 8 anos de idade com espaçamento 4 m² planta⁻¹ (CARVALHO, 2003).

Vegeta em matas semidecíduas e na transição para o cerrado com ocorrência natural desde o estado do Tocantins até o estado do Rio de Janeiro (LORENZI, 2000). O sucesso do angico-curtidor pode estar relacionado com o seu potencial alelopático que inibe o crescimento e desenvolvimento de outras plantas através de compostos liberados no solo (ABREU, 1997; MARTINS et al. 2009; SILVA et al. 2010).

Economicamente importante, sua madeira é pesada, dura, de textura média e de grande durabilidade sob condições naturais (LORENZI, 2000). De modo geral, a madeira é de boa qualidade para geração de energia, notadamente carvão e lenha, já que apresenta um alto teor de lignina (PAULA e ALVES, 1997; MORI et al. 2003). A espécie apresenta boa trababilidade no desdobramento e processamento para confecção de móveis (MORI et al. 2003). A madeira do angico ainda pode ser utilizada na construção rural, naval e civil, na forma de vigas, caibros, ripas, marcos de portas e janelas, tacos e tábuas para assoalho, esquadria, mourões e outros usos (LORENZI, 2000). Em sua casca são encontrados taninos utilizados no curtimento de couro e produção de fármacos (TORTORELLI, 1956; MONTEIRO et al., 2005)

Como em muitas leguminosas, o angico-curtidor é capaz de se associar simbioticamente com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, formando em suas raízes nódulos (CORDEIRO e BELTRATI, 1989), além de micorrizas (THOMAZINI, 1974), as quais permitem as leguminosas obterem até 100% do nitrogênio acumulado na biomassa a partir da fixação simbiótica, além de ter acesso ao fósforo, água e outros nutrientes a partir do solo com auxílio das micorrizas (HARLEY e SMITH, 1983;

BINKLEY e GIARDINA, 1997). Essas árvores são bastante utilizadas em plantios conservacionistas, conforme relata Davide et al. (1995). O gênero *Anadenanthera* destaca-se entre as espécies nativas com características favoráveis ao reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, como fonte de madeira e produtos florestais não madeireiros e também para geração de créditos de carbono, devido ao seu crescimento relativamente rápido e grande capacidade de regeneração natural (MACIEL, 2012).

2.2 *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*

O paricá, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, também conhecido como guapuruvu e bandara é uma espécie ocorre naturalmente nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia e Mato Grosso (FLORA DO BRASIL, 2017). Caducifólia e pertence à Família Fabaceae (Leguminosae Caesalpinioideae) a espécie tem baixa exigência quanto à fertilidade do solo e pode ser plantada a pleno sol; suas árvores alcançam grande porte e possuem crescimento rápido (CARVALHO, 2005), características que justificam ser uma das espécies mais utilizadas na recuperação de áreas degradadas. O paricá pode alcançar de 20 a 30 metros de altura e até um metro de diâmetro, além de possuir características silviculturais amplamente favoráveis como fuste reto, desrama natural, fácil obtenção de sementes, entre outras (MELO, 1973). Entretanto é bastante suscetível aos danos causados por ventos fortes, principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento, podendo ocorrer a quebra do fuste.

É uma árvore de florestas primária e secundária tanto em solos de terra firme como em várzea alta (DUCKE 1939; PEREIRA et al., 1982), apresentando bom desempenho em formações homogêneas como em consórcio implantados em diferentes condições edafoclimáticas (CORDEIRO, 1999). Atualmente é a espécie nativa da Amazônia mais plantada no Brasil (ABRAF, 2012), apresenta produtividade média entre 25 a 30 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ podendo ser elevada com práticas silviculturais, programas de melhoramento e tecnologias aplicadas ao seu sistema de produção (MARQUES et al., 2006) o que confere grande potencial para sistemas agroflorestais e plantios comerciais.

O paricá vem sendo plantado comercialmente principalmente na região Norte do país, tendo atingido 87.500 ha de plantios comerciais em 2013 (ABRAF, 2013). De acordo com estudo realizado por Maneschy (2008) o paricá é uma das espécies arbóreas mais utilizada nos sistemas silvipastoris na região amazônica. Em experimento realizado por Souza et al. (2003) no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, no Município de Manaus (AM), testou-se 25 espécies florestais nativas e exóticas em plantios puros, em espaçamento 3 x 2 m, e o paricá foi a espécie nativa que apresentou o melhor desempenho, atingindo valores médios de DAP (diâmetro à altura do peito) de 11,6 cm, altura de 15,1 m e IMA (incremento médio anual) em volume de 32,5 m³ há⁻¹ ano⁻¹, aos quatro anos de idade. Esses valores são comparáveis aos obtidos pelas melhores espécies do experimento (as exóticas *Acacia mangium* e clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) (SOUZA et al. 2013).

O paricá possui madeira leve (RIZZINI, 1978; SOUZA, 2005), densidade básica média de 0,33 g cm⁻³ (SILVA et al., 2016). A espécie é muito utilizada para reflorestamento e em substituição às reservas nativas por apresentar crescimento rápido e ser utilizada na fabricação de laminados, compensados, aglomerados, miolo de painéis e de portas (Carvalho, 1994; Vieira et al., 2005; Cordeiro et al., 2009). A sua madeira pode ser empregada na construção civil e para caixotaria em geral e a casca na medicina popular por possuir propriedades terapêuticas adstringentes (CARVALHO, 2003). Ademais, é utilizada para fabricação de forros, palitos de fósforo, salto de calçados, maquetes, brinquedos, embalagens leves, canoas, móveis, molduras e acabamentos em geral por ser de fácil trabalhabilidade, apresentando bom acabamento. (RIZZINI, 1978; MALLQUE e KIKATA, 1994; LIMA et al., 2003; TEREZO e SZÜCS, 2010).

2.3 Alteração das características do solo por meio da introdução de leguminosas arbóreas

O crescimento e o desenvolvimento das plantas depende, além de outros fatores como água, luz e gás carbônico, de um fluxo contínuo de nutrientes. A baixa disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente nitrogênio, é um dos fatores que geram a degradação do solo. A introdução de leguminosas arbóreas mostra-se uma boa alternativa para aumentar os teores e estoques de nitrogênio dado a capacidade

de muitas das espécies de se associar à bactérias fixadoras de N. Além disso, tem efeitos positivos na fertilidade como a translocação dos nutrientes das camadas mais profundas para a superfície do solo (SILVA et al., 2013). O uso destas leguminosas fixadoras de nitrogênio é uma técnica com aplicação em diversos ambientes e objetiva criar condições para acelerar o processo de recuperação natural do ecossistema (RESENDE 2013), além de acumular quantidades substanciais de carbono (KANNINNEN, 2001). Melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo, favorecimento dos processos biológicos e aumento da disponibilidade de nutrientes via incorporação de matéria orgânica ao solo podem ser promovidos pela ação das leguminosas (MACEDO et al., 2008; CAYUELA et al., 2009).

Os solos sob pastagens no Brasil frequentemente apresentam problemas de fertilidade (MACEDO, 2009). A diminuição da fertilidade em solo sob pastagens está relacionada principalmente com as perdas de nutrientes, em especial N e P, sem que ocorram reposições adequadas e agravando-se quando o manejo da pastagem é inadequado, que por sua vez, compromete a ciclagem de nutrientes (DUBEUX Jr. et al. 2007). Nascimento et al. (2003) avaliando o efeito de espécies de leguminosas na composição química de um solo degradado e Barretos e Fernandes (2001) testando o cultivo de gliricídia e leucena em alamedas de tabuleiros costeiros, observaram elevação no pH e nos teores de Mg.

Aumentos nos teores de P, K e outros nutrientes foram observados em amostras de solo coletadas sob copa de árvores em comparação aquelas coletadas em áreas de pastagem sem árvores em diversos estudos, como os realizados por Joffre et al. (1988) e Durr e Rangel (2002). Pesquisando o efeito de árvores isoladas de *Dipterix alata* (leguminosa) e de *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) nas características do solo sob pastagem de *Brachiaria*, Oliveira et al. (2000) observaram que a concentração de C orgânico foi maior sob as duas espécies arbóreas do que em área sem árvores, porém Ca, Mg e K trocáveis foram mais altos apenas sob as árvores de *Dipterix alata*. Diante desse disposto, a introdução de espécies arbóreas em pastagem pode proporcionar diversos benefícios ao solo.

2.4 Caracterização das classes de solo da área de estudo

A fertilidade natural do solo é uma característica que está relacionada diretamente à saturação de bases de determinado solo onde os atributos Eutrófico indicam alta fertilidade e Distrófico baixa fertilidade. Distrófico (valor $\leq V$ 50%) baixa proporção percentual de cátions básicos trocáveis determinado a pH7; Eutrófico (valor $V \geq 50\%$) alta proporção percentual de cátions básicos trocáveis determinado a pH7 (EMBRAPA SOLOS, 1999).

Os Latossolos Vermelho-Amarelos são identificados em extensas áreas dispersas em todo o território nacional associados aos relevos plano, suave ondulado ou ondulado. Ocorrem em ambientes bem drenados, sendo muito profundos, porosos ou muito porosos e uniformes em características de cor, textura e estrutura em profundidade. São muito utilizados para agropecuária, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, sendo ampliadas estas condições em solos eutróficos. Em condições naturais, os teores de fósforo são baixos, sendo indicada a adubação fosfatada. Outra limitação ao uso desta classe de solo é a baixa quantidade de água disponível às plantas (EMBRAPA, 2006).

Os Cambissolos Háplicos são identificados em diversos ambientes, estando normalmente associados a áreas de relevos muito movimentados (ondulados a montanhosos), são solos pouco desenvolvidos, que ainda apresentam características do material originário (rocha) evidenciado pela presença de minerais primários. Definidos pela presença de horizonte diagnóstico B incipiente (pouco desenvolvimento estrutural) de textura franco-arenosa ou mais argilosa, distróficos ou eutróficos, baixa a alta atividade da argila, segundo critérios do SiBCS (EMBRAPA, 2006). Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características destes solos variam muito de um local para outro. Apresentam como principais limitações para uso, o relevo com declives acentuados, a pequena profundidade e a ocorrência de pedras na massa do solo.

A classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos está presente em todo o território nacional, do Amapá ao Rio Grande do Sul, constituindo uma das classes de solo mais extensas no Brasil, ao lado dos Latossolos. Ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados do que os relevos nas áreas de ocorrência dos Latossolos. São solos bem desenvolvidos, profundos e muito profundos, apresentam principalmente a textura média/argilosa, podendo apresentar em menor frequência a textura média/média e média/muito argilosa. Definidos pelo SiBCS (EMBRAPA, 2006)

pela presença de horizonte diagnóstico B textural, apresentando acúmulo de argila em profundidade devido à mobilização e perda de argila da parte mais superficial do solo. Apresentam frequentemente, mas não exclusivamente, baixa atividade da argila (CTC), podendo ser, distróficos ou eutróficos, sendo normalmente ácidos. Suas limitações estão mais relacionadas a baixa fertilidade, acidez, teores elevados de alumínio e a suscetibilidade aos processos erosivos, principalmente quando ocorrem em relevos mais movimentados (EMBRAPA, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Os plantios de angico-curtidor e paricá fazem parte do projeto “Floresta Piloto” e estão localizados em uma área de relevo ondulado, no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, ES, (coordenadas 20°45'56.3"S 41°27'32.9"W) com altitude média de 150 m (Figura 1). O clima da região enquadra-se no tipo Aw (estação chuvosa no verão e seca no inverno), de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, sendo a temperatura média anual de 23°C e precipitação anual em torno de 1.200 mm (PEZZOPANE et al., 2004; PEEL et al., 2007; ALVARES et al., 2007). O uso anterior do solo foi pastagem, predominantemente, de *Brachiaria brizantha* por pelo menos 40 anos.

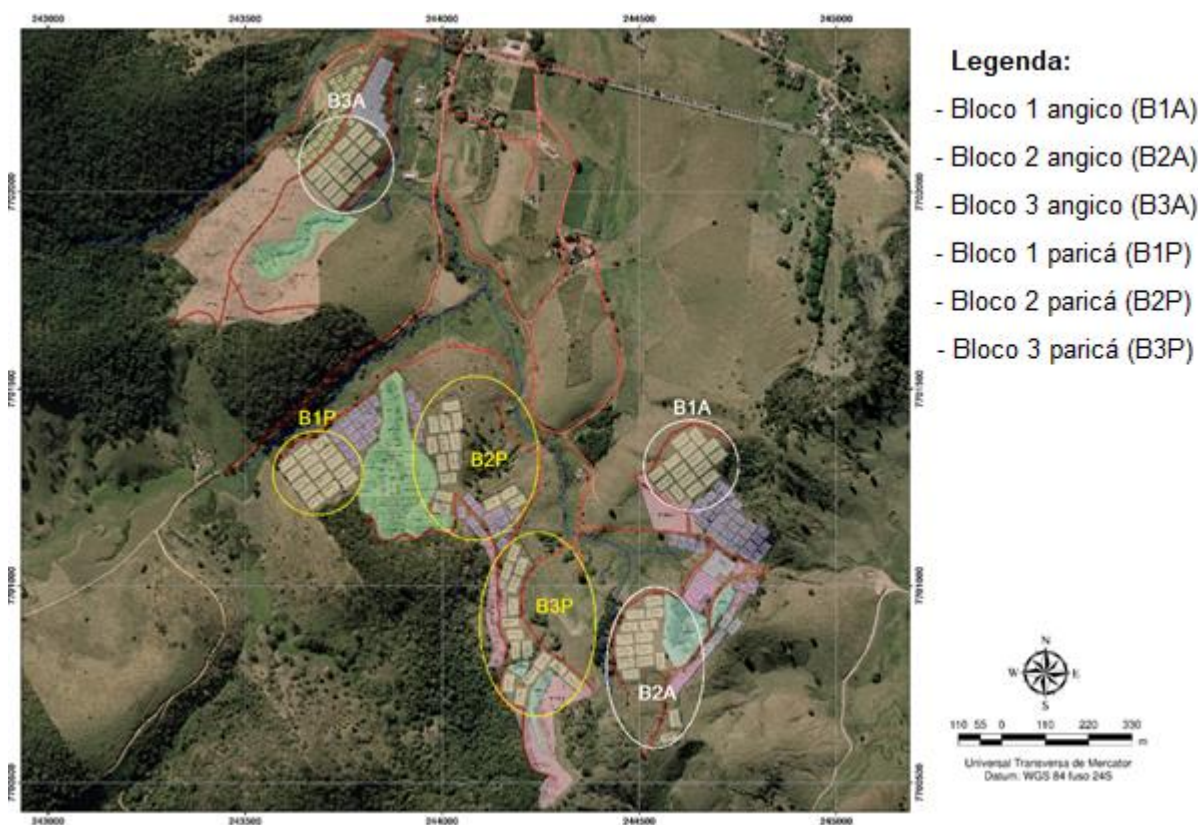


Figura 1 - Mapa da área de estudo e os respectivos blocos com plantio de angico e paricá.

Fonte: IFES- Alegre-ES (2011), adaptado pelo autor.

Os solos da área de estudo foram classificados por professores do IFES - Campus de Alegre no ano de 1984 (dados não publicados). A classificação foi

atualizada de acordo com a nomenclatura recomendada pela EMBRAPA (EMBRAPA, 2006). Três tipos de solo ocorreram entre os blocos com angico e paricá (Figura 1) sendo:

- Bloco 1 angico (B1A) - Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico;
- Bloco 2 angico (B2A) - Cambissolo háblico eutrófico e;
- Bloco 3 angico (B3A) - Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico;
- Bloco 1 paricá (B1P) - Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico;
- Bloco 2 paricá (B2P) - Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico;
- Bloco 3 paricá (B3P) - Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico.

A distribuição de partículas do solo na profundidade de 0 a 20 cm foi determinada em setembro de 2010 pelo método da pipeta (EMBRAPA, 1997), os valores médios por bloco são indicados na (Tabela 1).

Tabela 1- Textura do solo na camada de 0-20 cm nos blocos em estudo.

Espécie	Bloco	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Textura
Angico	1	37,41	13,81	48,78	Argilosa
	2	31,00	15,21	53,79	Média
	3	39,51	7,92	52,57	Argilosa
Paricá	1	38,18	5,58	56,23	Argilosa
	2	28,04	8,36	63,60	Média
	3	33,47	9,45	57,08	Média

Fonte: IFES Campus de Alegre-ES, adaptada pelo autor.

3.2 Plantio das mudas

As mudas de angico e paricá foram produzidas pela Reserva Natural Vale, Sooretama, ES (Instituto Ambiental Vale), plantadas em junho de 2011 em covas com dimensões de 30 x 30 x 30 cm e adubadas durante o plantio com 220 g por cova de NPK 06-30-6 mais micronutrientes (0,2% B; 0,2% Cu; 0,2% Zn). A manutenção foi feita por aproximadamente 1 ano após o plantio, com uso de roçadas, coroamento das mudas e controle de formigas cortadeiras. A pastagem, anteriormente ao plantio

das mudas, era destinada a criação gado e não recebia adubações e calagens para correção de pH e fertilização do solo.

A área total do experimento é de 13,5 hectares, distribuídas em seis blocos (B1A, B2A, B3A, B1P, B2P, B3P) com 15 parcelas de 50 x 30 m por bloco e densidades arbóreas de 400, 625, 833, 1111 e 1666 indivíduos ha⁻¹ (3 parcelas por densidade em cada bloco), espaçamento de 5 x 5 m, 4 x 4 m, 4 x 3 m, 3 x 3 m, 3 x 2 m, respectivamente (Figura 1).

Aos 44 meses após o plantio das mudas foi realizado medições do diâmetro a altura do peito e da altura total dos indivíduos presentes em todas 90 parcelas. A área basal por bloco, é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Área basal por bloco dos plantios homogêneos de Angico e Paricá aos 44 meses de idade em Rive, Alegre - ES.

Espécie	Área basal (m ² ha ⁻¹)		
	B1	B2	B3
Angico	3,61	1,96	4,91
Paricá	5,81	9,81	9,88

Fonte: (DELARMELINA, W. M.; SOUZA, dados não publicados), adaptado pelo autor.

3.3 Amostragem do solo e análises de laboratório antes do plantio das mudas

Em setembro de 2010, 9 meses antes do plantio das mudas, foi realizado a amostragem de solos para fins de avaliação da fertilidade (aqui denominado tempo zero – T0). Os pontos de coleta foram determinados aleatoriamente na área de plantio das mudas. Cada amostra composta foi formada por seis amostras simples coletadas na profundidade de 0-20 cm dentro de cada bloco. As amostras compostas de solo foram levadas ao Laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM) do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da UFES, em Jerônimo Monteiro, para realização das análises químicas, segundo metodologia proposta pela EMBRAPA (1997) e descrita no tópico abaixo. Também foram coletadas

amostras indeformadas com um anel volumétrico (anel de Kopeck), para a determinação da densidade do solo. Para caracterizar a fertilidade do solo e a densidade do solo de cada um dos blocos com angico e paricá no tempo zero (T0) foram coletados de 8 a 12 amostras por bloco.

3.4. Amostragem de solo e análises de laboratório 68 meses após o plantio das mudas

A amostragem de solo para avaliação da fertilidade e da densidade após 68 meses do plantio das mudas foram realizados em cada parcela separadamente. Em cada uma das 90 parcelas foi coletado sistematicamente seis amostras simples na profundidade de 0-20 cm, sendo elas misturadas para formar uma amostra composta por parcela. Os seis pontos de coleta por parcela foram distribuídos sistematicamente em 6 diferentes posições (a, b, c, d, e, f) em relação ao tronco de seis diferentes árvores escolhidas aleatoriamente no interior das parcelas (excluindo duas linhas de bordadura) (Figura 3). As amostras foram coletadas com o auxílio de enxadão para abertura das trincheiras, régua para demarcação da camada de interesse e talhadeira para retirada da amostra de solo. As seis subamostras coletadas por parcela foram misturadas num balde plástico e uma amostra composta com aproximadamente 500 g foi recuperada.

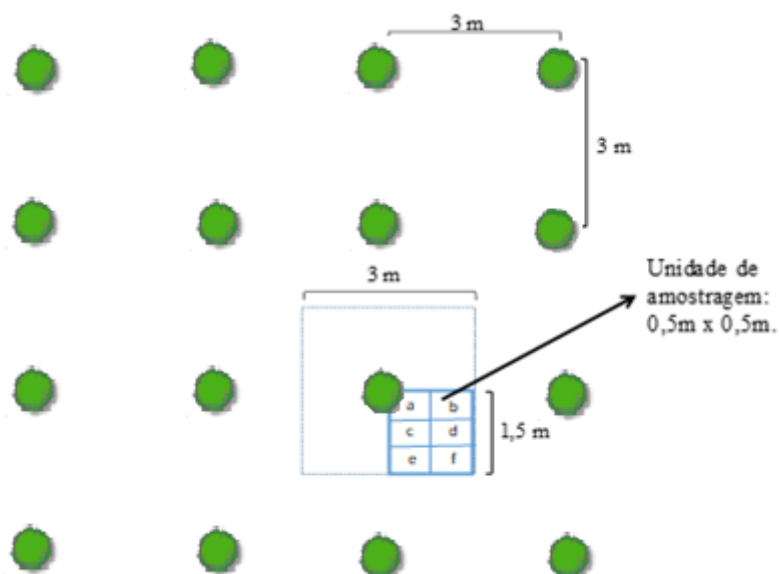


Figura 2- Distribuição dos pontos de coleta das subamostras em cada parcelas. Os pontos foram distribuídos em seis posições dentro de área correspondente à $\frac{1}{4}$ da área útil de uma planta (a, b, c, d, e, f). Cada ponto correspondeu a uma árvore diferente escolhida aleatoriamente no interior da parcela.

Fonte: o autor.

As amostras foram levadas ao Laboratório de Recursos Hídricos do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM) em Jerônimo Monteiro, para realização das análises químicas de rotina, segundo metodologia proposta pela EMBRAPA (1997). O pH do solo foi mensurado em H_2O , na proporção de 1:2,5. O fósforo (P) e o potássio (K) foram extraídos com solução Melich 1 (mistura de HCl $0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e H_2SO_4 $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$), sendo o P determinado por fotocolorímetro (Molibdato de amônio e ácido ascórbico) e o K por fotometria de emissão de chama. O alumínio trocável (Al), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram extraídos por solução de KCl (1 mol L^{-1}). O Al teve sua determinação em solução diluída de $NaOH$ ($0,025 \text{ mol L}^{-1}$) em presença de solução azul de bromotimol como indicador. O Ca e Mg foram determinados por espectrometria de absorção atômica. A acidez potencial ($H+Al$) foi extraída por solução tamponada de acetato de cálcio a pH 7 e determinada por solução de $NaOH$ (1 mol L^{-1}) em presença de fenolftaleína como indicador. A partir dos resultados obtidos, foram calculados a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions efetiva (t), capacidade de troca de cátions potencial (T), saturação

por bases (V) e em alumínio (m) e por sódio (ISNa) conforme descrito pela EMBRAPA, 1997.

A coleta para análise física do solo foi realizada em todas as parcelas nas profundidades 0-5, 5-10 e 10-20 cm. Foi coletado uma amostra indeformada em cada profundidade por parcela, com auxílio de anéis de aço (anel de Kopeck), com dimensões de 5,26 cm de altura e 5,06 cm de diâmetro. As amostras foram coletadas entre 4 árvores e na região central da parcela. A densidade do solo foi calculada a partir das amostras com estrutura preservada e secas a 105 °C por três dias (BLAKE e HARTGE, 1986).

3.5 Quantificação da cobertura do solo por gramíneas

A qualificação da cobertura do solo por braquiária no sub-bosques das 90 parcelas com angico e paricá foi feita visualmente. No mês de novembro de 2017 (meio da primavera) percorreu-se todas as 90 parcelas, classificando a densidade de gramíneas em 3 grupos de condições: 1) parcelas com ausência de gramíneas, 2) parcelas onde a cobertura foi menor que 50% da área da parcela e 3) parcela onde a cobertura foi maior que 50% da área da parcela. Essas observações foram feitas em virtude da existência de gado percorrendo as áreas de plantio, com diversas parcelas funcionando como um sistema silvipastoril. Apenas um dos blocos o gado é impedido de entrar pela existência de cercas (B3A – Figura 1).

3.6 Análise estatística dos dados

Uma análise prévia da variabilidade dos dados foi feita para verificar valores discrepantes. Para cada atributo químico do solo foi eliminado os valores maiores que a média mais duas vezes o desvio-padrão (outliers). O número de valores eliminados foi 4,5% e 3,6% no T0 e; 3,6% e 2,2% no T1 para as áreas com angico e paricá, respectivamente.

Análises estatísticas foram realizadas com dois objetivos:

1) identificar diferenças significativas entre a fertilidade do solo e a densidade do solo no tempo 0 e aos 68 meses após o plantio das árvores de angico e paricá. Essas análises foram feitas para cada espécie e bloco separadamente. A normalidade dos dados e a homogeneidade das variâncias foram analisadas com os teste de Shapiro-Wilk e Cochran, respectivamente. Os dados que não apresentaram homogeneidade ou normalidade foram transformados utilizando raiz quadrada e função logarítmica. Foi usado ANOVA fator único sendo o tempo (T0 x T1) o fator. O número de repetições foi diferente entre o T0 (8 a 12 repetições = 8 a 12 pontos por bloco, conforme bloco e espécie) e T1 (15 repetições = 15 parcelas por bloco) e essas correções foram feitas automaticamente no programa estatístico.

2) identificar diferenças significativas na fertilidade do solo e densidade do solo entre os espaçamentos de plantio para cada espécie separadamente. Foi utilizado ANOVA fator duplo com espaçamento e bloco como fatores, e aplicado o teste de Tukey com nível de significância de 5% para comparação das médias. As análises estatísticas foram feitas no programa Action Stat em conjunto com o Microsoft Excel.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Mudanças na densidade do solo após 68 meses de plantio das mudas

A densidade aparente do solo foi alterada após a introdução das árvores na pastagem (Tabela 3). Na comparação entre T0 e T1 para cada bloco e espécie separadamente foi observado uma redução significativa ($p < 0,05$) da densidade do solo em todos os blocos

Tabela 3 - Densidade aparente do solo ($\pm$ desvio padrão) na profundidade de 0-20 cm nos blocos antes do plantio das árvores (T0) e após 68 meses de plantios de angico e paricá (T1).

Bloco	Angico		Paricá	
	T0	T1	T0	T1
	g cm ⁻³		g cm ⁻³	
1	1,45 $\pm$ 0,13 a	1,22 $\pm$ 0,05 b	1,49 $\pm$ 0,18 a	1,30 $\pm$ 0,04 b
2	1,51 $\pm$ 0,05 a	1,26 $\pm$ 0,04 b	1,61 $\pm$ 0,05 a	1,37 $\pm$ 0,03 b
3	1,51 $\pm$ 0,13 a	1,27 $\pm$ 0,06 b	1,53 $\pm$ 0,08 a	1,18 $\pm$ 0,08 b

Para cada espécie e bloco, valores médios seguidos por letras diferentes na linha indicam diferenças significativas entre os tempo T0 e T1 pelo teste F a 5%.

Fonte: o autor.

A densidade do solo constitui um dos principais indicadores relacionados à qualidade física do solo e maiores valores estão relacionados diretamente com a perda de estrutura, que também provoca redução da macroporosidade (REICHARDT et al., 2003). O decréscimo médio de densidade do solo nos três blocos entre o T0 e T1 foi de $0,24 \pm 0,01$ g cm⁻³ e $0,25 \pm 0,08$ g cm⁻³ para o angico e paricá respectivamente. Esses resultados sugerem que as duas espécies tem similar capacidade de alterar a densidade do solo. A redução na densidade do solo após o plantio de ambas espécies pode ser atribuída ao aporte de matéria orgânica via serapilheira e raízes finas, à ação mecânica do crescimento das raízes (DEXTER, 2004; OLIVEIRA et al., 2010) a redução da incidência do impacto das gotas de chuva no solo devido a interceptação da água pelas copas das árvores, a diminuição da

intensidade de pastejo na área (compactação pelo pisoteio) e aumento da umidade do solo devido a redução da radiação solar incidente direta (PEZZONI et al., 2012).

Em estudo realizado por Bigardi (2016) foi encontrado resultados semelhantes aos observados no presente estudo, ocorrendo uma redução da densidade do solo de $0,10 \text{ g cm}^{-3}$ a $0,23 \text{ g cm}^{-3}$ entre sistemas silvipastoris e pastagens a pleno sol. Melloni et al. (2008), avaliando a densidade do solo no sul de Minas Gerais sob 4 diferentes sistemas (mata nativa, monocultivo de eucalipto e araucária e pastagem) também encontraram redução da densidade no solo sob os monocultivos florestais, $0,30 \text{ g cm}^{-3}$ e $0,08 \text{ g cm}^{-3}$ para eucalipto e araucária, respectivamente, em relação ao solo sob pastagem. Já Barreto e Fernandes (2001), estudando o efeito do plantio de leucena (*Leucaena leucocephala*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) em Latossolo amarelo, constataram um decréscimo médio na densidade de $0,12 \text{ g cm}^{-3}$ e $0,26 \text{ g cm}^{-3}$ em relação a tratamento testemunha (pastagem) na camada de 0-15cm do solo. O desenvolvimento do sistema radicular das árvores favorece as condições físicas do solo, melhorando sua estrutura, diminuindo a densidade, aumentando a porosidade e a capacidade de retenção de água do solo (HERNANDÉZ, 1998).

4.1.2 Efeito do espaçamentos de plantio na densidade do solo

A densidade do solo foi pouco afetada pelo espaçamento de plantio até os 68 meses de idade das árvores (Figura 4), não sendo observado diferenças significativas ($p>0,05$) entre os espaçamentos de plantio (3 x 2 m, 3 x 3 m, 4 x 3 m, 4 x 4 m, 5 x 5m) em ambas espécies. Entretanto, foi observado tendência de aumento gradual da densidade do solo com o aumento do espaçamento nas parcelas com angico, sendo os valores médios de $1,22 \text{ g cm}^{-3}$ (2x3m), $1,24 \text{ g cm}^{-3}$ (3x3 m), $1,24 \text{ g cm}^{-3}$ (3x4m) $1,26 \text{ g cm}^{-3}$ (5x5m). Para os tratamentos com paricá o aumento de densidade foi gradativo apenas para os espaçamentos 3x4m ($1,26 \text{ g cm}^{-3}$), 4x4m ($1,27 \text{ g cm}^{-3}$), 5x5m ($1,32 \text{ g cm}^{-3}$). A densidade do solo pode diminuir por ação mecânica das raízes, intensificada com o aumento do número de árvores, e pela adição de matéria orgânica em forma de serapilheira e resíduos da renovação e mortalidade das raízes (DEXTER, 2004).

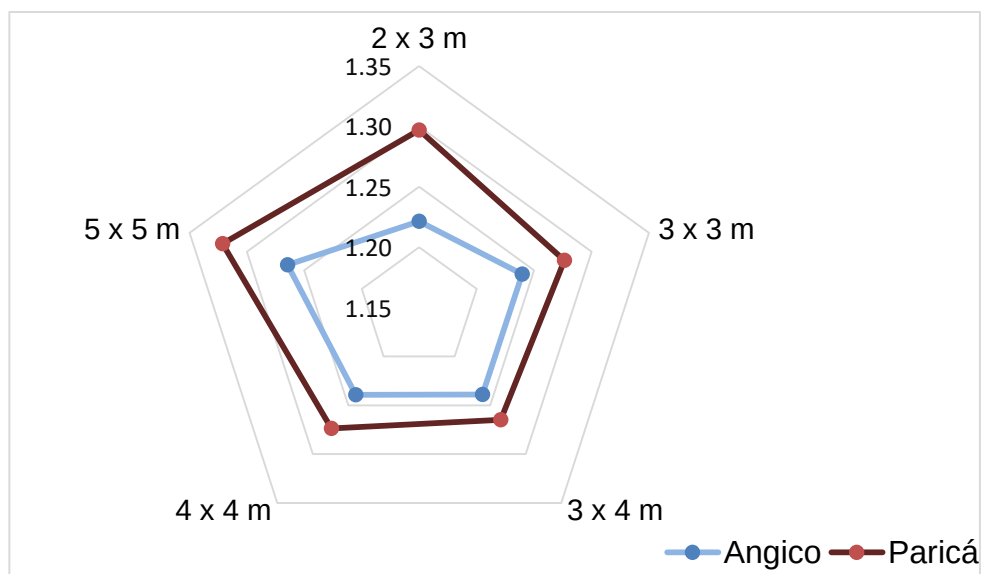


Figura 3 - Densidade aparente do solo, na profundidade de 0-20 cm, após 68 meses do plantio homogêneo de angico e paricá em diferentes espaçamentos em Rive, Alegre - ES.

Fonte: o autor.

4.2 Mudanças nos atributos químicos do solo após 68 meses do plantio das mudas

4.2.1 *Anadenanthera peregrina*

O pH do solo foi reduzido em todos os blocos entre o T0 e T1 (Tabela 4) nos plantios de angico, com um decréscimo médio nos três blocos de $0,40 \pm 0,11$ unidades no pH. De acordo com a classificação do pH por Prezotti (2007), a acidez do solo é considerada média para ambos os tempos e blocos estudados (média do pH no T0 = $5,78 \pm 0,22$; média do pH no t1 = $5,37 \pm 0,14$). Esse mesmo comportamento foi verificado apenas no bloco 3 dos plantios de paricá, sendo o aumento do pH observado nos blocos 1 e 2 (Tabela 6).

Tabela 4 - Atributos químicos do solo ($\pm$ desvio padrão) na profundidade de 0-20 cm em áreas de pastagem após 68 meses do plantio de *A. peregrina* em Rive, Alegre - ES.

Atributo	Unidade	Tempo	Bloco											
			1				2				3			
pH	H ₂ O	0	5,92	±	0,27	a	5,89	±	0,12	a	5,52	±	0,41	a
		1	5,41	±	0,16	b	5,48	±	0,23	b	5,21	±	0,21	b
P		0	1,57	±	0,26	a	1,74	±	0,42	a	1,98	±	0,54	a
		1	2,00	±	0,78	a	2,18	±	0,79	a	2,64	±	1,17	a
K	mg dm ⁻³	0	50,86	±	27,37	a	48,29	±	21,98	a	56,09	±	41,88	a
		1	57,79	±	31,12	a	61,54	±	19,83	a	62,07	±	29,33	a
Na		0	4,13	±	0,83	a	5,25	±	1,49	a	1,83	±	1,64	a
		1	3,71	±	0,61	a	5,43	±	1,02	a	4,00	±	0,55	b
Ca		0	2,35	±	1,04	a	4,47	±	1,45	a	1,21	±	0,60	a
		1	2,71	±	0,92	a	4,73	±	0,96	a	1,35	±	0,43	b
Mg	cmol dm ⁻³	0	1,70	±	0,56	a	2,31	±	0,36	a	1,00	±	0,49	a
		1	1,89	±	0,36	a	2,95	±	0,58	b	1,73	±	0,38	b
Al		0	0,00	±	0,00	a	0,00	±	0,00	a	0,19	±	0,30	a
		1	0,02	±	0,03	b	0,01	±	0,02	a	0,06	±	0,04	a
H+Al		0	2,92	±	0,31	a	3,05	±	0,54	a	3,01	±	0,85	a
		1	3,71	±	0,62	b	3,82	±	0,58	b	3,75	±	0,40	b
t	cmol dm ⁻³	0	4,05	±	1,61	a	6,41	±	1,64	a	2,52	±	0,89	a
		1	4,58	±	0,82	b	7,84	±	1,26	b	3,36	±	0,63	b
T		0	6,98	±	1,90	a	9,90	±	2,15	a	5,31	±	0,90	a
		1	8,21	±	1,18	a	11,68	±	1,15	b	6,94	±	0,68	b
S,B		0	4,05	±	1,61	a	6,82	±	1,78	a	2,31	±	1,13	a
		1	4,56	±	0,82	a	7,83	±	1,26	a	3,30	±	0,65	b
V		0	56,68	±	6,45	a	68,28	±	4,15	a	42,85	±	17,21	a
		1	55,43	±	4,36	a	66,76	±	5,61	a	46,36	±	6,27	a
m	%	0	0,00	±	0,00	a	0,00	±	0,00	a	12,33	±	19,37	a
		1	0,56	±	0,59	b	0,12	±	0,26	a	2,02	±	1,60	a
ISNa		0	0,25	±	0,03	a	0,23	±	0,03	a	0,14	±	0,13	a
		1	0,20	±	0,03	b	0,20	±	0,03	a	0,25	±	0,04	b

Médias seguidas por letras iguais, para cada bloco, na coluna indicam que no nível de 5% de significância, não há diferenças entre as médias pelo teste F.

Fonte: o autor.

Essa diminuição nos valores dos pH pode estar relacionada com o aumento do aporte de material orgânico na camada de 0 a 20 cm, uma vez que a mineralização da matéria orgânica e os exsudados ácidos liberados pelas raízes das plantas contribuem para aumentar a acidez do solo. Além disso, o aumento da acidez do solo

foi observado em plantações de leguminosas fixadoras de N como *Acacia mangium* em relação a florestas secundárias na Indonésia (YAMASHITA et al., 2008). No sul da Bahia, Barreto et al. (2006), verificou um aumento gradativo do pH do solo com valores de 4,50; 5,01 e 5,65 sob floresta nativa, sistema agroflorestal e pastagem, respectivamente.

Os valores do alumínio trocável (acidez trocável), obtiveram variação significativa apenas no B1A, onde mudou de 0,00 cmol dm⁻³ no t0 para 0,02 cmol dm⁻³ no t1 (Tabela 4). Essa diferença de incremento é considerada muito pequena, pois de acordo com Prezotti (2007), valores menores 0,3 cmol dm⁻³ no solo são considerados baixos. Todos os blocos apresentaram valores menores que 0,19 cmol dm⁻³, os baixos teores detectados de alumínio, provavelmente é devido aos valores de pH observados, reduzindo a solubilidade de Al, e também pela provável reação de complexação de Al com compostos orgânicos, neutralizando-o (PAVAN, 1983; ALCÂNTARA, 1997; COSTA 2004).

Para todos os blocos ocorreu um aumento da acidez potencial (H+Al) entre o t0 e t1 (Tabela 4), em média de $0,77 \pm 0,03$ cmol dm⁻³, para Prezotti (2007) todos os valores encontrados enquadram-se como médios, pois estão entre 2,5 e 5,0 cmol dm⁻³. Cardoso et al. (2011) e Barreto et al. (2006), encontraram resultados semelhantes, onde a acidez potencial foi mais alta em ambientes florestais do que em pastagens e Canellas et al. (2003) afirmam que a matéria orgânica do solo pode se constituir em uma importante fonte de acidez potencial nos solos tropicais. Quando os valores de pH tendem a diminuir, é bastante comum observar o aumento da acidez potencial (H+Al), da saturação em Alumínio (m) (como ocorrido entre o t0 e t1 do B1A) e dos teores de alumínio trocável (RIBEIRO, 2011). O aumento da acidez propicia a solubilização de compostos com este elemento, e, por conseguinte, aumenta a presença de cátions H⁺ e de Al (MAFRA et al., 2008; CARDOSO et al., 2011).

Os teores de cátions trocáveis (K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺) no solo com angico aumentaram após 68 meses de plantio em todos os blocos (Tabela 4), entretanto esse aumento foi significativo apenas para o Mg no bloco 2 e 3. Esses resultados corroboram com os encontrados por Cardoso et al. (2011) comparando ambientes florestais e pastagem.

Os teores de Mg, pela classificação de Prezotti (2007), são considerados altos para ambos os tempos e blocos, ocorreu um aumento médio de $0,52 \pm 0,29 \text{ cmol dm}^{-3}$ entre os três blocos do angico. Os resultado das médias por bloco para o K variaram de 48,29 a 62,07 mg dm^{-3} , do qual valores menores que 60 mg dm^{-3} enquadram-se como baixos enquanto os demais são agrupados entre o valor médio para os solos do Espírito Santo (PREZOTTI, 2007). O acréscimo médio nos teores de Ca no T1 foi de $0,26 \pm 0,11 \text{ cmol dm}^{-3}$, sendo que os teores classificam-se em baixo (B3A), médio (B1A) e alto (B2A) (PREZOTTI, 2007). Essas diferenças entre os teores em cada bloco provavelmente estão ligadas a variação de sítio, principalmente devido a característica de cada solo (B1A - Argissolo Vermelho-Amarelo, B2A - Cambissolo háblico e B3A Latossolo Vermelho-Amarelo) como material de origem, taxa de lixiviação e intemperismo.

Em relação ao P disponível, o plantio da vegetação arbórea em pastagem não promoveu alterações significativas nos teores, na camada amostrada (Tabela 4). De acordo com Gama-Rodrigues et al. (2008), a não variação nos teores de P disponível em solos sob diferentes coberturas vegetais estaria associada à grande estabilidade do P em solos muito intemperizados, onde forma complexos de esfera-interna na superfície dos óxidos de ferro e alumínio (MEURER, 2006). Todavia, apesar de não significativo, verificou-se, um aumento médio de $0,51 \pm 0,13 \text{ mg dm}^{-3}$ nos 3 blocos após 68 meses da introdução do angico nas pastagens. O angico forma associações simbióticas com fungos micorrízicos arbusculares, os fungos podem aumentar a solubilização e a absorção de fósforo do solo, translocando esse elemento para o vegetal e novamente para o solo através da serapilheira (HARLEY e SMITH, 1983). Contudo, os teores ainda são classificados como baixos (PREZZOTI, 2011).

Após o plantio de angico ocorreu um aumento, em todos os blocos, na capacidade de troca de cátions efetiva e potencial (t e T) e na soma de bases (Tabela 4), isso ocorreu, principalmente, devido ao aumento nos teores de K, Ca, Mg e H + Al, indicando uma melhora na qualidade química do solo após o plantio de angico. Não ocorreu diferenças significativas na saturação por bases (V) entre os tempos estudados, sendo o solo do B1A e B2A classificados como eutrófico ($V > 50\%$) e o B3A distrófico para ambos os tempos.

De acordo com Pizarro (1985) e Cabello (1996), problemas com a salinidade do solo começam a ser relevantes quando a saturação por sódio é maior que 7%, no

presente estudo os teores de sódio foram baixos e a saturação não ultrapassou valores maiores que 0,25% (Tabela 4), portando não sendo um fator limitante para o desenvolvimento de espécies vegetais nessa área.

Não ocorreu diferenças estatísticas nos atributos químicos do solo entre os espaçamentos de plantio (tratamentos) (Tabela 5). Uma possível explicação seria que o tempo de 68 meses pode ter sido insuficiente para o efeito dos espaçamentos na fertilidade do solo. Analisando uma área sob recuperação há 7anos no norte do Espírito Santo, Moreira (2014), testou 3 riquezas de espécies arbóreas em 2 espaçamentos, onde também não ocorreram diferenças significativas nos atributos químicos do solo entre os tratamentos em estudo.

Tabela 5 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm em plantios de *A. peregrina* com 5 espaçamentos de plantio aos 68 meses de idade em Rive, Alegre - ES.

Atributo	Unidade	Tratamentos									
		2x3 m		3x3 m		3x4 m		4x4 m		5x5 m	
pH	H ₂ O	5,22	a	5,33	a	5,35	a	5,49	a	5,40	a
P		2,68	a	2,79	a	2,13	a	2,24	a	2,24	a
K	mg dm ⁻³	66,11	a	53,33	a	57,68	a	80,78	a	88,68	a
Na		4,00	a	5,22	a	4,33	a	5,00	a	4,33	a
Ca		2,63	a	3,07	a	3,16	a	3,27	a	2,83	a
Mg	cmol dm ⁻³	2,09	a	2,21	a	2,34	a	2,49	a	2,16	a
Al		0,03	a	0,06	a	0,04	a	0,02	a	0,02	a
H+Al		3,65	a	3,89	a	3,68	a	4,09	a	3,68	a
t		4,94	a	5,49	a	5,71	a	6,00	a	5,25	a
T	cmol dm ⁻³	8,56	a	9,32	a	9,35	a	10,08	a	8,92	a
S,B		4,91	a	5,43	a	5,68	a	5,99	a	5,23	a
V		56,45	a	54,56	a	57,43	a	57,29	a	56,62	a
m	%	0,70	a	1,72	a	1,48	a	0,49	a	0,54	a
ISNa		0,21	a	0,26	a	0,21	a	0,22	a	0,22	a

Médias seguidas por letras iguais na linha indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferenças entre as médias pelo teste de Tukey.

Fonte: o autor.

4.2.2 *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*

A diferença de pH entre o t0 e t1 foi significativa para o bloco 1 e 3 (Tabela 6), onde ocorreu um acréscimo médio de 0,68 e decréscimo de 1,13 em unidades de pH, respectivamente. A acidez é considerada média para ambos os tempos e para todos os blocos com exceção do B3P no T0 (PREZZOTI, 2007). Pode-se notar que o comportamento do Ca seguiu o mesmo padrão (Tabela 6), já que este está diretamente ligado as mudanças de acidez do solo (MALAVOLTA, 2006). No B1P houve um aumento dos teores de Ca de $3,75 \text{ cmol dm}^{-3}$, enquanto no B3P verificou-se uma diminuição de $1,91 \text{ cmol dm}^{-3}$. Essas alterações nos teores de Ca no solo estão provavelmente associadas ao crescimento das árvores, taxa de mortalidade e cobertura do solo.

O B3P apresentou maior área basal entre os 3 blocos ($9,88 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) enquanto o B1P a menor ($5,81 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$), considerando que os povoamentos são formados por indivíduos jovens (68 meses de idade $\approx 5,6$ anos) ocorre grande absorção de nutrientes para formação da biomassa, especialmente de Ca devido sua função estrutural nas plantas (TAIZ, 2004). Foi observado durante os trabalhos à campo uma grande mortalidade das árvores no B1P, que também podem ter contribuído para o aumento de Ca na camada de 0-20 cm do solo, uma vez que as raízes das árvores exploram camadas mais profundas e esses nutrientes são depositados nas camadas superiores do solo em forma de matéria orgânica (resto de troncos, galhos, casca e folhas das árvores mortas).

Nesse mesmo bloco (B1P) também foi observado o maior vigor da pastagem que pode ter contribuído de forma mais efetiva na ciclagem de nutrientes e reduzido as perdas dos mesmos por efeito da lixiviação. Ademais o solo do B1P é o que possui a maior relação argila/areia, que também minimiza a perda de nutrientes por efeito da lixiviação devido a alta densidade de cargas nessa fração (Tabela 1).

Tabela 6 - Atributos químicos do solo ($\pm$ desvio padrão) na profundidade de 0-20 cm em áreas de pastagem após 68 meses do plantio de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em Rive, Alegre - ES.

Atributo	Unidade	Tempo	Bloco											
			1				2				3			
pH	H ₂ O	0	5,23	±	0,49	a	5,58	±	0,29	a	6,21	±	0,19	a

		1	5,90	±	0,21	b	5,77	±	0,24	a	5,08	±	0,32	b
P		0	1,74	±	0,15	a	1,66	±	0,09	a	2,23	±	1,31	a
		1	2,35	±	0,55	b	2,22	±	0,72	b	2,28	±	0,35	a
K	mg dm ⁻³	0	43,75	±	54,46	a	86,56	±	51,95	a	95,36	±	45,89	a
		1	89,64	±	25,55	b	79,93	±	32,04	a	25,07	±	11,15	b
Na		0	1,88	±	1,64	a	1,56	±	1,88	a	3,30	±	0,48	a
		1	3,71	±	0,47	b	3,08	±	0,28	b	2,00	±	1,46	b
Ca		0	1,01	±	0,56	a	1,68	±	0,33	a	3,43	±	0,92	a
		1	4,76	±	1,20	b	2,31	±	0,53	b	1,52	±	1,19	b
Mg	cmol dm ⁻³	0	0,82	±	0,50	a	1,21	±	0,46	a	1,51	±	0,17	a
		1	2,09	±	0,29	b	1,60	±	0,59	a	2,01	±	1,96	a
Al		0	0,28	±	0,33	a	0,04	±	0,04	a	0,00	±	0,00	a
		1	0,00	±	0,00	b	0,01	±	0,02	b	0,11	±	0,10	b
H+Al		0	3,19	±	1,03	a	2,52	±	0,70	a	2,65	±	0,33	a
		1	3,21	±	0,26	a	2,91	±	0,54	a	4,15	±	0,76	b
t		0	2,23	±	0,82	a	3,15	±	0,76	a	5,23	±	0,92	a
		1	6,90	±	1,46	b	4,19	±	1,08	b	3,49	±	2,71	a
T	cmol dm ⁻³	0	5,13	±	0,57	a	5,63	±	0,70	a	7,82	±	1,16	a
		1	10,18	±	1,48	b	7,04	±	1,24	b	7,47	±	2,18	a
S,B		0	1,94	±	1,07	a	3,11	±	0,80	a	5,23	±	0,92	a
		1	6,90	±	1,46	b	4,18	±	1,08	b	3,37	±	2,75	a
V		0	37,75	±	19,65	a	55,11	±	11,90	a	66,69	±	2,78	a
		1	68,98	±	5,21	b	58,86	±	7,88	a	40,43	±	19,55	b
m	%	0	18,02	±	23,21	a	1,57	±	1,90	a	0,00	±	0,00	a
		1	0,00	±	0,00	b	0,20	±	0,52	b	6,30	±	7,07	b
ISNa		0	0,15	±	0,14	a	0,12	±	0,14	a	0,19	±	0,02	a
		1	0,16	±	0,03	a	0,20	±	0,04	a	0,14	±	0,09	a

Médias seguidas por letras iguais, para cada bloco, na coluna indicam que no nível de 5% de significância, não há diferenças entre as médias pelo teste F.

Fonte: o autor.

As mudanças nos teores de K (Tabela 6) seguiram o mesmo padrão do Ca, onde foi significativa para o B1P e B3P, havendo um aumento de 45,89 mg dm⁻³ e diminuição de 70,30 mg dm⁻³ nos teores, respectivamente. Segundo Malavolta (1979), a disponibilidade de K diminui consideravelmente em pH abaixo de 5,5; como ocorrido no B1P (t0, pH = 6,21; t1, pH = 5,08) e aumenta até pH próximo de 6 onde torna-se constante a partir desse ponto.

Entre o t0 e t1 do B3P ocorreu aumento significativo da acidez potencial (H+Al) (assim como observado nos blocos contendo angico), da saturação em Alumínio (m) e dos teores de alumínio trocável (Tabela 6), fato bem comum quando os valores de pH tendem a diminuir (RIBEIRO, 2011). No B1P e B2P o comportamento foi o oposto pois ocorreu uma tendência na redução dos valores de H+Al, Al e m; provavelmente devido ao aumento do pH nesses blocos.

Os teores de P tenderam a aumentar em todos os blocos, porém não foi significativo no B3P (Tabela 6). O acréscimo médio nos três blocos foi de $0,41 \pm 0,31$ mg dm⁻³ entre o t0 e t1. Essa tendência também foi observada nos blocos contendo angico (Tabela 4). Avaliando o efeito de árvores sobre a pastagem, Bigardi (2016), encontrou resultados semelhantes, onde pastagens a pleno sol apresentaram menores valores de P, porém não significativo em todos os tratamentos. O P disponível para ambos os tempos são classificados como baixo (PREZZOTI, 2007), característica típica de solos muito intemperizados.

Apenas o B1P apresentou diferenças significativas quanto ao Mg (Tabela 6), no entanto houve um aumento nos teores para todos os blocos, em média $0,72 \pm 0,48$ cmol dm⁻³. Para ambos os tempos e blocos os teores de Mg no solo são considerados altos, com exceção do B1P no t0 (médio) (PREZZOTI, 2007). Nos blocos com angico o mesmo comportamento foi observado, todavia o aumento foi significativo em 2 blocos.

No B1P e B2P, a capacidade de troca de cátions efetiva e potencial, soma de bases e saturação por bases foi maior após a introdução do paricá (Tabela 6), enquanto no bloco 3 ocorreu o oposto, houve diminuição desses valores, apesar de significativo apenas na saturação por bases. Isso ocorreu, principalmente, devido as alterações nos teores de K, Ca, Mg e H + Al e levou o solo do B1P e B2P a ser classificados como eutrófico ($V > 50\%$); e o B3P como distrófico após 68 meses de plantio do paricá. No geral houve uma melhoria da qualidade química do solo no B1P e B2P, e uma perda de qualidade no B3P que antes era classificado como eutrófico. Com exceção do bloco 3 do paricá, após o plantio das duas espécies os teores de K, Ca, assim como a soma de bases e CTC total e efetiva são maiores no T1, apesar de não significativo em alguns casos. .

Assim como no angico, em todos os blocos contendo paricá os teores de sódio no solo foram baixos e a saturação por sódio (ISNa) não ultrapassou valores maiores que 0,20% (Tabela 6), portando não sendo um fator limitante para o desenvolvimento de espécies vegetais nessa área (PIZARRO, 1985; CABELLO,1996).

Não ocorreu diferenças significativas para a maioria dos atributos químicos do solo entre os espaçamentos de plantio (tratamentos). Assim como nos tratamentos contendo angico, o tempo decorrido entre a implantação dos povoamentos e a coleta dos dados pode ter sido insuficiente para a ocorrência de diferenças. Apenas os espaçamentos 3 x 3 m (E3) e 5 x 5 m (E5) tiveram diferenças significativas entre si em relação aos atributos, Al, H+Al, m e V, apresentando os menores e maiores valores destes atributos dentre os demais tratamentos (Tabela 7). A elevação da acidez potencial, Al e a saturação por alumínio estão diretamente ligados ao pH do solo, apesar de não significativo, o menor pH foi encontrado no E3 (5,45) e o maior no E5 (5,69).

Quando o pH cai abaixo de 5,5 a acidez trocável se eleva e, conseqüentemente, os teores de alumínio na solução do solo são também aumentados. Também pode-se notar que a soma de bases foi mais alta no E5 e a mais baixa no E3 dentre os tratamentos. As bases do solo possuem uma relação inversa com a acidez do solo, onde seu grau de disponibilidade cai drasticamente em pH menor que 5,5 (MALAVOLTA, 1979). A saturação de bases (V) foi maior no E5 (devido o valor mais elevado na S.B e menor na H+Al), enquadrando-se como solo eutrófico, e menor no E3 (devido a S.B mais baixa e maior H+Al), classificado como distrófico.

Tabela 7 - Atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm em plantios de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* com 5 espaçamentos de plantio aos 68 meses de idade em Rive, Alegre - ES.

Atributo	Unidade	Tratamentos									
		2x3 m		3x3 m		3x4 m		4x4 m		5x5 m	
pH	H ₂ O	5,58	a	5,45	a	5,58	a	5,61	a	5,69	a
P	mg dm ⁻³	2,09	a	2,71	a	2,47	a	2,23	a	2,32	a
K		66,56	a	69,68	a	68,22	a	72,33	a	57,68	a
Ca	cmol dm ⁻³	2,73	a	2,52	a	3,10	a	3,19	a	2,77	a

Mg		1,70	a	1,33	a	1,72	a	2,48	a	3,02	a
Al		0,04	ab	0,09	a	0,03	ab	0,03	ab	0,02	b
H+Al		3,46	ab	3,98	a	3,52	ab	3,33	ab	2,94	b
t	cmol dm ⁻³	4,66	a	4,14	a	5,05	a	5,90	a	5,97	a
T		8,08	a	8,03	a	8,53	a	9,20	a	8,89	a
S,B		4,62	a	4,05	a	5,02	a	5,87	a	5,95	a
V	%	54,15	ab	46,05	b	54,83	ab	60,44	ab	65,46	a
m		1,63	ab	5,69	a	1,70	ab	1,12	ab	0,19	b

Médias seguidas por letras iguais na linha indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferenças entre as médias pelo teste de Tukey.

Fonte: o autor.

4.3 Quantificação da cobertura do solo por gramíneas

Em todas as 45 parcelas contento paricá, mesmo nos espaçamentos mais adensados, a cobertura do solo por *Brachiaria brizantha* foi maior que 50% (Figura 5a e 5b). Tal comportamento já era esperado, uma vez que essa espécie decídua possui copa rala e proporciona baixo índice de sombreamento no sub-bosque, sendo uma das espécies arbóreas mais utilizadas nos sistemas silvipastoris na região norte do país (MANESCHY, 2008).



a)



b)

Figura 4a - B2P aos 77 meses de idade com mais de 50% do solo coberto por *Brachiaria brizantha* Figura 4b - B3P nas mesmas condições.

Fonte: o autor.

No bloco 3 com povoamento de angico (B3A) o comportamento foi oposto do encontrado nos blocos contendo paricá, dado que, em todas as 15 parcelas ocorreu supressão da *Brachiaria brizantha* (Figura 6a). Uma possível explicação é devido este bloco possuir a maior área basal por hectare dentre os blocos de angico, sendo 76,3% maior que a média da área basal do B1A e B2A (Tabela 2), que por sua vez apresenta correlação positiva com o tamanho da copa, assim, proporcionando menor incidência de raios solares no sub-bosque.



a)



b)

Figura 5a - B3A aos 77 meses de idade com ausência de *Brachiaria brizantha* sobre o solo. Figura 5b - B1A com mesma idade e cobertura do solo maior que 50%.

Fonte: O autor.

O B1A e B2A apresentou a mesma proporção de parcelas com ausência de *Brachiaria*, com cobertura menor que 50% e com mais de 50% do solo recoberto por *Brachiaria* (Figura 7). Nesses blocos houve uma tendência de supressão das gramíneas com o adensamento das árvores, visto que 83,3% das parcelas com espaçamento de 2x3 m foram avaliadas como ausentes, enquanto nos maiores espaçamentos (4x4 e 5x5 m) 75% das parcelas entraram no grupo com mais de 50% do solo recoberto por *Brachiaria* (Figura 6b).

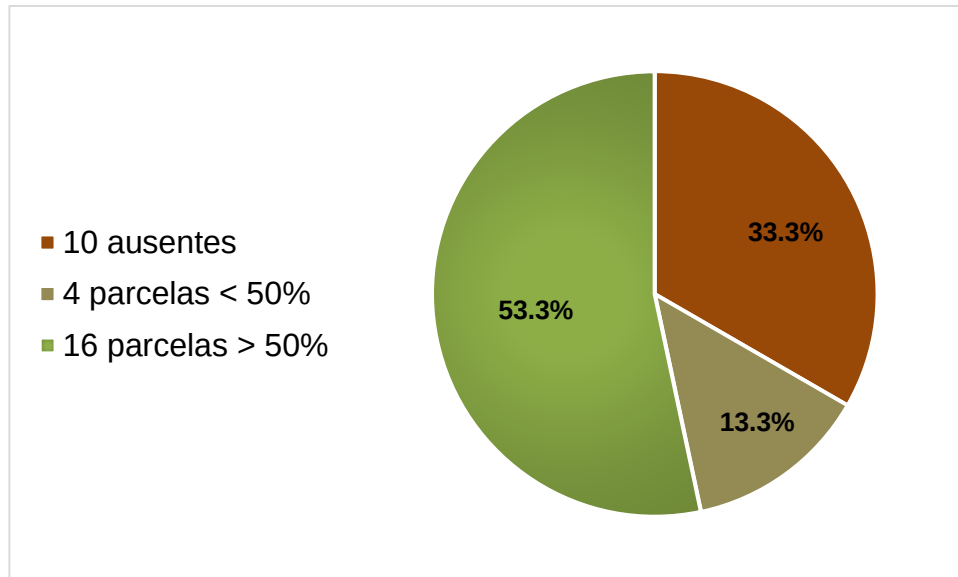


Figura 6 – Classes de cobertura do solo por *Brachiaria brizantha* crescendo no sub-bosque de parcela com plantios de angico distribuídas no B1A e B2A aos 77 meses após o plantio.

Fonte: o autor.

Além do maior sombreamento provocado pelo dossel, a supressão da *Brachiaria brizantha* nos blocos de angico pode estar relacionado com o seu potencial alelopático que inibe o crescimento e desenvolvimento de outras plantas através de compostos liberados no solo (ABREU, 1997; MARTINS et al. 2009; SILVA et al. 2010).

5. CONCLUSÕES

A densidade do solo reduziu após 68 meses da introdução de ambas espécies em área de pastagem. O efeito do espaçamento de plantio sobre densidade do solo não foi significativo, embora uma tendência de aumento da densidade do solo com o aumento do espaçamento de plantio foi observada.

Ocorreu uma melhoria geral na qualidade do solo em relação aos atributos químicos nos blocos com *A. peregrina*. Foi observado aos 68 meses após o plantio, elevação da CTC potencial e efetiva, na soma de bases, e nos teores de Mg, além de uma tendência de aumento nos teores de P, K e Ca em todos os blocos. Não foram verificadas diferenças significativas entre os espaçamentos de plantio nos atributos químicos avaliados.

O plantio de paricá alterou para melhor os atributos químicos do solo em 2/3 blocos. Nos blocos 1 e 2 ocorreu aumento nos valores de pH, P, K, Ca, Mg, na CTC efetiva e potencial, soma de bases e na saturação de bases, além de uma diminuição nos teores de Al e na saturação por alumínio. A redução dos teores de K e Ca do solo no bloco 3 do paricá pode ter sido influenciada pelo maior crescimento das árvores nesse bloco.

Todas as parcelas contendo paricá apresentaram cobertura do solo por *Brachiaria brizantha* maior que 50% mostrando ser essa espécie adaptada a formar sistemas silvipastoris na região de estudo. 64,4% das parcelas com angico apresentaram redução total ou redução maior que 50% da cobertura do solo por *Brachiaria brizantha* no sub-bosque, mostrando ser essa espécie pouco adaptada a formar sistemas silvipastoris, sobretudo em espaçamentos adensados. A ausência total de braquiária em todas 15 parcelas de um dos blocos do angico sugere que outros fatores além do sombreamento poderiam estar atuando para inibir a coexistência da gramínea (e.g compostos alelopáticos). Contudo, outros estudos são necessários para avaliação da biomassa, teor de nutrientes e densidade espacial da pastagem.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, J. C. **Potencial alelopático do Angico vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg): Efeito sobre a germinação de sementes e ciclo mitótico de plântulas de alface (*Lactuca sativa* L.) e canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.** 1997. 55p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALLEN, O. N.; ALLEN, E. K. **The leguminosae. A source book of characteristics, uses and nodulation.** Madison, The University of Wisconsin Press, 1981. 812p.
- Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011.** Brasília, 2012. 150 p.
- BIGARDI, L. R. **Árvores na pastagem melhoram a qualidade do solo e de forragens.** 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- BARRETO, P.; SARTORI, M. **Levantamento de áreas agrícolas degradadas no Estado do Espírito Santo.** Vitória: Cedagro, 2012.
- BARRETO, A. C.; LIMA, F. H. S.; FREIRE, M. G. B. S.; ARAUJO, Q. R.; FREIRE, F. J. Características químicas e físicas de um solo sob floresta, sistema agroflorestal e pastagem no sul da Bahia. **Caatinga**, v. 19, n. 4, p. 415–425, 2006.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1287–1293, 2001.
- BINKLEY, D.; GIARDINA, C. Nitrogen fixation in tropical forest plantations. In: NAMBIAR, E.K.S., BROWN, A.G. (Ed.), **Management of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantation Forests.** Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, n. 43, p. 297–337, 1997.
- BINKLEY, D.; SENOCK, R.; BIRD, S.; COLE, T. G. () Twenty years of stand development in pure and mixed stands of *Eucalyptus saligna* and nitrogen-fixing *Falcataria moluccana*. **Forest Ecology and Management**, v.182, p. 93–102, 2003.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Particle density. In: Klute A, editor. **Methods of soil analysis.** 2 nd.ed. Madison: American Society of Agronomy, Soil Science Society of America; 1986. Pt.1. p.377-82. (Agronomy monography, 9).
- BOUILLET, J. P.; LACLAU, J. P.; GONÇALVES, J. L. M.; MOREIRA, M. Z.; TRIVELIN, P. C. O.; JOURDAN, C.; SILVA, E. V.; PICCOLO, M. C.; TSAI, S.M.; GALIANA, A. Mixed-species plantations of *Acacia mangium* and *Eucalyptus grandis* in Brazil—2: nitrogen accumulation in the stands and biological N-2 fixation. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p.3918–3930, 2008.

BRANCO, S. M.; CAVINATTO, V. M. **Solos: A base da vida terrestre**. São Paulo. Moderna, 1999.

CÂMARA, I. G. Breve história da conservação da Mata Atlântica. In: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (eds.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**. São Paulo/Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica/Conservação Internacional, 2005.

CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E. & SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 27, p. 935-944, 2003.

CARDOSO, E.L.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; FREITAS, D.A.F. Qualidade química e física do solo sob vegetação arbórea nativa e pastagens no Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 35 p. 613-622, 2011.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras: recomendações silviculturais de espécies florestais**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica; Colombo: EMBRAPA/ CNPF, 2003. v.1, 1039p.

CAYUELA, M.L.; SINICCO, T.; MONDINI, C. Mineralization dynamics and biochemical properties during initial decomposition of plant and animal residues in soil. **Applied. Soil Ecology**, v. 41, p. 118-127, 2009.

CORDEIRO, I. M. C. C. **Performance diferencial de crescimento da espécie *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke em sítios degradados sob diferentes regimes de preparação de área na microregião do Guamá, Aurora do Pará, Pará**. 1999. 50 p. Monografia (Especialização) - NAEA/UFGA. Belém, 1999.

CORDEIRO, L. & BELTRATI, C.M. Estrutura e desenvolvimento de nódulos radiculares de *Anadenanthera falcata* Speg., **Revista Brasileira de Botânica**, v.12, p. 61-70, 1989.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J. A.; FONTOURA, S. M. Aumento da matéria orgânica num Latossolo Bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.587-589, Jun. 2004.

DAVIDE, A.C.; FARIA, J.M.R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE, 1995. 40p.

DEXTER, A. R. Soil physical quality: Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. **Geoderma**, v.120, p.201-214, 2004.

DUBEUX, J. R., J. C. B.; SOLLENBERGER, L. E.; MATHEWS, B. W.; SCHOLBERG, J. M.; SANTOS, H. Q. Nutrient cycling in warm-climate grasslands. **Crop Science**, v. 47, p. 915-928, 2007.

DURR, P. A.; RANGEL, J. Enhance forage production under *Samanea saman* in a subhumid tropical grassland. **Agroforestry Systems**. v.54, p. 99-102, 2002.

DUCKE, A. As Leguminosas da Amazônia Brasileira. Serviço Floresta. Ministério da Agricultura. Serviço de Publicidade Agrícola, Rio de Janeiro. 1939. p. 88.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997. 212p.

EMBRAPA SOLOS. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.

Fabaceae in Flora do Brasil 2020 em construção. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB23144>>. Acesso em: 13 Out. 2017.

FAO. **Global Forest Resources Assessment**, Rome, Italy, 2010. 378p. Disponível em: URL <http://www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/>.

FERNANDES, E. C. M. Agroforestry for productive and sustainable landscapes in the face of global change. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. A., eds. *Sistemas agroflorestais: Bases científicas para o desenvolvimento sustentável*. Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, p.15-31, 2006.

FORRESTER, D. I.; BAUHUS, J.; COWIE, A. L.; VANCLAY, J. K.; () Mixed-species plantations of *Eucalyptus* with nitrogen-fixing trees: a review. **Forest Ecology and Management**, v. 233 p.211–230, 2006.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**. Período 2005-2008. Relatório Parcial. São Paulo: INPE, 2009. 156p.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; PAULINO, G. M.; FRANCO, A.A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 32, p. 1521-1530, 2008.

GROSS, E.; CORDEIRO, L.; CAETANO, F. H. Nodulação e micorrização em *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* em solo de cerrado autoclavado e não autoclavado. **Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 28, n. 1, p. 95–101, 2004.

HARLEY, J. L.; SMITH, S. E. **Mycorrhizal symbiosis**. New York, Academic Press, 1983. 483p.

HERNANDÉZ, M. El uso de los árboles como mejoradores de los suelos y de la productividad de las gramíneas forrajeras. **Pastos y Forrajes**, Matanzas, v. 21, n. 4, p. 283-292, 1998.

JOFFRE, R; VACHER, J.; LLANOS, C. I.; LONG, G. The dehesa: An agrosilvopastoral system of the Mediterranean region with special reference to the Siena Morana area of Spain. **Agroforestry Systems**, v. 6; p. 71-96, 1988.

KANNINEN, M. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: potencial para América Latina. Plataforma Electrónica sobre Ganadería y Medio Ambiente, LEAD/FAO/CATIE. Disponível em: Acesso em: 11, out. 2017.

KRISHNAMURTHY, L. & AVILA, M. **Agroforesteria básica**. México, Red. de Formación Ambiental para América Latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1999. p.29-36.

LAL, R. Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. **Environmental Pollution**, v. 116, p. 353-362, 2002.

LAL, R.; KIMBLE, J.; STEWART, B. A. World soils as a source or sink for radiatively-active gases. In: LAL, R.; KIMBLE, J.; LEVINE, E.; STEWART, B. A., eds. Soil management and greenhouse effect. Boca Raton, CRC Lewis Publishers, 1995. p.17.

LI, Z. A.; PENG, S. L.; RAE, D. J.; ZHOU, G. Y. Litter decomposition and nitrogen mineralization of soils in subtropical plantation forests of Southern China, with special attention to comparisons between legumes and non-legumes. **Plant and Soil**, v. 229, p.105–116, 2001.

LIMA S. F.; CUNHA R. L.; CARVALHO J. G.; SOUZA C. A. Comportamento do paricá (*Schizolobium Amazonicum* herb.) submetido à aplicação de doses de boro, Lavras. **Cerne**, v. 9, n. 2, p. 192-204, 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, 2000. v.1. 352p.

MACIEL, S. M. **Análise espacial do carbono em um fragmento florestal com predominância de *Anadenanthera* sp.** 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MALAVOLTA, E. - **ABC da Adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 256 p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALLQUE, M.A.; KIKATA, Y. **Atlas of Peruvian Woods: National Agrarian University La Molina – Peru e Nagoya**. Niigata : University Japan, 1994.

MANESCHY, R. Q. **Potencial e viabilidade econômica dos sistemas silvipastoris no estado do Pará**. 2008. 152 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém.

MARTINS, J. R. et al. Ação de extratos aquosos de serapilheira de angico vermelho sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de alface. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ECOLOGIA, 3, 2009, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: CLAE, 2009. 1 CD-ROM.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 133-146, 2009.

MACEDO, M. O.; RESENDE, A. S.; GARCIA, P. C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen-fixing trees. **Forest Ecology and Management**, v. 255, p. 1516-1524, 2008.

MAFRA, A. L.; GUEDES, S. F. F.; KLAUBERG FILHO, O.; SANTOS, J. C. P.; ALMEIDA, J. A.; ROSA, J. D. Carbono orgânico e atributos químicos do solo em áreas florestais. **Árvore**, v. 32, n. 2, p. 217-224, 2008.

MELO, C. F. M. de. 1973. **Relatório ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal sobre a Viabilidade do aproveitamento madeireiro do Paricá (*Schizolobium amazonicum*)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 6 p.

MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P.; ALVARENGA, M. I. N.; VIEIRA, F. M.; Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 2461-2470, 2008.

MEURER, E.J., ed. **Fundamentos de química do solo**. 3.ed. Porto Alegre, Evangraf, 2006. 285p.

MONTEIRO, J. M. et al. Teor de taninos em três espécies medicinais arbóreas simpátricas da Caatinga. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 29, n. 6, p. 999-1005, dez. 2005.

MOREIRA, F. G. **Ciclagem de nutrientes em área de restauração de floresta ombrófila densa das terras baixas**. Jerônimo Monteiro: UFES, 2014. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2014.

MORI, C. L. S. O.; MORI, F. A.; MENDES L. M.; SILVA, J. R. M. Caracterização da Madeira de Angico-Vermelho (*Anadenanthera Peregrina* (Benth) Speng) para Confecção de Móveis. **Brasil Florestal**. IBAMA. n. 77, p. 29-36, 2003.

NASCIMENTO, J.T.; SILVA, I.F.; SANTIAGO, R.D. & SILVA NETO, L.F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia. Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 457-462, 2003.

OLIVEIRA, M. E.; LEITE, L. L.; CASTRO, L. H. 2000, Influencia de árvores de baru (*Dipterix a/ata*) e paqui (*Caryocar brasiliense*) no solo sob pastagem de braquiária. En; **International Symposium Soil Fuctioning Under Pastures in Intertropical Areas**, 2000, Brasília. Memórias ... Brasília, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Cerrados) CD-ROM.

OLIVEIRA NETO, S. N.; VALE, A. B.; NACIF, A. P.; VILAR, M. B.; ASSIS, J. B. **Sistema agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 2010. 189p.

PAULA, J. E.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília: Fundação Mokiti Okada – MOA, 1997. 543p.

PAVAN, M. A. Alumínio em solos ácidos do Paraná: relação entre alumínio não-trocável, trocável e solúvel com pH, DTC, porcentagem de saturação de Al e matéria orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 7, n. 1, p. 39-47, 1983.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, European Union, v.11, n.4, p.1633-1644, 2007.

PEREIRA, A. P., MELO, C. F.M. de., ALVES, S. M., 1982. O paricá (*Schizolobium amazonicum* HUBER), características gerais da espécie e suas potencialidades de aproveitamento na indústria de papel e celulose. *Revista Instituto Florestal*. São Paulo. V.16^A, n.2 p.1340-1344,. (trabalho apresentado no congresso sobre essências nativas, São Paulo, set, 1982).

PEZZONI, T; VITORINO, T. A. C; DANIEL, O; LEMPP, B. Influência de *Pterodon emarginatus* Vogel sobre atributos físicos e químicos do solo e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* Stapf em sistema silvipastoril. Lavras: **Cerne**, v. 18, n. 2, p. 293-301, 2012.

PEZZOPANE, J. E. M. et al. Espacialização da temperatura do ar no Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 151-158, 2004.

PIZARRO CABELLO, F. **Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos**. 2. ed. Madrid: Editorial Agrícola Espanhola S. A., 1985. 542 p.

PIZARRO CABELLO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia: goteo, microaspersión, exudación**. 2. ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 1996. 471

PREZOTTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito Santo**. 5. Ed.Vitória:SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. p. 305.

REICHARDT, K.; DOURADO-NETO, D.; TIMM, L.C.; BASANTA, M.V.; CAVALCANTE, L.F.; TERUEL, D.A.; BACCHI, SANTOS, O.O.; TOMINAGA, T.T.; CERRI, C.C. & TRIVELIN, P.C.O. **Management of crop residues for sustainable crop production**. IAEA-TECDOC, v.1354, p.149-169, 2003.

RESENDE, A. S.; CHAER, G. M.; CAMPELLO, E. F. C.; SILVA, A. P.; LIMA, K. D. R.; CURCIO, G. R. Uso de leguminosas arbóreas na recuperação de áreas degradadas. **Tópicos em Ciências do Solo**, Viçosa: SBCS, v. 8, p. 71-92, 2013.

RIBEIRO, P. H. **Matéria orgânica e atributos químicos em solo de tabuleiros costeiros sob diferentes coberturas vegetais**. Jerônimo Monteiro: UFES, 2011. 41

f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES, 2011.

RIZZINI, C.T. 1978. **Plantas do Brasil: árvores e madeira úteis do Brasil, manual de dendrologia brasileira**. Edgard Blücher, São Paulo.

SALVADOR, J. T.; CARVALHO, T. C.; LUCCHESI, L. A. C. Relações cálcio e magnésio presentes no solo e teores foliares de macronutrientes. **A Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 27-32, 2011.

SIDDIQUE, I.; ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A.; LAMB, D.; NARDOTO, G. B.; OMETTO, J. P. H. B.; MARTINELLI, L. A.; SCHIMIDT, S. Dominance of legume trees alters nutrient relations in mixed species forest restoration plantings within seven years. **Biogeochemistry**, Dordrecht, v. 88, n. 1, p. 89-101, 2008.

SILVA, A. B.; LIRA JUNIOR, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FIGUEIREDO, M. V. B.; VICENTIN, R. P. Estoque de serapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 502-511, 2013.

SILVA, J. **Adubação e nutrição**. Agência Embrapa de Informação Tecnológica (AGEITEC). Disponível em: < <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br> >. Acesso em: 08 Dez. 2017.

SILVA, M. G. et al. Estudo anatômico e físico da madeira de *Schizolobium parahyba* var. *Amazonicum* proveniente de povoamentos nativos da Amazônia Oriental. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, v. 44, n. 110, p. 293–301, 2016.

SILVA, R. M. G. et al. Potencial alelopático de extrato etanólico de *Anadenanthera macrocarpa* e *Astronium graveolens*. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 4, p. 632-637, ago. 2010.

SOARES, G. L. G.; SCALON, V. R.; PEREIRA, T. de O.; VIEIRA, D. de A. Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de algumas leguminosas arbóreas brasileiras. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 119-126, 2002.

SOUZA, C. R. de et al. Desempenho de espécies florestais potenciais para plantios na Amazônia Central. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBS: SBEF, 2003. 1 CD-ROM.

SOUZA, D. B.; CARVALHO, G. S.; RAMOS, E. J. A. **Paricá (*Schizolobium amazonicum*) Huber ex Ducke**. Belém: Rede de Sementes da Amazônia, 2005. 2 p. (Informativo Técnico).

TAIZ, L. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3 ed., p. 114-130, 2004.

TEREZO, R. F.; SZÜCS, C. A.; Análise de desempenho de vigas em madeira laminada colada de parica (*Schizolobium Amazonicum* Huber ex. Ducke). **Scientia Forestalis**, v. 38, n. 87, p. 471-480, 2010.

THOMAZINI, L.I. Mycorrhiza in plants of the “Cerrado”. **Plant and Soil**, v. 41, p. 707-711, 1974.

TORTORELLI, L. A. **Maderas y bosques argentinos**. Buenos Aires: Acme, 1956. 910 p.

VIEIRA, A. H.; LOCATELLI, M.; MENDES, A. M.; PEQUENO, P. L. de L.; PACELLI, E. M. Efeito de fósforo e potássio no desenvolvimento de bandarra (*Schizolobium amazonicum* (Hub) Ducke) em solo de baixa fertilidade no Estado de Rondônia. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2005. 3p. (**Comunicado Técnico**, 291).

WANG, F.; LI, Z.; XIA, H.; ZOU, B.; LI, N.; LIU, J.; ZHU, W. Effects of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing tree species on soil properties and nitrogen transformation during forest restoration in southern China. **Soil Science Plant Nutrition Journal**, v. 56, p. 297–306, 2010.

XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicales**, v.25, p.23-26, 2003.

YAMASHITA, N.; OHTA, S.; HARDJONO, A. Soil changes induced by *Acacia mangium* plantation establishment: comparison with secondary forest and *Imperata cylindrica* grassland soils in South Sumatra, Indonesia. **Forest Ecology and Management**, v.254, p.362-370, 2008.