

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

SAMUEL XAVIER NOGUEIRA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE FOLHAS E LIXIVIADOS FOLIARES
DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO E
SEUS EFEITOS SOBRE A GERMINAÇÃO DE *Brachiaria*
brizantha (HOCHST.) STAPP.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2018

SAMUEL XAVIER NOGUEIRA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE FOLHAS E LIXIVIADOS FOLIARES
DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO E
SEUS EFEITOS SOBRE A GERMINAÇÃO DE *Brachiaria*
brizantha (HOCHST.) STAPP.

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

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2018

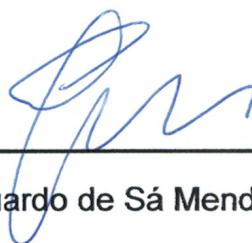
SAMUEL XAVIER NOGUEIRA

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE FOLHAS E LIXIVIADOS FOLIARES DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS SOBRE A GERMINAÇÃO DE *Brachiaria brizantha* (HOCHST.) STAPF.

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.

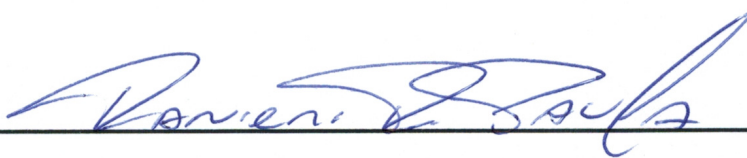
Aprovado em: 10 de Julho de 2018.

COMISSÃO EXAMINADORA



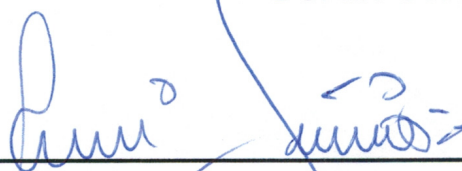
Prof. Dr. Eduardo de Sá Mendonça / Orientador

Produção vegetal/ CCAE-UFES



Pesquisador, Dr. Ranieri Ribeiro Paula / Coorientador

DCFM / CCAE-UFES



Prof. Dr. Ananias Francisco Dias Júnior

DCFM / CCAE-UFES

À Deus que esteve comigo durante toda minha trajetória, me abençoando em cada momento.

Aos meus pais Gilmar e Maria Aparecida por não medir esforços para que eu realizasse um dos maiores sonhos da minha vida e aos meus irmãos Ana Livia e William pelo apoio e amizade de sempre.

Dedico...

*“Se você quer chegar onde a maioria não chega,
faça o que a maioria não faz.”*

Bill Gates

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força e determinação me foram concedidas para realização deste trabalho e por estar comigo em todos os momentos que precisei.

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira por todo o aprendizado, experiência e amizades adquiridas.

À FAPES pela bolsa de estudo e o financiamento da pesquisa via edital CNPq/FAPES 012/2014 DCR (Processo Nº 71416382).

Aos meus pais Gilmar Nogueira Brinate e Maria Aparecida de Lima Xavier Nogueira por cada conselho, apoio, pela confiança e ajuda. Aos meus irmãos William Xavier Nogueira e Ana Lívia Xavier Nogueira pela amizade de sempre e por estarem sempre presente quando precisei.

À minha namorada Eduarda que esteve comigo em todos os momentos que precisei, pelo amor, paciência, compreensão e incentivo.

À minha família de Alegre, Vanessa, Álison, Anna Lara, Larissa, Lucas Mendes, Mariana e Bianca pela companhia, amizade, ajuda e por estarem comigo nos melhores momentos da minha graduação.

À todos meus amigos da turma 2014/1 e agregados pela união desde que começamos a graduação.

Ao Ranieri pela orientação durante todo o trabalho, pela paciência e por estar sempre de prontidão a esclarecer qualquer dúvida em relação ao trabalho.

Ao professor Eduardo de Sá pela orientação e por oferecer todos os recursos quando necessário para realização do trabalho.

À Lenita, Camila e Alexandro pelo auxílio durante as análises de laboratório.

À todos do laboratório de sementes pela ajuda com a montagem e análise do experimento.

Aos meus primos Gustavo e Guilherme pelos rocks, amizade e apoio.

Aos meus tios Fabiana e Washington pela ajuda e por estarem presente em minha vida desde criança.

À todos os professores pelos ensinamentos, incentivos e por me mostrarem que realmente escolhi o curso certo para minha vida.

À todos o meu muito obrigado!

RESUMO

A produtividade de pastagens crescendo no sub-bosque de espécies florestais é associada principalmente aos recursos de crescimento disponíveis, tais como a luz, água e nutrientes. Muitos estudos foram feitos avaliando a ciclagem de nutrientes e a produtividade de árvores e pastagens em sistemas silvipastoris (SSP). No entanto, poucos se propuseram a caracterizar detalhadamente espécies florestais nativas e exóticas indicadas para compor SSP, no que tange os teores de macronutrientes totais e solúveis nas folhas e a presença de compostos secundários. Sabe-se que o potencial alelopático está presente em muitas espécies florestais com potencial econômico. O objetivo deste estudo foi caracterizar quimicamente as folhas e avaliar o efeito de extratos aquosos foliares das espécies *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, *Acacia Mangium* Willd., *Toona ciliata* M. Roemer e *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* sobre a germinação de *Brachiaria brizantha* (Hochst.) Stapf. As espécies angico-curtidor, paricá, cedro-australiano e eucalipto tinham idade de 7 anos e foram amostradas na área da Floresta Piloto, no IFES de Alegre-ES e os indivíduos de acácia se localizam em pastagens ao redor de propriedades rurais na mesma bacia hidrográfica e tem idade desconhecida. Aproximadamente 1 kg de folhas foi coletado por todo terço inferior da copa de quatro árvores. Teores de N, P, K, Ca e Mg totais foram determinados no material vegetal, e os teores solúveis desses elementos foram determinados nos extratos foliares após filtragem das mesmas. A prospecção fitoquímica dos compostos secundários presentes no material foliar de cada espécie arbórea também foi realizada. Extratos aquosos com diferentes concentrações (0, 5, 10 e 20 g folhas moídas por 100 mL de água destilada) foram preparados para cada espécie e aplicados sobre sementes de *B. brizantha* em condições controladas em laboratório em teste de germinação por 15 dias. Os elementos estruturais como N e P foram os que apresentaram menores concentrações nos extratos foliares, e o K foi o elemento com maiores concentrações nos extratos foliares. Na maioria dos nutrientes analisados, o cedro-australiano se destacou entre as outras espécies, tanto para os teores solúveis nos extratos foliares quanto para os teores totais nas folhas secas. Foram encontrados maior presença de constituintes secundários nas espécies leguminosas, alguns deles estão relacionados a funções benéficas para a própria árvore, como os flavonoides. Os testes de germinação foram não conclusivos,

mas importantes indicativos foram encontrados. A germinação da gramínea foi aparentemente pouco influenciada pelos extratos de paricá, e reforçam outros estudos que indicam ausência de efeito alelopático negativo na germinação de gramíneas, sendo uma espécie indicada para a formação de sistemas silvipastoris.

Palavras-chave: sistemas silvipastoris; macronutrientes; alelopatia; compostos secundários.

SUMÁRIO

| | |
|---|------|
| LISTA DE TABELAS | viii |
| LISTA DE FIGURAS | ix |
| 1. INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 1.1. O problema e sua importância | 3 |
| 1.2. Objetivos | 4 |
| 1.2.1. Objetivo geral..... | 4 |
| 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. <i>Acacia mangium</i> | 7 |
| 2.4. <i>Toona ciliata</i> | 8 |
| 2.5. <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>Eucalyptus urophylla</i> | 8 |
| 2.6. Lixiviação de nutrientes a partir das folhas | 9 |
| 2.7. Atividade alelopática | 10 |
| 2.8. Determinação de compostos alelopáticos..... | 11 |
| 2.9. Técnicas adaptadas para testes alelopáticos..... | 12 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 14 |
| 3.1. Área de estudo..... | 14 |
| 3.2. Coleta do material em campo | 16 |
| 3.3. Análises físico químicas do material foliar..... | 18 |
| 3.3.1 Análises de nutrientes totais e solúveis | 18 |
| 3.3.2 Prospecção fitoquímica das folhas | 20 |
| 3.4. Aplicação de extratos sobre a germinação da gramínea | 21 |
| 3.5. Análise dos dados e avaliação do experimento | 22 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 4.1. Características físico-químicas das folhas das espécies em estudo..... | 24 |
| 4.2. Prospecção fitoquímica nos materiais foliares coletados | 28 |
| 4.3. Efeito dos extratos foliares sobre a germinação de <i>B. brizantha</i> | 31 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 35 |
| 6. REFERÊNCIAS | 36 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Espécies analisadas e suas respectivas características na área coletada. | 16 |
| Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão de umidade das folhas coletadas e pH dos extratos foliares de cada espécie em estudo. | 28 |
| Tabela 3 - Resultados da triagem fitoquímica em extrato hidrofílico do material foliar das espécies estudadas através da presença e ausência de constituintes. | 30 |

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - A) Mapa do estado do Espírito Santo, localizando o IFES Campus de Alegre B) Mapa da área de estudo com círculos amarelos onde estão localizados os pontos de coleta dos indivíduos de angico-curtidor, cedro-australiano, paricá e eucalipto 15
- Figura 2** - Áreas utilizadas para coleta do material foliar das espécies angico-curtidor (A), paricá (B), acácia (C), cedro-australiano (D) e eucalipto (E)..... 17
- Figura 3** - Filtragem do material vegetal moído em papel filtro, no laboratório de matéria orgânica do Departamento de Produção Vegetal, CCAE- UFES..... 19
- Figura 4** - Fluxograma representativo das etapas seguidas para análise em laboratório dos macronutrientes totais no material vegetal e solúveis no extrato foliar..... 20
- Figura 5** - Teores totais e solúveis de nitrogênio (a), fósforo (b), potássio (c), cálcio (d) e magnésio (e) em g kg⁻¹ em folhas de árvores de acácia, cedro-australiano, eucalipto, angico-curtidor e paricá 25
- Figura 6** - Porcentagem de germinação de sementes de *B. brizantha* , após 12 dias com adição de água destilada (controle) e três concentrações (m/v) de extrato aquosos (5, 10 e 20 g de por 100 mL de água deionizada) de folhas de acácia, cedro-australiano, eucalipto, angico-curtidor e paricá. Barras de erros indicam desvio padrão da média (n=3). Diferenças entre espécies sobre a germinação da gramínea para cada concentração de extrato são indicadas por letras maiúsculas diferentes. Diferenças entre concentrações de extrato de uma dada espécie sobre a germinação da gramínea são indicadas por letras minúsculas diferentes..... 32
- Figura 7** - Índice de velocidade de germinação de sementes de *B. brizantha* após 12 dias com adição de água destilada (controle) e três concentrações (m/v) de extrato aquosos (5, 10 e 20 g de por 100 mL de água deionizada) de folhas de acacia, cedro-australiano, eucalipto, angico-curtidor e paricá. Barras de erros indicam o desvio-padrão da média (n=3). Diferenças entre espécies sobre a velocidade de germinação da gramínea para cada concentração de extrato são

indicadas por letras maiúsculas diferentes. Diferenças entre concentrações de extrato de uma dada espécie sobre a velocidade de germinação da gramínea são indicadas por letras minúsculas diferentes33

Figura 8 - Tempo médio de germinação de sementes de *B. brizantha*, sob o efeito de concentrações dos extratos aquosos de folhas de acacia, cedro-australiano, eucalipto, angico-curtidor e paricá.34

1. INTRODUÇÃO

Desde 1999 várias organizações como a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação se preocupam com a insustentabilidade da pecuária extensiva, devido a população humana crescente, a qual pode afetar a segurança alimentar de toda América Latina (SÁNCHEZ e MÉNDEZ, 1999). Porém no Brasil, o baixo padrão tecnológico da pecuária bovina extensiva tem como consequência, a insustentabilidade do sistema, e o frequente avanço sobre as áreas naturais (DIAS-FILHO, 2011).

De acordo com o relatório “Estado das Florestas no Mundo” lançado pela FAO (2016), a expansão de pastagens causou perdas de pelo menos um terço das florestas em seis países analisados na América Latina. No Brasil mais de 80% do desmatamento esteve ligado à conversão de terras em pastagens. Todavia, a partir de 2015 políticas de desenvolvimento sustentável vem reduzindo este número. Modelos produtivos e mais sustentáveis que se adequam a realidade de pequenos agricultores tem sido implementados. Os sistemas silvipastoris (SSP) por atrelar o cultivo de árvores e pastagens para criação de animais podem substituir os sistemas de pastoreio convencionais e reduzir a expansão pecuária sobre áreas naturais (DANIEL et al., 1999; LOPÉZ-DÍAS et al., 2009).

Entre as pastagens usadas para alimentação animal nas regiões tropicais, espécies de gramíneas de origem africana como espécies do gênero *Brachiaria* se destacam (VALLE et al., 2009). A espécie *B. brizantha* é uma das mais usadas por possuir características vantajosas como resistência a pragas, bom valor forrageiro, alta produção de massa verde, alta produção de sementes viáveis (NUNES et al., 1984), além de serem tolerantes ao sombreamento sendo indicadas para o consórcio com espécies arbóreas (OLIVEIRA et al., 2007).

Para seleção de espécies arbóreas a serem implantadas nos SSP deve-se optar por espécies adaptadas ao clima e solo locais e que apresentem características que favoreçam a coexistência e a produtividade de espécies crescendo no sub-bosque (GEA-IZQUIERDO et al., 2009; BROOM et al., 2013). Para alguns autores (CARVALHO et al., 2002; BERNARDO et al., 1998; MACEDO et al., 2006) recomenda-se que as espécies usadas em sistemas silvipastoris apresentem cobertura de dossel adequada além da possibilidade de uma fonte de renda extra para o sistema. Além

dessas características, o aporte de nutrientes a partir da serapilheira, sobretudo a foliar, influenciam na disponibilidade de nutrientes para o sub-bosque. Os nutrientes contidos na serapilheira são disponibilizados a partir da decomposição do material recém aportado e da mineralização da matéria orgânica. Além disso, uma parte dos nutrientes podem ser rapidamente disponibilizados após a lavagem das folhas pela água das chuvas e rapidamente absorvidos pelos vegetais (EATON et al., 1973; LIMON et al., 2018).

Pesquisas vêm testando diferentes espécies arbóreas, tais como leguminosas nativas e exóticas fixadoras de nitrogênio (DIAS et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2009; LEITE et al., 2010) e outras espécies nativas e exóticas cuja madeira tem uso e mercado conhecido (ANDRADE et al., 2003; MACEDO et al., 2006; RADOMSKI & RIBASKI, 2009) para compor sistemas silvipastoris. Entre as espécies leguminosas, tem-se como exemplo o angico (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg) que é uma espécie fixadora de nitrogênio, caducifólia, tolerante a climas secos e quentes, que pode ser utilizada para o sombreamento de pastagens, em plantios puros ou mistos (CARVALHO, 2003). Outro exemplo é o paricá, (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) (GALEÃO et al., 2005) que é uma espécie leguminosa não fixadora de nitrogênio, caducifólia de rápido crescimento e com copa pouco densa (FLORA DO BRASIL, 2017), o qual apresenta bom desempenho em plantios homogêneas e em consórcio implantados em diferentes condições edafoclimáticas (CORDEIRO, 1999). Um terceiro exemplo é a acácia (*Acacia Mangium* Willd.) que é uma leguminosa exótica capaz de fixar nitrogênio, perenifólia (VEIGA et al., 2000), com ótima adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras, destacando-se em programas de recuperação de áreas degradadas (DIAS et al., 1994). Além das espécies leguminosas, espécies exóticas como o cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer), que é uma espécie cuja madeira possui alto valor de mercado, caducifólia, de crescimento rápido e apresenta grande potencial para silvicultura comercial, (ARES & FOWNES, 2000, LORENZI, 2003). As espécies e híbridos de eucalipto (*Eucalyptus* spp.), também exóticas, perenifólias e se destacam pelo grande potencial de uso nesses sistemas por possuírem rápido crescimento em diferentes habitats, elevado rendimento econômico e diversas aplicações (MACEDO et al., 2010).

Entretanto, diversas espécies florestais possuem capacidade de produzir substâncias químicas ligadas a mecanismos de defesa e sobrevivência (RICE, 1984).

Essas substâncias são metabólitos bioativos (aleloquímicos) oriundos do metabolismo secundário (ALVES et al., 2004) que apresentam atividades alelopáticas. A alelopatia é considerada uma forma de interação química entre vegetais, desempenhando uma função importante em diversos ecossistemas (FAVARETTO et al., 2018). Assim como qualquer efeito direto e indireto, inibitório ou estimulante, que uma planta ou microrganismos, exerce sobre outro organismo, ocorrem através da produção de substâncias químicas também chamados de aleloquímicos, compostos alelopáticos ou fitotoxinas liberadas no ambiente (RICE, 1984). Considerando esse efeito alelopático de metabólitos secundários, é possível reconhecer que taninos, alguns flavonoides e ácidos fenólicos, são os compostos alelopáticos mais encontrados em espécies vegetais e principais responsáveis pela inibição de crescimento de outras plantas (HARBORNE, 1993). Para determinação desses compostos geralmente utilizam-se técnicas como a cromatografia líquida de alta eficiência (High performance liquid chromatography - HPLC) (DEGANI et al., 1998), e prospecções fitoquímicas (MATOS, 1997; RODRIGUES, 2010).

As etapas mais afetadas negativamente pela ação de compostos e metabólitos alelopáticos são a germinação das sementes e o crescimento das plantas (RICE, 1984; CHON e KIM, 2004). Estas substâncias podem estar envolvidas em complexos processos ambientais de ecossistemas naturais ou manejados. A produtividade de agroecossistemas pode ser determinada pela atividade alelopática de aleloquímicos liberados no meio (CHOU, 1999). A avaliação de plântulas subordinadas a efeitos alelopáticos é considerada uma forma valiosa e qualitativa, uma vez que aleloquímicos podem induzir ao aparecimento de plântulas anormais, sendo o efeito mais comum no sistema radicular (YMAGUSHI, 2011).

1.1. O problema e sua importância

A conversão das florestas tropicais para pastagens e agricultura mal manejadas está entre as principais causas das mudanças climáticas globais (FAO, 2016). Os sistemas silvipastoris surgem como alternativa aos monocultivos de pastagem para aumentar a fixação do carbono atmosférico e a sustentabilidade da atividade pecuária. Entretanto, poucos estudos têm realizado a caracterização química de folhas de espécies florestais indicadas para compor SSP no que tange os teores de macronutrientes totais e solúveis, a presença de compostos secundários com potencial alelopático, bem como os efeitos dos extratos foliares sobre a germinação

de gramíneas. Árvores indicadas para compor SSP podem promover a nutrição e o crescimento das gramíneas sem causar prejuízos por meio de suas funções vitais como assimilação de nutrientes, crescimento, fotossíntese, respiração, permeabilidade da membrana celular, atividade enzimática e síntese de proteínas (PERIOTTO et al., 2004). Estudos atuais demonstram o efeito alelopático de espécies arbóreas em várias culturas (BORELLA e PASTORINI, 2009, YMAGUSHI et al., 2011, FERRAZ et al., 2014, FERNANDEZ et al., 2016), entretanto há poucas informações sobre esse efeito em espécies arbóreas sobre forrageiras.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Caracterizar quimicamente as folhas e avaliar o efeito de extratos aquosos foliares das espécies *Anadenanthera pregrina*, *Schizolobium parahyba var. amazonicum*, *Acacia mangium*, *Toona ciliata* e o híbrido de *E. grandis x E. urophylla* sobre a germinação de *Brachiaria brizantha*.

1.2.2 Objetivos específicos

Determinar o pH, as concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio presente nas folhas e nos extratos aquosos das espécies florestais utilizadas.

Detectar a presença de compostos secundários com potencial alelopático nas folhas das espécies florestais.

Avaliar o efeito de diferentes concentrações dos extratos foliares sobre a germinação e desenvolvimento de sementes de *Bachiaria brizantha* em condições controladas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Anadenanthera peregrina*

O angico-curtidor (*Anadenanthera peregrina* (L) Speg.), também conhecido popularmente como angico-do-cerrado e angico-vermelho é uma leguminosa arbórea, caducifólia, pioneira, que possui copa ampla e pertence à família Fabaceae. Sua 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 relação ao solo (CARVALHO, 2003). Ocorre especialmente em Florestas Estacionais na América do Sul (SILVA, 2010) nas formações primárias e secundárias, tanto em solos pedregosos e arenosos como em argilosos, desde que sejam bem drenados. Apresenta expressiva regeneração natural, crescimento de moderado a rápido (CARVALHO, 2003) podendo atingir, sem nenhum melhoramento, produtividades de até 17 m³ ha⁻¹ aos 4 anos de idade com espaçamento 3x2 m (SOUZA, 2018).

A espécie apresenta grande dispersão por todo o território brasileiro, ocorrendo nos estados de Tocantins, Goiás, Bahia, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Mato Grosso e Mato grosso do Sul, e principalmente na mata semidecídua (LORENZI, 2002). Possui casca rugosa e pouco partida, nelas são encontrados taninos utilizados no curtimento de couro e produção de fármacos (TORTORELLI, 1956; MONTEIRO et al., 2005). Florescem durante os meses de setembro a outubro, geralmente com a planta destituída de folhagem (LORENZI, 2002).

De acordo com estudo realizado por Dias et al. (2007) para prospecção de potenciais espécies para sistemas silvipastoris destacaram-se espécies da família botânica Leguminosae, incluindo *Anadenanthera peregrina*, que foram selecionadas devido seus valores de altura e raio de copa encontrados. Carvalho et al. (1994) estudaram o efeito de *A. peregrina* sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem de pastagens cultivadas com as gramíneas *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*. Porém não houve diferença significativa da presença das árvores sobre a disponibilidade de forragem, mas as concentrações de nitrogênio nas folhas das gramíneas e na serapilheira foram sempre maiores debaixo da copa das árvores do que a pleno sol.

O gênero *Anadenanthera* destaca-se das demais espécies nativas com características favoráveis ao reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, como fonte de madeira para construção civil, produção de carvão e produtos florestais

não madeireiros, devido ao seu crescimento relativamente rápido e grande capacidade de regeneração natural (MACIEL, 2012).

2.2. *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*

A espécie pertence à família Fabaceae (Leguminosae Caesalpinioideae) conhecida vulgarmente como paricá, pinho-cuiabano, guapuruvu. Com ampla distribuição geográfica em altitudes de até 800 m. Existem duas variações conhecidas da espécie *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake que estão geograficamente distribuídas no Brasil, sendo a var. *amazonicum* encontrada nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre, e a var. *parahyba* é encontrada na Mata Atlântica (Santa Catarina a Bahia) (ZOLET, 2009). Árvore natural de florestas primária e secundária tanto em solos de terra firme como em várzea alta (DUCKE 1939; PEREIRA et al., 1982).

Árvore semicaducifolia podendo alcançar até 40m de altura e 300cm de diâmetro a altura do peito (DAP). É uma espécie heliófila, demanda de bastante luz para um rápido crescimento (ZOLET, 2009), apresenta bom desempenho em consórcios implantados em diferentes condições edafoclimáticas. Geralmente, o paricá responde bem à maioria das práticas silviculturais, no entanto, a espécie pode apresentar grande variação no incremento, tanto em altura como em diâmetro, dependendo das condições de preparo de área e condições de plantio, do espaçamento utilizado, manejo e condições ambientais (CORDEIRO, 1999). Possui características silviculturais amplamente favoráveis como fuste reto, desrama natural, fácil obtenção de sementes. No entanto, pode ser afetado por danos causados através de ventos fortes, principalmente, nos estágios iniciais de desenvolvimento, causando a quebra do fuste (MELO, 1973).

Segundo Maneschy (2008) o paricá é uma das espécies arbóreas mais utilizada nos sistemas silvipastoris na região amazônica. De acordo com Souza et al. (2003) em estudo realizado no Município de Manaus (AM), o paricá foi a espécie nativa que apresentou o melhor desempenho, atingindo valores médios de DAP, altura e IMA (incremento médio anual) em volume comparáveis ao de espécies exóticas avaliadas no mesmo experimento. Para Dias-Filho (2006), outra característica desejável é a ausência ou o baixo potencial invasivo para evitar a propagação excessiva da árvore na pastagem ou a sua invasão para áreas vizinhas e uma das espécies que preenchem esse requisito é o paricá. A espécie é indicada,

também, na restauração de ambientes ripários em locais não sujeitos a inundação (CARVALHO, 2007).

2.3. *Acacia mangium*

A espécie *Acacia mangium* Wild, da família leguminosae, ocorre naturalmente no Sudoeste de Nova Guiné, apresenta características como rusticidade, rápido crescimento, elevada produção de biomassa e madeira de boa qualidade para produção de carvão, possui boa adaptação em solos e clima brasileiros (YARED et al., 1988; FERREIRA et al., 1990).

Na fase de formação de mudas, de acordo com Dias et al. (1991) não observaram resposta da acácia quanto a calagem do solo, demonstrando que a planta apresenta baixa exigência de Ca e Mg. Espécie que apresenta características como grande produção de sementes, floração abundante, crescimento inicial rápido, baixa demanda de nutrientes, tolerância ao estresse hídrico, fixação de nitrogênio, acúmulo de fósforo nas folhas e boa capacidade de rebrota (TONINI et al., 2010).

Para Pedreira et al. (2014) a *A. mangium* apresenta características apropriadas para o estabelecimento de sistemas silvipastoris como o crescimento rápido, que possibilita o acesso animal às pastagens em um curto período de tempo; o fato de ser espécie forrageira, o que significa que apesar de não possuir alto valor nutritivo, pode suplementar a dieta animal, principalmente em períodos de escassez; o fato de ser perenifólia, mantendo-se verde na época seca, o que garante sombra; o fato de ter boa capacidade de rebrota e ter múltiplos usos, podendo ser utilizada de acordo com as necessidades do produtor. Entretanto, Carvalho et al. (1999) citam algumas desvantagens da espécie, entre elas o fato de que a arquitetura de copa não é a mais indicada, por ser densa e com ramificações baixas. Porém, afirmam que podem ser efetuadas desramas que aumentam a altura do fuste e a qualidade da madeira e adotados espaçamentos mais amplos, buscando não prejudicar a pastagem por excesso de sombreamento.

Na recuperação de solos em áreas degradadas, a incorporação da matéria orgânica proporcionada pelos plantios de *A. mangium* aumenta a atividade microbiana e a macrofauna do solo, fazendo com que melhore a ciclagem de nutrientes e o estabelecimento de espécies secundárias. Dessa forma, o potencial de decomposição do material vegetal das espécies pioneiras a serem utilizadas no processo de recuperação de uma área degradada tem grande importância (TONINI,

2010).

2.4. *Toona ciliata*

A espécie *T. ciliata*, vulgarmente conhecida como cedro-australiano, é uma espécie florestal exótica, da família Meliaceae. O gênero *Toona* destaca-se pelo seu rápido crescimento e potencial produtivo, está entre os gêneros pertencentes à subfamília Swietenioideae, que engloba as mais valiosas espécies de árvores das florestas tropicais (BYGRAVE e BYGRAVE, 2005). A madeira apresenta densidade moderada e ampla utilização, como por exemplo, na construção de mobílias de luxo e embarcações, na produção de compensados, e utilizada na extração de taninos e de substâncias de uso na produção de inseticidas e de essências para a indústria de perfumaria, cosméticos e medicamentos (WORLD AGROFORESTRY CENTRE, 2009).

Em trabalho realizado por Nieri et al. (2018) na avaliação de espécies florestais em arranjo para integração pecuária floresta, foi possível observar que houve menor sobrevivência de *T. ciliata*, o que pode estar relacionado às condições de baixa fertilidade do solo, já que a espécie apresenta maior exigência nutricional. Dessa forma, deficiência nutricional em solos para plantio de cedro, pode vir a limitar o crescimento em altura e diâmetro do colo das mudas, conseqüentemente sendo necessário um incremento no consumo de fertilizantes (LOCATELLI et al., 2007). O cedro-australiano é também uma espécie importante na recuperação florestal de áreas degradadas e de matas ciliares, onde não ocorrem inundações (DURIGAN, 2002).

2.5. *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*

O gênero *Eucalyptus* é representado por árvores com elevada taxa de crescimento, forma retilínea do fuste, plasticidade, desrama natural e madeira com diferenças nas propriedades tecnológicas, e capacidade de se adaptar as variadas condições de uso (OLIVEIRA et al., 1999).

O Eucalipto urograndis é um híbrido criado no Brasil, com o cruzamento do *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. A primeira plantação com Eucalipto urograndis foi no Estado do Espírito Santo em 1979, mas foi na década de 1990 que esse híbrido estimulou o ritmo de crescimento florestal, assim

como uma floresta plantada mais homogênea e de melhor qualidade (LOPES, 2008). Segundo Carvalho (2000), com o cruzamentos destas duas espécies objetivou-se conseguir plantas com rápido crescimento (*E.grandis*) com um acréscimo da densidade da madeira, melhorando o rendimento e propriedades físicas da celulose (*E. urophylla*).

Híbridos de eucalipto se destacam em sistemas silvipastoris onde a atividade principal é a pecuária, e a escolha pelo componente florestal deve considerar espécies para múltiplo uso. Essas espécies apresentam boa adaptação às condições edafoclimáticas, crescimento rápido com fuste alto e copa não muito densa, e madeira com características desejáveis para os segmentos de celulose e moveleiro. As práticas de desbaste seletivo ou sistemático podem ser utilizadas na condução das árvores, principalmente, em sistemas agroflorestais onde é necessária uma taxa considerável de radiação no sub-bosque. (CACAU et al., 2008; ALMEIDA, 2010).

Em estudo realizado por Cunha Neto et al. (2013), dentre as espécies analisadas o Eucalipto urograndis foi uma das espécies que apresentaram maior recobrimento do solo pela serapilheira aportada e consequente maior proteção do mesmo. Além de apresentar decomposição da serapilheira mais acelerada, o que evidencia a melhor eficiência dessa espécie no processo de ciclagem de nutrientes e incorporação de matéria orgânica ao solo. Muitas espécies de eucalipto crescem relativamente bem em solos de baixa fertilidade, por serem eficientes na utilização de nutrientes (REIS et al., 1989), porém algumas delas podem apresentar efeitos alelopáticos sobre várias culturas (YMAGUSHI et al., 2011; CARVALHO et al., 2015).

2.6. Lixiviação de nutrientes a partir das folhas

Para alguns autores a lixiviação de nutrientes pelas folhas é considerado como o primeiro passo da decomposição, desempenhando um papel importante neste processo (PRESCOTT 2005; MAHMOOD et al., 2014). Lambers et al. (2008) mencionou que os nutrientes monovalentes são lixiviados mais facilmente do que nutrientes bivalentes. Nutrientes que são liberados durante a fase de lixiviação influenciam diretamente na população de micróbios auxiliando positivamente no processo de decomposição (PRESCOTT, 2005).

A taxa de lixiviação pode variar entre as espécies, pois elas têm diferentes estratégias de crescimento e desenvolvimento, e podem alocar nutrientes de maneira diferente (MARSCHNER 1995; MAHMOOD et al. 2009). A variabilidade de lixiviação

entre espécies e elementos também foi relatado por Hagen-Thorn et al. (2006). Para Monk (1966), a lixiviação de nutrientes a partir de folhas verdes deveria ser menor se comparado com a lixiviação a partir de folhas senescentes, sendo associado à características físicas e químicas como a textura foliar, teor de lignina e outros componentes (HAVIS, 1971). Entretanto, grandes perdas por lixiviação podem ocorrer em florestas caducifólia devido à períodos de liberação e absorção de nutrientes não estarem em sincronia (MONK, 1966). O processo de lixiviação funciona como uma forma de contribuição através da fonte de nutrientes prontamente disponível auxiliando na associação com culturas agrícolas. O lixiviado foliar contribui para garantir a sustentabilidade e fertilidade do solo, e fornecer nutrientes essenciais para plantas crescimento, reduzindo o uso de fertilizantes químicos, especialmente em práticas agroflorestais (LIMON et al., 2018).

2.7. Atividade alelopática

Existem diversos conceitos para definição de alelopatia e, segundo Medeiros (1990), citado por Piña Rodrigues e Lopes (2001), esse termo foi criado em 1937, com a junção das palavras gregas alléton (mútuo) e pathos (prejuízo) e entende-se pela capacidade que as plantas têm de afetar a germinação e desenvolvimento de outras, através de substâncias que são liberadas na atmosfera ou no solo. A alelopatia é considerada um importante mecanismo ecológico capaz de influenciar sejam ecossistemas naturais ou manejados, assim como na sucessão vegetal primária e secundária, abrangendo todos os estágios sucessionais (REIGOSA et al. 1999).

Nos dias atuais, o conceito mais aceito para o termo alelopatia é de que qualquer processo que envolva metabólitos secundários ou também chamados de aleloquímicos que são produzidos por plantas, algas, bactérias e fungos podem influenciar no crescimento e desenvolvimento da agricultura e nos sistemas biológicos (INTERNATIONAL ALLELOPATHY SOCIETY, 1996). Especula-se que aleloquímicos são liberados dos vegetais de várias formas, o que inclui exsudatos de raízes, substâncias químicas lixiviadas pela água da chuva ou volatizadas de tecidos vegetais vivos ou mortos (GUREVITCH et al., 2009). Os métodos de ação de compostos alelopáticos podem ser encontrados através de ações indiretas, onde inclui-se modificações nas propriedades do solo e suas condições nutricionais ou diretas que ocorre quando o

aleloquímico se liga as membranas da planta receptora ou penetra nas células, afetando diretamente o seu metabolismo (FERREIRA e BORGHETTI, 2004).

A ocorrência de atividade alelopática de espécies florestais indicadas para uso em sistemas silvipastoris sobre espécies de gramíneas tropicais tem sido pouco estudada (SOUZA FILHO, 1998; CARVALHO et al., 2015). Efeitos alelopáticos podem estar associados com a redução da biomassa de *Brachiaria brizantha* em plantios de *A. peregrina* em comparação com plantio de *Scizolobium parahyba* (CAMPANHARO, 2017).

Estudos atuais indicam que extratos aquosos de diversas espécies florestais, entre elas, espécies de *Eucalyptus*, *Schizolobium*, *Anadenanthera*, podem afetar a germinação outras espécies (YMAGUSHI et al., 2011; MENDONÇA, 2015). Para Bhatt et al. (2001) o mal crescimento de sub-bosque na ausência de competição por luz, água ou nutrientes sugere que o fator significativo para suprimir o crescimento de algumas plantas no sub-bosque de um sistema agroflorestal é a alelopatia.

2.8. Determinação de compostos alelopáticos

Sabe-se que a alelopatia está envolvida em diversas interações bioquímicas entre as plantas. Levando em consideração o efeito alelopático causado por metabólitos secundários, é possível observar que terpenóides, principalmente terpenos e sesquiterpenos presentes nas frações voláteis, além dos compostos fenólicos, são os principais responsáveis pela inibição do crescimento de outros vegetais (HARBORNE, 1993; FERREIRA e AQUILA, 2006; BORELLA e PASTORINI, 2009;).

Podem existir diversas substâncias alelopáticas como: ácidos orgânicos solúveis em água; lactonas simples insaturadas; ácidos graxos de cadeia longa; poliacetilenos; naftoquinonas; antroquinonas; quinonas complexas; fenóis simples; ácido cinâmico e derivados; flavonóides; taninos; terpenóides; esteróides; aminoácidos e polipeptídeos; alcalóides; cumarinas; purinas; álcoois e nucleosídeos (RICE, 1984, ALMEIDA, 1988, MALHEIROS e PERES, 2001)

Para estudos de metabólitos secundários vegetais, diversas amostras contêm compostos polares e não-voláteis, dessa forma a cromatografia líquida combinada com um detector de UV-Vis, é um dos sistemas recomendados para isolamento e detecção dos metabólitos de interesse. Para isso, a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) é uma técnica analítica que compreende uma grande variedade de

modos de separação (MARASCHIN e VERPOORTE, 2001), como na alta exatidão na determinação de ácidos orgânicos presentes em cada material.

Todavia, a prospecção fitoquímica é uma técnica que busca a explicação e registro dos constituintes que resultam do metabolismo secundário dos vegetais, através do isolamento e elucidação de estruturas moleculares tendo como objetivo conhecer os compostos químicos das espécies vegetais e avaliar sua presença nos mesmos, identificando grupos de metabólitos secundários relevantes e de interesse popular (Simões et al., 2004).

A investigação dos extratos obtidos através da prospecção, tanto da madeira quanto da casca, sementes e folhas das plantas pode conduzir à caracterização e isolamento de metabólitos com atividades biológicas e a novos materiais para a indústria de cosméticos, alimentícia, madeireira entre outras aplicações. A primeira etapa dos estudos químicos com vegetais envolve a prospecção fitoquímica dos extratos quanto à presença dos grupos ou classes de metabólitos mais relevantes, o que compreende as etapas de isolamento, elucidação estrutural e identificação (BARBOSA, 2013).

2.9. Técnicas adaptadas para testes alelopáticos

Os componentes aleloquímicos podem estar presentes em diferentes órgãos das plantas e quando em interação com outras, as funções biológicas mais prejudicadas nos vegetais são, entre outras, o crescimento, atividade fotossintética, germinação e desenvolvimento radicular (FERREIRA; BORGHETTI, 2004; PERIOTTO et al., 2004). O método mais comum para determinar o potencial alelopático de uma planta é o estudo do efeito do extrato vegetal sobre sementes ou plântulas de espécies alvo (ZENG et al., 2010).

Na avaliação do potencial alelopático de plantas uma das principais variáveis de avaliação é a germinação e as sementes testes utilizadas devem ser de boa qualidade (RICE, 1984). Ymagushi et al. (2011) relatam que extratos aquosos de determinada espécie vegetal podem ser obtidos através de concentrações de material vegetal e água previamente determinados, filtrados e submetidos a bioensaios de germinação da espécie alvo em placas de petri, sob condições adequadas de armazenamento, avaliando-se diferentes variáveis como índice de velocidade de germinação e comprimento de raízes sob diferentes concentrações dos extratos.

No entanto para Orr et al. (2005) o uso de extratos é apenas uma das várias maneiras de se explorar potenciais efeitos alelopáticos, outras técnicas poderiam ser úteis para avaliação da alelopatia em diferentes estágios de vida da planta alvo. Uma das principais críticas ao uso de extratos sobre a germinação de sementes é a limitação de relevantes interações ecológicas nas comunidades tanto de plantas como do solo que ocorrem no ambiente natural, e que podem vir a afetar o efeito de substâncias alelopáticas (INDERJIT, 2001), uma situação diferente da observada com extratos obtidos a partir de materiais moídos ou macerados em laboratório com aplicação dos extratos diretamente sobre as sementes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Área de estudo

Árvores de angico-curtidor, paricá, cedro-australiano e eucalipto usadas no estudo fazem parte do projeto “Floresta Piloto” localizado na área do Instituto Federal do Espírito Santo, Campus de Alegre, ES, (coordenadas 20°45'56.3"S 41°27'32.9"W) (Figura 1). Árvores de acácia usadas na pesquisa se localizam em pastagens ao redor de propriedades rurais na mesma bacia hidrográfica, dentro de um raio de 5 km da área da floresta piloto, e são provenientes de regeneração natural com idade desconhecida.

O clima da região enquadra-se no tipo Aw (estação chuvosa no verão e seca no inverno), seguindo a classificação de Köppen-Geiger, com 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., 2013). Os solos predominantes na região são Latossolo Vermelho Amarelo, Argissolo Vermelho Amarelo, Cambissolo, e Neossolo Litólico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006). O relevo da região é ondulado a montanhoso com altitude média de 150 m.

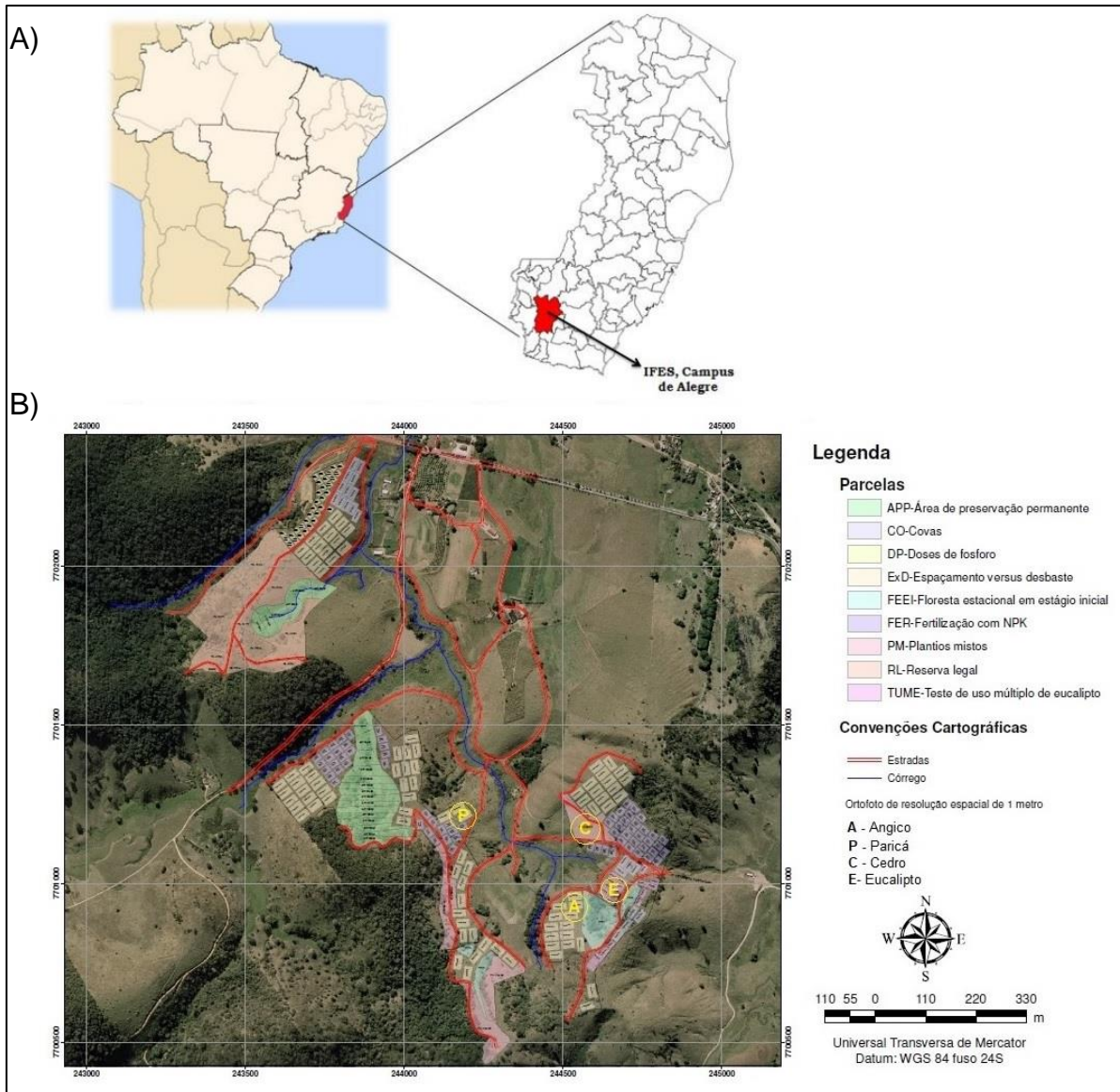


Figura 1 - A) Mapa do estado do Espírito Santo, localizando o IFES Campus de Alegre B) Mapa da área de estudo com círculos amarelos onde estão localizados os pontos de coleta dos indivíduos de angico-curtidor, cedro-australiano, paricá e eucalipto. Fonte: Faria (2012), IFES- Alegre- ES (2011), adaptado pelo autor.

Antes do plantio das mudas, o solo da área era utilizado para cultivo de pastagem com predominância da espécie *Brachiaria brizantha* durante pelo menos 40 anos. A pastagem era destinada a criação de gado e não recebia adubações e calagens para correção de pH e fertilização do solo. O plantio foi realizado em covas e todas as árvores, exceto árvores de acácia, receberam a mesma adubação de plantio, com 220 g de NPK 06-30-06 + 0,2% de micronutrientes (0,2% B; 0,2% Cu; 0,2% Zn). A manutenção do plantio da floresta piloto foi realizada até 1 ano de idade com uso de roçadas, coroamento das mudas e controle de formigas cortadeiras.

3.2. Coleta do material em campo

Foram selecionadas quatro árvores por espécie para as coletas de folhas (Tabela 1). Para seleção das árvores foram levadas em consideração a sanidade das árvores como por exemplo copa bem formada, tronco e folhas saudáveis sem a presença de pragas e doenças, além de estarem localizadas sob similar condições de radiação solar (Figura 2).

Tabela 1 - Espécies analisadas e suas respectivas características na área coletada.

| Espécie | Sistema de cultivo | Idade | Diâmetro a 1,3 m de altura (cm) | | | |
|-------------------|-------------------------------|--------|---------------------------------|------|------|------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Angico-curtidor | Plantio homogêneo | 7 anos | 14,2 | 10,2 | 11,3 | 14,1 |
| Paricá | Plantio homogêneo | 7 anos | 19,3 | 24,7 | 19,4 | 19,4 |
| Acácia | Árvores dispersas em pastagem | ---- | 24,6 | 14,6 | 13,3 | 15,6 |
| Cedro australiano | Plantio misto | 7 anos | 19,8 | 19,9 | 21,8 | 14,6 |
| Eucalipto | Plantio homogêneo | 7 anos | 15 | 13,5 | 16,5 | 14,6 |

Fonte: O autor.



Figura 2 - Áreas utilizadas para coleta do material foliar das espécies angico-curtidor (A), paricá (B), acácia (C), cedro-australiano (D) e eucalipto (E).
Fonte: O autor.

A coleta do material foliar foi realizada com auxílio de um podão. Foram amostradas todas as folhas a partir de galhos distribuídos no extrato inferior da copa de cada indivíduo. A coleta das folhas no extrato inferior da copa foi preferida pela facilidade de padronizar as coletas devido à altura das árvores de eucalipto, cedro-australiano e paricá (> 15 m em média), e por serem as primeiras folhas a senescer. As folhas foram separadas dos ramos manualmente, removendo-se a folha inteira inclusive com o pecíolo, perfazendo aproximadamente 1 kg de folhas por árvore. As

folhas foram armazenadas em sacos de coleta e identificadas, e levadas diretamente para geladeira do Herbário VIES no Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM) na Universidade Federal do Espírito Santo, a temperatura de 5°C.

3.3. Análises físico químicas do material foliar

3.3.1 Análises de nutrientes totais e solúveis

Foram separados aproximadamente 50 g do material foliar de cada indivíduo, pesando em balança analítica e armazenados em sacos de papel para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 60 °C por 72 horas para obtenção da massa seca estável onde foi determinado o peso seco. Posteriormente a secagem, o material foi triturado em moinho do tipo Willey e levado para análise dos macronutrientes totais. As análises dos teores totais de nitrogênio (N) foram feitas de acordo com Tedesco (1985) e Mendonça e Matos (2005) no laboratório de Matéria Orgânica do Departamento de Agronomia e os demais nutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) seguindo a metodologia de Carmo et al. (2000) no laboratório de Recursos Hídricos e Solos do DCFM .

Para determinação do N total o material vegetal foi submetido a solubilização sulfúrica utilizando-se amostras de 0,3 g do material vegetal em tubos de digestão de 100 ml adicionando-se 1 ml de H₂O₂ (30%) e 2,0 ml de H₂SO₄ concentrado, deixando esfriar de 10 a 15 minutos. Posteriormente, foi adicionado 0,7 g de mistura de digestão e levado para o bloco digestor elevando a temperatura a 250° mantendo-se por 20 a 15 minutos, e depois disso para 350°C até clarear a solução sendo mantido a mesma temperatura por duas horas. Após esfriar foram adicionados 5 ml de água agitando-as manualmente. Posteriormente, os tubos de digestão foram conectados ao destilador Kjeldahl adicionando-se vagarosamente 10 ml de NaOH 10 mols L⁻¹ sendo destilado na presença de 5 ml de ácido bórico. Foram coletados 35 ml do destilado e titulou-se com HCL 0,02 mol L⁻¹, para posterior observação do seu ponto de viragem.

Para a determinação dos nutrientes P, K, Ca e Mg, foi realizada digestão nítrica do material vegetal, utilizando-se 0,3 g do material moído e 10 ml de HNO₃. O material foi levado para digestão em forno de micro-ondas, modelo Mars, em tubos de teflon sob pressão, hermeticamente fechados, atingindo a temperatura de 200°C, permanecendo por 10 minutos. O P foi determinado por fotolorímetro (molibdato de amônio e ácido ascórbico) e o K por fotometria de emissão de chama. O Ca e Mg foram determinados por espectrometria de absorção atômica.

Os teores de nutrientes solúveis foram determinados para cada árvore e espécie a partir de extratos foliares. Para tal, foram separados 10 g de folhas previamente moídas e secas, e depositadas em filtro de papel de filtração rápida, do tipo Quanty com 28 μm de porosidade, sendo cada amostra filtrada adicionando 100 ml de água destilada (Figura 3). Os extratos gerados após a filtração foram armazenados em geladeira a 5°C, até o momento das análises químicas, em no máximo 3 dias.



Figura 3 - Filtragem do material vegetal moído em papel filtro, no laboratório de matéria orgânica do Departamento de Produção Vegetal, CCAE- UFES.

Fonte: O autor.

As análises dos teores solúveis de N, P, K, Ca e Mg dos extratos foliares foram feitas de acordo com Mendonça e Matos (2005). O N foi determinado a partir da solubilização sulfúrica, sendo utilizados 10 ml do extrato de cada espécie, seguindo a mesma metodologia de análise do material vegetal citado anteriormente. Porém para digestão no bloco digestor o peróxido de hidrogênio foi adicionado aos poucos e a temperatura foi elevada gradativamente para evitar o extravasamento do material. O cálculo do N solúvel nesse extrato foi determinado pelo método Kjeldahl para substâncias húmicas. Para análise do P, K, Ca e Mg nos extratos foliares, eles foram diluídos em uma solução com água destilada de 1:10 e determinados pelos mesmos métodos analíticos utilizados para material vegetal seco. O pH do extrato foliar de cada indivíduo arbóreo foi mensurado em H₂O na proporção de 1:10 com pHmetro digital.

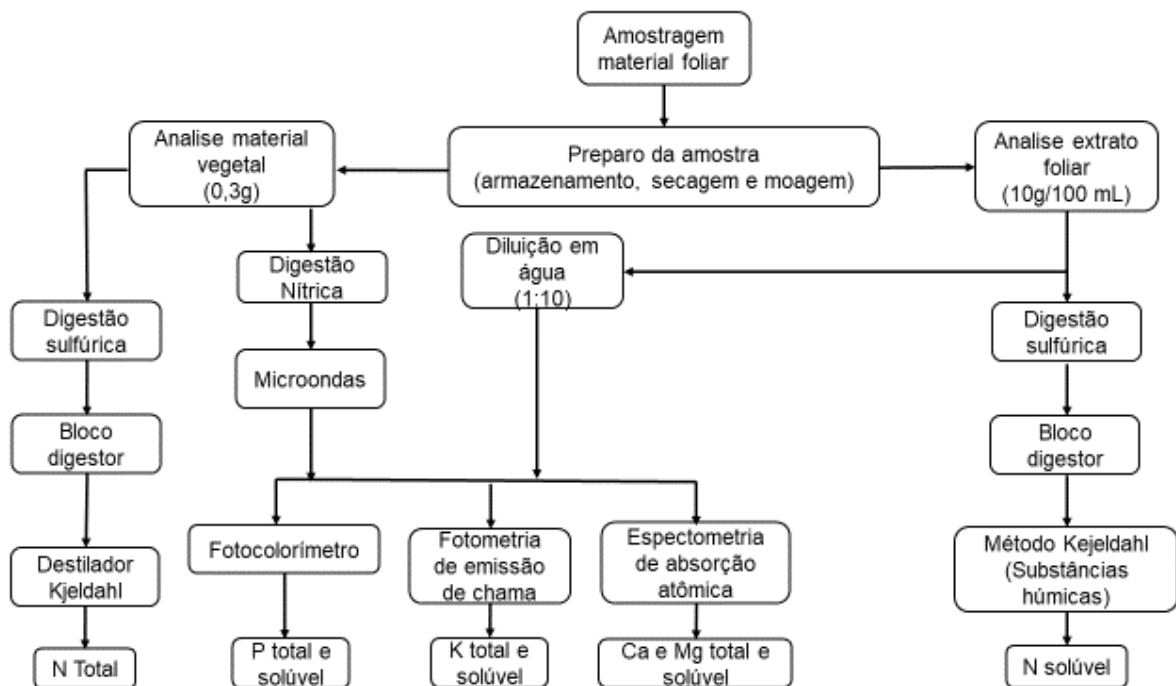


Figura 4 - Fluxograma representativo das etapas seguidas para análise em laboratório dos macronutrientes totais no material vegetal e solúveis no extrato foliar.

3.3.2 Prospecção fitoquímica das folhas

A identificação dos extrativos no material vegetal foi realizada através de testes fitoquímicos, na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- UFRRJ, com base nas metodologias propostas por Matos (1997), Rodrigues (2010) e Costa et al (2015). As análises foram feitas a partir de uma mistura homogênea do material foliar das quatro

árvores de cada espécie em estudo. O material vegetal foi triturado em moinho do tipo Wiley, e os extrativos foram determinados a partir do extrato hidrofílico (metanol). Todos os testes foram realizados em duplicata.

A presença ou ausência dos grupos de metabólitos secundários e de alguns constituintes das 5 espécies estudadas foi verificada a partir da observação da reação característica esperada ou não, indicando a presença de resultado positivo ou negativo para cada grupo e constituinte analisado (MATOS, 1997). A metodologia utilizada para a detecção dos grupos dos extrativos (fenóis e taninos; antocianinas, antocianidinas e flavonoides; flavonóis, flavanonas e xantonas; esteróides e triterpenoides; resinas, e, saponinas) foi proposta por Matos (1997). Esta é baseada na mudança de cor ou formação de precipitados após a adição de reagentes específicos.

3.4. Aplicação de extratos sobre a germinação da gramínea

Para os bioensaios de germinação das sementes de *Brachiaria brizantha* sob a aplicação de diferentes concentrações do extrato aquoso das espécies florestais em estudo, o experimento foi montado no Laboratório de Sementes Florestais do DCFM - UFES em Jerônimo Monteiro. Os extratos aquosos foram preparados usando 65g de material foliar das espécies florestais, sendo feita uma mistura em partes iguais das quatro árvores por espécie. Antes da confecção dos extratos as folhas foram levadas para estufa de ventilação forçada de ar a 35°C até peso constante para reduzir as diferenças de umidade entre as espécies.

Quatro concentrações de extrato foliar foram testadas sobre a germinação das sementes da braquiária, sendo 0 g de folhas (água pura), 5 g, 10 g e 20 g de folhas para cada 100 ml de água destilada (0, 5, 10 e 20 % em m/v). Foram utilizadas caixas do tipo gerbox, esterilizadas e uma folha de papel germitest. Cada gerbox continha 25 sementes de braquiária sobre o papel de acordo com as regras para análises de sementes (BRASIL, 2009). O desenho experimental foi inteiramente casualizado com 5 espécies x 4 concentrações de extrato x 3 gerbox. Cada gerbox foi umedecido inicialmente com 7 ml do extrato aquoso e as reposições para manutenção da umidade em cada caixa foram feitas diariamente com aplicação dos mesmos extratos. Ao final de 21 dias, aproximadamente 13 ml de extrato foram usados em cada tratamento.

As caixas gerbox contendo sementes e extratos, foram armazenadas em

câmara de germinação tipo BOD com fotoperíodo, mantendo a temperatura a 20 °C sem a presença de luz por 18h e a 35 °C com a presença de luz por 6h segundo as regras para análises de sementes (BRASIL, 2009). Para o teste foram utilizadas sementes comerciais revestidas com substâncias que favorecem a germinação (micronutrientes, inseticidas e fungicidas), livre de impurezas e já submetidas por um processo de escarificação (GRUPO PAPALOTLA, 2014).

3.5. Análise dos dados e avaliação do experimento

A umidade das folhas, o pH e teores de nutrientes nas folhas e extratos aquosos foram discutidos comparando os valores médios e desvio padrão. A relação entre teores de nutrientes nas folhas e extratos foram comparados entre as espécies.

O registro de sementes germinadas foi realizado em intervalos de 24h durante 15 dias, considerando-se como critério para germinação sementes que apresentaram 2 mm de protusão radicular (BRASIL, 1992).

Diferenças nos parâmetros porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG) da braquiária e tempo médio de germinação (TMG) foram calculados de acordo com fórmulas citadas por Vieira e Carvalho (1994). Em que:

- Porcentagem de germinação (G):

$$G = \left(\frac{n}{25}\right) \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: N = número de sementes germinadas ao final do teste. Unidade: %.

- Índice de velocidade de germinação (IVG):

$$IVG = \sum \left(\frac{ni}{ti}\right) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde: ni = número de sementes que germinaram no tempo 'i'; ti = tempo após instalação do teste; i = 1 → 15 dias. Unidade: adimensional.

- Tempo médio de germinação (TMG):

$$TMG = \frac{(\sum ni \times ti)}{\sum ni} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde: ni = número de sementes germinadas por dia; ti = tempo de incubação; i = 1 → 15 dias. Unidade: dias.

Valores de porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação foram comparados entre as cinco espécies e as quatro concentrações de extrato

aquosos usando ANOVA com dois fatores, sendo os valores médios comparados pelo teste de Tukey com 5% de significância. Os valores de tempo médio de germinação não foram submetidos à análise de variância por não passarem nos testes de normalidade e homogeneidade das igualdades de variâncias. As análises estatísticas e os gráficos foram realizados no programa SigmaPlot 11.0 (Systat Software, 2008).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características físico-químicas das folhas das espécies em estudo

O angico-curtidor apresentou valores mais acentuados para ambos os teores totais e solúveis de N em relação as demais espécies (Figura 5 a). O angico assim como muitas leguminosas formam associação simbiótica com bactérias fixadoras de N atmosférico (CORDEIRO e BELTRATI, 1989; GROSS et al., 2004) que permitem às leguminosas obterem até 100% do N acumulado na biomassa (THOMAZINI, 1974; FUSTEC et al., 2010). O valor de N encontrado nas folhas do angico-curtidor se assemelha ao trabalho realizado por Drumond et al. (1997) onde foi encontrado maior valor de N para o angico ($28,73 \text{ g kg}^{-1}$) em relação as outras espécies analisadas. Embora a acácia também se associe com bactérias fixadoras de N ela não apresentou os mesmos teores de N comparado com o angico-curtidor. Por ser uma espécie exótica e não estar localizada em suas condições ideais (CATIE, 1992; ROSSI et al., 2003) a acácia provavelmente não contou com os mesmos grupos de bactérias fixadoras específicas que evoluíram com a espécie em suas condições naturais (FUJITA et al. 2014). Em relação aos valores de N total, foi o nutriente mais abundante no material foliar analisado. Juntamente com o P obteve menor solubilidade em relação aos outros nutrientes. Para Palm (2018), um dos fatores que podem influenciar na liberação de N pelas folhas é a alta concentração de lignina presente nas mesmas, pois existem diversas ligações tanto de lignina quanto polifenóis com o N presente nas folhas fazendo com que grande parte do N fique retido na estrutura das células das folhas.

O P foi o nutriente menos solúvel e seus teores entre as espécies foram semelhantes (Figura 5 b). Esse fato pode ter ocorrido devido esse elemento ser menos lixiviado no dossel de uma floresta, sendo que geralmente os nutrientes associados a moléculas orgânicas (caso do N e P) são os menos lixiviados, sendo os mais reciclados antes da queda das folhas (GOSZ et al. 1969; EATON et al., 1973). Porém embora o P permaneça como um componente estrutural na folha, parte dele é ainda facilmente lixiviável, dessa forma a taxa de lixiviação pode variar de espécie para espécie (LIMON et al., 2018). O angico-curtidor, espécie leguminosa, apresentou menores teores de P total em relação ao cedro-australiano, espécie exótica, não corroborando com resultados encontrados por Fontes et al., (2013) em que o cedro-

australiano apresentou menores respostas de P em solos intemperizados e com adubação fosfatada se comparado ao Sabiá, leguminosa arbórea também avaliada.

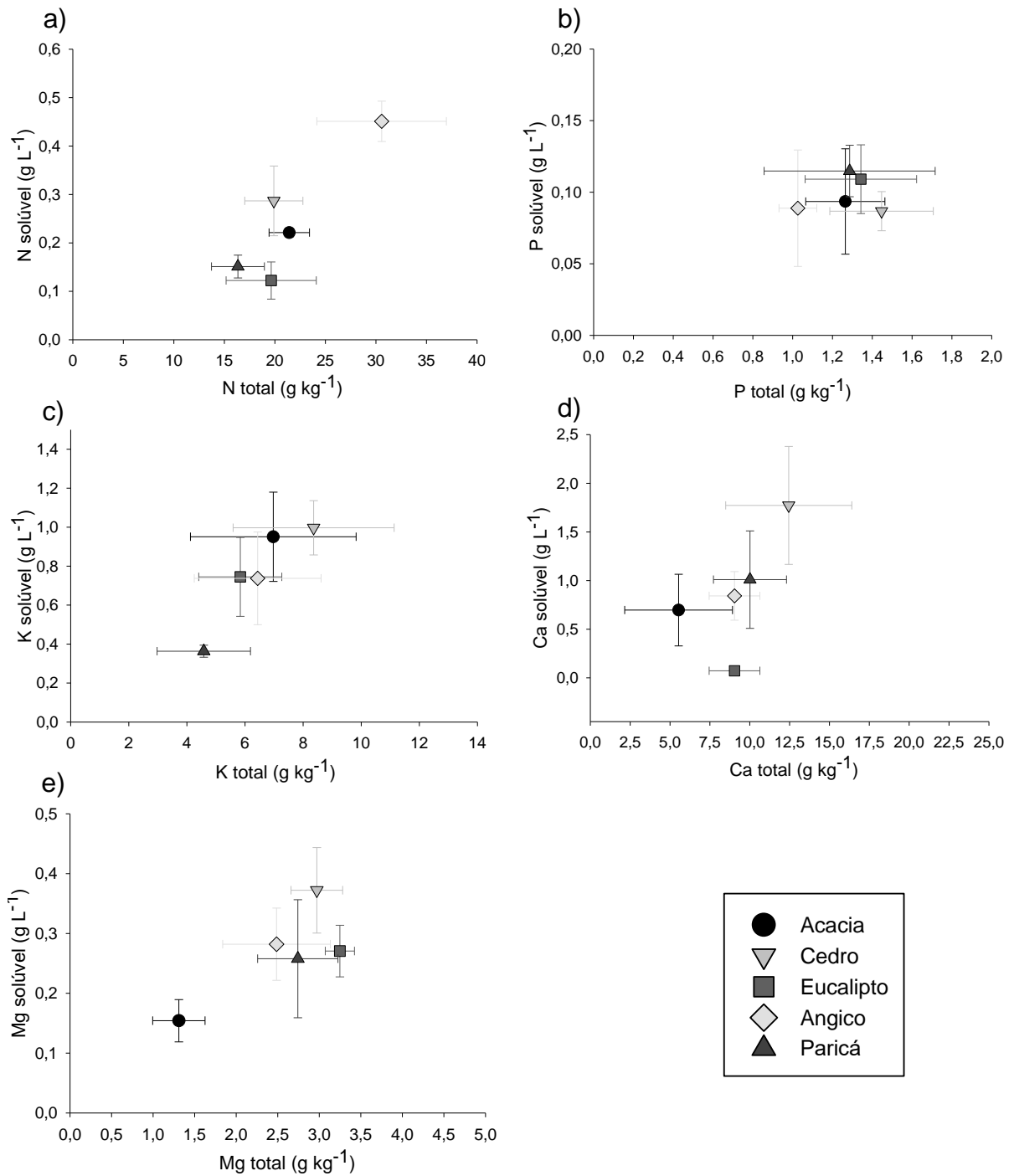


Figura 6 - Teores totais e solúveis de nitrogênio (a), fósforo (b), potássio (c), cálcio (d) e magnésio (e) em g kg⁻¹ em folhas de árvores de acácia, cedro-australiano, eucalipto, angico-curtidor e paricá..

A maior parte das espécies analisadas apresentaram uma solubilidade maior de K em relação ao seus teores para os outros nutrientes (Figura 5 c). Esse resultado pode ser explicado pelo fato do K não fazer parte de estruturas celulares, podendo ser facilmente lixiviado e móvel no fluido celular juntamente com materiais orgânicos e polifenóis (ISAAC e NAIR 2005; MAHMOOD et al. 2014). Em estudo realizado á campo por Stenlid (1958) em espécies arbóreas, ocorreu diminuição nos teores de K em períodos de maior precipitação, antes da desfolhação outonal, conseqüentemente devido a lixiviação do nutriente pela água da chuva. Teores mais baixos de K ocorreram nas folhas do paricá se comparado as outras espécies. Segundo análises químicas realizadas em folhas de paricá por Carvalho e Viegas (2004), para folhas sem deficiência encontraram um valor de K de 15,40 g kg⁻¹ e com deficiência 3,80 g kg⁻¹, valor próximo ao encontrado neste estudo, entretanto as folhas coletadas para análise não apresentavam nenhum sintoma visual.

Limon et al., (2018) encontraram a ordem decrescente de lixiviação de K>N>P em espécies florestais se assemelhando ao encontrado neste estudo. Os resultados também indicam que o Ca e Mg são mais solúveis do que o P entre as espécies estudadas, reforçando o fato de que Ca e Mg são mais suscetíveis a lixiviação do que o P (TUKEY e MORGAN, 1963).

Teores de Ca e Mg solúvel e total não se assemelham entre as espécies, tendo uma maior variação em relação aos outros nutrientes analisados (Figura 3 d, e). Assim como mostrado por Brunck (1987), os coeficientes de variação são geralmente maiores para Ca e Mg do que para N, P e K. Para Drechsel e Zech (1991), foi necessária uma amostragem maior de árvores para determinação de valores representativos de Ca, quando comparado a amostragem para determinação de N e P. Nas folhas do eucalipto foram obtidos valores mais baixos de Ca solúvel em relação as outras espécies avaliadas, o que pode ser devido a deficiência de Ca geralmente observada na parte inferior de copas de espécies de eucalipto, como obtido em estudo realizado por Lamb (1976) em árvores de *E. deglupta*. Plantas de acácia apresentaram teores mais baixos de Ca total, e de Mg (total e solúvel). Esses resultados podem ser devido ao fato das árvores estarem dispersas em pastagens e não receberem adubação de plantio.

Os teores de macronutrientes encontrados no cedro-australiano se assemelham aos de estudos realizados por Freiburger et al. (2013) em folhas de *Cedrela fissilis* Vell. espécie da mesma tribo basal Cedreleae da subfamília

Swietenioideae de Meliaceae (GOUVÊA et al., 2008). O cedro-australiano apresentou teores altos para quase todos os macronutrientes analisados. De acordo com Souza et al. (2009) os elementos P e N são os mais requisitados pela espécie, o que explica o maior valor de P obtido (figura 5 b), além de ser uma espécie que possui alta exigência nutricional (NIERI et al., 2018).

Folhas coletadas no extrato inferior da copa das árvores de cedro-australiano podem ter influência nos teores de nutrientes encontrados por ser uma espécie que se desenvolve bem quando a intensidade luminosa é reduzida (GUARIZ et al., 2006). Em estudo realizado por Leuning et al. (1991) valores encontrados para N em diferentes extratos de copa de *Eucalyptus grandis* não tiveram diferenças significativas. Outros estudos poderiam avaliar a diferenças entre teores de macronutrientes solúveis em lixiviados de folhas amostradas em outras posições da copa das espécies estudadas.

Os valores médios da umidade das folhas são similares entre as espécies (Tabela 2). No entanto, ocorreram teores de umidade mais altos para as amostras foliares de acácia. Para Gama-Rodrigues et al. (2003) folhas com maior teor de umidade são importante no processo de decomposição favorecendo a liberação de nutrientes para o solo. A espécie de acácia apresenta características xeromórficas como folhas espessas e coriáceas (INSTITUTO HÓRUS, s.d; LORENZI et al., 2003), características que reduzem a perda de água como também ação de herbívoros (BOEGER e WISNIEWSKI, 2003). As espécies de folhas compostas analisadas como angico-curtidor e paricá, apresentaram os menores teores de umidade, por possuírem poucas características que favoreçam a retenção de água.

O pH do extrato dessas espécies se assemelha ao estudo realizado também com extratos de angico-curtidor e paricá (MENDONÇA, 2015). O pH encontrado nos extratos aquosos das espécies arbóreas foi semelhante (tabela 2). Extratos de folhas de eucalipto tiveram pH mais ácido em relação as outras espécies. Em estudo realizado por Bernhard-Reversat (1999), em lixiviados de serapilheira de híbridos de *Eucalyptus* e *Acacia auriculiformes*, também foi observado menor pH na serapilheira do eucalipto (4,83) em relação à serapilheira de acácia (6,68). O pH encontrado neste estudo (Tabela 2) se assemelha a outros estudos realizados em solos de povoamentos de diferentes espécies de eucalipto (ZAIA & GAMA-RODRIGUES, 2004; VIEIRA et al., 2012). Para Souza-Filho et al. (2000) um dos fatores que podem afetar a germinação e absorção de nutrientes de sementes de *B. brizantha* é o pH ácido para

a espécie. O pH ideal encontrado para a germinação da gramínea é de 6,5 diferindo-se do pH encontrado no extrato das espécies arbóreas em estudo.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão de umidade das folhas coletadas e pH dos extratos foliares de cada espécie em estudo.

| Espécies (nome vulgar) | Umidade (%) | pH extrato (ml) |
|------------------------|-------------|-----------------|
| Acácia | 62,94± 1,62 | 5,33±0,15 |
| Cedro-australiano | 60,31±2,70 | 5,35±0,37 |
| Eucalipto | 59,25±4,48 | 4,73±0,26 |
| Angico-curtidor | 52,50±2,85 | 5,45±0,25 |
| Paricá | 57,66±1,02 | 5,46±0,07 |

4.2. Prospecção fitoquímica nos materiais foliares coletados

Na Tabela 3 são apresentados os dados da triagem fitoquímica através do extrato hidrofílico. O paricá foi a espécie que apresentou maior diversidade de classes químicas em suas folhas. Essa grande quantidade de compostos em folhas e no tronco de espécies leguminosas é comum (RODRIGUES et al., 2009). Na prospecção fitoquímica realizada nos extratos hidrofílicos os alcaloides estão presentes em quase todos os extratos das espécies estudadas, sendo ausente apenas no paricá. Os alcaloides são compostos bastante ativos em plantas e representam a classe de metabólitos secundários com maior diversidade estrutural (RODRIGUES, 2010). Em alguns casos os alcaloides podem funcionar nas plantas como protetores contra ataques de pragas e doenças, além de apresentarem ampla gama de atividades anestésicas, analgésicas, antitérmicas, estimulantes do sistema nervoso central, entre outras no organismo humano (; BARBOSA-FILHO et al., 2006; SIMÕES, 2007).

Os flavonoides (flavanóis, flavanonas, flavonóis, flavanonas, flavanóis e xantonas) também foram encontrados em quase todas as espécies em estudo, exceto no cedro-australiano (Tabela 3). Diversas funções são atribuídas aos flavonoides nas plantas, entre elas pode-se citar proteção dos vegetais contra a incidência de raios ultravioletas e visível, contra herbívoros, fungos, vírus e bactérias, atuam como atraentes de animais polinizadores, antioxidantes, controle de hormônios vegetais, agentes alelopáticos e inibição de enzimas (SIMÕES, 2007). Por serem substâncias alelopáticas podem estar relacionadas ao decréscimo na germinação de *B. brizantha* em contato com o extrato aquoso dessas espécies (Figura 6). No teste para flavonas,

flavonóis e xantonas a espécie de eucalipto apresentou resultado positivo. Nos testes para flavanonois não foi detectado a presença desse composto para a espécie. No ensaio posterior para confirmação do resultado para flavonóis, flavanonas, flavanonois e xantonas também foi negativo para a espécie de eucalipto. Com esse resultado constata-se que nessa espécie foi possível detectar somente a presença flavonas.

A presença de flavonoides para as leguminosas fixadoras e não fixadoras de N é frequente, corroborando com estudo realizado por Mendonça (2015) em *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan. e *Schizolobium parahyba* (Vell.). Esses aleloquímicos constituem uma classe de substâncias especiais que são encontradas facilmente em extratos de espécies da família Fabaceae (LUNZ et al., 2007). O grupo dos flavonoides também tem como característica o auxílio no processo de fixação de N através da transcrição dos genes da nodulação das bactérias, fazendo com que ocorra a infecção da raiz do hospedeiro e a formação de nódulos, sendo uma das justificativas para utilização de leguminosas como adubo verde na agricultura (MERCANTE et al., 2002).

Foram encontrados em ambas as espécies leguminosas triterpenoides, e apenas no paricá esteroides, resultados que se assemelham aos obtidos por Mendonça (2015). Esses compostos pertencem ao grupo de metabólitos secundários dos terpenos, compostos dessa classe têm funções no crescimento e desenvolvimento do vegetal e estão possivelmente relacionados com a defesa vegetal (TAIZ et al., 2017). Para Cipollini (2008) compostos como esteroides e triterpenoides são considerados agentes alelopáticos potentes.

Tabela 3 - Resultados da triagem fitoquímica em extrato hidrofílico do material foliar das espécies estudadas através da presença e ausência de constituintes.

| Determinação de extrativos através de extrato hidrofílico | | | | | |
|--|--------|-------------------|-----------|-----------------|--------|
| Constituintes/Espécies | Acácia | Cedro-australiano | Eucalipto | Angico-curtidor | Paricá |
| Alcaloides | + | + | + | + | - |
| Taninos | - | - | + | - | + |
| Fenóis | - | - | - | - | + |
| Antocianinas e Antocianidinas | - | - | - | - | - |
| Flavonas, Flavonóis e Xantonas | + | - | + | - | + |
| Chalconas e Auronas | - | - | - | - | - |
| Flavanonois | - | - | - | + | + |
| Flavonois, Flavonas, Flavanonois e Xantonas | + | - | - | + | + |
| Esteróides | - | - | - | - | + |
| Triterpenóides | + | - | - | + | + |
| Saponinas | + | - | - | + | + |
| Resinas | - | - | - | - | - |

Legenda: (+) = presença, (-) = não detectado

As saponinas também foram encontradas somente nas espécies leguminosas, caracterizam-se por apresentar propriedade tensoativa, podem formar complexos com proteínas e fosfolípidios da membrana celular, determinando suas ações biológicas. Essa propriedade pode alterar a permeabilidade das membranas, podendo ajudar na absorção de substâncias ou pode destruí-la, indicando uma característica tóxica (SCHENKEL et al., 2007). As saponinas possuem atividade hemolítica que auxiliam no sistema de proteção do vegetal contra-ataques de predadores (insetos, vírus, fungos e bactérias) (LACAILLE-DUBOIS & WAGNER, 1996).

Dentre os compostos fenólicos, os taninos foram encontrados nas folhas de paricá e eucalipto. Espécies florestais do gênero *Eucalyptus* estão entre as mais citadas para presença de taninos. *E. astringens* Maiden, *E. wandoo* Blakely e *E. grandis* W. Hill ex Maiden são alguns dos taxa utilizadas para a obtenção desse grupo metabólico (HASLAM, 1966; MORI, 2000).

A presença de chalconas e auronas nas espécies estudadas não foi detectada, entretanto estes compostos são de grande importância no metabolismo das plantas

que as possuem, por serem intermediárias na formação de todos os flavonoides (COSTA, 2015). Assim como a classe das resinas também não foi presente, geralmente as resinas são mais presentes em madeiras de folhosas. São constituídas geralmente por gorduras, ceras e esteroides (LATORRACA, 2002).

4.3. Efeito dos extratos foliares sobre a germinação de *B. brizantha*

Apesar de todas as condições para germinação das sementes de *B. brizantha* estarem adequadas e as sementes serem consideradas novas e de bom vigor (90% de germinação), a germinação no tratamento controle (0%) não foi como o esperado. No entanto, comparando-se as diferentes concentrações do bioensaio em sementes de *B. brizantha*, foi registrado interferências significativas na germinação de sementes para os parâmetros (porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação). Os resultados obtidos indicaram relação inversa entre a concentração do extrato e o processo germinativo das sementes, com reduções mais intensas no extrato com concentração 20% onde há diferença significativa para todas as espécies entre as concentrações (Figura 6).

Comparando a porcentagem de germinação dos demais tratamentos ao controle, houve redução significativa, principalmente, no tratamento com extrato de cedro-australiano em que a partir da concentração 5% há diferença significativa tanto entre as concentrações quanto entre as espécies. Havendo inibição completa da germinação em extrato de cedro-australiano a partir do tratamento com 10% de concentração. Já a germinação em extrato de acácia obteve uma redução significativa apenas no extrato a 20%.

Nos tratamentos com extrato de eucalipto e angico-curtidor houve redução significativa semelhante à medida que as concentrações do extrato aumentaram na concentração 5%. Essa redução na germinação de sementes de *B. brizantha* submetidas ao extrato de angico-curtidor pode estar relacionado ao potencial alelopático que o angico possui sobre o desenvolvimento de outras plantas através de compostos liberados pela espécie (ABREU, 1997; MARTINS et al. 2009; SILVA et al. 2010). Assim como no angico-curtidor, o eucalipto também possui compostos alelopáticos como eucaliptol, taninos e monoterpenos que também possuem efeitos de inibição quando em contato com outras plantas (BERNHARD-REVERSAT, 1999; YMAGUSHI et al., 2011; CARVALHO et al., 2015).

A germinação submetida ao extrato aquoso de paricá não obteve redução drástica como as outras espécies com uma diferença significativa maior apenas do tratamento controle (0%) para os demais. Isso poderia ajudar a explicar os efeitos sinérgicos observados em SSP com paricá e gramíneas (MANESCHY, 2008). Embora a presença de diversas classes de compostos secundários nas folhas do paricá, esses aparentemente não influenciam a germinação da espécie de braquiária estudada. Estudo realizado por Mendonça (2015) também foi encontrado efeito alelopático negativo sobre o desenvolvimento de milho através do extrato de folhas de paricá.

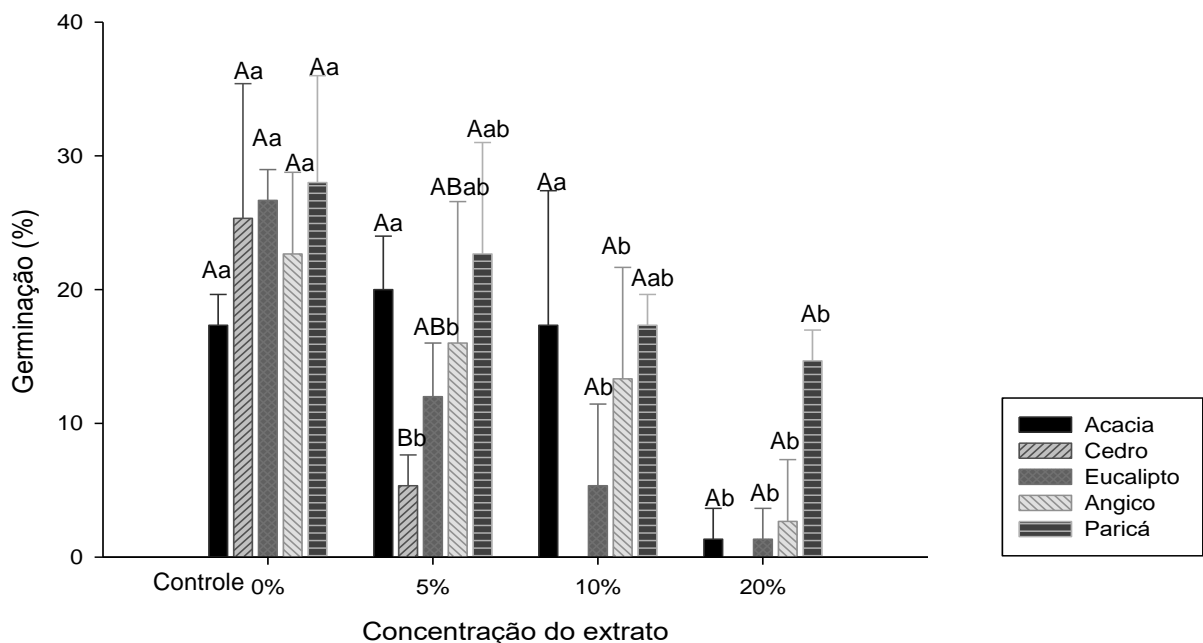


Figura 8 - Porcentagem de germinação de sementes de *B. brizantha*, após 12 dias com adição de água destilada (controle) e três concentrações (m/v) de extrato aquosos (5, 10 e 20 g de por 100 mL de água deionizada) de folhas de acácia, cedro-australiano, eucalipto, angico-curtidor e paricá. Barras de erros indicam desvio padrão da média (n=3). Diferenças entre espécies sobre a germinação da gramínea para cada concentração de extrato são indicadas por letras maiúsculas diferentes. Diferenças entre concentrações de extrato de uma dada espécie sobre a germinação da gramínea são indicadas por letras minúsculas diferentes.

No índice de velocidade de germinação a medida que as concentrações aumentam o número de sementes germinadas por dia diminuiu observando uma diferença significativa na maioria dos extratos, apenas em acácia, a diferença ocorreu somente na concentração de 20% (figura 7). Em estudo alelopático com extrato de espécie de eucalipto em sementes de gramíneas também houve uma tendência a redução do IVG (CARVALHO et al., 2015). Entretanto em tratamento com extrato de

angico-curtidor da concentração 5 % para 10 % houve certo aumento, porém em 20% decaiu novamente. Para os tratamentos das outras espécies o gráfico (IVG) seguiu comportamento semelhante ao de porcentagem de germinação.

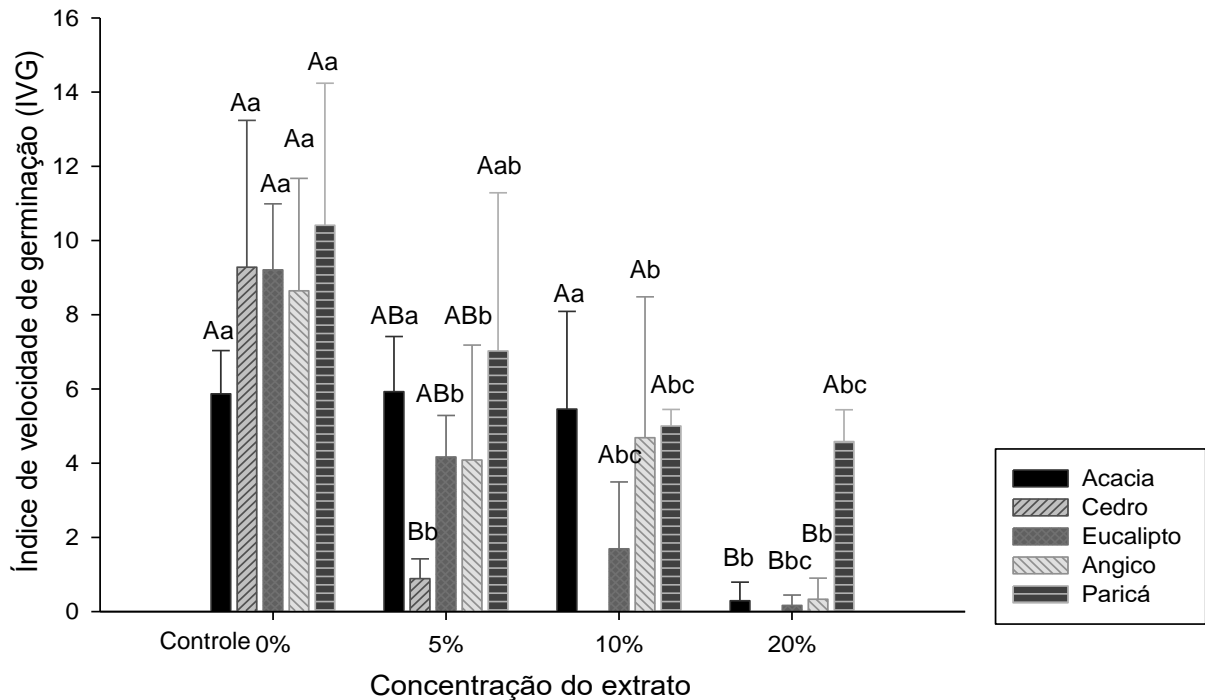


Figura 9 - Índice de velocidade de germinação de sementes de *B. brizantha* após 12 dias com adição de água destilada (controle) e três concentrações (m/v) de extrato aquosos (5, 10 e 20 g de por 100 mL de água deionizada) de folhas de acácia, cedro-australiano, eucalipto, angico-curtidor e paricá. Barras de erros indicam o desvio-padrão da média (n=3). Diferenças entre espécies sobre a velocidade de germinação da gramínea para cada concentração de extrato são indicadas por letras maiúsculas diferentes. Diferenças entre concentrações de extrato de uma dada espécie sobre a velocidade de germinação da gramínea são indicadas por letras minúsculas diferentes

Levando em consideração os dias para germinação das sementes de *B. brizantha*, a germinação de todos os tratamentos se estabilizou a partir do 12º dia, não seguindo o esperado de acordo com a regra de análises (BRASIL, 2009), em que a última contagem de sementes germinadas é aos 21 dias.

Quanto ao tempo médio de germinação foi possível, a diferença entre as concentrações não foi grande, mas as sementes em extratos de algumas espécies levaram mais dias para germinar em relação ao tratamento controle (Figura 8). Sementes submetidas as diferentes concentrações de extratos também tiveram grande variação em relação ao tratamento controle (10 dias). Estes resultados corroboram com estudos alelopáticos em que há influência de extratos aquosos sobre

o número de dias que as sementes levam para germinar, onde sob altas concentrações de extrato o tempo de germinação é maior (BORELLA & PASTORINI, 2009; MENDONÇA, 2015). Essas alterações no padrão de germinação podem ser consequentes de diversos efeitos causados em nível primário. Ferreira e Aquila (2000) frisam alterações na permeabilidade de membranas, na transcrição e tradução do DNA, no funcionamento de mensageiros secundários, na respiração, devido ao sequestro de oxigênio, na conformação de enzimas e receptores, ou ainda pela combinação destes fatores.

Ademais, estudos em relação a caracterização química das folhas de espécies florestais e seus efeitos alelopáticos sobre a germinação de gramíneas são escassos, havendo necessidade para esse tipo de estudo.

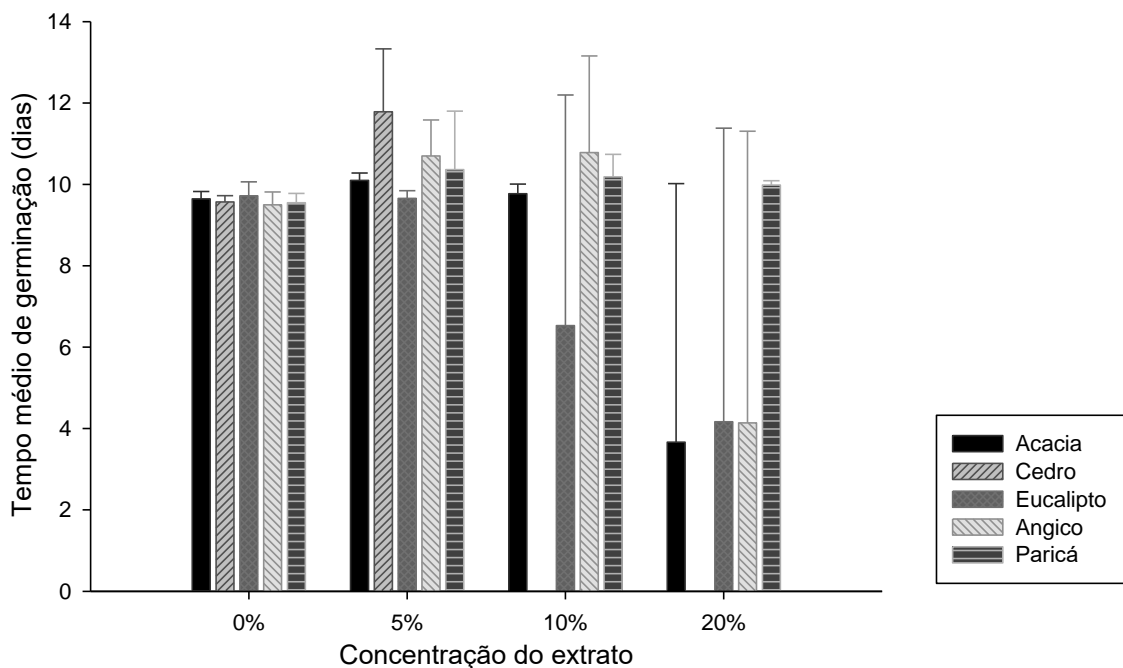


Figura 10 - Tempo médio de germinação de sementes de *B. brizantha*, sob o efeito de concentrações dos extratos aquosos de folhas de acácia, cedro-australiano, eucalipto, angico-curtidor e paricá.

5. CONCLUSÕES

Os elementos apresentaram menores teores solúveis nos lixiviados foliares do que totais nas folhas, com destaque para o elemento K. Os teores totais e solúveis de Ca e Mg variaram mais entre as espécies do que os demais nutrientes.

O Cedro-australiano se destacou entre as espécies, tanto para os nutrientes solúveis quanto os totais, demonstrando que essa espécie apesar de apresentar alta exigência nutricional, pode disponibilizar nutrientes lixiviados a partir das folhas.

Foram encontrados maior presença de constituintes secundários nas espécies leguminosas quando comparado as demais espécies. Entretanto, deve-se frisar que nem sempre essas substâncias podem atuar como aleloquímicos, mesmo estando presentes nas plantas.

A germinação de sementes de *B. brizantha* foi aparentemente influenciada pela aplicação de extratos aquosos de todas as espécies florestais em estudo. Porém, foi observado que o extrato de paricá foi o que menos afetou a germinação da gramínea, corroborando com outros estudos que recomendam a espécie para compor sistemas agroflorestais. Contudo, espera-se que novos testes sejam realizados com extrato aquoso dessas espécies sobre a germinação da gramínea, onde a gramínea apresente no mínimo 80% de germinação no tratamento controle, para a comprovação das informações.

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.
- ALMEIDA, F.S. A Alelopatia e as plantas. Londrina: **IAPAR**, 1988. 60p. Circular, 53.
- ALMEIDA, R. G. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7, 2010, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. p. 1-10. 1 CD-ROM.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ALVES, M. DÁ C. S.; MEDEIROS FILHO, S.; INNECCO, R.; TORRES, S.B. 2004. Alelopatia de extratos voláteis na germinação de sementes e no comprimento da raiz de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, **39** (11): 1083-1086.
- ANDRADE, C.M.S.de; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G.; SOUZA, A.L.de. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1845-1850, 2003 (Supl. 2).
- ARES, A. E.; FOWNES, J. H. Productivity, nutrient, and water-use efficiency of *Eucalyptus saligna* and *Toona ciliata* in Hawaii. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam: v. 139, p. 227-236, 2000.
- BARBOSA, A. P. et al. Leguminosas Florestais da Amazônia Central. I. Prospecção das Classes de Compostos Presentes na Casca de Espécies Arbóreas. **Revista Fitos Eletrônica**, v. 1, n. 03, p. 47-57, 2013.
- BARBOSA-FILHO, J. M.; et. al. Antiinflammatory activity of alkaloids: a twenty-century review. **R. Bras. Farmacog.**, v. 16, n. 1, p. 109-134, 2006.
- BERNARDO, A. L. et al. Effect of spacing on growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* and *E. urophylla* plantations in southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 104, n. 1-3, p.1-13, 1998.
- BERNHARD-REVERSAT F. The leaching of *Eucalyptus* hybrids and *Acacia auriculiformis* leaf litter: laboratory experiments on early decomposition and ecological implications in Congolese tree plantations. **Appl. Soil Ecol.** 12: 251–261.1999.
- BHATT, B.P. et al. Allelopathic effects of weeds on germination and growth of legumes and cereal crops of North Eastern Himalayas. **Allelopathy Journal**, v.8, n 2, p. 225-232, 2001.
- BOEGER, M.R.T. & WISNIEWSKI, C. Comparação da morfologia foliar de espécies

arbóreas de três estádios sucessionais distintos de floresta ombrófila densa (Floresta Atlântica) no Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica** 26: 61-72. 2003.

BORELLA, J.; PASTORINI, L. H. Influência alelopática de *Phytolacca dioica* L. na germinação e crescimento inicial de tomate e picão-preto. **Biotemas**, Rio Grande do Sul, v. 3, n. 22, p.67-75, 06 mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BROOM, D.M., GALINDO, F.A., e MURGUEITIO, E. (2013). Sustainable, eficiente live stock production with high biodiversity and good welfare for animals. **Proceedings of the Royal Society B**, 2025, 1471-2954.

BRUNCK F. 1987. Tropical forest species. In *Plant Analysis as a Guide to the Nutrient Requirements of Temperate and Tropical Crops*. Eds. MARTIN-PRRVEL P., GAGNARD J. AND GAUTIER P. pp 479-486. **Lavoisier Publ.**, New York, Paris.

BYGRAVE, F. L.; BYGRAVE, P. L. **Growing australian red cedar and other Meliaceae species in plantation**. School of Biochemistry and Molecular Biology Faculty of Science Australian National University and Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, 2005. 60p.

CACAU, F. V. et al. Decepa de plantas jovens de eucalipto e manejo de brotações, em um sistema agroflorestal. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.11, p.1457-1465, 2008.

CAMPANHARO, Í. F. **MUDANÇAS EDÁFICAS E COEXISTÊNCIA DE GRAMÍNEAS APÓS PLANTIO DE LEGUMINOSAS ARBÓREAS EM PASTAGEM NO SUL DO ESPÍRITO SANTO**. 2017. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2017.

CARMO, C.A.F. de S.; ARAUJO, W.S. de; BERNARDI, A.C. de C.; SALDANHA, M.F.C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2000. 41p. (Circular Técnica, 6).

CARVALHO, A. M. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha**. 2000. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Madeira) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARVALHO, F.P., MELO, C.A.D., MACHADO, M.S., DIAS, D.C.F.S., ALVARENGA, E.M., 2015. The allelopathic effect of *Eucalyptus* leaf extract on grass forage seed. **Planta Daninha**. 33, 193–201.

CARVALHO, J. G.; VIEGAS, I. J. M. **Caracterização de sintomas de deficiências de nutrientes em paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 2004. 6p. (Circular Técnica, 37).

CARVALHO, M. M.; DE PAULA FREITAS, V.; XAVIER, D. F. Início de florescimento,

produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ALMEIDA, D. S.; VILLAÇA, H. A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição química da forragem de pastagens de braquiária. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 5, p. 709-718, 1994.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; XAVIER, D. F. Comportamento de cinco leguminosas arbóreas exóticas em pastagem formada em latossolo vermelho-amarelo de baixa fertilidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.23, n. 2, p. 187-192, 1999.

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

CARVALHO, P. E. R. Paricá *Schizolobium amazonicum*. Circular técnica 142, Colombo, Paraná. **EMBRAPA Florestas**, 2007. 8p.

CATIE. **Mangium (*Acacia mangium* Wild) Especie de Árbol de Uso Múltiple em américa Central**. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.1992. 56 p. (Colección de Guías Silviculturales, 5).

CHON, S. U.; KIM, Y. M. 2004. Herbicidal potential and quantification of suspected allelochemicals from four grass crop extracts. **Journal Agronomy & Crop Science**, **190**: 145-150.

CHOU, C. H. 1999. Roles of allelopathy in plant biodiversity and sustainable agriculture. **Critical Reviews in Plant Sciences**, **18** (5):609-630.

CIPOLLINI, D. et al. Phenolic metabolites in leaves of the invasive shrub, *Lonicera maackii*, and their potential phytotoxic and anti-herbivore effects. **J. Chem. Ecol.**, v. 34, n. 2, p. 144-152, 2008.

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/ UFPA. Belém, 1999.

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

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/UFPA. Belém, 1999.

COSTA, A. S. V., et al. Identificação de substâncias secundárias presentes em leguminosas utilizadas como adubo verde. **Ceres**, v. 42, n. 244, 2015.

CUNHA NETO, F. V.; LELES, P. S. S.; PEREIRA, M. G.; BELLUMATH, V. G. H. & ALONSO, J. M. 2013. Acúmulo e decomposição da serapilheira em quatro formações florestais. **Ciência Florestal**, 23(3): 379-387.

DANIEL, O.; COUTO, L.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 367-370, 1999b.

DEGANI, A. L. G.; CASS, Q. B.; VIEIRA, P. C. Cromatografia: um breve ensaio. **Química Nova na Escola**, v. 7, p. 21-25, 1998.

DIAS, L. E.; ALVAREZ V., V. H.; BRIENZA JR., S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Wild. 1. Resposta a calcário e fósforo. **Pesq. Agropec. Bras.**, (no prelo). 1991.

DIAS, L.E.; FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.C. Dinâmica de matéria orgânica e de nutrientes em solo degradado pela extração de bauxita e cultivado com *Acacia mangium* e *Eucalyptus pellita*. In: SIMPÓSIO SUL-AMERICANO e SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: 1994. p.145-153.

DIAS, P, F. SOUTO, S, M, S,; FRANCO, A, A. Leguminosas arbóreas introduzidas em pastagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.42, n.1, p.119-126, 2007.

DIAS-FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p. 243-252, 2011.

DIAS-FILHO, MOACYR BERNARDINO. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens degradadas. **Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**, 2006.

DRESCHER, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil**, Netherlands, v.131, p.29-46, 1991.

DRUMOND, M.A.; BARROS, N.F.; SOUZA, A.L. & SILVA, A.F. Distribuição de biomassa e de nutrientes em diferentes coberturas florestais e pastagem na região do Médio Rio Doce-MG. **R. Árvore**, 21:187-199, 1997.

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

DURIGAN, G.; FIGLIOLIA, M.B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M.A. de O.; BAITELLO, J.B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas & Letras, 2ª Ed. 2002.

EATON, J. S.; LIKENS, G. E.; BORMANN, F. H. Throughfall and stemflow chemistry in a northern hardwood forest. **The Journal of Ecology**, p. 495-508, 1973.

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. 2016. El Estado de los bosques del mundo 2016. **Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra**. Roma.

FARIA, J. C. T. **Crescimento inicial de espécies florestais em plantios mistos em Alegre-ES**. 2012. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2012.

FAVARETTO, A.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; PEREZ, N. B. Allelopathy in Poaceae species present in Brazil. A review. **Agronomy For Sustainable Development**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.22-38, abr. 2018. Springer Nature.

FERNANDEZ, C. et al. The impact of competition and allelopathy on the trade-off between plant defense and growth in two contrasting tree species. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 594, 2016.

FERRAZ, A. P. F. et al. POTENCIAL ALELOPÁTICO DO EXTRATO AQUOSO DE FOLHAS DE EUCALIPTO NA GERMINAÇÃO E NO CRESCIMENTO INICIAL DA CEBOLA E DO TOMATEIRO. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 19, p.1494-1506, 1 dez. 2014.

FERREIRA, A.G. e AQUILA, M.E.A. 2000. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** 12(Edição especial): 175-204. Acta bot. bras. 20(1): 61-69. 2006.

FERREIRA, A.G.; BORGUETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, C. A. et al. Acacia mangium: uma nova opção para reflorestamento. In: **Congresso Florestal Brasileiro**. Campos do Jordão: SBS, 1990. p. 564-568.

FONTES, A.G. et al. Eficiência nutricional de espécies arbóreas em função da fertilização fosfatada. Pesquisa Florestal Brasileira, **Colombo**, v. 33, p. 09-18, 2013.

FREIBERGER, M. B.; GUERRINI, I. M.; GALETTI, G.; FERNANDES, D. M.; CORRÊA, J. C.; Crescimento inicial e nutrição de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) em função de doses de nitrogênio. **Revista Árvore**, v.37, p.385-392, 2013.

FUJITA H, AOKI S, KAWAGUCHI M (2014) Evolutionary Dynamics of Nitrogen Fixation in the Legume–Rhizobia Symbiosis. **PLoS ONE** 9(4): e93670. doi:10.1371/journal.pone.0093670.

FUSTEC J, LESUFFLEUR F, MAHIEU S, CLIQUET J-B (2010) Nitrogen rhizodeposition of legumes. A review. **Agron Sustain Dev**; 30:57– 66. doi:10.1051/agro/2009003

GALEÃO, R. R.; MARQUES, L. C. T.; YARED, J. A. G.; FERREIRA, C. A. P. Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber): espécie florestal de uso múltiplo com alto potencial para reflorestamento na Amazônia brasileira. **Revista de Ciências**

Agrárias, Belém, n. 44, p. 157-162, 2005.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N. F & SANTOS, M.R. Decomposição e liberação de nutrientes do folheto de espécies florestais nativas em plantios puros e mistos no sudeste da Bahia, Brasil. **R. Bras. Ci. Solo**, 27:1021-1031, 2003.

GEA-IZQUIERDO, G., MONTERO, G., CAÑELLAS, I. Changes in limiting resources determine spatiotemporal variability in tree–grass interactions. **Agrofor. Syst.** 76, 375–387. 2009.

GOSZ, J. R., LIKENS, G. E., EATON, J. S. & BORMANN, F. H. (1969). Leaching losses from leaves of selected tree species. **Bull. ecol. Soc. Am.** 50, 72 (Abstract).

GOUVÊA C.F., DORNELAS M.C., RODRIGUEZ A.P.M. 2008b. Floral development in the tribe Cedreleae (Meliaceae, sub-family Swietenioideae): Cedrela and Toona. **Annals of Botany** 101: 39–48.

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 Ciência do Solo**, v. 28, p. 95-101, 2004.

GRUPO PAPALOTLA (México). **Semilla incrustada**. 2014. Disponível em: <http://www.grupopapalotla.com/art_semilla_incrustada.html>. Acesso em: 20 jun. 2018.

GUARIZ, H. R. et al. Aspectos anatômicos e ecofisiológicos de *Cedrella fissilis* Vell. sob diferentes níveis de sombreamento. **Anais do X Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IV Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba**. p.2794-2797. 2006

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M; FOX, G. A. **Ecologia Vegetal**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 592 p.

HAGEN-THORN A., VARNAGIRYTE I., NIHLGARD B., ARMOLAITIS K. Autumn nutrient resorption and losses in four deciduous forest tree species. **For Ecol Manage** 228:33–39. 2006.

HARBONE, J.B. **Introduction to ecological biochemistry**. 4. ed. London: Academic Press, 1993. 318p.

HASLAM, E. (1966) “**Chemistry of vegetable tannins**”, Academic Press, New York.

HAVIS, J. R. Water movement in woody stems during freezing. **Cryobiology** 8:58 1-85. 1971.

IAS (1996) Constitution and Bylaw of IAS. IAS Newsletter, Cadiz Inderjit, Duke SO (2003) **Ecophysiological aspects of allelopathy**. *Planta* 2017:529–539.

INDERJIT. 2001. Soil: environmental effects on allelochemical activity. **Agron. J.** 93: 79–84.

INSTITUTO HÓRUS DE DESENVOLVIMENTO E CONSERVAÇÃO

AMBIENTAL. *Acácia mangium*. Data de publicação indefinida. Disponível em: < http://www.institutohorus.org.br/download/fichas/Acacia_mangium.htm>. Acesso em: 23/06/2018.

ISAAC S.R., NAIR M.A. (2005) Biodegradation of leaf litter in the warm humid tropics of Kerala, India. **Soil Biol Biochem** 37:1656–1664.

LACAILLE-DUBOIS, M. A.; WAGNER, H. A review of the biological and pharmacological activities of saponins. **Phytomedicine**, v. 2, n. 4, p. 363-386, 1996.

LAMB, D. Variations in the foliar concentrations of macro and micro elements in a fastgrowing tropical eucalypt. **Plant and soil**, The Hague, 45(2): 477-92, 1976.

LAMBERS H., CHAPIN (III.) F.S., PONS T.L. Plant physiological ecology. Springer, New York. 2008.

LATORRACA, J. V. F.; ABREU, H.S.; ALBUQUERQUE, C.E.C., **Apostila de química da madeira**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2002.

LEITE, P.M.B. de A.; MENEZES, R.S.C.; SILVA, G.B.M.dos S. Avaliação do crescimento de gliricidia sepium com gramínea e ervas daninhas. **X JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – JEPEX 2010 – UFRPE**: Recife.

LEUNING, R.; CROMER, R. N.; RANCE, S. Spatial distributions of foliar nitrogen and phosphorus in crowns of Eucalyptus grandis. **Oecologia**, v. 88, n. 4, p. 504-510, 1991.

LIMON S.H., HOSSAIN M., SPIECKER H. (2018) Nutrients leaching from green leaves of three potential agroforestry tree species. **Agrofor Syst**. <https://doi.org/10.1007/s10457-016-9996-x>.

LOCATELLI, M.; MACÊDO, R.S.; VIEIRA, A.H. Avaliação de altura e diâmetro de mudas de Cedro Rosa (Cedrela odorata L.) submetidas a diferentes deficiências nutricionais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, RS, v. 5, p. 645-647, 2007

LOPES, J. L. W. **Qualidade de mudas clonais do híbrido de Eucalyptus grandis vs Eucalyptus urophylla, submetidas a diferentes regimes hídricos**. 2008. 171 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem) Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LÓPEZ-DÍAZ, M. L.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A.; MOSQUERA-LOSADA, M. R. Influence of pasture botanical composition and fertilization treatments on tree growth. **Forest ecology and management**, v. 257, n. 4, p. 1363-1372, 2009.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas no Brasil. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 368 p., 2002.

LORENZI, H.; SOUZA, M. H. de; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil**: madeireiras, ornamentais e aromáticas. 1. ed. Nova Odessa: Plantarium, 2003, 352 p.

LUNZ, A. M.; CARVALHO, A. G.; JORGE, A. C.; CARVALHO, M. G.; GOMES, M. S. R. Prospecção fitoquímica de três leguminosas e associação com incidência de coleópteros xilófagos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica-RJ, v. 14, n. 1, p. 06-13, 2007.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R. S. do; OLIVEIRA, T. K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2006.

MACEDO, R.L.G.; BEZERRA, R.G.; VENTURIN, N.; VALE, R.S. do ; OLIVEIRA, T.K de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agronômicas de milho cultivados em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v.30, n.5, p.701-709, 2006.

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.

MAHMOOD H., LIMON S.H., RAHMAN M., AZAD A., ISLAM M., KHAIRUZZAMAN M. (2009) Nutrient (N, P and K) dynamics associated with the leaf litter of two agroforestry tree species of Bangladesh. **iForest Biogeosci For** 2:183–186.

MAHMOOD H., SIDDIQUE M.R.H., ABDULLAH S.M.R., SAHA S., GHOSH D.D., RHMAN M.S., LIMON S.H. Nutrient dynamics associated with leaching and microbial decomposition of four abundant mangrove species leaf litter of the Sundarbans, Bangladesh. **Wetlands** 34(3):439–448. 2014.

MALHEIROS, A.; PERES, M. T. L. P. Alelopatia: interações químicas entre espécies. In: YUNES, R.A.; CALIXTO, J.B. Plantas medicinais sob a ótica da química medicinal moderna. Chapecó: **Argos**, 2001. p. 503-523.

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.

MARASCHIN, M; VERPOORTE, R. Aplicações da cromatografia líquida e espectrometria de massa na análise de metabólitos secundários vegetais e em biomedicina. In YUNES, R.A.; CALIXTO, J.B. (Eds.). **Plantas medicinais: sob a ótica da química medicinal moderna.** Chapecó: Argos, 2001. P.147-193.

MARSCHNER H. (1995) Mineral nutrition of higher plants. **Academic Press**, New York.

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.

MATOS, F. J. A. **Introdução a fitoquímica experimental.** 2.ed. Fortaleza: Edições UFC, 1997. 141 p.

- MEDEIROS, A. R. M. Alelopatia: importância e suas aplicações. **Horti Sul**, v. 1, n. 3, p. 27-32, 1990.
- MELO, C. F. M. de. 1973. **Relatório ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal sobre a Viabilidade do aproveitamento papeleiro do Paricá (*Schizolobium amazonicum*)**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 6 p.
- MENDONÇA, E.S. e MATOS, E.D.S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análises**. Viçosa: [s.n.], 77p, 2005.
- MENDONÇA, L. C. **Análise fitoquímica e alelopatia de leguminosas arbóreas sobre a germinação e o desenvolvimento do milho**. 2015. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cáscavel, 2015.
- MERCANTE, F.M.; GOI, S.R.; FRANCO, A.A. Importância dos compostos fenólicos nas interações entre espécies leguminosas e rizóbios. **Revista Universidade Rural**, Rio de Janeiro, v.22, n.1, p.65-81, 2002. (Série Ciência e Vida).
- MONK, C. D. An ecological significance of evergreenness. **Ecology** 47:504-5. 1966.
- MORI, F.A. (2000) “**Caracterização parcial dos taninos da casca e dos adesivos de três espécies de *E. grandis***”, Tese, Doutorado em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.
- NIERI, E. M. et al. COMPORTAMENTO SILVICULTURAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM ARRANJO PARA INTEGRAÇÃO PECUÁRIA FLORESTA. **FLORESTA**, v. 48, n. 2, p. 195-202, 2018.
- NUNES, S.G.; BOOK, A.; PENTEADO, M.I.O. & GOMES, D.T. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande, **EMBRAPA-CNPGC**, 1984. 31p. (Documento, 21).
- OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES J. W. FILHO, T. M. Caracterização da madeira de sete espécies de eucalipto para a construção civil 1-avaliações dendrométricas das árvores. **Scientia Florestalis**, Piracicaba – SP, n.56, p 113 – 124, 1999.
- OLIVEIRA, T.K. de; LUZ, S.A.; SANTOS, F.C.B.dos; OLIVEIRA, T.C. de; LESSA, L.S..Crescimento de espécies arbóreas nativas em sistema silvipastoril no Acre.**Ciência & Desenvolvimento**, v. 4, n. 8, 2009.
- OLIVEIRA, T.K. de; MACEDO, R.L.G.; SANTOS, I.P.A. dos; HIGASHIKAWA, E.M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.748-757, 2007.
- ORR, S. P.; RUDGERS, J. A.; CLAY, K. Invasive Plants can Inhibit Native Tree Seedlings: Testing Potential Allelopathic Mechanisms. **Plant Ecology**, [s.l.], v. 181, n. 2, p.153-165, dez. 2005. Springer Nature.
- PALM C.A., SANCHEZ P.A. (1990) Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropical legumes. **Biotropica** 22:330–338.

- PEDREIRA, B. C. et al. **Intensificação da produção animal em pastagens: Anais do 1º Simpósio de Pecuária Integrada**. Sinop: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Agrossilvipastoril Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2014. 294 p.
- 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.16A, n.2 p.1340-1344, (trabalho apresentado no congresso sobre essências nativas, São Paulo, set, 1982).
- PERIOTTO, F. et al. Efeito alelopático de *Andira humilis* Mart. ex Benth na germinação e no crescimento de *Lactuca sativa* L. e *Raphanus sativus* L. **Acta Botânica Brasílica**, v.18, n.3, p.425-430, 2004
- 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.
- PIÑA-RODRIGUEZ, F. C. M.; LOPES, B. M. Potencial alelopático de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth sobre sementes de *Tabebuia alba* (Cham.) Sandw. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 130- 136, 2001.
- PRESCOTT C.E. Do rates of litter decomposition tell us anything we really need to know? *For Ecol Manag* 220:66–74. 2005.
- RADOMSKI, M.I.; RIBASKI, J. **Sistemas silvipastoris**: aspectos da pesquisa com eucalipto e grevilea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2009. 40p. (Embrapa Florestas. Documentos, 191).
- REIGOSA M.J., SANCHÉZ-MOREIRAS A., GONZÁLEZ L. (1999) Ecophysiological approach in allelopathy. **Crc. Rev. Plant. Sci.** 18(5):577–608.
- REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MAESTRI, M. Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista árvore**, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.
- RICE, E. L. **Allelopathy**. 2. ed. New York: Academic Press, 1984. 422 p.
- RODRIGUES, I. M. C.; SOUZA FILHO, A. P. S.; FERREIRA, F. A. Estudo fitoquímico de *Senna alata*. por duas metodologias. **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 507-513, 2009.
- RODRIGUES, Klinger Antonio da Franca et al. Prospecção Fitoquímica e atividade moluscicida de folhas de *Momordica charantia* L. **Cadernos de Pesquisa**, v. 17, n. 2, 2010.
- ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P.; SOUZA, C.P.; SOUZA, C.R. *Acacia mangium*. Manuais: **Embrapa Amazônia Ocidental**, 2003. 29p.

SÁNCHEZ, M. D.; MÉNDEZ, M. R. **Agroforestería para la producción animal em América Latina**. Roma: FAO, 1999. 523 p.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDEM, L. **Saponinas**. In: SIMÕES, M. O. et al. *Farmacognosia da planta ao medicamento*. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: UFSC, 2007.

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.

SIMÕES, C.M.O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 5. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Editora da UFSC, 2004. 1102p.

SIMÕES, C.M.O. **Farmacognosia: da Planta ao Medicamento**. 6. ed. Florianópolis: UFSC; Porto Alegre. 2007.

SOUZA FILHO, A. P. S.; ALVES, S. M. **Alelopatia em ecossistema de pastagem cultivada**. Belém: Embrapa – Cpatu, 1998. 72 p. (Embrapa – Cpatu. Documentos, 109).

SOUZA FILHO, A. P. S.; VELOSO, C. A. C.; GAMA, J. R. N. Capacidade de absorção de nutrientes do capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) e da planta daninha malva (*Urena lobata*) em função do pH. **Planta Daninha**, v. 18, n. 3, p. 443-450, 2000.

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, P. A. et al. Nutritional assessment of cedar seedlings (*Cedrela fissilis*; Vell.) grown in a greenhouse. **Cerne**, v.15, n.2, p.236-243, 2009.

SOUZA, Paulo Henrique de. **BIOMASSA E ESTOQUE DE CARBONO EM POVOAMENTO DE *Anadenanthera peregrina* (L.) Spig SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**. 2018. 113 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2018.

STENLID, G. (1958). Salt losses and redistribution of salts in higher plants. **Handb. Pfl. Physiol.** 4, 615-37.

SYSTAT SOFTWARE, Inc. SigmaPlot for windows, Version 11.0. 2008

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2017. 888 p

TEDESCO, H.J.; VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Rio Grande do Sul, 1985. 50p. (Boletim Técnico, 5).

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

TONINI, H.; HALFELD-VIEIRA, B.A.; SILVA, S.J.R. **Acacia mangium: Características e seu cultivo em Roraima, Brasília**. Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 145 p.

TUKEY & J. V. MORGAN. 1963. Injury to foliage and its effect upon the leaching of nutrients from above-ground plant parts. **Physiologia Plantarum** 16: 557-565.

VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. O melhoramento de forrageiras tropicais no Brasil. **Revista Ceres**, v.56, p.460-472, 2009.

VEIGA, R.A.A.; CARVALHO, C.M.; BRASIL, M.A.M. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium* Wild. **Cerne**, Lavras, v. 6, p. 103-107, 2000.

VIEIRA, M.; BONACINA, D. M.; SCHUMACHER, M.V.; CALIL, F.N.; CALDEIRA, M.V.W.; WATZLAWICK, L.F. Biomassa e nutrientes em povoamento de *Eucalyptus urograndis* na Serra do Sudeste-RS. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 2481-2490, 2012. Suplemento 1.

VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. 1994. **Testes de vigor em sementes**. Funep, Jaboticabal, Brasil, 164p.

WORLD AGROFORESTRY CENTRE – **AgroForestryTree Database - A Tree Species Reference and Selection Guide** in: <http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/Products/AFDbases/af/asp/SpeciesInfo.asp?SpID=1649#Identity>. Acessado em: 25/06/2018.

YAMAGUSHI M.Q., GUSMAN G.S., VESTENA V. (2011) Efeito alelopático de extratos aquosos de *Eucalyptus globulus* Labill. e de *Casearia sylvestris* Sw. sobre espécies cultivadas. **Semina** 32(4):1361–1374.

YARED, J.A.G.; KANASHIRO, M.; CONCEIÇÃO, I.G.L. Espécies florestais nativas e exóticas: comportamento silvicultural no Planalto do Tapajós-Pará. Belém, **EMBRAPACPATU**. 1988. 29 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 49).

ZAIA, F.C.; GAMA-RODRIGUES, A.C. Ciclagem e balanço de nutrientes em povoamentos de eucalipto na Região NorteFluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.843-852, 2004.

ZENG, R. S.; MALLIK, A. U; LUO S. **Allelopathy in Sustainable Agriculture and Forestry**. New York: Springer Verlag, 2010, 426p.

ZOLET A.C.T. **Filogeografia e Sistemática Molecular de *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (Guapuruvu) através do sequenciamento de regiões cloroplásticas e nucleares**. 2009.138 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Genética e Biologia Molecular, Instituto de Biociência da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2009.