

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

JONAS SOUZA VINCO

**ECOFISIOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS DA MATA
ATLÂNTICA SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO**

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2016

JONAS SOUZA VINCO

**ECOFISIOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS DA MATA
ATLÂNTICA SUBMETIDAS A ESTRESSE HÍDRICO**

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.

Orientador: José Eduardo Macedo
Pezzopane

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO

2016

JONAS SOUZA VINCO

ECOFISIOLOGIA DE ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO

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.

Aprovada em 17 de junho de 2016

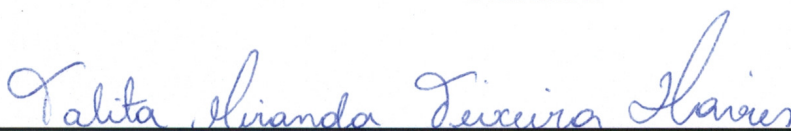
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. José Eduardo Macedo Pezzopane

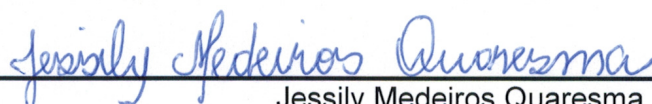
DCMF/CCAUE/UFES

Orientador



Talita Miranda Teixeira Xavier

Bióloga, Pós-doutoranda em Ciências Florestais – UFES



Jessily Medeiros Quaresma

Engenheira Florestal, Mestranda em Ciências Florestais – UFES

“Um dia sem sorrir é um dia desperdiçado. ”

Sébastien-Roch Chamfort

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades, saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus pais, Maria Lúcia de Souza Vinco e José Francisco Vinco, os primeiros e melhores professores que tive na vida! Por cada puxão de orelha, abraço, apoio e incentivo incondicional em todas as etapas da minha vida. Pai, mãe, amo vocês!

A minha namorada, Karen Andreon Viçosi, por toda ajuda e incentivo nessa caminhada.

Ao professor José Eduardo Macedo Pezzopane, por todo o apoio, orientação e companheirismo ao longo da graduação.

Aos amigos Rogério Nóia e Bruno Fardim pela ajuda na coleta de dados do experimento e histórias compartilhadas.

A todos integrantes do Laboratório de Ecofisiologia e Meteorologia Florestal, em especial Jessily e Talita pelo auxílio direto no experimento e orientações.

Ao grande amigo e irmão William Masioli, pelos 5 anos fazendo de uma casa nosso lar.

A todos que passaram por mim durante a graduação, contribuindo para o meu crescimento pessoal, em especial Segurança, Pelego, Lele, Sillão, Pedra Azul, Isabela, Vitão, Ítalo, Baiano, Dani, Zé Renato, Diego, Kallil.

A Universidade Federal do Espírito Santo, por além de me fornecer instrução técnica, me proporcionar uma nova maneira de ver o mundo e oportunidade de fazer grandes amigos.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

A todos os amigos que fiz ao longo do curso, por fazerem minha estadia em Alegre-ES mais prazerosa e me proporcionarem uma graduação repleta de grandes histórias para contar.

*“Agradecer é admitir que houve um momento em que se precisou de alguém.
A todos que compartilharam meus ideais, dedico essa vitória,
com a mais profunda gratidão e respeito.”
(Autor desconhecido)*

RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar as trocas gasosas de quatro espécies nativas da Mata Atlântica utilizadas na recuperação de áreas degradadas: *Cecropia hololeuca* (E1); *Triplaris americana* (E2); *Pachira aquatica* (E3); e *Cordia trichotoma* (E4), submetidas ao estresse hídrico. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com fatorial 4x2, sendo 4 espécies e 2 regimes hídricos, sem déficit (SD) e com déficit hídrico (DH). Cada tratamento foi composto por cinco repetições, transplantadas em vasos de 12 litros, onde cresceram por 70 dias em casa de vegetação. O período experimental totalizou onze dias. As leituras das trocas gasosas foram realizadas as 8 h a cada dois dias, e ao final do experimento foram realizadas leituras as 8h, 10h, 12h e 14h para caracterizar a variação diária das trocas gasosas. No último dia de experimentação também foram realizadas coletas de discos foliares para análise do conteúdo relativo de água (CRA) e extravasamento de eletrólitos, e retirou-se todas as folhas para mensuração da área foliar (AF). Os tratamentos submetidos ao DH das espécies E1, E2 e E4 evidenciaram sintomas do estresse hídrico tendo redução nas trocas gasosas, CRA, extravasamento de eletrólitos e AF. Entretanto, o período de estresse aplicado a E3 causou redução apenas nas trocas gasosas, indicando assim uma mais rápida aclimação e capacidade de sobrevivência a condições de estresse.

Palavras chave: status hídrico, recuperação de áreas degradadas, fotossíntese, trocas gasosas

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	8
2.	OBJETIVO.....	9
3.	REVISÃO DE LITERATURA	10
	3.1.RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS	10
	3.2.TROCAS GASOSAS	10
	3.3.ESTRESSE HÍDRICO.....	11
	3.4.ESPÉCIES AVALIADAS	12
	3.4.1. <i>Cecropia hololeuca</i> , Família Urticaceae	12
	3.4.2. <i>Triplaris americana</i> , Família Polygonaceae	13
	3.4.3. <i>Pachira aquatica</i> , Família Bombacacea	14
	3.4.4. <i>Cordia trichotoma</i> , Família Boraginaceae.....	16
4.	METODOLOGIA	18
	4.1.LOCALIZAÇÃO E DELINEAMENTO	18
	4.2.CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA	18
	4.3.MUDAS E SUBSTRATO.....	21
	4.3.1.Regimes Hídricos.....	21
	4.4.TROCAS GASOSAS	22
	4.5.ÁREA FOLIAR.....	22
	4.6.CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA (CRA)	22
	4.7.EXTRAVASAMENTO DE ELETRÓLITOS	23
	4.8.ESTATÍSTICA	23
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
	5.1.MÁXIMA RETENÇÃO DE ÁGUA DO SUBSTRATO	24
	5.2.TROCAS GASOSAS	24
	5.2.1.Leituras ao longo do período experimental.....	24
	5.2.1.Variação diária	27
	5.3.ÁREA FOLIAR	29
	5.4.CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA (CRA)	30
	5.5.EXTRAVASAMENTO DE ELETRÓLITOS	31
6.	CONCLUSÕES.....	32
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Face adaxial com destaque para os lobos da folha e face abaxial com destaque para o pecíolo.	12
Figura 2 – Grandes folhas do pau-formiga, glabras e simples.....	14
Figura 3 – Mudas de munguba utilizadas no experimento.	15
Figura 4 – Grandes folhas do louro-pardo e caule com crescimento reto.....	17
Figura 5 – Variação diária da temperatura, DPV e radiação fotossinteticamente ativa – <i>PAR</i> entre os dias 10 e 21 de dezembro de 2015, Jerônimo Monteiro, ES.....	20
Figura 6 – Redução da capacidade máxima de retenção de água entre os dias 10 e 21 de dezembro de 2015, Jerônimo Monteiro, ES	22
Figura 7 – Variação das trocas gasosas entre os dias 10 e 21 de dezembro de 2015 para cada espécie, Jerônimo Monteiro, ES.....	26
Figura 8 – Variação diária das trocas gasosas para cada espécie no 11º dia de experimentação, Jerônimo Monteiro, ES	28
Figura 9 - Área foliar das folhas ao término do período experimental no 11º dia de experimentação, Jerônimo Monteiro, ES	29
Figura 10 – Análise do conteúdo relativo de água das folhas no 11º dia de experimentação, Jerônimo Monteiro, ES	30
Figura 11 - Análise de extravasamento de eletrólitos no 11º dia de experimentação, Jerônimo Monteiro, ES	31

1. INTRODUÇÃO

O setor de florestas plantadas que atualmente conta com tecnologia de ponta do desenvolvimento da muda até a colheita das árvores, vivencia situação oposta ao segmento de florestas nativas que passa por um estágio inicial de desenvolvimento tecnológico. Mesmo representando um forte ramo da economia, com a extração de madeira ou produtos não-madeireiros, as florestas nativas, exercem importante contribuição na geração de empregos e renda em diversas localidades do país, sendo a principal a região amazônica (FAO, 2006).

O Brasil é um país florestal, segundo o IBGE 517 milhões de hectares ainda estão cobertos com vegetação nativa, representando um percentual de 61% de todo o território nacional, o que representa aproximadamente 10% do total das florestas do mundo, e a segunda maior área florestal - atrás apenas da Rússia. As florestas do Brasil, em especial a Mata Atlântica e a Amazônia, abrigam uma das maiores diversidades biológicas do planeta (IBGE, 2012). Além disso, as florestas brasileiras, exercem uma participação notável na conservação de cerca de 20% dos estoques de água doce do mundo (PNF, 2004). Também ajudam na regulação do clima regional e global, restando grande estoque de carbono (VERÍSSIMO, 2006).

A diminuição das áreas de florestas naturais vem acontecendo no mundo todo, este fato é consequência, principalmente, de incêndios, fins comerciais, desmatamento para implantação de agropecuária, ou fenômenos naturais. Ao longo dos anos, a humanidade tem-se apropriado inconscientemente dos recursos florestais com diversas finalidades e o desmatamento tem aumentado consideravelmente. No entanto, em países em desenvolvimento como o Brasil, o comércio da madeira não está relacionado com a sustentabilidade como nos países desenvolvidos, o desmatamento ocorre ilegalmente e clandestinamente (ARRAES et al, 2012).

Entretanto, temos o exemplo da Mata Atlântica, que possui apenas alguns remanescentes, severamente castigados pela fragmentação, sendo encontrados isolados e com pouca proteção. Sendo muitas vezes castigados pelos cultivos e habitações que existem ao seu redor (VIANA, 1995). Essa fragmentação maximiza o efeito de borda, provocando mortalidade de árvores e prejudicando a sucessão ecológica devido as modificações no microclima local, ocasionando uma diminuição da umidade e aumento a radiação, interferindo ainda na fauna local e elevando a frequência de incêndios (VIANA, 1998).

A identificação de espécies florestais para serem utilizadas na recuperação de áreas degradadas (RADs) tem sido objeto de estudos florestais. Nesse sentido, deve-se

buscar espécies que sejam mais eficientes no uso da água, adaptadas aos diferentes tipos de solos, condições climáticas, entre outros. Essas características são importantes pois aumentam a probabilidade de sucesso nos projetos de restauração florestal (KAGEYAMA & GANDARA, 2004).

Um projeto de RADs deve ser baseado na sucessão ecológica das espécies, sendo empregado no início o plantio de espécies pioneiras e respectivamente espécies secundárias, secundárias tardias e climácicas. Seguindo essa ordem e realizando o monitoramento adequado as chances de sucesso da recuperação da área são amplamente maximizadas.

Espécies pioneiras como embaúba (*Cecropia hololeuca*), munguba (*Pachira aquatica*) e pau-formiga (*Triplaris americana*) são comumente usadas em projetos de reflorestamento por sua já conhecida resistência ao estresse abiótico. Já o louro-pardo (*Cordia trichotoma*), é uma espécie de sucessão secundária, depende das facilidades microclimáticas fornecidas pelas espécies pioneiras para seu desenvolvimento inicial.

2. OBJETIVO

Caracterizar as trocas gasosas, e avaliar conteúdo relativo de água e extravasamento de eletrólitos das espécies *Cecropia hololeuca*, *Triplaris americana*, *Pachira aquatica* e *Cordia trichotoma* submetidas a estresse hídrico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

A reabilitação de áreas degradadas envolve fatores ambientais como umidade, radiação, solo, de tal forma a propiciar condições ambientais para que os processos ambientais sejam semelhantes ao de uma vegetação nativa da região, nos aspectos hidrológicos, fitossociológicos, ciclagem de nutrientes, umidade, microclima, meso-fauna. O uso de conhecimentos de sucessão ecológica vegetal, é uma importante ferramenta, pois utiliza os mecanismos da natureza local para induzir o surgimento de novos estágios sucessionais. Para que a sucessão possa ocorrer é necessária uma área aberta que permita o estabelecimento e sobrevivência das espécies, que novas espécies cheguem com o passar do tempo, que outras germinem a partir de sementes pré-existentes no solo, e que as espécies promovam uma substituição gradual das espécies, caracterizando a sucessão (RODRIGUES & GANDOLFI, 2004; VALCARCEL & SILVA, 2000).

A seleção de espécies para recuperação de solos degradados deve ser baseada no entendimento da sucessão natural (NAGY, 1997). Também deve ser tomado cuidados com a fertilidade do solo local, devendo ocorrer uma adubação ou adição de terra fértil de acordo com a necessidade do local. Uma medida simples e eficiente é a adição de matéria orgânica (FRANCO, 1998). Davide (1994) destaca ainda a importância da composição florística da vegetação remanescente da região.

3.2. TROCAS GASOSAS

Deficiência hídrica e trocas gasosas possuem ligação direta. O déficit hídrico é um dos principais fatores ambientais que limita a fotossíntese. Conforme seu estabelecimento, a condutância estomática é reduzida, e dessa forma prejudica a chegada de CO₂ aos cloroplastos, provocando queda na taxa fotossintética (LARCHER, 2004; TONELLO & TEIXEIRA FILHO, 2012; CUNHA et al., 2013)

O monitoramento da fotossíntese, condutância e transpiração, junto com as variações climáticas, permitem compreender como determinada espécie interage com os recursos ambientais disponíveis, e a interferência desses recursos do desenvolvimento da planta (PEREIRA et al., 1986).

A intensidade de luz e hidratação foliar, são os principais fatores que regulam o processo de abertura estomática. Esse processo é o principal controle das trocas gasosas em plantas superiores. Folhas bem hidratadas, tem elevada condutância

estomática, favorecendo a entrada de CO_2 , elevando a fotossíntese e consequentemente acelerando o crescimento da planta. Já as folhas estressadas pelo déficit hídrico, tem sua condutância estomática reduzida, evitando a perda de água por transpiração e reduzindo o risco de desidratação (ALBUQUERQUE et al., 2013; COSTA, 2007; LIMA et al., 2010; TENHUNEN et al., 1987).

Segundo Larcher (2004), ocorre uma diminuição da transpiração devido ao fechamento dos estômatos de acordo com a redução da disponibilidade hídrica no solo. Isso impede a perda exagerada de água, se fazendo um importante mecanismo de defesa que impede a morte da planta por dessecação (BARLOW, 1983).

A variação de condições ambientais como luz, temperatura, umidade, exercem influência direta sobre as trocas gasosas das plantas, além disso cada espécie possui características únicas que controlam sua taxa fotossintética (LARCHER, 2004; GONÇALVES et al., 2009; ESPOSTI, 2013).

3.3. ESTRESSE HÍDRICO

A água é o principal fator responsável pelo crescimento e sua oscilação nas culturas vegetais, sendo a matéria mais importante e limitante para o desenvolvimento das plantas. Com o atual processo de redução da disponibilidade hídrica e o alto custo de sua utilização é fundamental a busca de espécies com maior eficiência no uso desse recurso, afim de reduzir as perdas e obter mais sucesso (ROZA, 2010).

O processo de evapotranspiração da planta faz com que ela transfira para atmosfera cerca de 98% da água retirada do solo (GRANIER, 1985).

A eficiência do uso da água pode ser expressada de dois modos simples. Pela quantidade de biomassa produzida em função da água consumida, e com a relação instantânea e intrínseca da planta, relacionando a assimilação de dióxido de carbono com a transpiração. Esses métodos são muito usados em projetos que visam a redução do consumo de água (FLEXAS et al., 2004; ROMERO & BUTÍA, 2006).

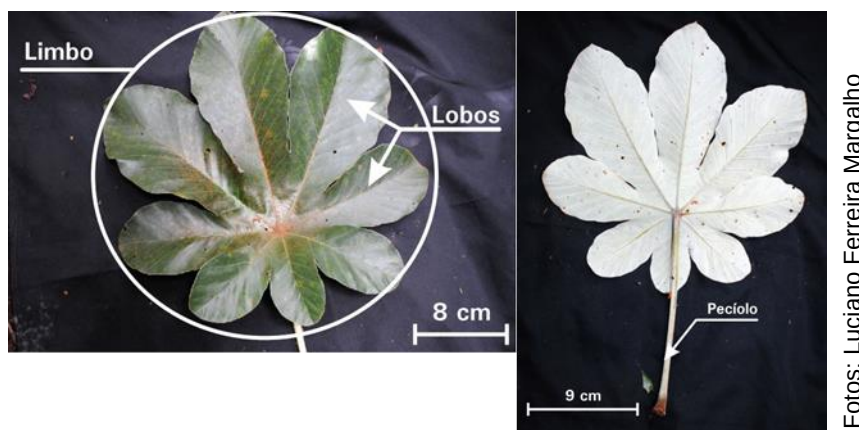
Alguns dos efeitos do déficit hídrico nos processos fisiológicos da planta são reduzir a transpiração e a disponibilidade de CO_2 para realização da fotossíntese, isso ocorre em função da maior resistência estomática, causada pela redução do turgor das células guarda (NOGUEIRA et al., 2001). Ocorre também uma maior abscisão foliar, que ocorre como método de defesa afim de reduzir a área de transpiração, essa maior queda das folhas ocorre em razão do aumento da produção de ácido abscísico. A atividade fotossintética é reduzida, assim como o volume celular e a turgescência (MORAIS et al., 2003; TAIZ & ZEIGER, 2013)

3.4. ESPÉCIES AVALIADAS

3.4.1. *Cecropia hololeuca*, Família Urticaceae

Cecropia hololeuca Miq, espécie endêmica brasileira, conhecida pelos nomes populares: embaúba-prateada, embaúba-branca, umbaúba, imbaíba. Pode atingir até 15 metros de altura, possui folhas arredondas, lobadas, com 40 a 120 cm de diâmetro, coriáceas, com até 12 segmentos, subovado a oblongo ou lanceolados, ápice arredondado a subagudo ou curtamente acuminado (Figura 1). Com superfície superior da lâmina com tricomas aracnóides brancos, densos quando a folha é nova ou bastante esparsos à medida que a folha cresce e superfície inferior com densos tricomas aracnóides. Possui pecíolo longo e esbranquiçado, está inserido próximo ao centro do limbo foliar, conferindo a folha aparência de escudo (GAGLIOTI, 2014).

Figura 1 – Face adaxial com destaque para os lobos da folha e face abaxial com destaque para o pecíolo.



Espécie de rápido crescimento e baixas exigências de solo, ocorre com frequência em áreas de sucessão ecológica inicial e regiões impactadas, seja pelo homem ou de forma natural, como clareiras em meio as florestas. Tais características faz com que *C. hololeuca* seja classificada ecologicamente como espécie pioneira. (MIRANDA et al, 2008).

A produção de painéis de madeira para produção de aglomerados se mostrou tecnicamente viável. Além disso a madeira pode ser utilizada na confecção de outros produtos leves. A espécie pode ainda ser empregada no paisagismo, devido suas qualidades ornamentais (IWAKIRI et al. 2010).

Apresenta floração branca e frutos tipo aquênio. É polinizada por abelhas e pequenos insetos, floresce de outubro a janeiro e frutifica de julho a setembro. Seus

brotos e folhas servem de alimento para o bicho-preguiça, porém, sua principal forma de dispersão das sementes é por aves e morcegos. Possui associação simbiótica com formigas que utiliza seu tronco como abrigo (CARVALHO, 2003; ROMANIUC NETO & GAGLIOTI, 2014; LORENZI, 1992; LORENZI, 2002).

Sua propagação é seminal e os frutos devem ser coletados na árvore quando maduros, que devem ser armazenados para que se inicie sua decomposição e facilite a extração das sementes. No ambiente a passagem das sementes pelo sistema digestivo dos animais facilita sua germinação, porém sua dormência está associada principalmente a luminosidade, devendo ser colocada em ambientes com alta iluminação, e no ambiente natural só germinam as sementes que não são cobertas pela serrapilheira (CARVALHO, 2002; LORENZI, 1992; VICENTINI et al, 2008; BICALHO et al, 2007).

Para recuperação de áreas degradadas um método de propagação muito eficiente é a transposição de serrapilheira e banco de sementes do solo. Estudo realizado por Rodrigues et al (2010) mostrou que a embaúba era espécie com maior frequência de emergência 6 meses depois de realizada a transposição.

3.4.2. *Triplaris americana*, Família Polygonaceae

Triplaris americana L., conhecida popularmente como pau-formiga, pau-novato, formigueiro, paliteiro, taquari, novateiro, tangarana. Seu nome popular está ligado a associação de mutualismo estabelecida no ambiente natural com formigas que constroem seus ninhos em seu tronco oco, protegendo-a assim de outros predadores (LORENZI, 2000; ESALQ, 2014).

É uma árvore que apresenta rápido crescimento, alcançando até 20 m de altura. Possui copa piramidal, fuste reto e oco, tem casca acinzentada e levemente fissurada. Suas folhas são simples, ovadas a oblongas, membranáceas, glabras, com 15 a 25 cm de comprimento (Figura 2), possui estípula ócrea (envolve todo o ramo). Apresenta numerosa florescência de cor creme a amareladas. Possui numerosos e atraentes frutos, que são do tipo aquênio de cor laranja a avermelhado (POTT, 1994).

Figura 2 – Grandes folhas do pau-formiga, glabras e simples.



Sua classificação ecológica vai de acordo com seu habitat, pioneira (próximo a locais com água) a secundária inicial (ambientes secos), ocorre preferencialmente em áreas próximas a rios e alagados em florestas estacionais (POTT et al, 2000).

Muito usada no paisagismo em locais sem rede elétrica, apresenta belo florescimento, que ocorre de agosto a dezembro, e sistema radicular não agressivo. Sua frutificação ocorre de outubro a março. Na RADs é utilizada principalmente na composição de matas ciliares (LORENZI, 2000).

Tem madeira leve, de baixa resistência e moderada durabilidade quando protegida da umidade. Pode ser usada na fabricação de tábuas e caixotaria. Possui ainda características medicinais, podendo tratar algumas doenças (SOUZA & LORENZI, 2012; PIRES et al, 2015).

3.4.3. *Pachira aquatica*, Família Bombacaceae

Pachira aquatica Aublet, é conhecida popularmente como munguba, monguba, castanheira-d' água, cacau-selvagem, falso-cacau, castanheiro-de-guiana. Espécie arbórea que atinge até 15 m de altura, de sucessão ecológica primária, possui fuste curto, medindo de 50 a 100cm de diâmetro, de cor parda, com estrias marrons, seguida de numerosos ramos e galhos que formam a copa (DU BOCAGE & SALES, 2002; PEIXOTO & ESCUDEIRO, 2002; LIMA et al. 2011).

Possui copa densa arredonda, com folhas digitadas, compostas de 5 a 9 folíolos com base dilatada e ápice lanceolado (em forma de lança), de textura coriácea, medindo 15 a 20 cm de comprimento, sob pecíolo de 8 a 24 cm de comprimento e margem lisa. De setembro a novembro ocorre sua floração, apresentando flores grandes, atrativas e isoladas nas extremidades dos ramos, com 5 pétalas oblongas medindo de 10 cm a 20 cm de comprimento por até 1,4 cm de largura e bastante recurvadas tão logo que se abrem, demonstrando sua coloração amarela-creme de seu interior. Os frutos, que são apreciados pela fauna, aparecem de abril a junho, e tem formato de cápsulas deiscentes oval, medindo 10 a 12 cm de diâmetro por 20 a 30 cm de comprimento (SILVA, 2012; OLIVEIRA et al. 2007; LORENZI, 2000).

As castanhas têm sabor que lembra o coco, quando consumidas in-natura. Ainda podem ser assadas sobre a brasa, fritas em óleo, cozidas ou torradas (PAULA et al. 2006; OLIVEIRA et al. 2007).

Figura 3– Mudas de munguba utilizadas no experimento.



Foto: O Autor

Espontaneamente a árvore vegeta em locais úmidos, margens de rios e lagos ou terrenos alagadiços e brejosos, de onde provém a palavra “aquática” do seu nome científico. No entanto, é uma espécie que se adapta facilmente a condições diversas de solo e clima, sendo bastante utilizada na arborização de ruas (PEIXOTO & ESCUDEIRO, 2002; LORENZI, 1992).

Sua madeira é leve e útil para fabricação de palitos e produção de cordas (LORENZI, 2000).

Sua propagação pode ser facilmente realizada por sementes, não sendo necessário nenhum processo de escarificação. Germinam num período de 10 a 20 dias e atinge 35 cm em cerca de 5 meses. Sua propagação pode ocorrer sem grandes empecilhos a partir de galhos lenhosos e maduros (JORGE & LUZIA, 2012; KAGEYAWA & VIANA, 1989; SILVA, 2012).

3.4.4. *Cordia trichotoma*, Família Boraginaceae

Cordia trichotoma Vell., é conhecida popularmente como louro-pardo, ajuí, amora-do-mato-alto, maria-preta, louro-amarelo, entre outros. Árvore que alcança até 15 m de altura, possui fuste reto e bem definido. Sua copa é arredondada e atinge até 8 m de diâmetro. Sua casca é cinza-claro, áspera, sulcada em fissuras longitudinais (IVANCHECHEN, 1988; RIZZINI, 1971 citado por CARVALHO, 2002).

Suas folhas são simples, subcoriáceas, base aguda e ápice acuminado, com 7 a 17 cm de comprimento e 3 a 8 de largura, são ásperas e rica em pelos (Figura 4). Apresenta pecíolo curto, com 1 a 4,5 cm de comprimento. Sua floração ocorre de janeiro a maio, é branca no início e parda depois, são vistosas e perfumadas com 10 a 25 cm de comprimento, a polinização é feita por abelhas e pequenos insetos. A frutificação ocorre a partir de quatro anos de idade, nos meses de maio a setembro, podendo produzir sementes no intervalo a cada dois anos, apresentam formato núcula de pericarpo é pouco espesso e seco, de cor bege e superfície lisa. As sementes têm 6 mm de comprimento por 2 mm de diâmetro e se encontram presos a parede do fruto, sua dispersão é principalmente pelo vento (BARROSO et al., 1999; AGUIAR et al., 1993; RIZZINI, 1976 citado por CARVALHO, 2002).

Figura 4 – Grandes folhas do louro-pardo e caule com crescimento reto.



Foto: O Autor

Comum meio a áreas de capoeiras, é classificado ecologicamente como espécie secundária, dependendo das condições ambientais considerado inicial ou tardia (JESUS, 1997; NAVE et al., 1997; SIQUEIRA & FIGLIOLIA 1998 citado por CARVALHO, 2002)

Para obtenção das sementes os frutos devem ser coletados quando adquirem a cor castanha. A semente está madura quando o fruto se apresenta firme ao ser comprimido (KUNIYOSHI, 1983 citado por CARVALHO, 2002). Não é necessário tratamento para quebra de dormência. Porém caso apresentem problemas pode ser feito uma escarificação mecânica por dois segundos para quebra da dormência tegumentar. A propagação da espécie é feita principalmente de forma seminal, devendo ser semeada em sementeiro e posteriormente repicada (AMARAL et al, 1997).

Sua madeira é leve a moderadamente densa, de cor amarela levemente áspera. Possui baixa durabilidade em condições favoráveis ao apodrecimento e de difícil tratamento sob pressão. É utilizada na confecção de móveis para revestimentos decorativo, esculturas. O louro-pardo ainda qualidades ornamentais e pode ser usado na recomposição de áreas degradadas (LORENZI, 1998; MELO, 1954 citado por CARVALHO, 2002; SCHEEREN et al, 2002).

4. METODOLOGIA

4.1. LOCALIZAÇÃO E DELINEAMENTO

A experimentação foi conduzida em casa de vegetação climatizada, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, do Centro de Ciências Agrárias e Engenharia da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), situada no município de Jerônimo Monteiro - ES, localizado na latitude 20°47'25"S e longitude 41°23'48"W.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com 4 espécies, E1 – *Cecropia hololeuca*, E2 – *Triplaris americana*, E3 – *Pachira aquatica* e E4 – *Cordia trichotoma*, e 2 regimes hídricos, SD – sem déficit, mantido próximo a capacidade de campo (CC) e DH – déficit hídrico, sendo 2 tratamentos por espécie. Os tratamentos foram compostos por cinco repetições, sendo que cada uma era constituída por uma planta. O período de aclimação das mudas durou 70 dias, já o período experimental foi de 10 de dezembro de 2015 até 20 de dezembro do mesmo ano, somando onze dias.

4.2. CARACTERIZAÇÃO MICROCLIMÁTICA

A caracterização microclimática foi realizada por meio de estação meteorológica automática instalada no interior da casa de vegetação. Na estação estavam acoplados sensores de temperatura e umidade relativa do ar, modelo CS500 (*Vaisala*, Estados Unidos da América), e radiômetro quântico linear da marca *Apogee* (modelo SQ-311), com 10 sensores em sua extensão, para medir a radiação PAR ($W.m^{-2}$). Os dados foram coletados e armazenados por "data logger", modelo CR10 (*Campbell Scientific*, Estados Unidos). A partir desses dados pode ser calculado o déficit de pressão de vapor (DPV) pelas fórmulas proposta por Tetens (1930):

$$e_s = 0,6108 * 10^{7,5Tar/237+Tar}$$

$$e_a = UR * (e_{s/100})$$

$$\Delta e = (e_s - e_a)$$

No qual, e_s , é a pressão de saturação; Tar , temperatura do ar; e_a , pressão exercida pelo vapor; UR , umidade relativa do ar; Δe , déficit pressão de vapor.

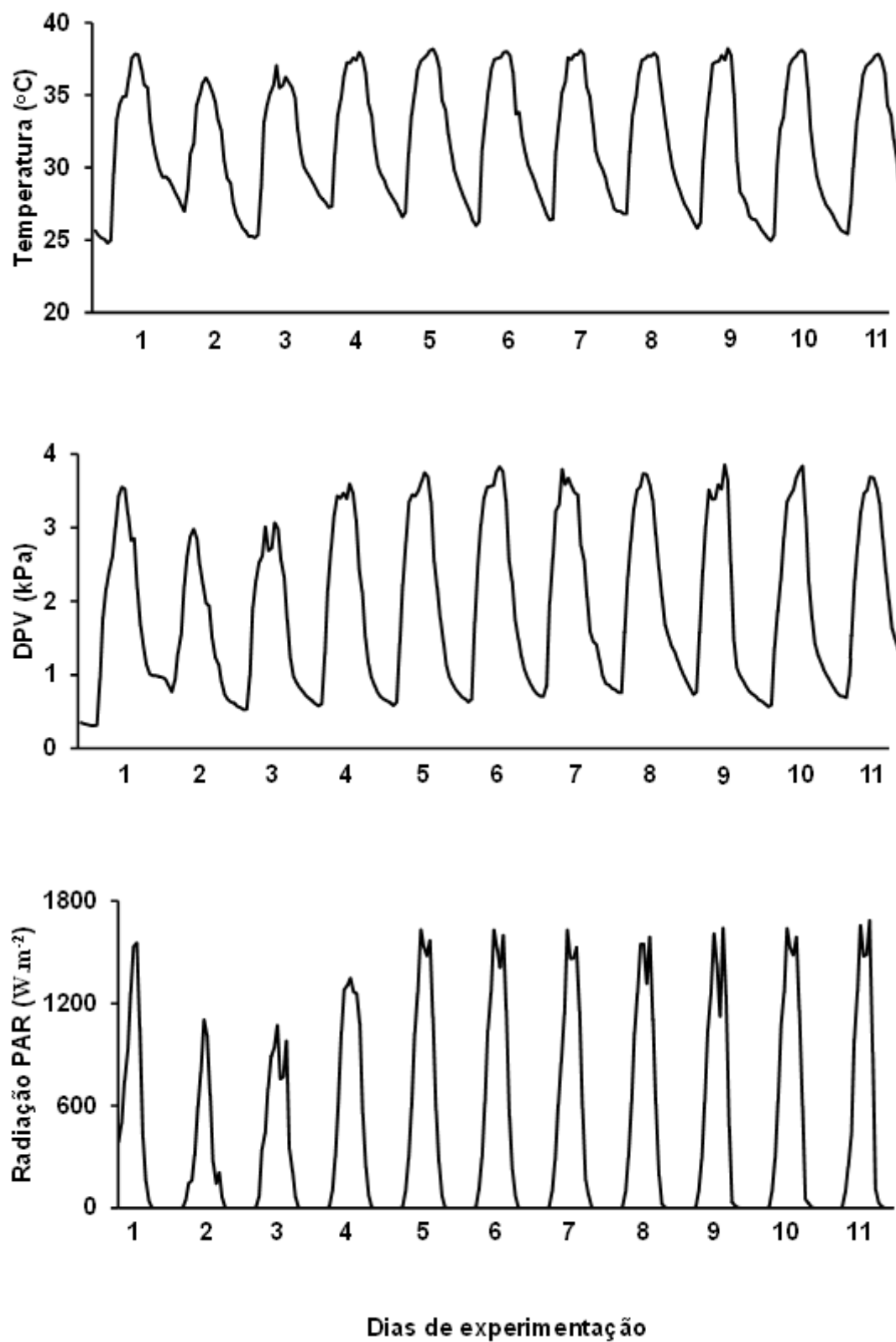
Conforme observado na tabela 1, durante os 11 dias do período experimental a temperatura se manteve acima dos 25°C com médias diárias variando entre 26,1 –

37,4°C. Já o déficit de pressão de vapor (DPV) médio foi de 1,87kPa, com amplitude média de 0,63 kPa a 3,40 kPa.

Tabela 1 – Valores médios, mínimos e máximos de temperatura e déficit pressão de vapor obtidos durante os 11 dias de experimentação em casa de vegetação, Jerônimo Monteiro, ES.

	Temperatura (°C)	DPV (%)
Média	31,7	1,87
Máxima	38,6	3,99
Mínima	25,1	0,30

Figura 5 – Variação diária da temperatura, DPV e radiação fotossinteticamente ativa – PAR durante os dias 10 a 20 de dezembro de 2015. Caracterizando o microclima no interior da casa de vegetação, Jerônimo Monteiro, ES.



4.3. MUDAS E SUBSTRATO

As mudas utilizadas foram de origem semínifera, se encontravam em fase de expedição para o campo, e foram produzidas pelo viveiro de mudas florestais do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira localizado no mesmo município. O material foi produzido em tubetes de 295 cm³ e transplantado para vasos de 12 litros no dia 30 de setembro de 2015, onde foram mantidas na capacidade de campo por 70 dias para crescimento inicial no interior da casa de vegetação, sob bancadas suspensas. Após esse período deu-se início a aplicação dos diferentes tratamentos no dia 10 de dezembro.

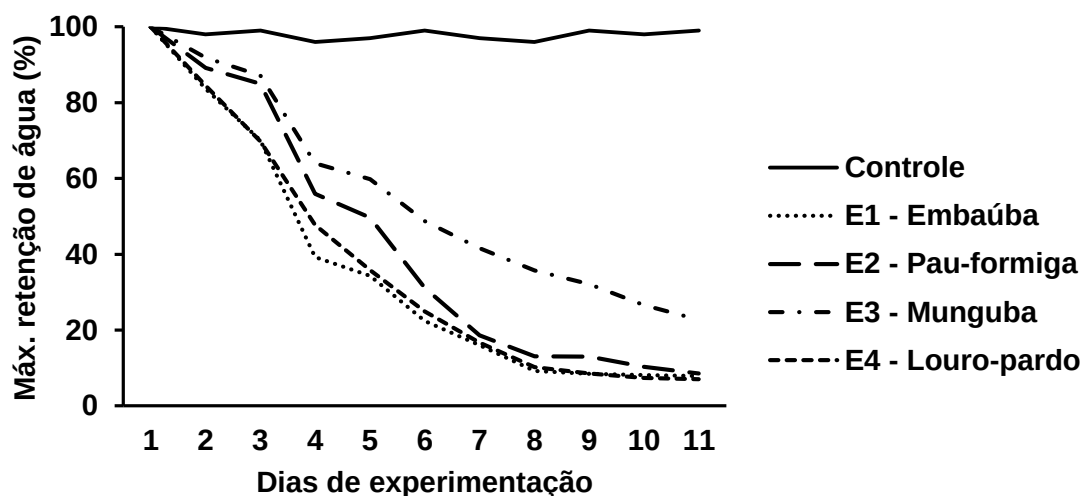
Foi utilizado substrato comercial, composto por casca de pinus, vermiculita, moinha de carvão vegetal, água e espuma fenólica. O substrato foi homogeneizado e acrescentado em sua mistura 100 g de adubo de liberação lenta 15-09-12 NPK, para cada 25 kg de substrato. Em cada vaso foi colocado 4,0 kg de substrato que em seguida foi saturado com água até atingir sua máxima retenção de água.

4.3.1. Regimes Hídricos

Todos os tratamentos tinham nível de água próximo a CC no início do período experimental (figura 6). O tratamento SD foi mantido assim durante todo o experimento, já o tratamento DH teve sua irrigação cortada e sua capacidade máxima de retenção de água foi diminuindo ao longo dos 11 dias de experimentação, chegando a valores próximos a 8% da CC em alguns tratamentos.

O controle foi realizado através de pesagens diária dos vasos, às 08:00 horas, repondo a quantidade de água perdida por evapotranspiração no tratamento irrigado. Para aferição dos pesos foi utilizada balança com duas casas decimais.

Figura 6 – Redução da umidade do solo entre os dias 10 e 21 de dezembro de 2015, Jerônimo Monteiro, ES.



4.4. TROCAS GASOSAS

Para a análise de trocas gasosas foi utilizado um analisador de gás por infravermelho portátil (IRGA, Li-Cor, modelo LI-6400, Nebraska, EUA). As leituras pontuais da taxa de fotossíntese (A), e cálculo da condutância estomática (g_s), concentração interna de CO_2 (C_i) e a taxa de transpiração (E) foram realizadas nos dias experimentais 1, 3, 5, 7, 9 e 11 iniciando sempre as 08:00 horas. Sendo que no último dia de experimentação foram realizadas quatro leituras ao longo do dia, às 08:00, 10:00, 12:00 e 14:00 horas, de acordo com o horário local, UTC -03:00 horas.

As análises foram realizadas em folhas totalmente expandidas na parte externa do terço superior de cada uma das plantas, sob irradiância de $1200 \mu\text{mol}$ de fótons $\text{m}^2.\text{s}^{-1}$ e fluxo de $400 \mu\text{mol}$ de CO_2 .

4.5. ÁREA FOLIAR

Ao final do período experimental (11 dias) foi retirada todas as folhas saudáveis das plantas e realizada medida de sua área com medidor de área foliar modelo LI-3100 (marca LI-COR).

4.6. CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA (CRA)

A coleta das folhas para análise foi realizada na antemanhã, garantindo que o material vegetal estava com o máximo turgor celular. A análise foi realizada no 11º de

experimentação. Foram retirados discos foliares de cada planta com furador de 15 mm de diâmetro, de modo que cada repetição tivesse aproximadamente 0,2 gramas.

O conteúdo relativo de água leva em conta a relação entre a diferença de peso fresco da amostra fresca (MF), obtido após retirada dos discos, e peso seco (MS), obtido após secagem por cerca de 72 horas em estufa de circulação forçada de ar à 65 ± 2 °C, com a diferença de peso túrgido (MT), obtido após hidratação por 24 horas em água destilada, em ambiente com pouca luz, com remoção do excesso de água da superfície do tecido, e peso seco (MS). De acordo com a seguinte equação $[(MF-MS) / (MT-MS)] \times 100$ e o resultado é expresso em porcentagem.

4.7. EXTRAVASAMENTO DE ELETRÓLITOS

A análise foi realizada no 11º dia de experimentação, consistindo na retirada de 15 discos foliares de folhas sadias com perfurador de cobre de 15 mm. Em seguida foram acondicionados em frasco de vidro transparente contendo 20 mL de água deionizada vedados por tampa de borracha. Os frascos foram mantidos a temperatura de 25° C por 6 horas, em seguida, feita a leitura da condutividade inicial do meio (Ci) usando condutivímetro de bancada. Posteriormente os frascos foram vedados com tampas de alumínio e submetidas à temperatura de 90° C, por 2 horas, em estufa de secagem e após resfriamento do conteúdo das mesmas, aferiu-se a condutividade final (Cf). O extravasamento de eletrólitos foi calculado pela relação $[(Ci / (Ci+Cf)) \times 100]$ e o resultado foi expresso em porcentagem (SCOTTI CAMPOS; THU PHAM THI, 1997; TARHANEN et al. 1999).

4.8. ESTATÍSTICA

Os dados das variáveis área foliar (cm²), CRA (%) e extravasamento de eletrólitos (%) foram testados quanto à normalidade e homogeneidade e em seguida foram submetidas a análise de variância pelo teste F e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Foi realizada análise descritiva dos dados de variação diária das trocas gasosas.

Para análise dos dados foi utilizado o software *Assistat* versão 7.7 beta (SILVA & AZEVEDO, 2002)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. MÁXIMA RETENÇÃO DE ÁGUA DO SUBSTRATO

O decréscimo da umidade no solo por evapotranspiração, conforme apresentado na figura 6, nos tratamentos submetidos ao DH foi semelhante em E1 – embaúba e E4 – louro-pardo durante todo o período experimental. O substrato de E2 – pau-formiga teve uma queda inicial lenta, que se acentuou a partir do quinto dia, tendo umidade final igual das outras espécies. Já o tratamento com DH em E3 – munguba apresentou menor decréscimo, chegando ao final da experimentação com 50% a mais umidade que os demais. A curva controle próxima a 100% representa os 4 tratamentos não submetidos a estresse hídrico.

As espécies E1, E2 e E4 dos tratamentos sob déficit hídrico apresentaram perda de água por evapotranspiração semelhantes, terminando o período experimental com cerca de 8% de umidade. Já a espécie E3 perdeu menos água, chegando ao fim do período experimental com aproximadamente 20% de umidade, indicando uma menor evapotranspiração da espécie.

5.2. TROCAS GASOSAS

5.2.1. Leituras ao longo do período experimental

As leituras realizadas no horário das 8 h a cada dois dias durante o período experimental evidenciaram que o déficit hídrico exerceu influência negativa sobre todas as espécies avaliadas (Figura 7), causando diminuição nas taxas de trocas gasosas, principalmente a taxa de assimilação líquida de CO_2 (A).

A embaúba (E1), a partir do terceiro dia de experimentação, quando submetido ao estresse hídrico passou a apresentar cerca de 50% da taxa fotossintética das plantas mantidas na CC. O pau-formiga (E2) apresentou essa redução no quinto dia, e a munguba (E3) e o louro-pardo (E4) a partir do sétimo dia. Todas as espécies apresentaram comportamento semelhante de condutância estomática (g_s) e transpiração (E), mantendo valores altos em ambos os tratamentos nos primeiros dias, e diminuindo a medida que o déficit hídrico se intensificou. A redução de A, em condições de estresse hídrico, ocorre por razões, como redução na síntese de ATP, dano ao maquinário fotossintético, limitação estomática ao fluxo de CO_2 e diminuição

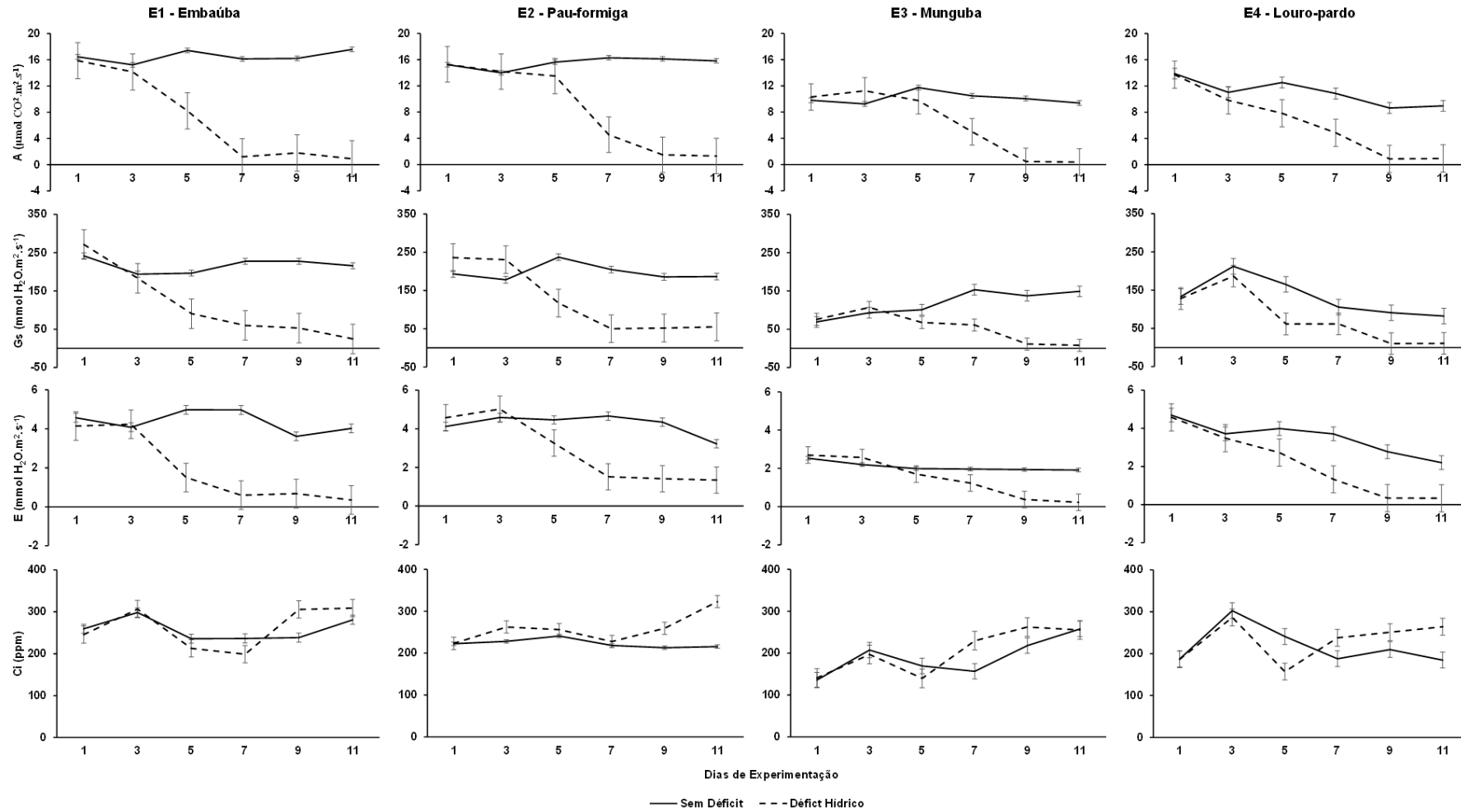
da atividade da Rubisco (Ribulose-1,5-bifosfato carboxilase oxigenase) como carboxilose (FLEXAS & MEDRANO, 2002; TAIZ & ZEIGER, 2013).

A concentração interna de CO₂ foliar (*C_i*) apresentou variações maiores apenas no período final do experimento, com as plantas estressadas apresentando valores mais altos. Essa concentração maior é explicada pelo fato de o carbono presente no interior do limbo foliar não ser consumido nas reações fotossintéticas, se mantendo em grande concentração (FERRAS et al., 2012; JADOSKI et al. 2005).

A partir do nono dia a fotossíntese dos tratamentos submetidos ao DH apresentaram redução próxima a 90% das plantas não estressadas, chegando a valores próximos de 0 $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, mantendo-se assim até o término do experimento. A redução observada em *A*, *g_s* e *E*, era esperada, pois, estresse hídrico causa fechamento dos estômatos na tentativa de reduzir a perda de água pela transpiração, ocasionando também redução da taxa de respiração e fotossíntese das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2013). Estudo realizado por Lima et al. (2010), avaliou espécies nativas da Mata Atlântica no horário da manhã e à tarde em períodos de chuva e estiagem, e todas apresentaram taxas superiores de *A*, *g_s* e *E* maiores no horário da manhã e período chuvoso, certificando que a taxa de fotossíntese é afetada no período de estiagem. Resultados obtidos por Cunha et al. (2013) constatando plantas de *Swietenia macrophyllae* e *Khaya ivorensis* expuseram redução de 75 a 90% na *g_s* das plantas no período de seca. Campelo et al. (2015) constatou redução da *A* das espécies *Khaya ivorensis*, *Carapa guianensis*, *Cordia oncocalyx*, *eucalyptus* e *acacia spp*, quando submetidas a um período de estresse hídrico (ALBUQUERQUE et al., 2013; GONÇALVES et al., 2009; MENDES et al., 2013; WARREN et al., 2011).

Já a elevação da *C_i* ocorre por causa dos danos causados ao maquinário fotossintético que impede realização da conversão do carbono em fotoassimilados, desse modo, mesmo com os estômatos fechados impedindo a entrada de carbono, a concentração do meio já se encontra elevada pelo baixo consumo. Caso que não ocorre nas plantas mantidas na CC, pois com a condutância estomática constantemente elevada o fluxo de assimilação de carbono é constante, e a transpiração e fotossíntese tende a ser sempre alta. O grau de abertura estomática se ajusta continuamente às oscilações da água disponível e dos fatores ambientais (LARCHER, 2006).

Figura 7– Variação das trocas gasosas entre os dias 10 e 21 de dezembro de 2015 para cada espécie, Jerônimo Monteiro, ES. Leituras realizadas as 8 horas. *A* – Fotossíntese, *gs* – condutância estomática, *E* – transpiração, *Ci* – concentração interna de CO₂. Barras de erro representam o erro padrão da média (n=5).

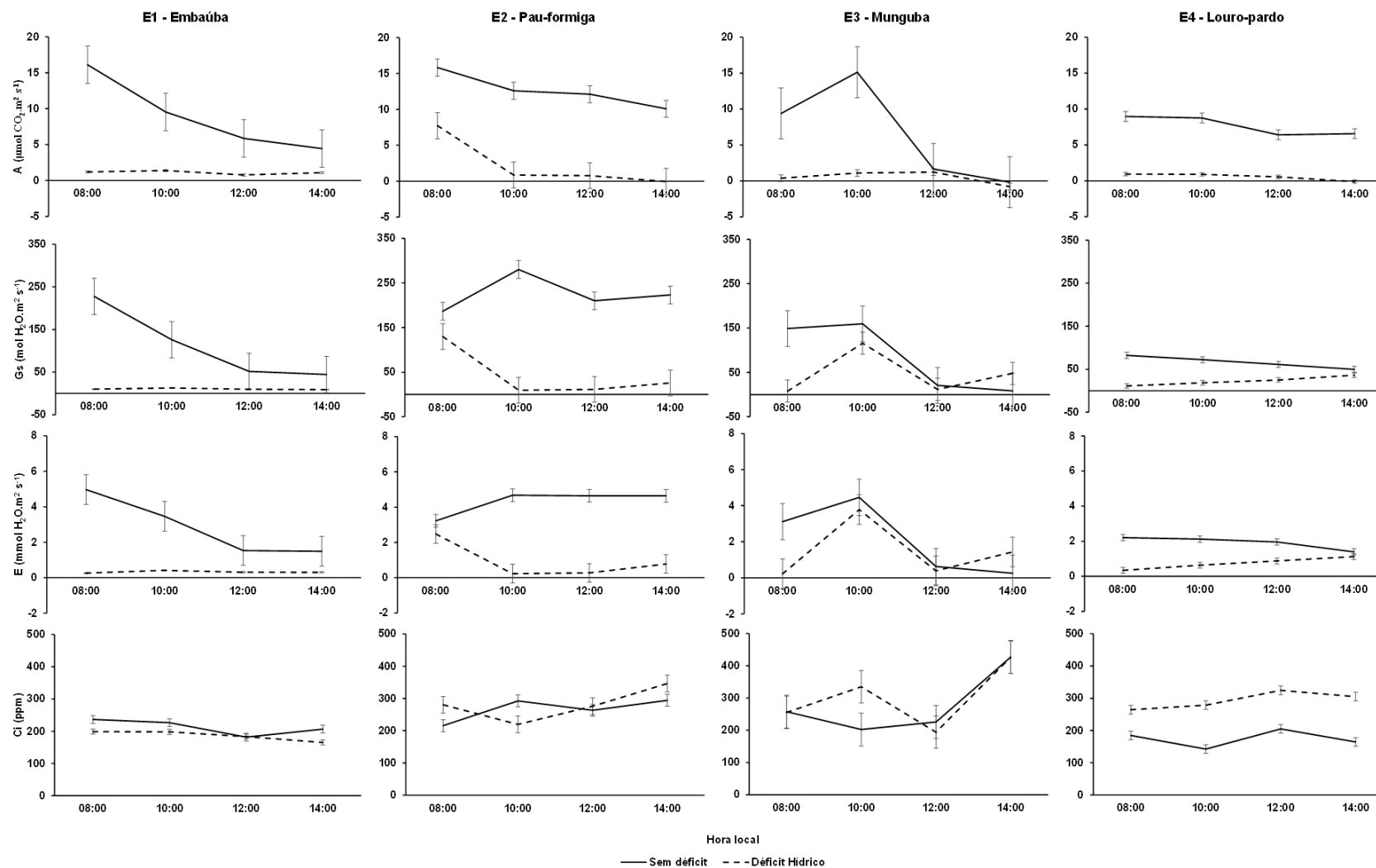


5.2.1. Variação diária

Nas leituras realizadas ao longo do último dia do período experimental (Figura 8), notou-se que as plantas mantidas em CC apresentaram maiores valores de A , g_s e E pela manhã, tendo uma diminuição ao longo do dia, de acordo com elevação da temperatura e DPV. Isso nada mais é que uma estratégia de defesa da planta contra desidratação, reduzindo a transpiração. Já as mudas submetidas ao DH obtiveram valores de fotossíntese próximos a zero, sendo constante ao longo do dia. A g_s e E das espécies E1 e E4 foram baixas e constantes ao longo do dia, já E2 apresentou valores mais altos no horário das 8 h e E3 às 10 h, isso ocorre pois no horário da manhã a planta consegue atingir seu máximo turgor, sendo que no período da noite não ocorre perda de água por transpiração. Tonello & Teixeira Filho (2012) estudando espécies nativas como *Pterogyne nitens*, e *Myroxylum peruiferum* avaliou comportamento semelhante de g_s e E , com elevadas taxas na parte da manhã e redução ao longo do dia com taxas chegando próximos de zero, sendo influenciadas principalmente pelo DPV.

Em relação ao C_i não houve grande variação entre os tratamentos, sendo que as plantas mantidas sob DH das espécies pau-formiga, munguba e louro-pardo apresentaram valores ligeiramente mais altos que as plantas não estressadas. Souza et al. (2001), constatou comportamento semelhante em outras espécies perenes. Já embaúba, os valores mais baixos foram causados pelo maior período de estresse, observado de forma severa desde o sétimo dia. Entretanto, estes valores podem estar sendo superestimados durante as medições, devido ao fechamento não uniforme dos estômatos (DOWTON, 1988).

Figura 8– Variação das trocas gasosas ao longo do 11º dia do período experimental para cada espécie, Jerônimo Monteiro, ES. Leituras realizadas as 08:00, 10:00, 12:00 e 14:00 horas. *A* – Fotossíntese, *gs* – condutância estomática, *E* – transpiração, *Ci* – concentração interna de CO₂. Barras de erro representam o erro padrão da média (n=5).

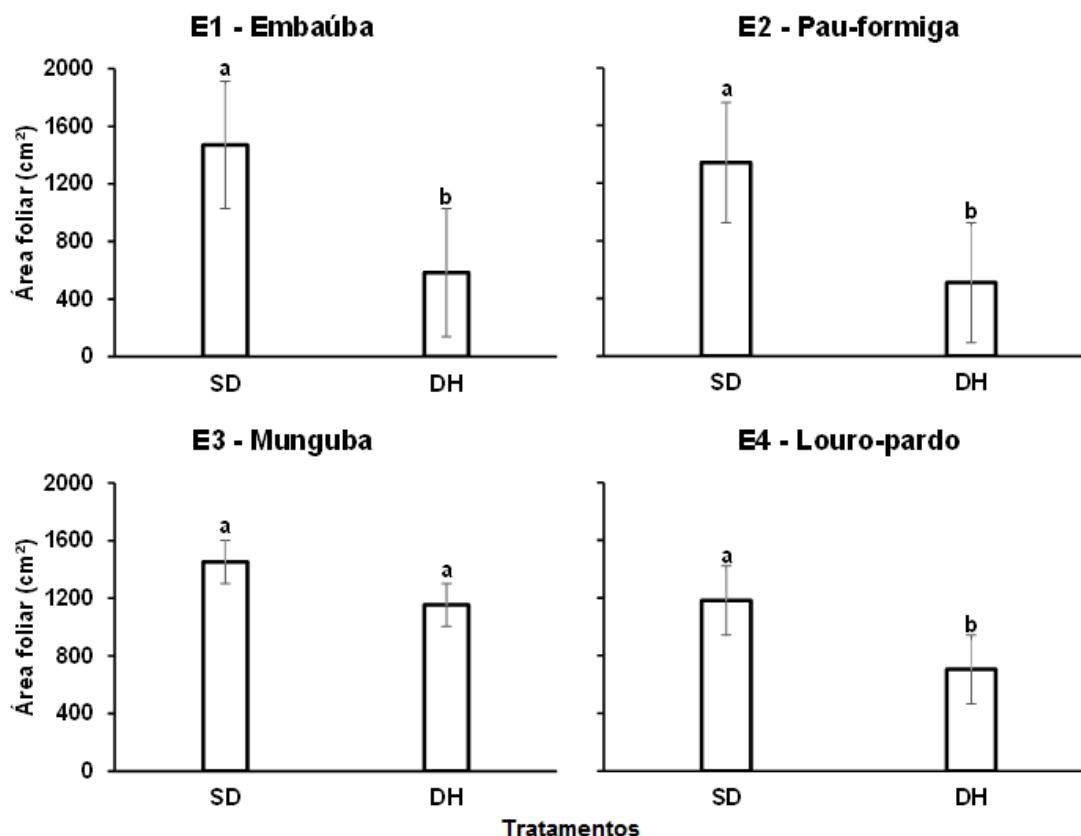


5.3. ÁREA FOLIAR

Os tratamentos das espécies embaúba, pau-formiga e louro-pardo submetidos ao déficit hídrico tiveram perda significativa de folhas ao final do período experimental, apresentando uma redução em sua área foliar (Figura 9). Já a munguba não apresentou diferenças na área foliar entre os regimes hídricos, indicando um baixo grau de abscisão das folhas no período inicial de estresse, indicando que o período de estresse foi irrelevante para abscisão foliar dessa espécie.

Levando em conta que a folha é o órgão responsável pela fotossíntese, quanto maior sua área, maior será a interceptação de luz pela planta, e, portanto, maior a capacidade de realizar fotossíntese e favorecer o incremento de biomassa (LARCHER, 2006). Contudo quanto maior a área foliar, mais rápido aparecem os danos causados pelo estresse hídrico, sendo a abscisão de folhas um importante mecanismo de defesa para retardar esses danos e garantir as atividades fisiológicas essenciais da planta (TAIZ & ZEIGER, 2013).

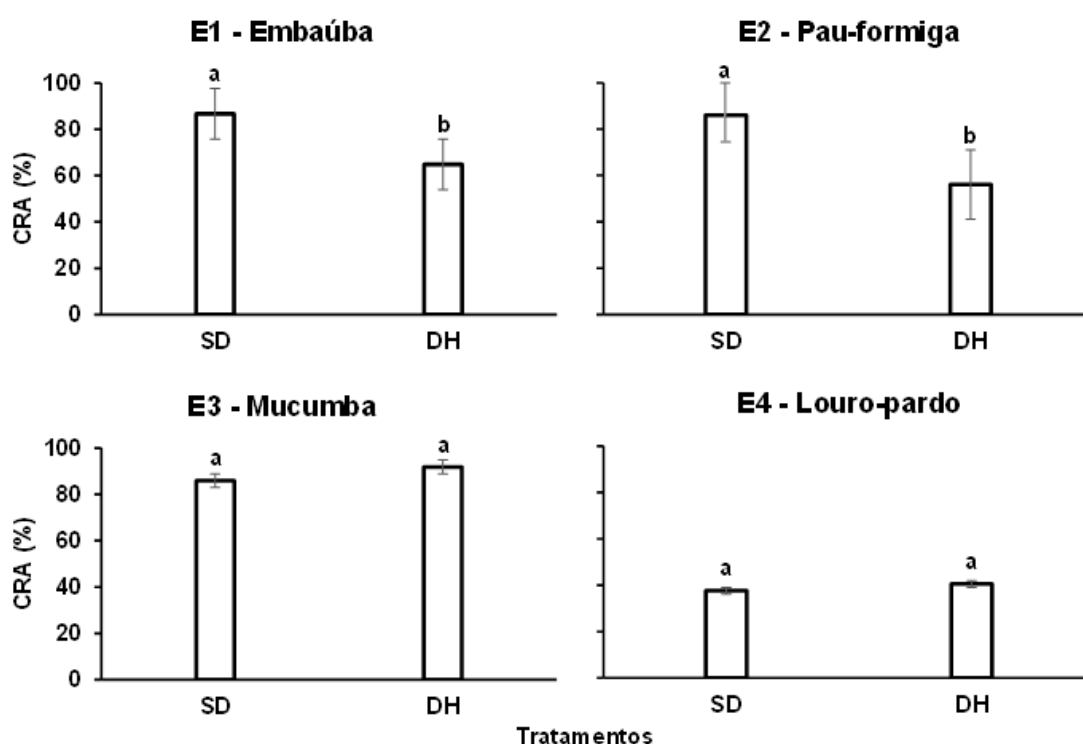
Figura 9- Área foliar (cm²) das folhas sadias ao término dos 11 dias do período experimental, Jerônimo Monteiro, ES. *Barras seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras de erro representam o erro padrão da média (n=5).



5.4. CONTEÚDO RELATIVO DE ÁGUA (CRA)

As plantas submetidas ao DH tendem a apresentar conteúdo relativo de água inferior as plantas mantidas na CC (Figura 10). Esse fato foi observado nas espécies E1 e E2. A espécie E3 e E4 não apresentaram diferenças significativa de CRA entre os regimes hídricos. O resultado de E3 pode ter sido causado pela baixa transpiração e condutância estomática apresentada pela espécie, que garante uma maior disponibilidade hídrica no interior da planta além disso, o tempo de estresse pode não ter sido relevante, pois, com a menor transpiração atuou como um mecanismo de defesa mantendo mais água disponível em seu substrato. A espécie E4 apresentou baixos valores de CRA em ambos tratamentos, esse fato pode ser explicado pela anatomia foliar da espécie que era pilosa e áspera, retendo uma grande quantidade de água na sua superfície e impossibilitando sua retirada, sendo assim, a análise do CRA não é eficiente para folhas com essa anatomia.

Figura 10 – Análise do conteúdo relativo de água das folhas no 11º dia de experimento, Jerônimo Monteiro, ES. *Barras seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras de erro representam o erro padrão da média (n=5).



A diminuição do CRA para valores próximos a 70%, para espécies pouco resistentes ao estresse hídrico, já é suficiente para provocar reduções na assimilação de CO₂ (KAISER, 1987). Em condições extremas de estresse hídrico, quando o CRA

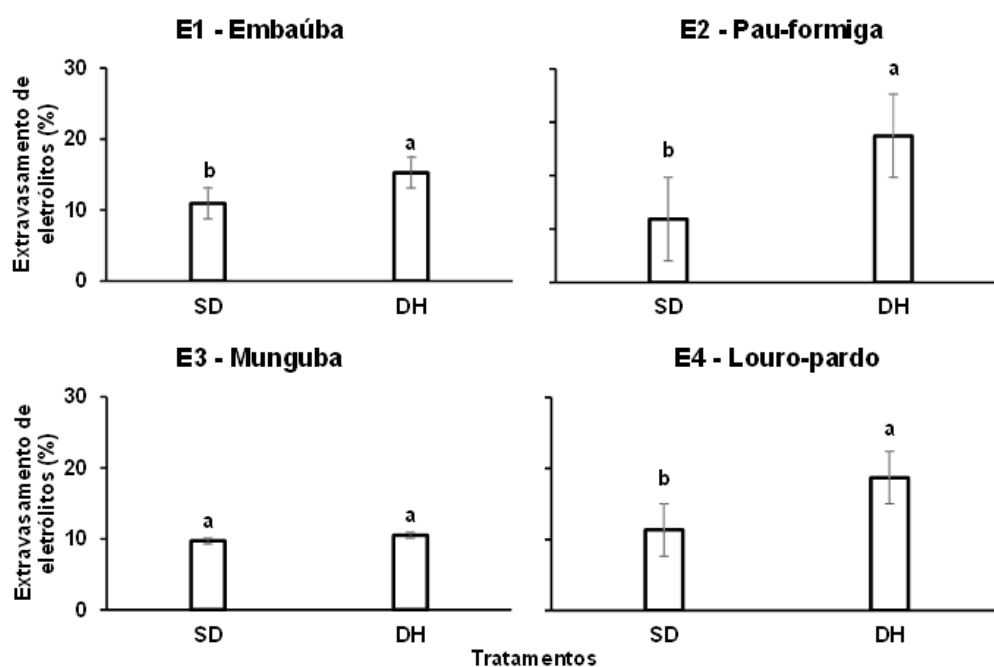
cai para 40%, diminuem os teores das proteínas do Fotossistema II, possivelmente, como resultado de um aumento na sua degradação, que pode ser responsável pela redução na eficiência fotoquímica (FERNANDES, 2012). O CRA também está associado ao volume e capacidade de alongamento das células. Sua redução implica na queda do crescimento vegetal, um dos principais efeitos da deficiência hídrica (LARCHER, 2006).

5.5. EXTRAVASAMENTO DE ELETRÓLITOS

O extravasamento de eletrólitos tem por objetivo quantificar o estresse hídrico de acordo com a integridade física das paredes celular e membranas das células. Partindo do princípio que quanto menos estressada a planta menos as membranas se rompem e menor é o valor do extravasamento (SILVA, 2011).

As plantas das espécies E1, E2 e E4 submetidas ao DH apresentaram extravasamento de eletrólitos significativamente maior dos que as mantidas sob irrigação, isso indica que a restrição hídrica imposta causou danos a suas membranas das células. O tratamento E3 mostrou resultados estatisticamente iguais entre os regimes hídricos estabelecidos, deixando claro que o período de estresse não foi suficiente para causar danos nas membranas internas das folhas.

Figura 11- Análise de extravasamento de eletrólitos no 11º dia de experimento, Jerônimo Monteiro, ES. *Barras seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Barras de erro representam o erro padrão da média (n=5).



6. CONCLUSÕES

O déficit hídrico afetou negativamente todas as espécies. As trocas gasosas foram expressivamente reduzidas nos tratamentos submetidos ao estresse hídrico, quando comparadas aos tratamentos mantidos na CC. Desse modo, o déficit hídrico é um fator limitante do desenvolvimento das espécies avaliadas, devendo ser tomadas algumas precauções na utilização das mesmas em projetos de recuperação de áreas degradadas.

Embora as trocas gasosas da munguba submetidas ao estresse tenham apresentada diminuição, as outras variáveis analisadas, CRA, extravasamento de eletrólitos e área foliar, não apresentaram diferenças significativas entre os regimes hídricos, evidenciando que o tempo de estresse não foi suficiente para causar mais danos a planta.

O déficit hídrico provocou redução da área foliar e aumento do extravasamento de eletrólitos para embaúba, pau-formiga e louro-pardo. Devido a anatomia foliar, o CRA não foi eficiente para análise do estresse hídrico em mudas louro-pardo.

Todos as análises realizadas se mostraram eficientes para quantificar o estresse sentido pelas plantas avaliadas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.B.de. PINÃ-RODRIGUES, F.C.M., FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

ALBUQUERQUE, M. P. F., MORAES, F. K. C., SANTOS, R. I. N., CASTRO, G. L. S., RAMOS, E. M. L. S., PINHEIRO, H. A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a déficit hídrico e reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.1, p.9-16, 2013.

AMARAL, D. M., VILLELA, F.A., PESKE, S.T. Testes de condutividade elétrica e de lixiviação de potássio na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de louro (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) - Boraginaceae. **Informativo ABRATES**, v.7, n.1/2, p.215, 1997.

ARRAES, R. DE A., MARIANO, F. Z., SIMONASSI, A. G. Causas do Desmatamento no Brasil e seu Ordenamento no Contexto Mundial. **Revista de economia e sociologia rural**, Vol. 50, nº 1, p. 119-140, 2012.

BARLOW, E.W.R. Water relations of the mature leaf. In: DALE, J.E., MILTHORPE, F.L., (Ed.). **The growth and functioning of leaves**. Cambridge: University Press, p.315-345. 1983.

BARROSO, G.M., MORIM, M.P., PEIXOTO, AL., ICHASO, C.L.F. **Frutos e sementes: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 443p

BICALHO, S. T. T., LANGENBACH, T., RODRIGUES, R. R., CORREIA, F. V., SILVA, D. P., FERREIRA, E. M., MARTINS, H. L. Dinâmica da 14C-Atrazina em *Cecropia hololeuca* Miq. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 2, p. 678-680, 2007.

CAMPELO, D.H. Trocas gasosas e eficiência do fotossistema II em plantas adultas de seis espécies florestais em função do suprimento de água no solo. **Revista Árvore**, v.39, n. 5, p. 973-983, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622015000500973&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 25 de abril de 2016.

CARVALHO, P. E. R. **Embrapa Floresta**. Colombo, PR. Circular Técnica 66. 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. v. 1, 1039 p.

CUNHA, R. L. M., SILVA FILHO, B. G., COSTA, R. C. L., VIÉGAS, I. J. M. Physiological assessment in young Brazilian and African mahogany plants during the dry and rainy seasons in northeastern Para state, Brazil. **Revista Ciências Agrárias**, v.56, n.3, p.255-260, 2013.

DAVIDE, A. C. Seleção de espécies vegetais para recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2. 1994, Foz do Iguaçu. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p.111-122.

DOWTON, W. J. S., LOVEYS, B. R., GRANT, W. J. Non-uniform stomatal closure induced by water stress causes putative non-stomatal inhibition of photosynthesis. **New Phytologist**, Inglaterra, v. 110, p. 503-509, 1988.

DU BOCAGE, A. L., SALES, M. F. A família Bombacaceae Kunth no estado de Pernambuco, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 16, n. 2, p. 123-139, 2002. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062002000200001&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 31 de maio de 2016.

ESALQ, **Projeto Trilhas da Esalq**. 2014. ESALQ-USP. SP. Disponível em: <<http://www.esalq.usp.br/trilhas/uteis/ut22.php>>. Acesso em: 21 abril 2016.

ESPOSTI, M. S. O. D. **Estresse hídrico em duas espécies arbóreas de diferentes estágios sucessionais**. 2013. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Estadual Do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes - RJ, 2013.

FAO. **Estratégias e mecanismos financeiros para florestas nativas do Brasil**. FAO- Food and Agricultural Organization of the United Nations. Pensilvânia, EUA. 2006.

FERNANDES, E. T. **Fotossíntese e crescimento inicial de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. Dissertação de Mestrado. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 114p. 2012.

FERRAZ, R. L. S. et al. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, 2012.

FLEXAS, J., MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plants: stomatal and nonstomatal limitations revisited. **Annals of Botany**, v.89, n.2, p.183-189, 2002.

FLEXAS, J., BOTA, J., CIFRE, J., ESCALONA, J. M., GALMÉS, J., GULÍAS, J., LEFI, E. K., MARTINEZ CANELLAS, S. F., MORENO, M. T., RIBAS CARBÓ, M., RIERA, D., SAMPOL, B., MEDRANO, H. Understanding down regulation of photosynthesis under water stress: future prospects and searching for physiological tools for irrigation management. **Annals Applied Biology**, 144, p. 273–283. 2004.

FRANCO, A. A. **Recomposição e restauração em áreas de mineração**. In: Workshop Recuperação e Manejo de Áreas Degradadas. 1997, Campinas, Jaguariúna. (EMBRAPA – CNPMA. Documentos, 13). p 15-18. 1998

GAGLIOTI, A. L., CARVALHO, L. T., GOMES, J. I., MARGALHO, L. F., SILVA, R. C. V. M., SOUZA, A. S. **Conhecendo Espécies de Plantas da Amazônia: Embaúba (*Cecropia obtusa* Trécul – Urticaceae)**. Belém, PA. Embrapa, Comunicado Técnico. 2014.

GONÇALVES, J.F.C., SILVA, C.E.M., GUIMARÃES, D.G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas à deficiência hídrica e à reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.1, p.8-14, 2009.

GRANIER, A., Une nouvelle méthode pour la mesure du flux de sève brute dans le tronc des arbres. **Annales Sciences Forestieres**, 42, p. 193-200. 1985.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Vol. 1. Rio de Janeiro: IBGE. 2012. Disponível em www.ibge.gov.br.

IVANCHECHEN, S.L. **Estudo morfológico e terminológico do tronco e casca de 30 espécies arbóreas em floresta ombrófila mista**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Dissertação Mestrado. 221 p. 1988.

IWAKIRI, S., ZELLER, F., PINTO, J. A., RAMIREZ, M. G. L., SOUZA, M. M., SEIXAS, R. Avaliação do potencial de utilização da madeira de *Schizolobium amazonicum* "Paricá" e *Cecropia hololeuca* "Embaúba" para produção de painéis aglomerados. **Acta Amazonica**, p.303-308, 2010.

JADOSKI, S. O; KLAR, A. E; SALVADOR, E. D. Relações hídricas e fisiológicas em plantas de pimentão ao longo de um dia. **Ambiência**, v. 1, n. 1, p. 11-19, 2005.

JESUS, R.M. de. Restauração florestal na mata atlântica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3. 1997, Ouro Preto. **Do substrato ao solo**: trabalhos voluntários. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.544-557. 1997.

JORGE, N., LUZIA, D. M. M. Caracterização do óleo das sementes de *Pachira aquatica* Aublet para aproveitamento alimentar. **Acta Amazônica**, vol. 42(1) 149 – 156. 2012.

KAGEYAWA, P. Y., VIANA, V. M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: **Anais do simpósio brasileiro sobre tecnologia e sementes florestais**. (série documentos), 2: 248. 1989.

KAGEYAMA, P., GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F., eds. **Matas ciliares**: Conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo, Universidade de São Paulo, FAPESP, p.249-269. 2004.

KAISER, W. M. Effects of water deficit on photosynthetic capacity. **Physiologia Plantarum**, v. 71, p. 142-149, 1987.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004, 531p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Ed. Rima, 2006, p. 531.

LIMA, M. A., BEZERRA, M. A., GOMES FILHO, E., PINTO, C. M., FILHO, J. E. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro anão em diferentes regimes hídricos. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.654-663, 2010.

LIMA, R. B. A., SILVA, J. A. A., MARANGON, L. C., FERREIRA, R. L. C., SILVA, R. K. S. Sucessão ecológica de um trecho de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas, Carauari, Amazonas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 161-172, jul./set. 2011.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, v. 2, 1992.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.ed. São Paulo: Editora Plantarum, 1998..

LORENZI H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação de plantas nativas do Brasil. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum; 2000.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil. 4 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1. 2002.

MENDES, M. M. S., LACERDA, C. F., FERNANDES, F. E. P., CAVALCANTE, A. C. R., OLIVEIRA, T. S. Ecophysiology of deciduous plants grown at different densities in the semiarid region of Brazil. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v.25, n.2, p.97-108, 2013.

MIRANDA, F. dos S., GIOTTO, A. C., MUNHOZ, C. B. R. Crescimento inicial de *Cecropia Pachystachya* Trec. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. In: Simpósio Nacional Cerrado, 9. Simpósio Internacional Savanas Tropicais, 2. 2008, Brasília. **Anais...** Brasília, DF, 2008.

MORAIS, H., MARUR, C. J., CARAMORI, P. H., RIBEIRO, A. M. A. GOMES, J. C. Características fisiológicas e de crescimento de cafeeiro sombreado com guandu e cultivado a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 38, n. 10, p. 35-40. 2003.

NAGY, S. C. S. Avaliação de alguns parâmetros químicos e físicos de um solo submetido a vários processos de ocupação e à recomposição da floresta ripária. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3. Ouro Preto, 1997. **Anais**. Viçosa: UFV / SOBRAD, 1997. p.154-165.

NAVE, A. G., RODRIGUES, R.R., GANDOLFI, S. **Planejamento e recuperação ambiental da Fazenda São Pedro da Mata Município de Riolândia - SP**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3. 1997, Ouro Preto. Do substrato ao solo: trabalhos voluntários. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p.67-77.

NOGUEIRA, R. J. M. C., MORAES, J. A. P. V., BURITY, H. A. Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em aceroleira submetidas a déficit de água. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, 13, n.1, p. 75-87. 2001.

OLIVEIRA, L. Z., CESARINO, F., MORO, F. V., PANTOJA, T. F., SILVA, B. M. S. S. Morfologia do fruto, da semente, germinação e plântula de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, supl. 1, p. 840-842, jul. 2007

PAULA, V.F., CRUZ, M.P., BARBOSA, L.C.A. Chemical constituents of *Bombacopsis glabra* (Bombacaceae). **Química Nova**, 29: 213-215. 2006.

PEIXOTO, A.L., ESCUDEIRO, A. ***Pachira aquatica* (Bombacaceae) na obra “história dos animais e árvores do Maranhão” de Frei Cristóvão de Lisboa**. Rodriguésia, 53, 123-130. 2002.

PEREIRA, J.S., TENHUNEN, J.D., LANGE, O.L. et al. Seasonal and diurnal patterns in leaf gas Exchange of *Eucalyptus globules* trees growing in Portugal. **Canadian Journal of Forest Research**, v.16, p.177-184, 1986.

PNF - **Programa Nacional de Florestas**. 2004. Ministério do Meio Ambiente. Governo do Brasil.

POTT, A., POTT, V.J. **Plantas do Pantanal**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 320p.

POTT, A., AVDON, M. M., SILVA, J. S. V., SOBRINHO, A. A. B., POTT, V. J. Dinâmica da flora na planície de inundação do baixo Taquari, Pantanal, MS. In: III SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 2000, Corumbá. Manejo e Conservação. **Anais...** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000. 18 p.

PIRES, E. M. et al. *Triplaris americana* L. (Polygonaceae), a New Host Plant For *Aethalion reticulatum* (Linnaeus, 1767) (Hemiptera: Aethalionidae). **Brasil Arquivo Biológico Tecnológico**, v. 58, n. 1, p. 31-33, Feb. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-89132015000100031&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 21 abril 2016.

RODRIGUES, R.R., GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de Florestas Ciliares. In Rodrigues, R.R.& Leitão Filho, H.F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. EDUSP/FAPESP 3 ed., p.235-247. 2004.

RODRIGUES, B. D., MARTINS, S. V., LEITE, H. G. Avaliação do potencial da transposição da serapilheira e do banco de sementes do solo para restauração florestal em áreas degradadas. **Revista Árvore**, v. 34, n. 1, p. 65-73, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622010000100008&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: 21 abril 2016.

ROMANIUC NETO, S., GAGLIOTI, A. L. Urticaceae In: **Lista de espécies da flora do Brasil**. [Rio de Janeiro]: Instituto de Pesquisa do Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <floradobrasil.jbrj.gov.br> Acesso em: 21 out. 2016.

ROMERO, P., BOTÍA, P. Daily and seasonal patterns of leaf water relations and gas exchange of regulated deficit irrigated almond trees under semiarid conditions. **Environmental and Experimental Botany**, 56, p. 158-173. 2006.

ROZA, F. A. **Alterações morfofisiológicas e eficiência de uso da água em plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas à deficiência hídrica**. Ilhéus: UESC. 2010. 67p. Dissertação Mestrado. 2010.

SCHEEREN, L. W. **Crescimento do louro-pardo, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., na depressão central do estado do Rio Grande do Sul**. Ciência Florestal, v. 12, n. 2, p. 169-176. 2002. Disponível em: <<http://coral.ufsm.br/cienciaflorestal/artigos/v12n2/A18V12N2.pdf>> Acessado em: 21 abril 2016.

SCOTTI CAMPOS, P., THU PHAN THI, A. Effect of abscisic acid pretreatment on membrane leakage and lipid composition of *Vigna unguiculata* leaf discs subject to osmotic stress. **Plant Science**, v. 130, p. 11-18, 1997.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, F. V. F. et al. Extravasamento de eletrólitos em algodão herbáceo submetido a alta temperatura e elevado nível de CO₂. **Anais**. 8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011, São Paulo, SP. 2011.

SILVA, K. B., ALVES, E. U., MATOS, V. P., BRUNO, R. L. A. Caracterização morfológica de frutos, sementes e fases da germinação de *Pachira aquatica* Aubl. (Bombacaceae). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 891-898, maio/jun. 2012.

SOUZA, C. R. de; SOARES, A. M., REGINA, M. de A. Trocas gasosas de mudas de videira, obtidas por dois porta-enxertos, submetidas à deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 10, p. 1221-1230, 2001.

- SOUZA V.C., LORENZI H. **Botânica Sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3 ed. Nova Odessa: Plantarum; 2012.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p
- TARHANEN, S. et al. Membrane permeability response of lichen *Bryoria fuscescens* to wet deposited metals and acid rain. **Environmental Pollution**, v.104, n.1, p.121-129, 1999.
- TENHUNEN, J.D., PEARCY, R.W., LARANCE, O.L. Diurnal variation in leaf conductance gas exchange in natural environments. In: ZEIGER, E., FARQUHAR, G & COWAN, I (Ed.). **Stomatal function**. Stanford: Stanford University Press, p. 323-351. 1987.
- TETENS, V. O. Über einige meteorologische Begriffe, **Zeitschrift Geophysic**, Wurzburg, v. 6, p. 297-309, 1930.
- TONELLO, K.C., TEIXEIRA FILHO, J. Ecofisiologia de três espécies arbóreas nativas da mata atlântica do Brasil em diferentes regimes de água. **Irriga**, v.17, n. 1, p.58-101, 2012.
- VALCARCEL, A., SILVA, Z. D. S. A eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. **Floresta**, v. 27, n. 12, 2000.
- VERÍSSIMO, A. **Estratégias e mecanismos financeiros para florestas nativas do Brasil**. FAO- Food and Agricultural Organization of the United Nations. ONU. 2006.
- VIANA, V. M. **Conservação da biodiversidade de fragmentos de florestas tropicais em paisagens intensivamente cultivadas**. In: *Abordagens interdisciplinares para a conservação da biodiversidade e dinâmica do uso da terra no novo mundo*. Belo Horizonte/Gainesville: Conservation International do Brasil/Universidade Federal de Minas Gerais/ University of Florida, p. 135-154. 1995.
- VIANA, V. M., PINHEIRO, L. A. F. V. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 25-42, 1998.
- VICENTINI, E., REBOUÇAS, M. T., ARRUDA, R. A. F., RIBEIRO, L. F. Aspectos demográficos de espécies de *Cecropia* em fragmento de mata ciliar da usina hidrelétrica Rio Bonito, Santa Maria de Jetibá – ES. **ES Natureza**. p. 66-73, 2008.
- WARREN, C.R., ARANDA, I., CANO, F.J. Responses to water stress of gas exchange and metabolites in Eucalyptus and Acacia spp. **Plant, Cell and Environment**, v.34, p.1609-1629, 2011.