

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ECOFISIOFIOLOGIA DE CINCO ESPÉCIES DA MATA ATLÂNTICA DE
DIFERENTES GRUPOS FUNCIONAIS SOB CONDIÇÕES DISTINTAS DE
LUMINOSIDADE EM UNIDADE DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

TAISE ALMEIDA CONCEIÇÃO

CRUZ DAS ALMAS - BA

ABRIL – 2015

TAISE ALMEIDA CONCEIÇÃO

ECOFISIOFIOLOGIA DE CINCO ESPÉCIES DA MATA ATLÂNTICA DE
DIFERENTES GRUPOS FUNCIONAIS SOB CONDIÇÕES DISTINTAS DE
LUMINOSIDADE EM UNIDADE DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Prof. Dr^a. Alessandra Nasser Caiafa

Coorientador: Prof. Dr. Rogério Ferreira Ribas

CRUZ DAS ALMAS - BA

ABRIL – 2015

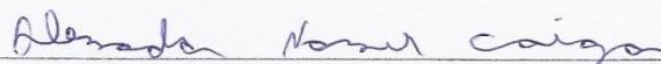
TAISE ALMEIDA CONCEIÇÃO

ECOFISIOFIOLOGIA DE CINCO ESPÉCIES DA MATA ATLÂNTICA DE DIFERENTES
GRUPOS FUNCIONAIS SOB CONDIÇÕES DISTINTAS DE LUMINOSIDADE EM
UNIDADE DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA

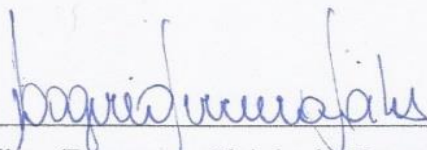
Trabalho de conclusão de curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

Aprovado em 22 de Abril de 2015,

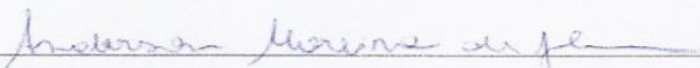
BANCA EXAMINADORA:



Prof^a. Alessandra Nasser Caiafa (Doutora em Biologia Vegetal)-Orientadora- UFRB



Prof^o. Rogério Ferreira Ribas (Doutor em Fisiologia Vegetal)-Coorientador- UFRB



Anderson Moreira de Jesus (Engenheiro Florestal) - Grupo Ambientalista Nascentes (GANNA)

Àquele que desde o princípio fez do sem forma e vazio surgir a luz, Jesus, meu Senhor e Salvador. Pois, eu hoje entendo que todas as coisas são para o seu louvor. [...Porque contigo entrei pelo meio dum esquadrão, com o meu Deus saltei uma muralha...] Salmos 18: 29

AGRADECIMENTOS

A *Deus* por me amar e enviar o seu doce e impetuoso Espírito, para guiar meus passos em busca de graduação, em busca de uma profissão, mas principalmente em busca dos tesouros que eu sei ele tem reservado para mim.

Aos meus pais, *Maria Inês e Florisvaldo*, pelo amor, luta e incentivo que estenderam diante de mim, em todos os dias da minha vida. O amor de vocês será eterno.

Ao meu Irmão, *Tiago*, pelas brigas de toda infância e pela união e alegria de toda vida. Jamais conseguirei imaginar meus dias sem você.

A *Fábio Conceição*, pelo carinho e paciência com que me ajudou a caminhar.

Aos meus amigos de ontem e de hoje. Então transcrevendo Kaliane (2015): Aos “Amigos para Sempre”: *Suilan, Kaliane, Miria, e Juraci* por todos os momentos vividos. Muito obrigada por tudo que construímos juntos. Obrigada pelas brincadeiras, trabalhos, e mais trabalhos, obrigada por temperarem esses mais de cinco anos com alegria e leveza.

A todos os chamados a viver os grupos *Ebenézer e Peniel*, que na singularidade de cada um, sei que Jesus os abençoará até o dia da sua vinda, quando sei que vos chamará pelos novos nomes e se cumprirá toda sorte de bençoes que Deus preparou.

A Professora *Alessandra Nasser Caiafa*, já que posso orgulhar-me de ter sido orientada e petiana. Pela orientação e tutoria, agradeço e lamento pela passagem tão curta pelo LEVRE e PET.

Ao Professor *Rogerinho* pela extrema paciência e boa vontade em ajudar-me durante este trabalho.

A todos os *professores* que durante minha vida me estimularam a seguir em busca do sonho universitário. A todos professores (mestres e doutores) do curso de Engenharia Florestal da UFRB. Mas, especialmente a todos os professores que na UFRB dedicaram-se a viver a docência com responsabilidade, e ciência do quanto contribuem para nossa formação. Assim, agradeço sobretudo ao Professor Luciano Souza e a Professora Paula Ângela.

A todos os funcionários da UFRB pelo sorriso e disposição que fizeram das minhas manhãs e tardes no PVAII sempre mais leves.

Ao PET Mata Atlântica: Conservação e Desenvolvimento, por tudo o que pude experimentar, em dois anos que passaram tão rápido. Desde o primeiro dia, o PET tornou-se literalmente minha casa. Obrigada a cada um que hoje compõe o PET bem aos egressos que pude conviver, pelo exemplo do viver em grupo e doar-se em prol dele. Caros Petianos e Tutora, muito obrigada pois em tudo que sou a dedo do PET. Por favor não esqueçam de mim.

A todos que colocaram um tijolo na minha formação.

OBRIGADA!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	VII
RESUMO	IX
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL.....	2
2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	2
3.1. Restauração Ecológica	2
3.2. A luz em ambientes florestais e sua implicação na definição de grupos sucessionais.....	4
3.3. Processos fisiológicos de plantas	6
3.4. Plasticidade em plantas em função de regimes de luminosidade	8
4. METODOLOGIA.....	9
4.1. Caracterização da área	9
4.2. Descrição das espécies estudadas	11
4.2.1. <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	12
4.2.2. <i>Dictyoloma vandellianum</i> Adr. Juss.....	12
4.2.3. <i>Spondias mombin</i> L.....	13
4.2.4. <i>Astronium fraxinifolium</i> Scott.....	13
4.2.5. <i>Caesalpinea echinata</i> Lam.....	13
4.4. Trocas gasosas.....	14
4.5. Fluorescência da clorofila a.....	14
4.6. Conteúdo de pigmentos foliares.....	15
4.7. Crescimento: avaliação de incremento em altura e diâmetro.....	15
4.8. Análise estatística	16
5. RESULTADOS.....	16
5.1. Trocas gasosas	16
5.2. Fluorescência da clorofila a.....	19
5.3. Conteúdo de pigmentos foliares.....	20
5.4. Crescimento: avaliação de incremento em altura e diâmetro.....	22
6. DISCUSSÃO.....	25
6.1. Trocas gasosas	25
6.2. Fluorescência da clorofila a.....	28
6.3. Conteúdo de pigmentos foliares.....	28
6.4. Crescimento: avaliação de incremento em altura e diâmetro.....	30
7. CONCLUSÕES	31
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização do Talhão Memória, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (12°40'39.92"S; 39°06'23"O), no município de Cruz das Almas-BA. Fonte: Google Earth © 2007 Europa Technologie - Image © 2015 DigitalGlobe.....10
- Figura 2.** Buffes obtidos pelo software ArcGIS 10.0 de pontos de sombreamento natural, proporcionado pela projeção das copas de espécies arbóreas de grande porte no Talhão Memória, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (12°40'39.92"S; 39°06'23"O), no município de Cruz das Almas-BA.....11
- Figura 3.** Taxas de assimilação líquida de carbono (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O}$), transpiração (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e razão concentração interna e ambiente de CO_2 (C_i/C_a) em plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições \pm erro padrão. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies dentro dos tratamentos e letras minúsculas representa comparações entre os tratamentos dentro das espécies.....18
- Figura 4.** Rendimento quântico potencial do fotossistema II (FSII) (F_v/F_m), fluorescência basal (F_0), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico efetivo do FSII [$Y(\text{II})$], rendimento quântico de dissipação não-regulada [$Y(\text{NO})$] e rendimento quântico de dissipação regulada [$Y(\text{NPQ})$] em plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições \pm erro padrão. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies dentro dos tratamentos e letras minúsculas representa comparações entre os tratamentos dentro das espécies.....19
- Figura 5.** Concentração de clorofila a (mg.g^{-1}), clorofila b (mg.g^{-1}), clorofila total (mg.g^{-1}), carotenóides (mg.g^{-1}), razão clorofila a/b e razão carotenoide/clorofila em plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições \pm erro padrão. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies dentro dos tratamentos e

letras minúsculas representa comparações entre os tratamentos dentro das espécies.....21

Figura 6. Taxa de crescimento relativo do diâmetro a altura do solo (TCR DAS) (mm/mês) de plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições.....22

Figura 7. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro a altura do solo (TCA DAS) (mm/mês) de plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições.....23

Figura 8. Taxa de crescimento relativo em altura (TCR ALT) (cm/mês) de plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições.....23

Figura 9. Taxa de crescimento absoluto em altura (TCA ALT) (cm/mês) de plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições.....24

RESUMO

CONCEIÇÃO, T. A. Trabalho de conclusão de curso (TCC); Universidade Federal do Recôncavo da Bahia; Abril, 2015; Título: Ecofisiologia de cinco espécies da Mata Atlântica de diferentes grupos funcionais sob condições distintas de luminosidade em unidade de Restauração Ecológica. Orientadora: Alessandra Nasser Caiafa.

Ações de restauração ecológica são realizadas quando o ambiente tem sua resiliência comprometida em função de uma ação degradadora. Ao incorporar conceitos e teorias de outras ciências, a Ecologia da Restauração objetiva propiciar ao ambiente restaurado condições de autopropriedade, para tanto um dos aspectos críticos é a seleção de espécies adequadas para compor estes projetos, uma vez que o sucesso da restauração está vinculado ao desempenho e capacidade destas às condições do campo. Conhecer as respostas das plantas a variações ambientais torna-se então imprescindível. Nesse sentido, constitui-se como objetivo deste trabalho, avaliar as respostas de condições distintas de luminosidade no desenvolvimento de cinco espécies de diferentes grupos funcionais, pautados em grupos sucessionais. Para tanto estudou-se espécies pioneiras de linhas de preenchimento, *Dictyoloma vandellianum* e *Schinus terebinthifolius*, e espécies não pioneiras de linhas de diversidade, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*. Avaliou-se trocas gasosas, fluorescência da clorofila a, conteúdos de pigmentos e taxas de crescimento relativo, para as cinco espécies em condições de sombreamento parcial (SO) e em pleno sol (PS). As espécies apresentaram comportamentos distintos entre si, e em função dos tratamentos, de modo que houve incremento nas taxas de assimilação líquida de carbono, sob maior nível de radiação. As espécies responderam com taxas de fotossíntese coerentes com os grupos sucessionais a que pertencem. Apenas *Schinus terebinthifolius*, espécie pioneira, apresentou influência do ambiente sob os conteúdos de clorofila a, b, e total, indicando estratégia da espécie em se adequar a ambientes com menor disponibilidade de luz. *Astronium fraxinifolium* e *Dictyoloma vandellianum*, apresentaram maior concentração de carotenóides em condição de pleno sol. Não houve padrão de concentração dos pigmentos relativos aos grupos funcionais que as espécies pertencem. As espécies não diferiram entre si, e em função dos tratamentos para as variáveis de fluorescência da clorofila a, indicando mecanismos de prevenção, contra excessos de luminosidade e assim, danos ao maquinário fotossintético. As espécies responderam em taxas de crescimento em altura e diâmetro, conforme o esperado para linhas de diversidade e preenchimento, assim as espécies de preenchimento exibiram maiores incrementos nas duas condições, em relação as espécies de diversidade, fato comprovado pelo crescimento contrastante de *Caesalpineia echinata*, espécies clímax e *Schinus terebinthifolius* espécie pioneira. Os maiores incrementos foram verificados em todas as espécies quando se desenvolveram na condição parcialmente sombreada, o que denota características inerentes as espécies não pioneiras, de melhor desenvolvimento em condições de sombreamento, e de possível estratégia de rápido crescimento de *Dictyoloma vandellianum* e *Schinus terebinthifolius* visando escape desta condição.

PALAVRAS-CHAVE: luz; crescimento; espécies florestais; aclimação

1. INTRODUÇÃO

Ações de restauração ecológica, tornam-se necessárias em virtude de alterações de grande impacto ou distúrbios que impossibilitem ou dificultam o funcionamento dos ecossistemas (OLIVEIRA, 2011). A luz da Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) a restauração ecológica é definida como “a restituição de um ecossistema degradado ao mais próximo possível da sua condição original”.

Gandolfi e Rodrigues (2007) discorrem que a restauração ecológica busca incorporar as particularidades de cada unidade da paisagem, com o objetivo de restaurar processos ecológicos importantes e a diversidade, sem a preocupação de atingir uma comunidade clímax pré-estabelecida. Nesse sentido, Reis e colaboradores (2014) considerando a heterogeneidade dos ambientes, dos distúrbios e das complexas relações existentes dentro de comunidades, discorrem que as ações antrópicas no sentido de restaurar áreas, visam promover gatilhos ecológicos que iniciem e impulsionem a sucessão natural, uma vez que o estabelecimento de comunidades idênticas a original é algo que não pode ser atingido.

Para tanto diversos modelos de restauração ecológica tem sido propostos e aperfeiçoados, visando garantir o sucesso na execução de projetos de restauração, mediante a autoperpetuação das áreas restauradas.

Decker e colaboradores (2011) tratam que em um ambiente florestal as condições climáticas são variadas e que a intensidade luminosa é um dos componentes climáticos que mais varia, tendo implicações no processo que garante a vida na terra, a fotossíntese. Tal é a importância da luz no desenvolvimento de espécies que as modificações no regime de luminosidade dentro de uma floresta, ocasionados pela abertura de clareiras por exemplo, é um dos principais fatores que definem a distribuição espacial das espécies (DESTEFANI e GANDOLFI, 2005).

A existência de diferentes comportamentos de espécies arbustivo-arbóreas associadas a padrões de luz é um conceito de suma importância na restauração ecológica, já que a escolha das espécies para compor tais projetos depende de seu comportamento ecofisiológico (SERVÍN, 2007; DESTEFANI e GANDOLFI, 2005). Desse modo, estudos ecofisiológicos são de fundamental importância uma vez que, buscam compreender a influência das variáveis ambientais na sobrevivência, desenvolvimento e distribuição das espécies florestais (PINTO et al.,1993).

No campo, as plantas, manifestam características plásticas, bem como estratégias adaptativas, para a sobrevivência em ambientes heterogêneos ou sob condições ambientais

variáveis (SULTAN et al., 2003), segundo Atroch e colaboradores (2001) e Servín (2007) alterações nos níveis de intensidade luminosa em que determinada planta está aclimatada pode implicar em modificações no crescimento e anatomia das plantas, e em respostas fisiológicas, tais como taxas de fotossíntese e concentração de clorofila.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito de condições distintas de luminosidade na ecofisiologia de cinco espécies arbóreas da Mata Atlântica de diferentes grupos funcionais.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as trocas gasosas, fluorescência da clorofila a e concentração de pigmentos fotossintetizantes em espécies arbóreas sob condições de SO e PS;
- Estudar o incremento em altura e diâmetro de cinco espécies arbóreas da Mata Atlântica em condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO);
- Analisar a resposta no desenvolvimento e em atributos fisiológicos entre espécies categorizadas em diferentes grupos funcionais, para a validação da classificação das espécies nos distintos grupos funcionais.

3. REVISÃO DE LITERATURA:

3.1 Restauração ecológica

Para a Society For Ecological Restoration International - SER (2004) a restauração ecológica configura-se em uma atividade que inicia ou acelera a recuperação do ecossistema, mediante um conjunto de intervenções que variam em complexidade em função da extensão e duração dos distúrbios. Gandolfi e Rodrigues (2007) estabelecem que nessa perspectiva, a restauração ecológica compreende a reconstrução gradual de uma floresta, resgatando a sustentabilidade, biodiversidade e serviços ambientais.

Conforme Brasil (2000) a restauração ecológica é definida como “a restituição de um ecossistema degradado ao mais próximo possível da sua condição original”. Sendo que a SER (2004) conceitua degradação como “Mudanças sutis ou graduais que reduzem a integridade e saúde sob o prisma ecológico”.

Diante disso, a Restauração Ecológica é considerada um importante instrumento de preservação e resgate ambiental, onde no Brasil, em função da demanda emergente por regularização ambiental das atividades produtivas e da mitigação dos distúrbios ambientais, a restauração florestal tem se difundido com rápida expressão, buscando a conservação da

biodiversidade e promoção da sustentabilidade (RODRIGUES e GANDOLFI, 2004; BRANCALION et al., 2013).

Enquanto área de conhecimento, a Ecologia da Restauração, que se consolida como ciência após 1980, proporciona aos projetos de recuperação de áreas degradadas arcabouço sobre os processos inerentes a dinâmica de remanescentes naturais, mediante a inclusão de teorias e paradigmas da ecologia, que passaram a proporcionar a tais projetos objetivos além da reintrodução de espécies arbóreas (MARTINS et al., 2013; RODRIGUES e GANDOLFI, 2004). De forma que a restauração ecológica passa almejar a criação de comunidades que sejam ecologicamente viáveis, capazes assim de automanter-se com o mínimo de interferência antrópica (ENGEL e PARROTA, 2003). Evoluindo do plantio de árvores sem critérios ecológicos até mais recentemente a inserção de outras formas de vida, além componente arbóreo, e inserção do conceito de grupos funcionais (GANDOLFI et al., 2009).

Para a restauração ambiental existem diferentes modelos que podem ser aplicados visando a formação de uma estrutura florestal, que propiciará restabelecimento da ciclagem de nutrientes e condições de luminosidade necessárias a regeneração natural e portanto a autosuficiência do sistema (SABBI et al., 2010) sendo que tais modelos são selecionadas em função da duração e intensidade do distúrbio, do estado de conservação do solo, existência e a abundância da regeneração natural, dentre outros fatores (MARTINS et al., 2013). NBL e TNC (2013) citam a condução da regeneração natural, isolamento da área, plantio de adensamento, plantio total, técnicas de nucleação, como modelos usualmente aplicáveis à restauração ecológica.

Nesta ótica quando o potencial de resiliência da área é baixo e se faz necessário o plantio de espécies arbóreas em área total, uma das técnicas que melhor se adequa a tal situação é o plantio em linhas intercaladas em grupos de plantio (NBL e TNC, 2013).

Para Gandolfi e colaboradores (2009) tal método consiste em agrupar espécies que tenham similaridades funcionais, visando assim, potencializar o funcionamento dos processos desempenhados por tais espécies em conjunto. Uma vez que os componentes dos grupos são redundantes, enquanto os membros de diferentes grupos são complementares (MAGNAGO et al., 2013).

Considerações acerca de respostas distintas de espécies arbóreas sob diferentes condições físicas existentes tanto em florestas tropicais como em florestas temperadas, constitui-se como base para formação de grupos funcionais relativos aos padrões de sucessão ecológica, fundamentado na premissa de que as espécies apresentam diferenças quanto a tolerância a luz

podendo assim ser agrupadas segundo as respostas de sobrevivência e crescimento (GANDOLFI et al.,2009; MAGNAGO et al.,2013; MARTINS et al., 2013).

Nesse sentido, agrupamentos funcionais pautados em grupos ecológicos associam as espécies em linhas de diversidade e linhas de preenchimento (GANDOLFI et al.,2009). As espécies de preenchimento seriam caracterizadas pelo crescimento rápido e copa densa e ampla, criando assim um ambiente propício às espécies classificadas como de diversidade, sendo estas aquelas que não possuem boa cobertura de copa e/ou rápido crescimento, mas que ao permanecer no sistema após a senescência das espécies de preenchimento garantem a perpetuação da área (NAVES, 2005), onde conforme Gandolfi et al. (2009) a disposição das espécies em tais grupos e o arranjo adequado no campo proporcionam o suprimento das exigências ideais de desenvolvimento para cada grupo.

Naves (2005) discorre que os grupos funcionais pautados em Gandolfi e colaboradores (2009) consistem basicamente em agrupar as espécies conforme seu padrão de crescimento, de forma que no grupo de preenchimento são agrupadas as espécies pioneiras, enquanto no grupo de diversidade são agrupadas espécies dos demais grupos ecológicos, por geralmente apresentarem taxas de crescimento mais lentas.

3.2 A luz em ambientes florestais e sua implicação definição de grupos sucessionais

Segundo Luttge (1997) a luz é fator determinante no desenvolvimento de plantas, uma vez que é fonte primária para o processo de fixação de CO₂ e participa da sinalização de diversos processos no metabolismo das plantas. Castro et al. (2003) afirmam que a luz age no desenvolvimento das plantas, interferindo no crescimento mediante o processo fotossintético e na diferenciação durante a morfogênese.

A radiação solar caracteriza-se como um conjunto de ondas eletromagnéticas que incidem sobre a superfície terrestre, assim como por pacotes energéticos denominados fótons, cuja energia varia de acordo com o comprimento de onda (λ) e da frequência (E) (CASAROLI et al., 2007; TAIZ & ZEIGER, 2013). Cerca de 50% da energia radiante do sol que alcança a superfície da Terra, tem comprimentos de ondas passíveis de absorção pelos pigmentos fotossintetizantes, tal faixa é denominada de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e compreende os comprimentos de 400 a 700nm.

A radiação solar em uma floresta varia em função da estrutura vertical, da abertura de clareiras naturais ou antrópicas, da fenologia das espécies, da posição do sol em relação à superfície, dentre outros. Em função disto, a RFA (400-700nm) pode variar de 10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$

¹ no solo da floresta a $2000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ no dossel ou em grandes clareiras (MACIEL et al., 2009; MARTINS et al., 2013; TAIZ & ZEIGER, 2013). De forma que as florestas têm sido caracterizadas como um mosaico sucessional, onde microssítios com diferente disponibilidade de luz estão presentes, e influenciam no recrutamento, crescimento e reprodução de espécies (SOUZA e RIBEIRO, 2008).

Nos ambientes florestais a radiação atinge o solo de forma direta e difusa, sendo que a radiação direta depende entre outros fatores dos espaços na estrutura do dossel denominados Sunflecks (Maciel et al., 2009). Tais aspectos influenciam diretamente na regulação de mecanismos de germinação, dormência de sementes, estabelecimento de plântulas e desenvolvimento de plantas (LUTTGE, 1997; DECKER et al., 2011). Nesse sentido, nas florestas, certas espécies arbustivo-arbóreas tendem a estar associadas a padrões de luz, ou a responderem de forma variada aos aumentos de luminosidade, estas afirmações culminaram na separação das espécies florestais em diferentes grupos ecológicos (DESTEFANI e GANDOLFI, 2005).

De acordo com Maciel e colaboradores (2009) diversos autores tais como Whitmore (1984), Viana (1989), Finegam (1992) Swaine e Hall (1983) propuseram modelos de sucessão e classificações sucessionais das espécies, onde em linhas gerais busca-se classificar as espécies em função da resposta ecológica que estas apresentam a mudanças regimes de luz proporcionada pela abertura de clareiras (MAGNAGO et al., 2013), baseado na capacidade de tais espécies em ocupar espacial e temporalmente ambientes de clareiras (SOUZA e RIBEIRO, 2008).

Destefani e Gandolfi (2005) citam que o conhecimento destes padrões é peça essencial para a compreensão da dinâmica florestal, uma vez que discorre das preferências e tendências das espécies e grupos ecológicos no ambiente florestal. De forma que para Scalon et al. (2002) as análises do crescimento de mudas de diferentes espécies em função do sombreamento são realizadas para predizer o grau de tolerância de tais espécies condições de luminosidade. Tais autores, citando Grime (1977) discorrem que as espécies tolerantes ao sombreamento frequentemente têm taxas de crescimento menores em relação a espécies não-tolerantes.

Tais classificações propõem a existência de grupos com respostas diferentes em termos de longevidade e tolerância ao sombreamento. Sendo que as classificações mais comumente utilizadas, separam as espécies em pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias e clímax, onde estas obedeceriam a um gradiente de tolerância ao sombreamento que cresce nesta mesma ordem (MARTINS et al., 2013; MAGNAGO et al., 2013). Onde, para Maciel e colaboradores (2009) basicamente tais espécies seriam classificadas em função da resposta a altas intensidades

luminosas, sendo assim classificadas em tolerantes e não tolerantes ao sombreamento nas fases iniciais de desenvolvimento.

No entanto, de acordo com Paula e colaboradores (2004), a plasticidade apresentada pelas espécies em função dos ambientes torna difícil a classificação destas, sendo comum que diferentes autores classifiquem a mesma espécie em diferentes grupos sucessionais. Destaca-se que as premissas utilizadas nas classificações, de que espécies intolerantes ao sombreamento são as primeiras a colonizar clareiras, é somente válido para clareiras grandes, uma vez que nestas há variação abrupta do regime de luminosidade (MARTINS et al., 2008)

Considerando que a colonização das espécies em ambientes de clareiras grandes depende das respostas ecofisiológicas, o entendimento de tal dinâmica é de suma importância na seleção de espécies adequadas para compor projetos de restauração florestal (MARTINS et al., 2013; MAGNAGO et al., 2013).

Assim, Almeida e colaboradores (2004), afirmam que informações acerca do crescimento das espécies em relação a diferentes níveis de sombreamento são essenciais, uma vez que embasam a escolha de espécies para restauração de áreas com diferentes graus de perturbação ou degradação, tendo em vista que as condições de luminosidade é fator crítico no desenvolvimento de plantas.

3.3 Processos fisiológicos de plantas

De acordo com Luttge (1997) a luz exerce grande influência no crescimento de plantas, fundamentalmente devido ao processo fotossintético, onde a energia luminosa é utilizada para a fixação de CO₂. A capacidade fotossintética da planta é influenciada por fatores externos, tais como, disponibilidade de nutriente, irradiância, água e CO₂ e por fatores inerentes a planta, bem como área e espessura da lâmina foliar, teor de clorofila, idade da folha, dentre outros (Marenco, 2014). Decker e colaboradores (2011) cita que a quantidade de energia luminosa requerida pelas diferentes espécies para o desenvolvimento varia e influencia diretamente na produção fotossintética.

Mengarda (2010) citando Pons (1997) relata que o efeito das alterações do ambiente no metabolismo da planta, podem ser constatados mediante análises da assimilação de CO₂, transpiração, condutância estomática, dentre outros, ou ainda segundo Mengarda (2010) por meio da cinética de emissão de fluorescência da clorofila a.

Os estômatos são estruturas presentes na epiderme das folhas que tem grande sensibilidade a estresses ambientais (ARAUJO e DEMINICIS, 2009). Para Naves-Barbiero et al. (2000) a luminosidade, concentração de gás carbônico atmosférico, temperatura e umidade são fatores

que influenciam a condutância estomática (gs), que por sua vez, é o mecanismo que controla a transpiração da folha.

Os estômatos são estruturas que estão associadas a absorção de CO₂ atmosférico, uma vez que, o dióxido de carbono difunde-se da atmosfera para as células fotossintetizantes no mesofilo da folha, mediante a abertura estomática (MACHADO e LAGOA, 1994), e no controle da perda de vapor de água através da transpiração (MACHADO et al., 2010).

Além do CO₂ absorvido através dos estômatos, a planta precisa absorver fótons PARA realizar o processo de fotossíntese, assim os carotenóides e clorofilas, influenciam a eficiência do maquinário fotossintético das plantas, já que são pigmentos que ao absorver fótons em determinados comprimentos de onda, iniciam o processo da fotossíntese (SCALON et al., 2003; TAIZ & ZEIGER, 2013).

Os carotenóides são pigmentos considerados acessórios na fotossíntese, uma vez que auxiliam na captação da energia luminosa. As bandas de absorção dos carotenóides situam-se na região dos 400 a 500nm. São pigmentos que participam de mecanismos de fotoproteção, via dissipação do excesso de energia luminosa, propiciando à dissipação de energia na forma de calor (TAIZ e ZEIGER, 2013; OLVEIRA, 2009; COSTA et al., 2010).

A absorção dos fótons pelos pigmentos fotossintetizantes, desencadeia a transferência de elétrons, o Fotossistema II (FSII) é reduzido, ocorre aumento da fluorescência da clorofila, com posterior queda da fluorescência denominada extinção da fluorescência (*quenching*) que pode ser fotoquímica ou não-fotoquímica (NPQ) (KONRAD et al, 2005).

Condições de excesso de luminosidade podem limitar a fotossíntese, em virtude da fotoinibição (LUTTGE, 1997) que é um estado de estresse fisiológico, que implica na inativação, e frequentemente danificação do centro de reação do FSII (TAIZ e ZEIGER, 2013; MARENCO et al., 2007), sendo que a fotoinibição pode ser tanto dinâmica quanto crônica, em função do tempo de exposição ao excesso de luz e do nível de luminosidade (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Dessa forma, Dias e Marengo (2007) e Araújo e Deminicis (2009) afirmam a fluorescência da clorofila a representa um método fácil e não destrutivo para avaliar o desempenho do maquinário fotossintético, usado como indicador de estresse, uma vez que fatores bióticos ou abióticos podem alterar a funcionalidade do FSII.

O Rendimento quântico potencial do fotossistema II (FSII) reflete a proporção de energia luminosa máxima que pode ser absorvida pelas clorofilas e utilizada no transporte de elétrons. (MARENCO, 2014). Enquanto o rendimento quântico efetivo [Y(II)], representa segundo

Lichtenthaler et al (2005) apud Neto et al (2011) “A quantidade de energia absorvida pela clorofila que foi utilizada para atividade fotoquímica”.

A eficiência quântica FSII difere em relação ao estágio sucessional das espécies, de modo que espécies pioneiras, que geralmente requerem altos níveis de luz, tendem a apresentar menor fotoinibição quando comparadas a espécies tolerantes (SOUZA e RIBEIRO, 2008).

3.4 Plasticidade em plantas em função de regimes de luminosidade

A capacidade das plantas em desenvolver-se de forma adequada em ambientes com distintas disponibilidades luminosas, fundamenta-se na eficiência em ajustar padrões de distribuição e comportamento fisiológico, para otimizar a aquisição de recursos em tais ambientes (DIAS FILHO, 1997). Nesse sentido, a plasticidade fenotípica é uma característica que propicia aos vegetais a possibilidade de sobreviver em ambientes com condições ambientais variáveis. Sultan (2003) e Côrrea (2004) conceituam a plasticidade fenotípica como “mudanças que ocorrem em características funcionais e estruturais dos indivíduos em resposta aos fatores ambientais a que estão expostos”.

As plantas desenvolvem uma série de adaptações em relação ao ambiente no qual estão inseridos, nesse sentido Klich (2000), discorre que as adaptações fotossintéticas em função das condições de luminosidade geralmente incluem mudanças anatômicas e fisiológicas na folha, uma vez que de acordo com Taiz e Zeiger (2013) e Castro et al (2005) este é o órgão na planta, especializado para o suporte da maquinaria fotossintética e que portanto de modo mais plástico responde às variações de luminosidade.

Considerando a importância da luz em processos fundamentais à planta, e que estresses podem ser causados tanto por seu excesso quanto por condições de sombreamento excessivos (LUTTGE, 1997), as plantas tendem a aclimatar-se mediante alterações bioquímicas, anatômicas e fisiológicas, que geralmente incluem alterações na espessura e área foliar específica, teor de clorofila, crescimento em altura, dentre outros (TAIZ e ZEIGER, 2013; CASTRO et al., 2005) permitindo então a sobrevivência dos indivíduos sob estresse (SERVÍN, 2007).

Nesse sentido, um dos aspectos no metabolismo das plantas associados a sobrevivência destas em ambientes com distintas condições de luminosidade, são as concentrações de carotenóides e clorofila presentes nas plantas, assim como a proporção entre estes pigmentos, uma vez que em função das mudanças nas condições de luminosidade, as plantas, respondem com alterações na quantidade e qualidade dos pigmentos, o que conseqüentemente tem implicações na fotossíntese (SCALON et al., 2002; MORAES et al., 2007).

Taiz e Zeiger (2004) afirmam que modificações anatômicas das folhas em ambientes com excesso de luz podem reduzir em até 40% a absorção da luz, o que minimiza possíveis danos em resposta ao excesso de luminosidade, tais como o aquecimento excessivo das folhas.

Conforme aponta Luttge (1997) espécies de grupos sucessionais diferentes apresentam respostas distintas em termos de plasticidade. Adaptadas a condição de alta irradiância, as espécies pioneiras são capazes de tolerar variações na disponibilidade de luz, mediante alterações nas taxas fotossintéticas (CORRÊA, 2003). Sendo assim, Chazdon et al. (1996) apud Servín (2007) e Corrêa (2003) afirmam que as espécies pioneiras têm uma maior flexibilidade fisiológica em relação as espécies não pioneiras. Uma vez que as espécies pioneiras iniciam a colonização de clareiras, e portanto são expostas a grande variação de recursos, dentre eles a luz, indicando assim tais espécies apresentam uma alta capacidade de ajustar o maquinário fotossintético (PORTES et al., 2010).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da Área

O presente estudo foi realizado com mudas de cinco espécies arbóreas de linhas de diversidade e linhas de preenchimento em Unidade Demonstrativa de Restauração ecológica, no campus experimental I da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB (12°40'39.92"S; 39°06'23"O), no município de Cruz das Almas-BA (FIGURA 1).

Denominada Talhão Memória, a unidade demonstrativa de restauração ecológica, possui aproximadamente 7.800m², e segundo Bellotto e colaboradores (2009) a área de estudo encontra-se na fase pós-implantação. Vale destacar que essa Unidade Demonstrativa, foi desenvolvida e é de responsabilidade técnica do PET Mata Atlântica: Conservação e Desenvolvimento, grupo de educação tutorial MEC/SESU, da UFRB.

Conforme a classificação de Köppen o clima de Cruz das Almas é caracterizado como clima quente, onde segundo Santana e colaboradores (2006) a temperatura média anual do município é de 24,2 °C e a pluviosidade média anual de 1.200 mm com os meses de março a julho como os mais chuvosos e outubro e janeiro os mais secos.

Na área o método de restauração ecológica adotado foi o plantio, em área total de 34 mudas nativas da Mata Atlântica intercaladas em linhas de preenchimento e linhas de diversidade, sendo realizado no mês de julho de 2012. As espécies foram plantadas em quincênio com espaçamento de 2,0m entre plantas e 3,0m entre linhas.

A metodologia de implantação utilizada foi de linhas de diversidade e preenchimento proposta por Gandolfi e Rodrigues (2007), com pequena alteração para nossa adaptação a nossa

região, onde nas linhas de preenchimento foram reunidas espécies pioneiras, enquanto o grupo de linhas de diversidade foi composto por espécies não-pioneiras.

Em alguns pontos da área existiam espécies frutíferas arbóreas de grande porte tais como *Artocarpus heterophyllus* Lam. e mediante do software ArcGIS 10.0 foram identificados os pontos de sombreamento natural proporcionados por tais espécies (FIGURA 2), sendo estas condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO). Foi considerado como parcialmente sombreado, a área em que por parte do dia, ocorre projeção das copas de espécies arbóreas de grande porte, propiciando assim sombreamento natural nas mudas das espécies implantadas. A área foi mantida com tratos culturais simples, por meio de controle de formigas cortadeiras e roçadas a cada quatro meses.



Figura 1. Localização do Talhão Memória (perímetro em amarelo) na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia ($12^{\circ}40'39.92''\text{S}$; $39^{\circ}06'23''\text{O}$), no município de Cruz das Almas-BA. Fonte: Google Earth © 2007 Europa Technologie - Image © 2015 DigitalGlobe.

Figura 1 . Location of the Field Memory (perimeter in yellow), in the Federal University of Recôncavo Bahia ($12^{\circ}40'39.92''\text{S}$, $39^{\circ}06'23''\text{W}$), in the Cruz das Almas, Bahia. Source: Google Earth © 2007 Europe Technologie - Image © 2015 DigitalGlobe.

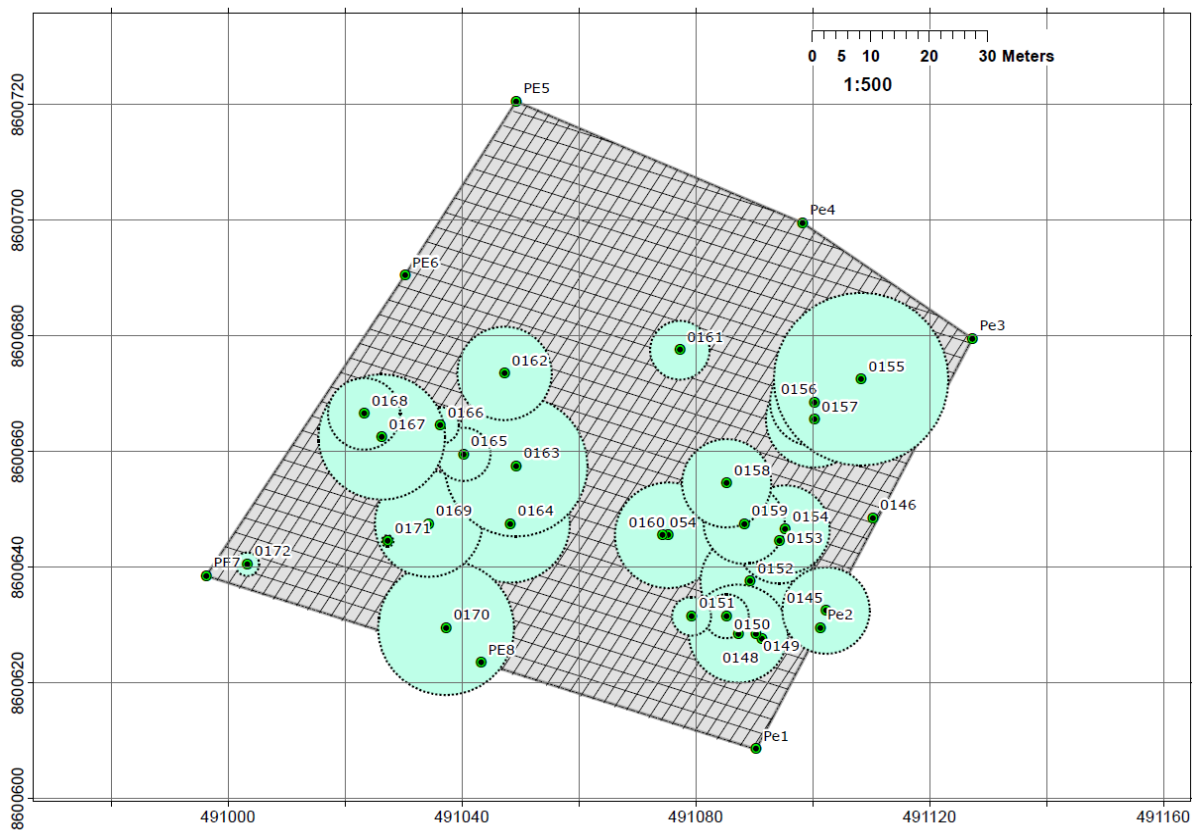


Figura 2. Buffes obtidos pelo software ArcGIS 10.0 de pontos de sombreamento natural, proporcionado pela projeção das copas de espécies arbóreas de grande porte no Talhão Memória, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia ($12^{\circ}40'39.92''S$; $39^{\circ}06'23''O$), no município de Cruz das Almas-BA.

Figura 2. Buffes obtained by the software ArcGIS 10.0 for natural shading points, provided by the Crown area of large tree species in the Field Memory at the Federal University of Recôncavo Bahia ($12^{\circ}40'39.92''S$, $39^{\circ}06'23''W$), in the Cruz das Almas, Bahia.

4.2 Descrição das Espécies Estudadas

Foram estudadas cinco espécies de distintos grupos funcionais implantadas na área de estudo, sendo estas: *Dictyoloma vandellianum* e *Schinus terebinthifolius* pertencentes ao grupo de preenchimento, e *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* pertencentes a linhas de diversidade. Tais espécies foram selecionadas em população total de 34 espécies com base nos seguintes requisitos: não ter sido indivíduo de replante e ter ao menos 3 indivíduos de cada espécie, em cada uma das duas condições de luminosidade a frente apresentada.

4.2.1 *Schinus terebinthifolius* Raddi

Schinus terebinthifolius Raddi é uma espécie arbórea nativa do Brasil, com ocorrência de Pernambuco ao Rio Grande do Sul em diversos tipos de formações vegetacionais tais como:

Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual (CARVALHO 1994, LENZI et al., 2003). Popularmente conhecida como aroeira-vermelha e aroeira-pimenteira, a espécie pertence família Anacardiaceae, sendo conhecida ainda como corneíba, fruto-de-sabiá, cambuí, Aroeira branca e Aroeira do sertão (COUTINHO et al., 2006).

A aroeira é uma espécie pioneira, perenifólia e heliófita, cujo crescimento no campo é rápido, e que se estabelece tanto em solos úmidos como em secos, arenosos a argilosos, considerada assim uma espécie extremamente plástica (LENZI e ORTH, 2004; LORENZI, 2008). A espécie apresenta diversos usos, tais como o potencial ornamental com consequente utilização em projetos paisagísticos, além disto, a aroeira apresenta grande importância comercial, com destaque para o uso enquanto espécie medicinal e condimentar uma vez que, os frutos da aroeira são de grande apreciação, tanto no mercado nacional como no internacional. (SCALON et al., 2006; GUERRA et al., 2000; LENZI e ORTH, 2004)

No entanto, um dos usos em que se destaca a espécies é na composição de projetos de recuperação de áreas degradadas, devido ao seu caráter de pioneirismo, capacidade de desenvolver-se em solos secos e pobres e pelo potencial atrativo para fauna (LORENZI, 2008).

4.2.2 *Dictyoloma vandellianum* Adr. Juss.

Dictyoloma vandellianum A. Juss. conhecida popularmente como ardente, canela pimenta, tingui-preto e tingui, é uma espécie arbórea pertencente à família Rutaceae que apresenta grande potencial para a silvicultura e paisagismo (LORENZI, 2008; FLAVIO e PAULA, 2010).

O Tingui ocorre nas florestas pluviais atlânticas, nos estados da Bahia, Espírito Santo, Rio de Janeiro e São Paulo, onde ocorre na com altura de 4 a 10 metros e diâmetro do tronco de 20 a 30 centímetros. Devido ao porte e características da inflorescência, a espécie tem grande aplicação no paisagismo. É uma espécie considerada perenifólia, heliófita e pioneira de rápido crescimento, portanto, indicada para plantios visando a recuperação de áreas degradadas e em áreas de preservação permanente (LORENZI, 2008; FLAVIO e PAULA, 2010).

4.2.3 *Spondias mombin* L.

A Cajazeira, *Spondias mombin* L. é uma espécie frutífera da família Anacardiaceae, que ocorre no Brasil principalmente nas regiões Norte e Nordeste, onde seus frutos do tipo drupa, globoso, recebem nomes tais como, cajá, cajá verdadeiro, cajá-mirim ou taperebá. (SOARES et al., 2006). A espécie é secundária inicial, conforme descrição do Grupo Ambientalista da Bahia (GAMBÁ, 2010).

A espécie é heliófita e decídua em grande parte do ano (LORENZI, 2008), a copa é baixa e ampla e o tronco da cajazeira varia de 40 a 60 centímetro e é revestido por casca com ritidoma fino e rugoso (SOUZA et al., 2006; LORENZI, 2008).

Segundo Braga (1976) apud Silva (2003) a espécie pode atingir mais de 20 metros de altura e apresenta diâmetro a copa entre 8 e 24 metros.

4.2.4 *Astronium fraxinifolium* Scott.

Astronium fraxinifolium Scott. é uma espécie arbórea, conhecida como Gonçalo-Alves pertencente a família Anacardiaceae. Ocorre nos estados de Minas Gerais, Goiás, Bahia, Ceará, Rio Grande do Norte, Espírito Santo, Maranhão e Piauí (IBAMA, 1992).

A espécie é considerada pioneira por Lorenzi (2008), no entanto para Gambá (2014) a espécie é secundária tardia. Em virtude desta divergência de classificação, adotou-se a para fins de composição em grupos funcionais, que a espécie é secundária tardia. Segundo com a Portaria IBAMA n. 37-N, de 3 de abril de 1992 que estabelece as espécies da flora Brasileira com risco de extinção, *Astronium fraxinifolium*, é uma espécie categorizada como vulnerável em virtude da intensa exploração da espécie para fins madeireiros, o que reduziu a sua ocorrência a pequenos fragmentos florestais (AGUIAR et al., 2001).

4.2.5 *Caesalpineae echinata* Lam.

Caesalpineae echinata Lam. popularmente denominada de Pau Brasil, brasileto, Ibirapitanga, dentre outros nomes comuns, é uma espécie arbórea pertencente a família Fabaceae-Caesalpinioideae, que ocorre do Ceará ao Rio de Janeiro, sendo típica do interior de florestas densas, raramente é encontrada em florestas secundárias (Lorenzi 2008; Carvalho, 1994).

A espécie é semidecídua, heliófita ou esciófita, apresenta tronco recoberto por acúleos sendo que o diâmetro deste varia entre 40 a 70 centímetros (Lorenzi 2008). Segundo Mengarda (2010), a espécie apresenta porte médio, atingindo de 10 a 15 metros de altura. No entanto, para Carvalho (1994) a espécie pode atingir até 30 metros na fase adulta, sendo uma espécie clímax.

Mengarda (2010), discorre que o perigo de extinção da espécie é atribuído ao extrativismo ilegal e a fragmentação dos habitats. No entanto, para o autor, a ausência de estudos relativos a aspectos fisiológicos da espécie é outro fator que alimenta o perigo de extinção do Pau Brasil, já que limita as iniciativas que visem a sua conservação e manejo.

4.4 Trocas gasosas

As taxas de assimilação líquida de carbono (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e razão concentração interna de CO_2 no mesófilo (C_i , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$) e atmosférica de CO_2 (C_a , $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1}$)- (C_i/C_a) foram obtidas por meio de um sistema de medição de trocas gasosas portátil LI-6400 (LI-COR Biosciences Inc., Nebraska, USA) equipado com uma fonte de luz azul/vermelho modelo LI-6400-02B (LI-COR). As mensurações foram feitas sob concentração de CO_2 , temperatura e vapor de H_2O do ambiente dos locais de estudo, sendo o ar de referência coletado a 50 cm de altura do solo e homogeneizado em um galão de 20 litros antes de alcançar a câmara foliar. Após o coeficiente combinando as variações de gás carbônico (ΔCO_2), água ($\Delta\text{H}_2\text{O}$) e fluxo de ar (Δu_e) apresentar-se abaixo de 1%, foram realizados 10 registros por folha, um a cada 12 segundos, cuja média foi considerada uma medida. Simultaneamente, foram obtidas medidas da densidade de fluxo de fótons (DFF, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), da temperatura (T , $^\circ\text{C}$) e umidade relativa (UR, %) do ar e da diferença de pressão de vapor de água entre a folha e o ar (VPD kPa), mediante sensores quânticos e termopares acoplados ao referido equipamento.

4.5 Fluorescência da clorofila a

As medidas de fluorescência da clorofila “a” foram obtidas utilizando um fluorômetro portátil modulado OS5p (Opti-Sciences, Hudson, USA). O rendimento quântico potencial do fotossistema II (FSII) (van Kooten e Snel, 1990) foi calculado após 30 minutos de adaptação ao escuro como $F_v/F_m = (F_m - F_0)/F_m$, em que F_0 é a fluorescência mínima, excitada por uma luz vermelha modulada de baixa intensidade ($0,03 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) e F_m é a fluorescência máxima obtida pela aplicação de um pulso de 0,8s de luz actínica saturante ($>6000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). Os rendimentos das vias competitivas de desexcitação da energia absorvida no FSII: rendimento quântico efetivo, $Y(\text{II})$; rendimento quântico de dissipação regulada, $Y(\text{NPQ})$; e o rendimento quântico de dissipação não-regulada, $Y(\text{NO})$; foram determinados de acordo com Kramer et al. (2004) e Klughammer e Schreiber (2008). O $Y(\text{II})$ foi utilizado para estimar a taxa aparente de transporte de elétrons (ETR) de acordo com Bilger et al. (1995): $\text{ETR} = Y(\text{II}) \times \text{DFF} \times 0,5 \times 0,84$, onde DFF é a densidade de fluxo de fótons ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) incidente sobre a folha, 0,5 o valor correspondente à fração da energia de excitação distribuída para o fotossistema II (FSII) (Laisk e Loreto, 1996), e 0,84 o valor correspondente à fração de luz incidente que é absorvida pelas folhas (Ehleringer, 1981).

4.6 Conteúdo de pigmentos foliares

A concentração de clorofila e carotenóides foram determinados em extratos dimetilsulfóxido (DMSO) de discos foliares (HISCOX & ISRAELSTAM, 1979), com algumas modificações. Após incubação de dois discos foliares (0,393 cm²/disco) com 3 mL de DMSO saturado com CaCO₃ por 48h a temperatura ambiente, a absorbância dos extratos foi lida em Espectrofotômetro Digital Ultravioleta Microprocessado Q798U2M nos comprimentos de onda de 649, 665 e 480 nm, para a determinação das concentrações de clorofila a, clorofila b e de carotenóides, expressos em mg.g⁻¹ de acordo com as equações propostas por Wellburn (1994) para extratos em DMSO.

4.7 Crescimento: avaliação do incremento em altura e diâmetro

A avaliação do crescimento das espécies sob as condições de intensidade luminosa foram realizadas mediante a mensuração da altura e diâmetro a altura do solo (DAS) em intervalos quadrimestrais até os 32 meses de idade das plantas. Sendo que a primeira medida ocorreu na primeira quinzena de agosto de 2012 e a última medida na primeira quinzena de fevereiro de 2015.

Para tanto utilizou-se fita métrica para mensurar a altura total das plantas (do solo até o ápice caulinar) e de paquímetro analógico para mensurar o diâmetro à altura do solo, sendo tal medida realizada a cinco centímetros do nível do solo. A Taxa de crescimento relativo (TCR) e absoluto (TCA) para os parâmetros altura e diâmetro foram calculadas conforme metodologia citada por JUNIOR e colaboradores (2013):

$$TCR\ ALT = \frac{\ln ALT_f - \ln ALT_i}{\Delta T}$$

$$TCA\ ALT = \frac{ALT_f - ALT_i}{\Delta T}$$

$$TCR\ DAS = \frac{\ln D_f - \ln D_i}{\Delta T}$$

$$TCA\ DAS = \frac{D_f - D_i}{\Delta T}$$

Onde TCR ALT é a taxa de crescimento relativo da altura em centímetros (cm) por intervalo de tempo. TCR DAS é a taxa de crescimento relativo em diâmetro caulinar, em milímetros (mm) por intervalo de tempo. TCA ALT é a taxa de crescimento absoluto da altura em centímetros por intervalo de tempo. TCR DAS é a taxa de crescimento absoluto em diâmetro caulinar, em milímetros por intervalo de tempo. ALT_f é a altura (cm) da planta na última medida e ALT_i é a altura (cm) da planta na primeira medida. D_f é o diâmetro a altura do solo (mm) da

planta na primeira medida e D_i é o diâmetro a altura do solo da planta na última medida. ΔT é o intervalo de tempo entre duas medições e \ln é o logaritmo neperiano.

4.8 Análise estatística

Os dados de aspectos fisiológicos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey utilizando o programa estatístico Statistic. Os gráficos foram gerados utilizando o Software Sigmaplot.

As análises de incremento em altura e diâmetro foram realizadas mediante estatística descritiva, para tanto utilizou-se o programa Excel 2013, onde foram gerados os gráficos para comparação das médias.

5 RESULTADOS

5.1 Trocas gasosas

Com relação à taxa de fotossíntese líquida (A) (FIGURA 3), todas as espécies com exceção do Cajá-Mirim (*Spondias mombin*), diferiram significativamente entre os tratamentos ($p < 0,05$). Em *Dictyoloma vandellianum*, *Schinus terebinthifolius*, *Astronium fraxinifolium* e *Caesalpineia echinata* verificou-se incremento na assimilação de CO_2 (A) quando o desenvolvimento dessas espécies ocorreu na condição de pleno sol.

Observou-se conforme a figura 3 que *Schinus terebinthifolius* e *Spondias mombin*, não diferindo significativamente ($p > 0,05$) na condição de sombreamento parcial, e apresentando comportamento distinto sob pleno sol ($p < 0,05$), foram as espécies que apresentaram as maiores taxas de fotossíntese líquida em relação as demais espécies, sendo que quando expostas a condição de maior luminosidade (PS), respectivamente apresentam fotossíntese líquida de $15,7 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $14,2 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Tanto na condição de pleno sol como de sombreamento parcial, *Caesalpineia echinata*, apresentou taxas de assimilação de CO_2 menores que as demais espécies ($3,9 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na condição SO e $6,1 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ na condição de PS). *Astronium fraxinifolium* e *Dictyoloma vandellianum*, apresentaram taxas intermediárias de fotossíntese, sendo que quando submetidas a condição de sombreamento parcial, tais espécies obtiveram médias que não diferiram entre si a um nível de probabilidade de 0,05.

Marcante distinção em fotossíntese líquida, ocorreu entre a maior taxa de fotossíntese líquida encontrada em *Schinus terebinthifolius*, espécie pioneira, e a menor assimilação líquida de CO_2 que ocorreu em *Caesalpineia echinata*, sendo esta uma espécie classificada como clímax.

Taxas elevadas de fotossíntese também foram encontradas em *Spondias mombin* e *Astronium fraxinifolium*, embora estas sejam tratadas, respectivamente, como espécie secundária inicial e secundária tardia. Enquanto que a pioneira, *Dictyoloma vandellianum*, exibiu taxas mais semelhantes a *Astronium fraxinifolium* e *Caesalpineia echinata*, espécies não pioneiras, do que com *Schinus terebinthifolius*, que pertence ao mesmo grupo sucessional, e consequentemente grupo funcional.

Assim como ocorreu para as taxas fotossíntese líquida, as espécies apresentaram maior condutância estomática (gs) quando submetidas a condição pleno sol (FIGURA 3).

Em condição de menor disponibilidade de luz (SO), *Schinus terebinthifolius* e *Spondias mombi*, apresentaram maior condutância estomática, não diferindo entre si. Assim como, sob pleno sol onde tais espécies apresentaram, respectivamente, as maiores condutâncias estomáticas (0,31 mol H₂O e 0,23 mol H₂O).

Em ambas as condições de luminosidade *Astronium fraxinifolium* e *Dictyoloma vandellianum*, não diferiram significativamente ($p > 0,05$) e apresentaram condutâncias estomáticas intermediárias. Na condição de pleno sol e de sombreamento parcial, *Caesalpineia echinata*, apresentou menor condutância estomática quando comparada as demais espécies (0,07 mol H₂O na condição de PS e 0,03 mol H₂O na condição de SO).

A perda de vapor de água, verificada mediante a transpiração (E) e razão Ci/Ca (FIGURA 3) diferiram significativamente para todas as espécies nos tratamentos, sendo maior nas plantas submetidas a pleno sol.

Em condição parcialmente sombreada, *Schinus terebinthifolius* e *Spondias mombin*, não diferiram entre si, e foram as espécies que apresentaram maior transpiração. *Astronium fraxinifolium* e *Dictyoloma vandellianum* apresentaram médias de transpiração estatisticamente iguais e *Caesalpineia echinata*, apresentou a menor taxa de transpiração (0,95 mmol m⁻² s⁻¹).

Na condição de pleno sol, verificou-se que todas as espécies diferiram entre si ($p < 0,05$), com exceção de *Astronium fraxinifolium* e *Dictyoloma vandellianum*. *Schinus terebinthifolius* e *Spondias mombin* tal como ocorreu para fotossíntese líquida e condutância estomática, apresentaram respectivamente as maiores médias de E (5,47 mmol m⁻² s⁻¹ e 4,70 mmol m⁻² s⁻¹, enquanto que *Caesalpineia echinata* foi a espécie em que houve menor perda de vapor de água (1,79 mmol m⁻² s⁻¹).

A razão Ci/Ca (FIGURA 3) diferiu significativamente para todas as espécies estudadas, sendo tal razão maior nas plantas submetidas a condição de pleno sol.

Na condição de sombreamento parcial *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin* e *Dictyoloma vandellianum*, não diferiram entre si e apresentaram médias de Ci/Ca superiores

em comparação a *Astronium fraxinifolium* e *Caesalpineia echinata*, que também não diferiram. De forma semelhante, *Schinus terebinthifolius* e *Dictyoloma vandellianum* não diferiram e apresentaram maior média de Ci/Ca, sob pleno sol, enquanto *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium* e *Caesalpineia echinata* comportaram-se de forma semelhante, sendo que não houve diferença estatística entre *Spondias mombin* e *Astronium fraxinifolium* e entre *Astronium fraxinifolium* e *Caesalpineia echinata*, conforme a figura 3.

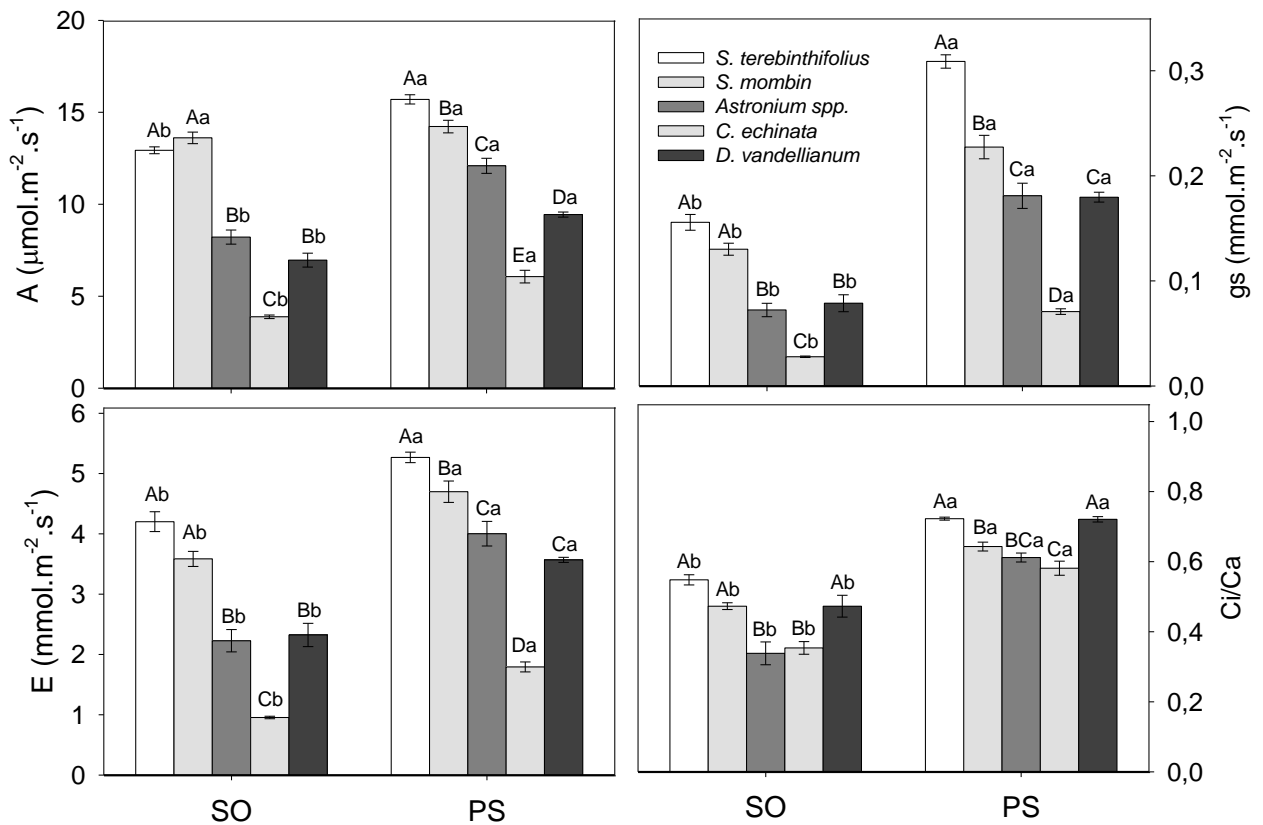


Figura 3. Taxas de assimilação líquida de carbono (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O}$), transpiração (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna e ambiente de CO_2 (C_i/C_a) em plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições \pm erro padrão. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies dentro dos tratamentos e letras minúsculas representam comparações entre os tratamentos dentro das espécies.

Figura 3. Rate of liquid carbon assimilation (A , $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$), stomatal conductance (g_s , $\text{mol H}_2\text{O}$), transpiration (E , $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) and internal concentration and ambient CO_2 (C_i/C_a) in young plants *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* under sunny conditions (PS) and partly shaded (SO) in the UFRB campus, Cruz das Almas, BA. Mean values of three to five replicates \pm standard error uppercase letters represent comparisons between species and lowercase letters represent comparisons between treatments within species.

5.2 Fluorescência da clorofila a

Rendimento quântico potencial do fotossistema II (FSII) (F_v/F_m), fluorescência basal (F_0), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico efetivo do FSII [$Y(II)$], rendimento quântico de dissipação não-regulada [$Y(NO)$] e rendimento quântico de dissipação regulada [$Y(NPQ)$] não diferiram significativamente entre as condições de luminosidade (SO e PS) ($p > 0,05$) e entre as espécies avaliadas na condição de sombreamento parcial e de pleno sol (FIGURA 4).

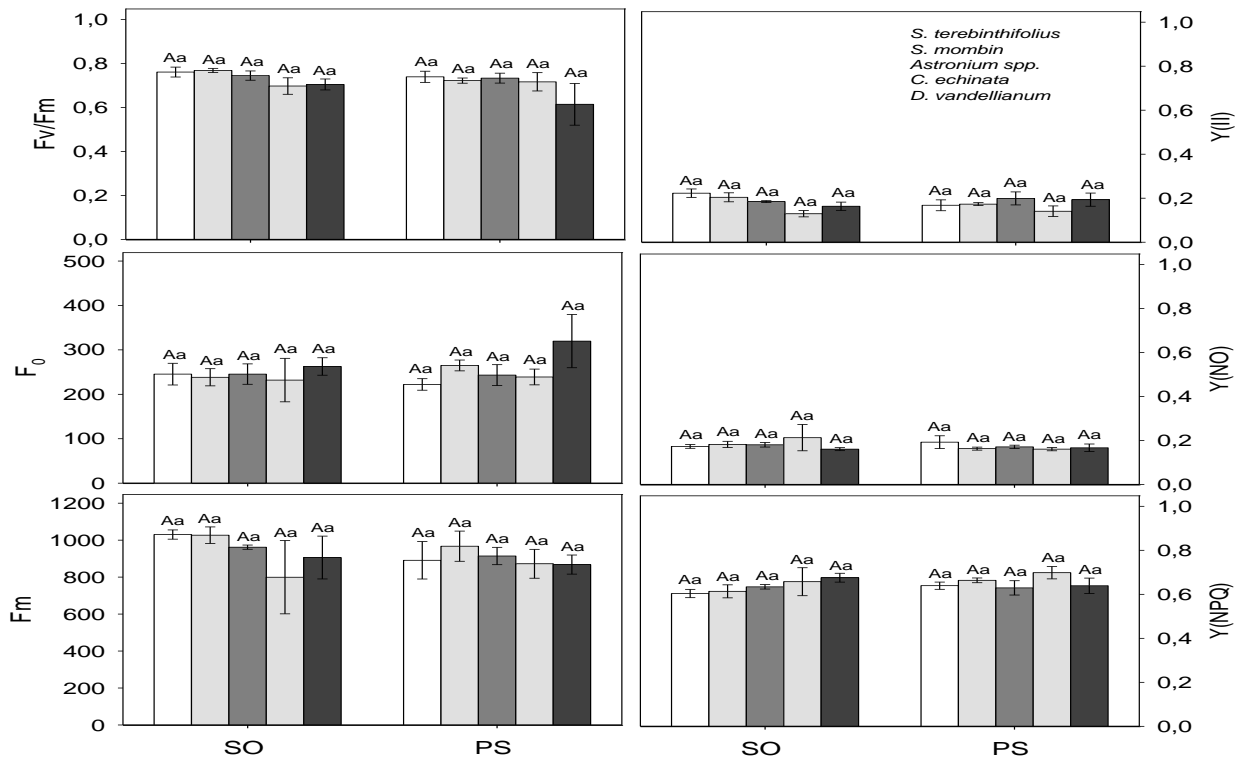


Figura 4. Rendimento quântico potencial do fotossistema II (FSII) (F_v/F_m), fluorescência basal (F_0), fluorescência máxima (F_m), rendimento quântico efetivo do FSII [$Y(II)$], rendimento quântico de dissipação não-regulada [$Y(NO)$] e rendimento quântico de dissipação regulada [$Y(NPQ)$] em plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições \pm erro padrão. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies dentro dos tratamentos e letras minúsculas representa comparações entre os tratamentos dentro das espécies.

Figura 4. Yield potential quantum of the photosystem II (PSII) (F_v/F_m), basal fluorescence (F_0), maximal fluorescence (F_m), effective quantum yield of PSII [$Y(II)$], the quantum yield of no-regulated dissipation [$Y(NO)$] and quantum yield of regulated dissipation [$Y(NPQ)$] in young plants *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* under sunny conditions (PS) and partly shaded (SO) in the UFRB campus, Cruz das Almas, BA. Mean values of three to five replicates \pm standard error uppercase letters represent comparisons between species and lowercase letters represent comparisons between treatments within species.

5.3 Conteúdo de pigmentos foliares

Conforme a figura 5, apenas *Schinus terebinthifolius*, apresentou diferença estatística na concentração de clorofila a, clorofila b e clorofila total entre os tratamentos. Sendo verificado para a espécie maior concentração de clorofila a, clorofila b e clorofila a total sob sombreamento parcial.

Sob sombreamento parcial não houve diferença entre as espécies estudadas, quanto a clorofila a e b, e apenas *Dictyoloma vandellianum* diferiu das demais espécies quanto a concentração de clorofila total apresentando menor concentração ($4,75 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$). No entanto, as espécies diferiram entre si ($p < 0,05$) quanto a clorofila b e clorofila total quando submetidas a condição de pleno sol, de modo que sob essa condição verificou-se que *Caesalpineia echinata* e *Spondias mombin* que não apresentaram diferenças significativas entre si, apresentaram maior concentração clorofila b, enquanto *Dictyoloma vandellianum* e *Astronium fraxinifolium*, iguais estatisticamente, apresentaram menor concentração de clorofila b.

Sob pleno sol, *Spondias mombin* apresentou maior concentração de clorofila total ($6,37 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$). Constatou-se que *Schinus terebinthifolius* e *Dictyoloma vandellianum* quando comparadas as demais espécies, apresentam menor concentração de clorofila total. No presente estudo não foi constatado diferença estatística de Chl a/ Chl b entre tratamentos (PS e SO) e entre as espécies na condição PS e SO.

Apenas para *Dictyoloma vandellianum* e *Astronium fraxinifolium* foi observado diferença nas concentrações de carotenóides em função dos tratamentos (SO e PS), sendo que ambos apresentaram maior concentração de carotenóides na condição de pleno sol.

Nenhuma espécie diferiu na condição de sombreamento parcial quanto a concentração de carotenóides, enquanto que quando submetidas a condição de pleno sol, *Astronium fraxinifolium* e *Dictyoloma vandellianum*, iguais estatisticamente, apresentam concentrações superiores de carotenóides ($1,18 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ e $0,92 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$) em relação as demais espécies. *Spondias mombin* e *Caesalpineia echinata*, estatisticamente iguais, apresentaram menor concentração de carotenóides ($0,36 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ e $0,50 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$).

Schinus terebinthifolius e *Dictyoloma vandellianum*, diferiram quanto os tratamentos e exibiram menor razão carotenóide/clorofila na condição de pleno sol, enquanto *Astronium fraxinifolium*, apresentou maior razão Car/Chl na condição de sombreamento parcial.

Verificou-se que não houve diferença estatística entre as espécies para razão carotenóide/clorofila quando estas se desenvolveram em condição de sombreamento parcial. Contudo, o desenvolvimento no pleno sol, implicou em maior razão Car/Chl para *Dictyoloma*

vandellianum e *Astronium fraxinifolium* e em menor razão Car/Chl para *Spondias mombin* e *Caesalpineia echinata*, estatisticamente iguais.

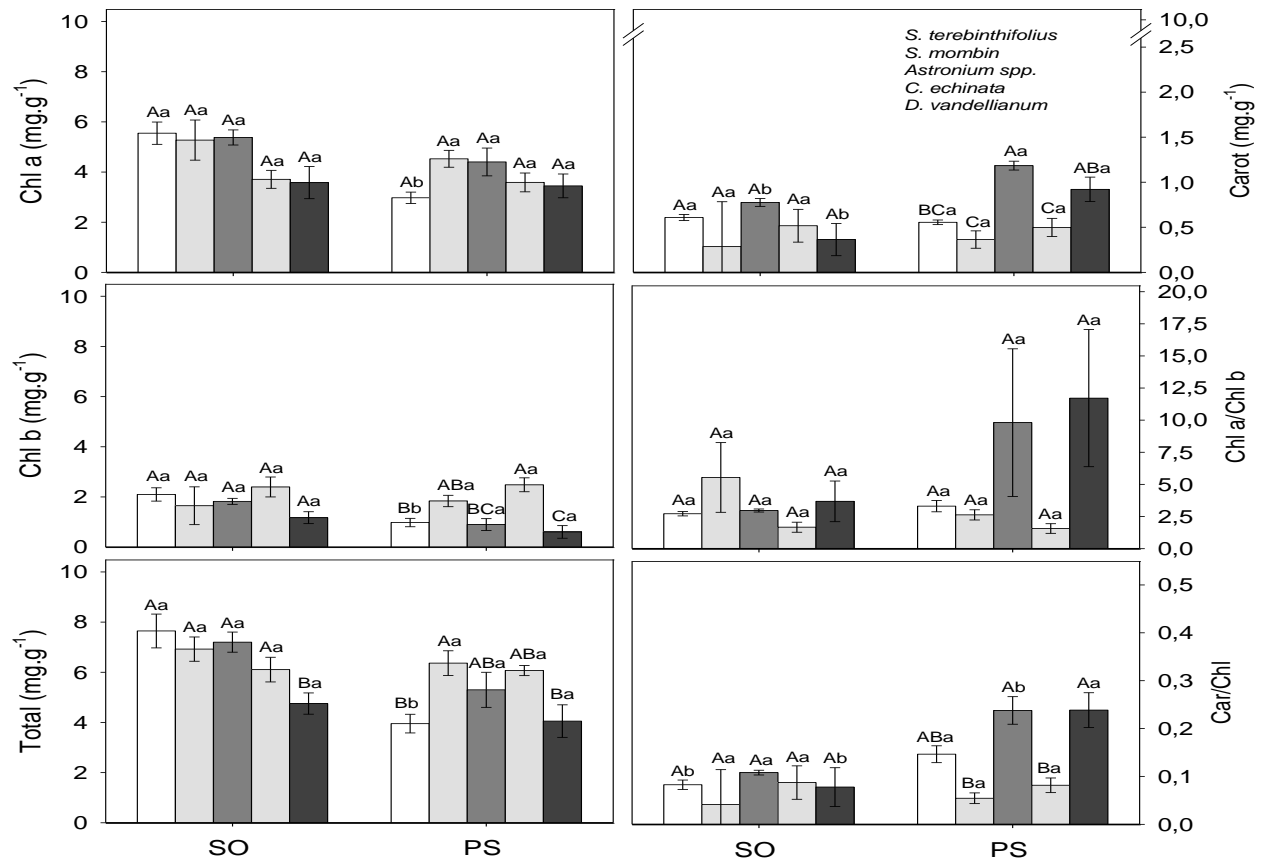


Figura 5. Concentração de clorofila a (mg.g^{-1}), clorofila b (mg.g^{-1}), clorofila total (mg.g^{-1}), carotenóides (mg.g^{-1}), razão clorofila a/b e razão carotenoide/clorofila em plantas jovens de *Schinus terebinthifolius* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições \pm erro padrão. Letras maiúsculas representam comparações entre espécies dentro dos tratamentos e letras minúsculas representa comparações entre os tratamentos dentro das espécies.

Figura 5. Rate of chlorophyll a concentration (mg.g^{-1}), chlorophyll b (mg.g^{-1}), total chlorophyll (mg.g^{-1}), carotenoids (mg.g^{-1}), ratio of chlorophyll a/b reason carotenoid/chlorophyll in young plants *Schinus terebinthifolius* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, *Dictyoloma vandellianum* under sunny conditions (PS) and partly shaded (SO) in the UFRB campus, Cruz das Almas, BA. Mean values of three to five replicates \pm standard error uppercase letters represent comparisons between species and lowercase letters represent comparisons between treatments within species.

5.4 Crescimento: avaliação de incremento em altura e diâmetro

Com exceção *Dictyoloma vandellianum*, em todas as demais espécies foi observado maior incremento relativo, e incremento absoluto em altura (cm/mês) e diâmetro a altura do solo (mm/mês) quando na condição parcialmente sombreada (SO) (FIGURAS 6, 7, 8 e 9).

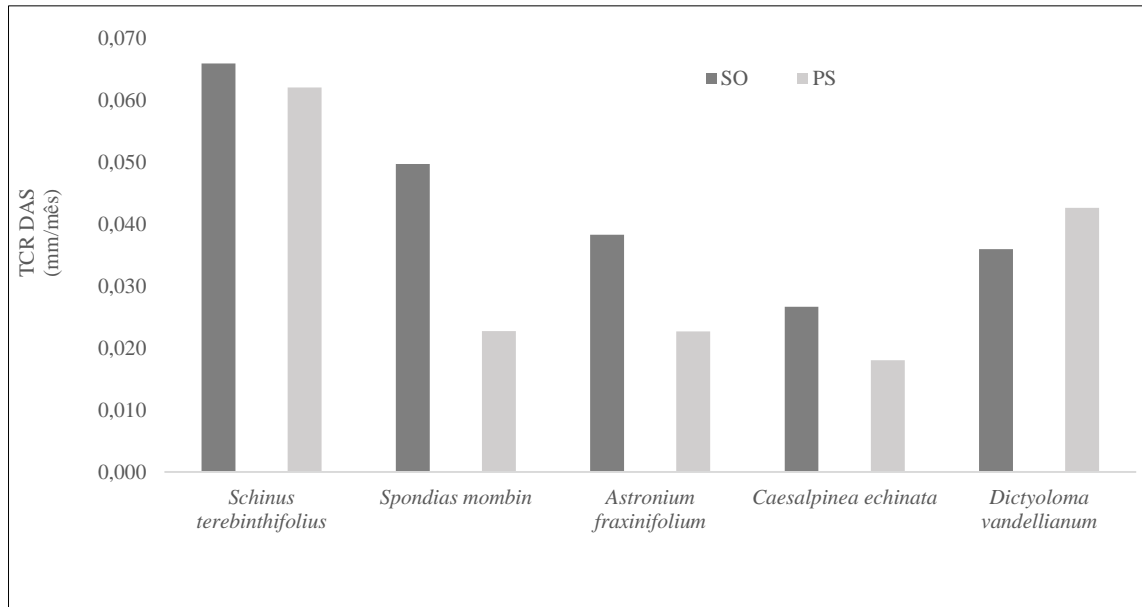


Figura 6. Taxa de crescimento relativo do diâmetro a altura do solo (TCR DAS) (mm/mês) de plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições.

Figura 6. Relative growth rate of the diameter at ground height (TCR DAS) (mm / month) in young plants *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum*, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* under sunny conditions (PS) and partly shaded (SO) in the UFRB campus, Cruz das Almas, BA. Mean values of three to five replicates.

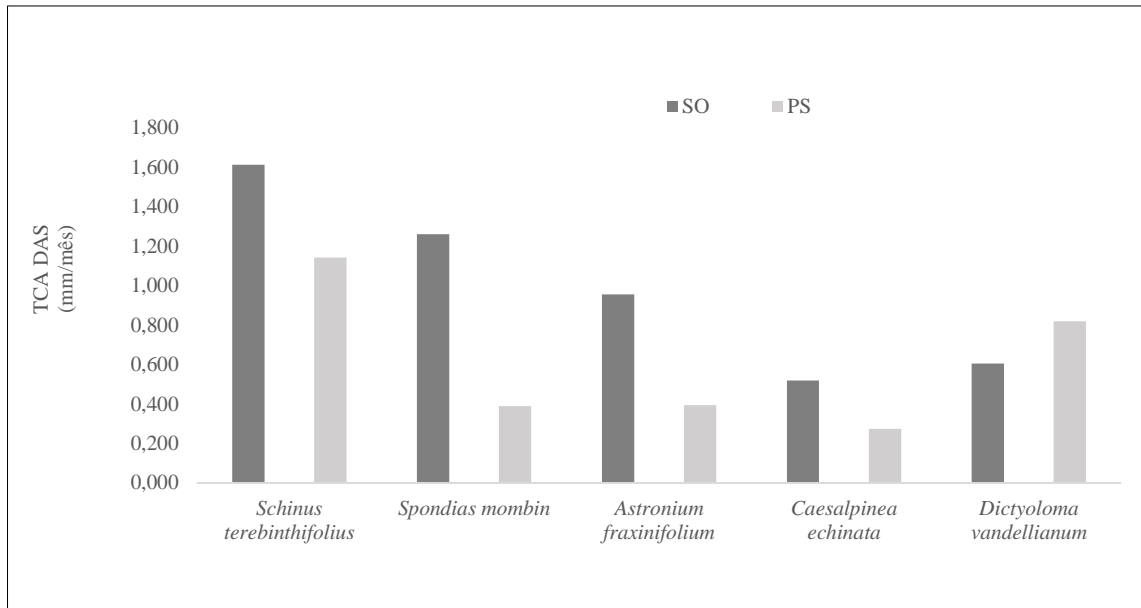


Figura 7. Taxa de crescimento absoluto do diâmetro a altura do solo (TCA DAS) (mm/mês) de plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições.

Figura 7. Absolute growth rate of the diameter at ground height (TCA DAS) (mm / month) in young plants *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* under sunny conditions (PS) and partly shaded (SO) in the UFRB campus, Cruz das Almas, BA Mean values of three to five replicates.

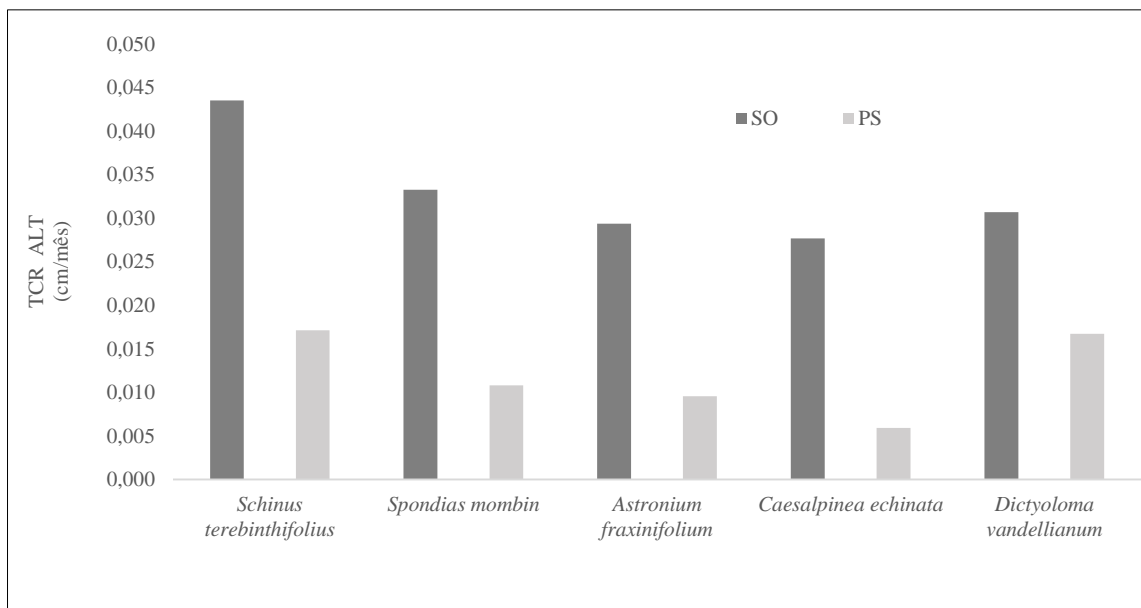


Figura 8. Taxa de crescimento relativo em altura (TCR ALT) (cm/mês) de plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* sob

condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições.

Figura 8 . Relative growth rate in height (TCR ALT) (TCR DAS) (mm / month) in young plants *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* under sunny conditions (PS) and partly shaded (SO) in the UFRB campus, Cruz das Almas, BA Mean values of three to five replicates.

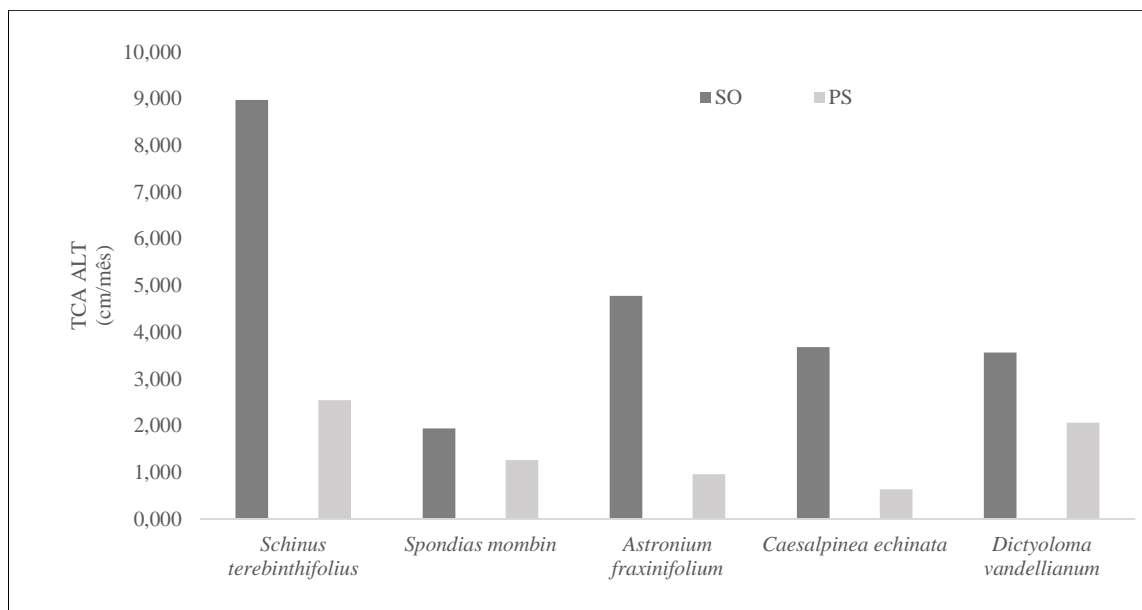


Figura 9. Taxa de crescimento absoluto em altura (TCA ALT) (cm/mês) de plantas jovens de *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* sob condições de pleno sol (PS) e parcialmente sombreadas (SO) no campus da UFRB, Cruz das Almas, BA. Valores médios de três a cinco repetições.

Figura 9. Absolute growth rate in height (TCR ALT) (TCR DAS) (mm / month) in young plants *Schinus terebinthifolius*, *Dictyoloma vandellianum* *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata* under sunny conditions (PS) and partly shaded (SO) in the UFRB campus, Cruz das Almas, BA Mean values of three to five replicates.

Os incrementos em diâmetro (TCR DAS e TCA DAS) nos dois ambientes, foram maiores, respectivamente, em *Schinus terebinthifolius*, *Spondias mombin*, e menores em *Caesalpineia echinata*. Tais espécies apresentaram, respectivamente, taxas de crescimento absoluto em diâmetro em condição de SO e PS de 1,61 e 1,14; 1,26 e 0,39 e 0,52 e 0,27mm/mês (FIFURAS 6 e 7).

A amplitude de comportamento das espécies nos dois tratamentos (SO e PS) foi maior para a variável altura, indicando que esta é a variável que mais responde a alterações de

luminosidade. Em ambos ambientes de desenvolvimento (PS e SO) *Schinus terebinthifolius* apresentou incremento em altura (TCR ALT e TAC ALT) superior as espécies classificadas no grupo de diversidade Enquanto *Dictyoloma vandellianum* apresentou incrementos semelhantes as demais espécies (FIGURAS 8 e 9).

6 DISCUSSÃO

6.1 Trocas gasosas

Alvarenga et al. (2003) e Lima et al. (2006), estudando as espécies pioneiras *Croton urucurana* e *Cupania vernalis*, verificaram que as maiores taxas fotossintéticas ocorreram em plantas jovens cultivadas nos níveis mais elevados de irradiância. Desta forma os resultados de fotossíntese encontrados para *Dictyoloma vandellianum* e *Schinus terebinthifolius* condizem com o que relata a literatura. Além disto verifica-se neste grupo, principalmente pelos resultados em *Schinus terebinthifolius*, grande capacidade da espécie em ajustar-se a diferentes ambientes conseguindo manter taxas de fotossíntese líquida alta mesmo em condição de sombreamento, contata-se assim grande plasticidade na espécie conforme indicado por Souza e colaboradores (2010) para as espécies pioneiras.

Em estudos de trocas gasosas realizadas com *Cariniana legalis* e *Astronium graveolens*, espécies secundárias tardias, em alta e média irradiância, notou-se redução na assimilação de CO₂, quando tais espécies se desenvolveram em condição de alta irradiância, indicando fotoinibição (RIBEIRO et al., 2005). De forma semelhante Mengarda (2010) simulando o efeito da dinâmica de clareiras no desenvolvimento de *Caesalpineia echinata*, espécie clímax, por 192 horas de exposição, observou que plantas transferidas para condições de pleno sol assim como as transferidas para condição de sombreamento constante, obtiveram queda na assimilação de CO₂, com decréscimos superiores da fotossíntese na condição de pleno sol.

Para Souza e colaboradores (2010), espécies de grupos sucessionais tardios apresentam pouco ou nenhum potencial para incrementar as taxas de fotossíntese quando desenvolvidas em ambientes com alta intensidade luminosa. Contudo, para os mesmos autores, algumas espécies tardias podem ajustar sua capacidade fotossintética, mediante a plasticidade fenotípica, sendo isso apenas possível depois de um período longo de exposição da espécie a tal condição.

Desse modo, os resultados encontrados de incremento na assimilação de CO₂, tanto nas espécies pioneiras como na não-pioneiras em condição de pleno sol, decorrem da capacidade inerente de espécies pioneiras em apresentar maior taxa de fotossíntese em condição de incremento luz, e da capacidade de aclimação das espécies não-pioneiras, em função do longo tempo (32 meses) de exposição das espécies as condições de alta irradiância.

Em ambos ambientes *Schinus terebinthifolius* (espécie pioneira) apresentou taxas de assimilação líquida de CO₂ superiores a *Astronium fraxinifolium*, *Caesalpineia echinata*, respectivamente espécie secundária tardia e clímax.

Resultados correlatos a estes foram constatados por Souza e colaboradores (2010), estudando o comportamento de quatro espécies tropicais em condição de clareira, onde observaram que a assimilação líquida de CO₂ foi maior nas espécies pioneiras (*Bauhinia forficata* e *Guazuma ulmifolia*) do que nas espécies não-pioneiras (*Hymenaea courbaril* e *Esenbeckia leiocarpa*).

Comparando *Guazuma ulmifolia* com *Hymenaea courbaril*, Portes (2010) concluiu que tanto na condição de alta irradiância como de baixa irradiância, *Guazuma ulmifolia* (espécie pioneira) apresentou maior assimilação líquida de CO₂ onde, para Marengo et al. (2014) e Silvestrini et al. (2007) tal padrão ocorre em virtude das espécies pioneiras, atingem ponto de saturação por luz, ou seja, o ponto em que aumento RFA não incrementam as taxas fotossintéticas, em níveis mais altos de luminosidade.

Os resultados verificados de condutância estomática (gs), em ambos os tratamentos correlacionam-se com as respostas encontradas de assimilação líquida de CO₂ em ambos ambientes de luminosidade, de forma que as espécies que apresentam maior condutância estomática (*Schinus terebinthifolius* e *Spondias mombin*) responderam com maior assimilação líquida de CO₂. Uma vez que a abertura e o fechamento do poro estomático regula a entrada de CO₂ necessário a maquinaria fotossintética, e é controlada pela intensidade luminosa e estado de hidratação da folha (COSTA e MARENCO, 2007). Machado e Lagoa (1994) dispõe que a abertura dos estômatos tem implicações tanto na transpiração como na assimilação líquida de CO₂.

Aumento na condutância estomática conforme incremento de luminosidade também foi verificado por Lima e colaboradores (2006) avaliando *Cupania vernalis*, onde o cultivo da espécie sob condição de alta irradiância, propiciou maior número de estômatos/mm², o que propiciou maior condutância estomática, implicando em menor resistência à difusão de gases.

Marengo e colaboradores (2014) estudando a fisiologia de espécies florestais da Amazônia, verificaram que independente da espécie houve relação direta entre condutância estomática (gs) e fotossíntese, o que confirma os resultados encontrados para todas as espécies estudadas. Em trabalho de Rosatto e colaboradores (2010) sobre características funcionais de folhas sol e sombra de espécies de Mata de Galeria, os autores verificaram que gs foi o fator mais limitante na assimilação líquida de CO₂.

Naves-Barbiero et al. (2000) afirmam que a condutância estomática (gs) é o mecanismo que controla a transpiração da folha. Nesse sentido, todas as espécies diferiram em transpiração entre os tratamentos (SO e PS) sendo que as maiores médias ocorreram nos indivíduos que se desenvolveram na condição de maior intensidade luminosa (PS) pois nestas condições a umidade relativa do ar é menor o que altera o déficit de pressão de vapor da folha (DPV) proporcionando uma maior transpiração.

Ribeiro e colaboradores (2005) avaliando sete espécies tropicais, não contataram efeito da condição de irradiância sob E no entanto, no estudo realizado houve maior transpiração nas espécies pioneiras em relação as não-pioneiras. O que foi verificado entre as espécies *Schinus terebinthifolius* e *Caesalpineia echinata*.

A maior condutância estomática (gs) sob condição de pleno sol permitiu maior influxo de CO₂, uma vez que a abertura da fenda estomática é regulada pela intensidade luminosa e estado de hidratação da folha (COSTA e MARENCO, 2007), dessa tal condição culminou em maior concentração interna de CO₂ em todas as espécies quando cultivadas em pleno sol.

A concentração interna de CO₂ é fundamental para a atividade da ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase-oxigenase (MACHADO e colaboradores, 2005) e, portanto, maior influxo de CO₂ para os espaços intercelulares, mediante a maior condutância estomática, sustenta maiores taxas de fotossíntese verificadas em todas as cinco espécies sob pleno sol.

Na área de estudo, as espécies são associadas em grupos funcionais, de forma que *Astronium fraxinifolium* e *Caesalpineia echinata*, *Spondias mombin* pertencem a linhas de diversidade, composta por indivíduos não pioneiros, com característica de crescimento lento. Enquanto que *Schinus terebinthifolius* e *Dictyoloma vandellianum* são espécies pioneiras, que pela literatura apresentam crescimento rápido, e compõem as linhas de preenchimento.

Ao detalhar-se os grupos das não-pioneiras, verifica-se que este é composto por espécies secundária inicial, tardia e clímax. Assim, de acordo com os resultados de trocas gasosas encontrados, percebe-se que com exceção de *Dictyoloma vandellianum*, houve um gradiente de redução da fotossíntese transpiração e condutância estomática, conforme espécies de grupos sucessionais mais tardios, de forma que *Schinus terebinthifolius*, espécie pioneira, e *Spondias mombin*, secundária inicial, seguido de *Astronium fraxinifolium*, ora classificada como secundária tardia ora como pioneira, *Dictyoloma vandellianum* (pioneira) e por fim a clímax *Caesalpineia echinata*.

Dictyoloma vandellianum apresentou respostas distintas ao esperado para espécies pioneiras, o que corrobora com Paula e colaboradores (2004) e Maciel et al. (2009), que discorrem que as espécies podem apresentar diferentes comportamento sucessionais, em função

do ambiente e fase da vida. Onde, o estabelecimento de classificações sucessionais para algumas espécies generaliza respostas diante do amplo gradiente de comportamento de espécies tropicais.

6.2 Fluorescência da clorofila a

Avaliando plântulas *Hymenaea courbaril* e *Trema micranta*, Silvestrini e colaboradores (2007) notaram redução de A e Fv/Fm em *Hymenaea courbaril* indicando ocorrência de fotoinibição crônica na espécie em condição de alta incidência de luz. Ribeiro e colaboradores (2005) estudando sete espécies tropicais, verificaram que na condição de alta intensidade luminosa ocorreu redução de Fv/Fm para todas as espécies, indicando fotoinibição.

No entanto, no presente estudo, não houve diferença das respostas fotoquímicas das espécies pioneiras e espécies não pioneiras sob diferentes regimes de irradiância (SO e PS) e entre as espécies nos tratamentos, o que indica que as espécies, independente do estágio sucessional, exibiram aclimatação do maquinário fotoquímico. De forma, que a condição de maior luminosidade (PS) não refletiu em danos fotonibitorios nas espécies. Assim, nota-se que principalmente as espécies não-pioneiras por apresentarem maior sensibilidade a aumentos de radiação, tenham desenvolvido estratégias para evitar o excesso de luminosidade, no tratamento a pleno sol, e consequente efeito de fotoinibição.

Resultados semelhantes aos encontrados foram relatados por Souza e colaboradores (2010) avaliando espécies pioneiras (*Bauhinia forficata* e *Guazuma ulmifolia*) e não pioneiras (*Hymenaea courbaril* e *Esenbeckia leiocarpa*) em condição de sub-bosque e clareira, onde estes observaram que não houve diferença significativa para Fv/Fm em ambos ambientes. Enquanto Ribeiro e colaboradores (2005) estudando os mesmos grupos verificaram semelhança nas respostas fotoquímicas dos grupos.

6.3 Conteúdo de pigmentos foliares

Diferença na concentração de clorofilas, foram verificadas apenas em *Schinus terebinthifolius*, onde o maior sombreamento propiciou aumento em tais concentrações, resultados semelhantes a estes foram relatados para *Cupania vernalis*, *Croton urucurana* e *Bombacopsis glabra*, *Minquartia guianensis* onde maior sombreamento proporcionou maiores valores de clorofila (LIMA JÚNIOR et al., 2006; ALVARENGA et al., 2003; SCALON et al., 2003; MAGALHÃES et al., 2009).

Almeida e colaboradores (2005) verificaram em *Maclura tinctoria* aumento no teor de clorofila, conforme maior sombreamento, e avaliaram que este comportamento ocorre visando

compensar a menor quantidade de luz disponível. Atroch e colaboradores (2001) afirmam que as clorofilas são sintetizadas e destruídas na presença de luz, e que excessos neste recurso aumentam a destruição destes pigmentos, de forma que plantas em áreas com maior luminosidade tendem a apresentar menor concentração de clorofila, conforme foi verificado na figura 5.

Schinus terebinthifolius é considerada espécie intolerante ao sombreamento, assim o investimento em maiores concentrações de clorofila, consiste em estratégia da espécie para aumentar o número de fótons absorvidos, e portanto, a assimilação líquida de CO₂ em ambientes limitados pela luz, o que foi verificado, uma vez que mesmo em ambiente com menor disponibilidade de luz, a espécie manteve taxas superiores de fotossíntese, em relação as demais espécies.

Maior concentração de clorofila b e clorofila total em condição de pleno sol foi constatado para *Caesalpineia echinata* e *Spondias mombin*, em relação as outras espécies, indicando estratégia das espécies não-pioneiras para aumentar a taxa fotossintética uma vez que são plantas que comumente colonizam ambientes com pouca disponibilidade de luz. E no estudo verificou-se que incrementos na disponibilidade de luz favoreceram aumento na fotossíntese líquida tanto em espécies pioneiras como não-pioneiras.

Estudos de Scalon et al. (2003) com *Bombacopsis glabra*, constataram que menor razão Clorofila a e Clorofila (Chl a/ Chl b) são encontrados na espécie sob tratamentos com menor nível de luminosidade, já que nestas condições, geralmente, as espécies aumentam a concentração da clorofila b como estratégia adaptativa para possibilitar a espécie absorver energia em outros comprimentos de onda (ENGEL E POGGIANI, 1991). Contudo, no presente estudo não foi constatado diferença estatística de Chl a/ Chl b entre tratamentos (PS e SO).

Silvestrini e colaboradores (2007) discutem que espécies clímax, geralmente, apresentam maior concentração de clorofila e carotenóides, bem como menor razão Chl a/ Chl b em relação a espécies pioneiras, em decorrência das condições distintas de luminosidade em que esses dois grupos comumente crescem. No entanto, para as espécies estudadas não foi observado tal padrão, de forma que as espécies não diferiram entre si.

O aumento na concentração de carotenoide em *Dictyoloma vandellianum* e *Astronium fraxinifolium* na condição de pleno sol pode está associado ao mecanismo de fotoproteção do maquinário fotoquímico, já que segundo Demmig-Adams e Adams (2006) estes exercem papel na dissipação de calor, bem como na captação de fótons e consequente aumento nas taxas de fotossíntese verificadas e tais espécies na condição de maior luminosidade.

6.4 Crescimento: avaliação de incremento em altura e diâmetro

Nery e colaboradores (2010) avaliando mudas de *Talisia subalbans*, espécie pioneira, em condição de 30, 50 e 70% de sombreamento notaram que em condição de menor sombreamento (30%) a espécie obteve maior crescimento em altura e diâmetro. Ramos e colaboradores (2004) observaram comportamento semelhante para *Amburana cearenses*, de forma que o desenvolvimento da espécie em condição de pleno sol propiciou maior média de altura e diâmetro em relação a sombreamentos de 90%, 70%, 50%.

Contudo, trabalhos tais como o de Silva e colaboradores (2007) trabalhando com *Hymenaea parvifolia* a 30, 50 e 70% de luminosidade, verificaram maiores taxas de crescimento em condição de sombreamento. Resultados semelhantes foram encontrados em *Croton urucurana* e *Bombacopsis glabra* (ALVARENGA et al., 2003; SCALON et al, 2003).

O maior incremento em condição de sombreamento para *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium* e *Caesalpineia echinata* em relação a condição de pleno sol, de acordo com o que aborda Carvalho (1996) é uma resposta característica de espécies secundárias e clímax, já que estas espécies são adaptadas geneticamente a condições de baixa luminosidade.

Alvarenga e colaboradores (2003) e Moraes Neto e colaboradores (2000) citam que o rápido crescimento de plantas em condição de maior sombreamento, decorre do estiolamento da planta, visando o escape da condição de baixa disponibilidade de luz.

O sombreamento parcial proporcionou aumento no crescimento de todas as espécies, independente do grupo funcional a que pertencem. Embora condições de maior luminosidade possam favorecer maior assimilação de CO₂, como foi verificado em todas as espécies desse estudo (FIGURA 1), Carvalho e colaboradores (2006) abordam que condições de maior luminosidade podem induzir a maior biomassa de raiz bem como maior razão raiz/ parte aérea, uma vez que nestas condições estratégias que visem maior absorção de água e nutrientes permite que as plantas suportem as altas taxas de fotossíntese e transpiração nesses ambientes. Portanto, todas as espécies responderam ao aumento da intensidade luminosa com maior assimilação de CO₂ e redução do crescimento em parte aérea.

As taxas de crescimento em altura e diâmetro (TCR e TCA) nos dois tratamentos, permite constatar que o padrão de crescimento da maioria das espécies respondeu ao grupo funcional a que pertencem, de forma que *Schinus terebinthifolius*, espécie de preenchimento exibiu maior taxa de crescimento em relação as linhas de diversidade, indicando que as funções incumbidas a cada grupo serão cumpridas na área de restauração.

Dictyoloma vandellianum exibiu taxas de crescimento e trocas gasosas mais semelhantes as espécies de diversidade do que a *Schinus terebinthifolius*, espécie de preenchimento. Desta forma, os resultados aqui encontrados indicam que nas condições

regionais no qual se insere o talhão memória, a espécie é mais adequada a compor linhas de diversidade, do que linha de preenchimento.

Alvarenga e colaboradores (2003) dispõem que plantas com uma maior eficiência na conversão de energia radiante em energia química, apresentam maior crescimento em relação a espécies com menor eficiência. Portanto, observando o crescimento entre espécies nos tratamentos, verifica-se que o disposto por Alvarenga e colaboradores (2003) ocorreu para todas as espécies. *Schinus terebinthifolius* foi a espécie que apresentou os maiores valores de assimilação de CO₂ assim como, maiores incrementos em diâmetro e altura, em ambos tratamentos, em relação as demais espécies. Em contrapartida para *Caesalpineia echinata*, verificou-se menor assimilação de CO₂ entre todas as espécies, e conseqüentemente decréscimo dos incrementos em diâmetro e altura.

7 CONCLUSÕES

Apenas *Schinus terebinthifolius* exibiu diferença na concentração de clorofila a, b e total em função das condições de luminosidade, apresentando maiores concentrações sob sombreamento parcial (SO). Enquanto apenas em *Dictyoloma vandellianum* e, *Astronium fraxinifolium*, foram observadas diferença em concentração de carotenóides.

A condição de pleno sol favoreceu a condutância estomática, e portanto propiciou o aumento das taxas de fotossíntese líquida (A) em todas as espécies. *Schinus terebinthifolius* (espécie pioneira) e *Caesalpineia echinata* (espécie clímax), apresentaram as médias mais distintas, entre as espécies estudadas, para todas as variáveis analisadas.

Schinus terebinthifolius, *Spondias mombin*, *Astronium fraxinifolium* e *Caesalpineia echinata* apresentaram o padrão de crescimento em acordo a classificação inicial em grupos funcionais, de que espécies de grupos de diversidade, apresentam menor crescimento em relação as espécies do grupo de preenchimento. Assim os padrões de crescimento corroboram com os dispostos para grupos funcionais pautados em grupos ecológicos, tais como cita Naves (2005) e Gandolfi (2009).

Portanto espera-se que outro conjunto de espécies possa ser investigado para o aumento de informações acerca das espécies potenciais para uso de ações de restauração no Recôncavo Sul Baiano, pois o acúmulo de conhecimento pode minimizar as taxas de mortalidade e conseqüentemente os custos, aumento assim o sucesso da ação de restauração.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, A.V. et al. Determinação de parâmetros genéticos em população de gonçalo-alves (*Astronium fraxinifolium*) através das características fisiológicas da semente. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, p. 89-97, 2001.
- ALMEIDA, S. M. Z. et al. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciênc. rural**, v. 35, n. 1, 2005.
- ALMEIDA, L. P. et al. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoriana* Mez. Submetida a níveis de radiação solar. **Ciência Rural** v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.
- ALVARENGA, A.A. et al. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. In southeastern Brazil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 53-57, 2003.
- ARAÚJO, S.A.C.; DEMINICIS, B. B. Fotoinibição da fotossíntese. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 7, n. 4, 2009.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 853-862, 2001.
- BRANCALION, P.H.S.; VIANI, R.A.G.; RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Avaliação e Monitoramento de Áreas em Processo de Restauração. In: MARTINS, S.V. (Org.). **Restauração ecológica de ecossistemas degradados**. 1ed. Viçosa: UFV, 2013, p. 262-293.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Lei nº 9985, de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF, 18 jul. 2000. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=322>> Acesso em: 23 de Março de 2015.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. EMBRAPA - SPI, Brasília, Brasil, 640 pp. 1994.
- CARVALHO, N.O. S. et al. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.
- CARVALHO, P. E. R. **Influência da intensidade luminosa e do substrato no crescimento, no conteúdo de clorofila e na fotossíntese de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. Subsp. canjerana, *Calophyllum brasiliense* Camb. e *Centrolobium robustum* (Vell.) Mart. Ex Benth., na fase juvenil**. 1996. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR.
- CASAROLI, D. et al. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de soja-Uma revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, 2007.
- CASTRO, E. M de et al. Crescimento e anatomia foliar de plantas jovens de *Mikania glomerata* Sprengel (guaco) submetidas a diferentes fotoperíodos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 6, p. 1293-1300, 2003.
- CASTRO E. M. et al. Aspectos anatômicos e fisiológicos de plantas de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) submetidas a diferentes fotoperíodos. **Horticultura Brasileira** v. 23, p. 846-850, 2005.

- CORRÊA, I. J. **Plasticidade fenotípica em indivíduos jovens de *Aloysia virgata* (Ruiz et Pav.) A. L. Juss – Verbenaceae**. 56f. Dissertação (Mestrado em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 2003.
- COSTA, Tânia da Silveira Agostini et al. Composição de carotenóides em canistel (*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 903-6, 2010.
- COSTA, G.F.; MARENCO, R.A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, v. 37, n.2, p. 229-234, 2007.
- COUTINHO, I. H. I. et al. *Schinus terebinthifolius* Raddi and it's influence in the healing process of colonic anastomosis: experimental study in rats. **Acta Cirurgica Brasileira**, v. 21, p. 49-54, 2006.
- DECKER, V. et al. A. Avaliação da intensidade luminosa no desenvolvimento inicial de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.). **Ciência Florestal**. v.21, n. 4, p. 609-18, 2011.
- DEMMIG-ADAMS, B.; ADAMS, W. W. Photoprotection in an ecological context: the remarkable complexity of thermal energy dissipation. **New Phytologist**, v. 172, n. 1, p. 11-21, 2006.
- DESTEFANI, A. C. C.; GANDOLFI, S. Espécies arbustivo-arbóreas em diferentes microsítios de luz em uma parcela permanente (10, 24ha) na floresta Estacional Semidecidual da Estação Ecológica dos Caetetus (SP). **Programa de Recursos Florestais, ESALQ**. 2005
- DIAS, D. P.; MARENCO, R. Efeito da nebulosidade nos parâmetros da fluorescência em *Minquartia guianensis* Aubl. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S2, p. 54-56, 2007.
- DIAS, D.P.; MARENCO, R.A. Photoinhibition of photosynthesis in *Minquartia guianensis* and *Swietenia macrophylla* inferred by monitoring the initial fluorescence. *Photosynthetica*, v.44, p.235- 240, 2006.
- DIAS FILHO, M. B. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting light environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 32, p. 789-796, 1997.
- EHLERINGER, J. Leaf absorptances of Mohave and Sonoran desert plants. **Oecologia**. v.102, p.366-370, 1981.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. Definindo a restauração ecológica: tendências e perspectivas mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; Oliveira, R. E.; Moraes, L. F. D.; Engel, V. L. & Gandara, F. B. (orgs.) **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. FEPAF. Botucatu, SP. p. 01-26. 2003.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 3, n. 1, p. 39-45, 1991.
- FLAVIO, J. J.; PAULA, R. C. Testes de envelhecimento acelerado e de condutância elétrica em sementes de *Dictyoloma vendellianum* A. Juss. **Scientia Forestalis/Forest Sciences**, p. 391-399, 2010.
- GAMBÁ (Grupo Ambientalista da Bahia) - Centro de pesquisa e manejo da vida silvestre. **Lista de espécies para reflorestamento**. 2010. Disponível em: <<http://www.gamba.org.br/wp->

content/uploads/2010/12/Lista-de-Pre% C3% A7os-Mudas-para-vendas-1.pdf> . Acesso em: 15. Mar.2015.

- GANDOLFI, S.; BELLOTTO, A.; RODRIGUES, R. R. Inserção do conceito de grupos funcionais na restauração, baseada no conhecimento da biologia das espécies. In: RODRIGUES, R. R. (Ed.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. LERF; Piracicaba: ESALQ, 2009.
- GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. In: CARGILL. **Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. Fundação Cargill. p.109-143. 2007.
- GUERRA, M. J. M. et al. Actividad antimicrobiana de un extracto fluido al 80% de *Schinus terebinthifolius* Raddi (copal). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v.5 n.1, 2000.
- HISCOX, J.D., ISRAELSTAM, G.F. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Canadian Journal of Botany**. v.57, p.1332-1334, 1979.
- IBAMA - **Portaria Nº 37-N, 3 de abril de 1992**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/legislacao/biodiversidade/category/19-especies-exoticas-invasoras>>. Acesso em: 15.Mar.2015.
- JUNIOR, S. O. M. et al. Taxas de crescimento de cultivares de girassol sob diferentes regimes hídricos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 150-155, 2013.
- KONRAD, M. L. F. et al. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em seis cultivares de cafeeiro sob estresse de alumínio. **Bragantia**, v. 64, n. 3, p. 339-347, 2005.
- KLICH, M. R. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental Botany** n. 44 p.171-183. 2000.
- KLUGHAMMER, C.; SCHREIBER, U. Complementary PSII quantum yield calculated from simple fluorescence parameters measured by PAM fluorometry and saturation pulse method. **PAM Application Notes**, v.1, p. 27-35, 2008.
- KRAMER, D.M.; JOHNSON, G.; KIIRATS, O.; EDWARDS, G.E. New fluorescence parameters for the determination of QA redox stat and excitation energy fluxes. **Photosynthesis Research**, v.79, p.209-218, 2004.
- LAISK, A., LORETO, F. Determining photosynthetic parameters from leaf CO₂ exchange and chlorophyll fluorescence. **Plant Physiology**, v.110, p.903-912, 1996.
- LENZI, Maurício; ORTH, Afonso Inácio; LAROCA, Sebastião. Associação das abelhas silvestres (Hym., Apoidea) visitantes das flores de *Schinus terebinthifolius* (Anacardiaceae), na Ilha de Santa Catarina (sul do Brasil). **Acta Biológica Paranaense**, v. 32, n. 1, p. 2, 2003.
- LENZI, M.; ORTH, A. I. Fenologia reprodutiva, morfologia e biologia floral de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae), em restinga da Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Biotemas**, v. 17, n. 2, p. 67-89, 2004.
- LIMA, J.C.E et al. ASPECTOS FISIOANATÔMICOS DE PLANTAS JOVENS DE *Cupania vernalis* Camb. SUBMETIDAS A DIFERENTES NÍVEIS DE SOMBREAMENTO. **Revista Árvore**, v. 30, n. 1, p. 33-41, 2006.

- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 5 ed. v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 384p. 2008.
- LÜTTGE, U. **PHYSIOLOGICAL ECOLOGY OF TROPICAL PLANTS**. Springer-Verlag, Berlin. 1997.
- MACIEL, M. N. M. et al. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 4, n. 1, p. 101-114, 2009.
- MACHADO, E. C.; LAGÔA, A. M.. Trocas gasosas e condutância estomática em três espécies de gramíneas. **Bragantia**, v. 53, n. 2, p. 141-149, 1994.
- MACHADO, E. C. et al. Respostas da fotossíntese de três espécies de citros a fatores ambientais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 40, n. 12, p. 1161-1170, 2005.
- MACHADO, R. R. B. et al. Árvores nativas para a arborização de Teresina, Piauí. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 1, n. 1, p. 10-18, 2006.
- MACHADO, A. F. L. et al. Photosynthetic efficiency and water use in eucalyptus plants sprayed with glyphosate. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 319-327, 2010.
- MAGALHÃES, N. S.; MARENCO; R. A.; MENDES, K.R. Aclimação de mudas de acariquara à alta irradiância. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 44, n. 7, p. 687-694, 2009.
- MAGNAGO, L.F.S; MARTINS, S.V; VENZKE, T.A.; IVANAUKAS,N.M; Os processos e estágios sucessionais da mata atlântica como referência para a restauração florestal. In: MARTINS, S. V. Sucessão florestal. In: MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2013.
- MARENCO, R. A. et al. Fotoinibição dinâmica da fotossíntese em árvores de dossel da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n.2, p. 150-152, 2007.
- MARENCO, R. A. et al. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Revista Ceres**. v. 61, p. 786-799, nov/dez, 2014.
- MARTINS, S. Sucessão florestal. In: MARTINS, S. V. **Ecologia de florestas tropicais do Brasil**. Editora UFV, Universidade Federal de Viçosa, 2013.
- MARTINS, S. V. et al. Banco de sementes como indicador de restauração de uma área degradada por mineração de caulim em Brás Pires, MG. **Revista Árvore**, v.32, n.6, p.1081-1088, 2008.
- MENGARDA, L. H. G. **Respostas Morfofisiológicas de Plantas jovens de Pau-Brasil (Caesalpinia Echinata Lam., Leguminosae) à Radiação Solar**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. ES. 2010.
- MORAIS, R. R. et al. Chloroplastid pigment contents and chlorophyll *a* fluorescence in Amazon tropical three species. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 959-966, 2007.
- MORAIS NETO, S.P. et al. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p.35-45, 2000.
- NAVES, A. G. **Banco de sementes autóctone e alóctone, resgate de plantas e plantio de vegetação nativa na Fazenda Intermontes, município de Ribeirão Grande, SP**. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 218p. 2005.

- NAVES-BARBIERO, C. C. et al. Fluxo de seiva e condutância estomática de duas espécies lenhosas sempre-verdes no campo sujo e cerradão. **R. Bras. Fisiol. Veg.**, v. 12, n. 2, p. 119-134, 2000.
- NBL – Engenharia Ambiental Ltda.; (TNC)The Nature Conservancy. **Manual de Restauração Florestal**: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. The Nature Conservancy, Belém, PA. 128p. 2013.
- NERY, F. C. et al. Initial development and gas exchange of *Talisia subalbans* (Mart.) radlk. under different shading conditions. **Revista Árvore**, v.35, n.1, p.61-67, 2011.
- OLIVEIRA, R. E. **O estado da arte da ecologia da restauração e sua relação com a restauração de ecossistemas florestais no bioma Mata Atlântica**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP. 2011.
- PAULA, A.; SILVA, A. F.; MARCO-JÚNIOR, P.; SANTOS, F. A. M.; SOUZA, A. L. Sucessão ecológica da vegetação arbórea em uma floresta estacional semidecidual, Viçosa, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 18, p. 407-423, 2004.
- PINTO, M.; VARELA, V.P.; BATALHA, L.F.P. Influência do sombreamento no desenvolvimento de mudas de louro (*Licaria canela* (Meiss.) Kosterm.). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 23, n. 4, p.397-402, 1993.
- PORTES, M. T. et al. Evidence of higher photosynthetic plasticity in the early successional *Guazuma ulmifolia* Lam. compared to the late successional *Hymenaea courbaril* L. grown in contrasting light environments. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 1, p. 75-83, 2010.
- RAMOS, K. M. O. et al. Desenvolvimento inicial e repartição de biomassa de *Amburana cearensis* (Allemão) AC Smith, em diferentes condições de sombreamento. **Acta botânica brasílica**, v. 18, n. 2, p. 351-358, 2004.
- REIS, A.; CAMPANHÃ B. F.; TRES, D.R.; TRENTIN B. E. Nucleação: Concepção Biocêntrica para a Restauração Ecológica. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 509-519, abr.-jun. 2014.
- RIBEIRO, R.V. et al. . Photosynthetic responses of tropical tree species from diferente successional groups under contrasting irradiance conditions. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 28., p. 149-161, 2005.
- RODRIGUES, R. R. (Ed.). **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. LERF; Piracicaba: ESALQ, 2009.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. de F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP,. p. 235-247. 2004.
- ROSSATTO, D. R. et al. Características funcionais de folhas de sol e sombra de espécies arbóreas em uma mata de galeria no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 24, n. 3, p. 640-647, 2010.
- SABBI, L. B. C.; ÂNGELO, A. C.; BOEGER, M. R. Influência da luminosidade nos aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de folhas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (Anacardiaceae) implantadas em duas áreas com diferentes graus de sucessão, nas margens do Reservatório Iraí, Paraná, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 65, n.2, p. 171-181, 2010.

- SANTANA, M. B.; SOUZA, L. S; SOUZA, L.D. FONTES, L. E. F.. Atributos físicos do solo e distribuição do sistema radicular de citros como indicadores de horizontes coesos em dois solos de tabuleiros costeiros do estado da Bahia. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.30, n.1, pp. 1-12. 2006.
- SCALON, S. P. et al. Crescimento inicial de mudas de espécies florestais nativas sob diferentes níveis de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, n. 1, p. 1-5, 2002.
- SCALON, S.P. Q. et al. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 27, n. 6, p. 753-758, 2003.
- SCALON, S.P. Q. et al. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e sombreiro (*Clitoria fairchildiana*) sob condições de sombreamento. **Ciênc. Agrotec., Lavras**, v. 30, n. 1, p. 166-169, 2006.
- SER - SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL CIENCE & POLICY WORKING GROUP. **The SER International Primer on Ecological Restoration**. 2. ed. Tucson: Society For Ecological Restoration International. 13p. 2004.
- SERVÍN, C. I. I-M.. **Caracterização ecofisiológica de espécies nativas da Mata Atlântica sob dois níveis de estresse induzidos pelo manejo florestal em área de restauração florestal no Estado de São Paulo**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura, SP. 2007.
- SILVA, L. M. **Superação da dormência de diásporos de cajazeira (*Spondias mombin* L)** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 2003.
- SILVA, L.L.; PAOLI, A.A.S. Morphology and anatomy of seeds of *Dictyoloma vandellianum* Adr. Juss.(Rutaceae). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 116-120, 2006.
- SILVA, B M. et al. Efeito da luz no crescimento de mudas de *Hymenaea parvifolia* Huber. **Revista Árvore**, v. 31, n. 6, p. 1019-1026, 2007.
- SILVESTRINI, M.; VÁLIO, I. F.M.; MATTOS, E.A. Photosynthesis and carbon gain under contrasting light levels in seedlings of a pioneer and a climax tree from a Brazilian Semideciduous Tropical Forest. **Brazilian Journal of Botany**, v. 30, n. 3, p. 463-474, 2007.
- SOARES, E. B. et al . Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, 2006 .
- SOUZA, F. X. de et al . Crescimento e desenvolvimento de clones de cajazeira cultivados na chapada do Apodi, Ceará. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal , v. 28, n. 3, Dec. 2006
- SOUZA, G. M.; RIBEIRO, R. V. Respostas fisiológicas às variações ambientais de espécies tropicais arbóreas de diferentes classes sucessionais: alterações na fluorescência da clorofila, trocas gasosas e dissipação térmica. In: PRADO, CHB A; CASALI, CA **Fisiologia Vegetal: práticas em relações hídricas, fotossíntese e nutrição mineral**. Barueri: Manole, 2008.
- SOUZA, G. M.; SATO, A. M.; RIBEIRO, R. V.; PRADO, C. H. B. A. Photosynthetic responses of four tropical tree species grown under gap and understorey conditions in a semi-deciduous Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.33, n.4, p.529- 538, 2010.
- SULTAN, S. E. Phenotypic plasticity in plants: a case study in ecological development. **Evolution & Development**, v. 5, n.1, p. 25-33. 2003

- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed., Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5 ed., Porto Alegre: Artmed, 2013.
- VAN KOOTEN, O.; SNEL, J. F. H. The use of chlorophyll fluorescence nomenclature in plant stress physiology. **Photosynthesis Research**, Dordrecht, v.25, p.147–150, 1990.
- WELANDER, N. T.; OTTOSSON, B. The influence of low light, drought and fertilization on transpiration and growth in young seedlings of *Quercus robur* L. **Forest Ecology and Management**, v. 127, n. 1, p. 139-151, 2000.
- WELLBURN, A.R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v.144, p.307-313, 1994.