



UFAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



CECA

**ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS EM
QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS DO BIOMA CAATINGA SUBMETIDAS A
ALAGAMENTO**

DÉBORA TERESA DA ROCHA GOMES FERREIRA

RIO LARGO
2011

DÉBORA TERESA DA ROCHA GOMES FERREIRA

**ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE
QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS DO BIOMA CAATINGA SUBMETIDAS A
ALAGAMENTO**

**Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Alagoas
como parte das exigências do
programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal e Proteção de
Plantas, para obtenção do título de
mestre em agronomia.**

Orientador: Prof^a. Dr^a. Vilma Marques Ferreira

Co-Orientador: Prof. Dr. Laurício Endres

RIO LARGO
2011

**Catálogo na fonte Universidade
Federal de Alagoas Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

F385a Ferreira, Débora Teresa da Rocha Gomes.

Alterações fisiológicas e bioquímica de quatro espécies florestais do bioma caatinga submetidas a alagamento / Débora Teresa da Rocha Gomes Ferreira. – 2011.

77 f. : graf., tabs.

Orientadora: Vilma Marques Ferreira. Co-

Orientador: Laurício Endres.

Dissertação (mestrado em Agronomia: Produção de Plantas) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Ciências Agrárias. Rio Largo, 2011.

Bibliografia: f. 59-67.

Apêndices. f. 68-77.

1. Plantas da caatinga – Brasil. 2. Alagamento. 3. Anoxia. 4. *Tabebuia aurea*. 5. *Caesalpinia férrea*. 6. *Aspidosperma pyrifolium*. 7. *Bauhinia forficata*.

I. Título.

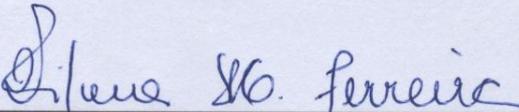
TERMO DE APROVAÇÃO

ALTERAÇÕES FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS EM QUATRO ESPÉCIES FLORESTAIS DO BIOMA CAATINGA SUBMETIDAS A ALAGAMENTO.

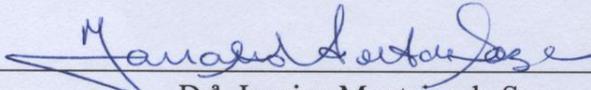
DÉBORA TERESA DA ROCHA GOMES FERREIRA

Matricula: 09230010

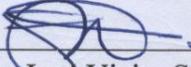
Dissertação apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado em Agronomia (Área de Concentração em “Produção Vegetal”), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre em Agronomia, tendo sido aprovada pela seguinte Banca Examinadora:



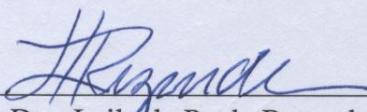
Prof.^a Dr.^a Vilma Marques Ferreira
CECA/UFAL
Orientador
(Presidente)



Dr.^a Janaina Monteiro de Souza
CECA/UFAL
(Membro)



Prof. Dr. José Vieira Silva
Campus Arapiraca/UFAL
(Membro)



Prof.^a Dra. Leila de Paula Rezende
CECA/UFAL
(Membro)

RIO LARGO

2011

Ao meu pai, José Ricardo, por despertar em mim o interesse pela Agronomia, a qual escolhi como profissão.

À minha mãe, Quitéria Maria, fonte do saber, dignidade, honestidade, amor, responsável pelo meu “EU”... Enfim meu tudo...

Aos meus maravilhosos irmãos: Ari Ricardo e Inaldo Ricardo pelo grande e incondicional amor fraterno...

Ao companheirismo, amizade, carinho do meu namorado Freds Fernando, obrigada por tudo...

Às famílias Gomes Ferreira e Teixeira pela torcida constante...

À Elaine Cecília, pela sua amizade e incentivo...

Às grandes lições de dignidade, dedicação, profissionalismo da minha querida Profª Vilma Marques Ferreira.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Alagoas (UFAL) e à Unidade Acadêmica Centro de Ciências Agrárias (CECA) pela possibilidade de ingresso no curso de graduação e pela oportunidade da realização do curso de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) pela concessão da bolsa.

Ao Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) pelo incentivo e auxílio no desenvolvimento de pesquisas com o objetivo de revegetação do semi-árido.

Ao Prof Dr José Vieira pelos ensinamentos repassados e colaboração no desenvolvimento da pesquisa.

Ao Prof Dr Laurício Endres pela co-orientação neste trabalho.

À Dr^a Janaína Monteiro pela ajuda e dedicação na minha dissertação.

Aos Professores João Correia, Leila Rezende, Antonio Valeriano e Paulo Vanderlei pela disponibilidade em repassar seus conhecimentos durante todo o mestrado.

Aos amigos Eduardo Rebelo, Clenio Santana e Renan Cantalice por dividirem suas experiências de pesquisa e acompanhar-me durante todo o experimento.

Aos colegas de laboratório pela ajuda no experimento e, principalmente, pela amizade e momentos de descontração; Uma segunda Família...

Aos colegas de Turma de mestrado por enfrentarmos juntos as dificuldades apresentadas no decorrer das disciplinas, sempre com dedicação e alegria.

À Secretaria do curso da Pós-Graduação nas pessoas de Geraldo Lima, Marcos Antônio e Rinaldo Barros.

...Meus sinceros agradecimentos.

“Investir em conhecimentos
rende sempre melhores juros.”

(Benjamin Franklin)

RESUMO

O nordeste brasileiro é caracterizado por possuir clima semi-árido, quente e seco. Ocupado predominantemente pelo Bioma Caatinga, que apresenta vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada. Parte da Bacia Hidrográfica do São Francisco, nos estados de Alagoas e Sergipe, situa-se neste Bioma. No entanto, este apresenta componente vegetacional pouco conhecido e com níveis avançados de degradação ambiental. Para sua recuperação é imprescindível que se conheça a ecofisiologia das espécies a serem utilizadas para revegetação de áreas da bacia e especialmente das áreas marginais aos cursos d'água da Caatinga. Desta forma, este trabalho teve como objetivo o estudo do comportamento de espécies ocorrentes no Bioma Caatinga, frente ao alagamento do solo (estresse anóxico/hipóxico), com vistas a indicação das mesmas para revegetação de áreas marginais aos cursos d'água, situadas neste bioma. Mudanças de *Tabebuia aurea* (Craibeira), *Caesalpinia ferrea* (Pau-Ferro), *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro) e *Bauhinia forficata* (Mororó), com cinco meses de idade, foram submetidas ao alagamento do solo permanente ou temporário (alagamento seguido de drenagem). Para o alagamento, a lâmina d'água foi mantida entre 10-20 mm acima nível do solo. Durante todo o experimento foi avaliada a emissão de fluorescência da clorofila *a*, antes do amanhecer (Fv/Fm) e ao meio-dia (Fv/Fm e Yield) e o teor de clorofila na terceira folha completamente desenvolvida, utilizando-se o fluorômetro portátil de luz modulada e o SPAD, respectivamente. Ao final do experimento determinou-se o potencial hídrico foliar e a concentração de clorofila *a*, *b* e total, o acúmulo de açúcares solúveis, prolina, aminoácidos totais, proteínas e a atividade da enzima álcool desidrogenase (ADH) (nas raízes mais novas). Também foi acompanhado o crescimento das plantas durante o experimento determinando a altura, o diâmetro do caule e número de folhas, a cada quatro dias, e ao final do experimento a área foliar, acúmulo e distribuição de biomassa. O estresse reduziu a eficiência quântica do fotossistema II e a leitura Spad em todas as mudas das espécies estudadas, havendo recuperação nestas variáveis quando as plantas foram retiradas do estresse. O alagamento reduziu teor de clorofila *a* apenas nas mudas de *A. pyrifolium* (Pereiro) e *B. forficata* (Mororó) submetidas ao alagamento. As mudas de *C. ferrea* (Pau-Ferro) alagadas apresentaram aumento no teor da clorofila *b*, por outro lado esta foi reduzido em *A. pyrifolium* (Pereiro) e *B. forficata* (Mororó) do mesmo tratamento. O teor de clorofila total foi reduzido com a falta de oxigênio apenas nas mudas de *C. ferrea* (Pau-Ferro). As quatro espécies apresentaram aumento, em resposta ao estresse, nas variáveis carboidratos e proteínas. Houve redução das plantas submetidas ao alagamento nas análises de crescimento e no potencial hídrico foliar. Os resultados obtidos permitiram inferir que *T. aurea* (Craibeira) e *B. forfikata* (Mororó) desenvolvem mecanismos de tolerância ao alagamento e melhor recuperação, quando retiradas do estresse.

Palavras-chave: Alagamento. Anoxia. *Tabebuia aurea*. *Caesalpinia ferrea*. *Aspidosperma pyrifolium*. *Bauhinia forficata*.

ABSTRACT

The Brazilian Northeast presents, for the most part, a semi-arid climate, hot and dry. This region is predominantly occupied by the Caatinga biome characterized by presence of xerophytic vegetation, with variety of physiognomy and floristic. Part of the São Francisco River Basin in the states of Alagoas and Sergipe, is part of this biome. However, this presents little knowledge of vegetation component and advanced levels of environmental degradation. For its recovery is essential knowledge of the species ecophysiology to be used for revegetation of the basin areas and especially in marginal areas of the waterways of the Caatinga. Thus, this study aimed to investigate the behavior of species that occur in the Caatinga biome, compared to soil flooding (stress anoxic / hypoxic) in order to indicate the same for revegetation of the marginal areas of the waterways of the Caatinga. Seedlings of *Tabebuia aurea*, *Caesalpinia ferrea*, *Aspidosperma pyriformium* and *Bauhinia forficata*, with five months of age were subjected to soil flooding permanent or temporary (flooding followed by drainage). For the flood water depth was maintained between 10-20 mm above ground level. Throughout the experiment we evaluated the fluorescence emission of chlorophyll, before dawn (Fv / Fm) and midday (Fv / Fm and Yield) and chlorophyll content in the third leaf fully developed, using a portable fluorometer modulated light and the SPAD, respectively. At the end of the experiment was determined leaf water potential and chlorophyll (a, b and total), the accumulation of soluble sugars, proline, total amino acids, proteins and activity of the enzyme alcohol dehydrogenase (ADH) (newer roots). It was also accompanied the growth of plants during the experiment determining the height, diameter and number of leaves, every four days, and at the end of the experiment the leaf area, biomass accumulation and distribution. Stress reduced the quantum efficiency of photosystem II and SPAD reading in all the seedlings of the species studied, with recovery in these variables when the plants were removed from the stress. Flooding reduced chlorophyll content only in the seedlings of *A. pyriformium* and *B. forficata* subject to flooding. The seedlings of *C. ferrea* flooded had increased the content of chlorophyll b; however this was reduced in *A. pyriformium* and *B. forficata* the same treatment. The total chlorophyll content was reduced by lack of oxygen only in seedlings of *C. ferrea*. The four species showed increases in response to stress, in the variables carbohydrate and protein. There was a reduction from plants subjected to flooding in the growth analysis and leaf water potential. The results allowed inferring that *T. aurea* and *B. forficata* develop mechanism of tolerance to flooding and better recovery when removed from the stress.

Keywords: Flooding. *Tabebuia aurea*. *Caesalpinia ferrea*. *Aspidosperma pyriformium*. *Bauhinia forficata*.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Equação de regressão e coeficiente de determinação para crescimento de quatro espécies florestais, Craibeira, Pau-Ferro, Pereiro e Mororó, três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 - 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 - 28 dias, seguida de drenagem do solo)	49
----------	--	----

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 Eficiência quântica potencial do fotossistema II, medida antes do amanhecer, em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle,Alagamento e ---Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média 36
- FIGURA 2 Eficiência quântica potencial do fotossistema II, medida ao meio-dia, em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle,Alagamento e ---Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média 37
- FIGURA 3 Eficiência quântica efetiva do fotossistema II em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle,Alagamento e ---Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média 38
- FIGURA 4 Leitura Spad em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle,Alagamento e ---Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média 39
- FIGURA 5 Clorofila *a*, Clorofila *b*, Clorofila Total, Razão Clorofila *a*/Clorofila *b* e Carotenóides em mudas de Craibeira e Pau-Ferro (A), Pereiro e Mororó (B) sob três tratamentos, Controle □ - plantas irrigadas diariamente, Alagamento ■ – plantas alagadas por 48 (A) e 40 (B) dias, e Recuperação ▣ – plantas alagadas por 34 (A) e 28 (B) dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média. Letras iguais sobre as colunas indicam que as médias não diferem entre si, sendo que as maiúsculas comparam tratamento dentro da mesma espécie e as minúsculas, espécies dentro de tratamento 41

FIGURA 6	Potencial Hídrico em mudas de Craibeira e Pau-Ferro (A), Pereiro e Mororó (B) sob três tratamentos, Controle □- plantas irrigadas diariamente, Alagamento ■ – plantas alagadas por 48 (A) e 40 (B) dias, e Recuperação ▣ – plantas alagadas por 34 (A) e 28 (B) dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média. Letras iguais sobre as colunas indicam que as médias não diferem entre si, sendo que as maiúsculas comparam tratamento dentro da mesma espécie e as minúsculas, espécies dentro de tratamento	43
FIGURA 7	Carboidratos Solúveis, Prolina Livre, N-a-amino Solúveis, Proteínas Solúveis, Atividade da ADH em mudas de Craibeira e Pau-Ferro (A), Pereiro e Mororó (B) sob três tratamentos, Controle □- plantas irrigadas diariamente, Alagamento ■ – plantas alagadas por 48 (A) e 40 (B) dias, e Recuperação ▣ – plantas alagadas por 34 (A) e 28 (B) dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média. Letras iguais sobre as colunas indicam que as médias não diferem entre si, sendo que as maiúsculas comparam tratamento dentro da mesma espécie e as minúsculas, espécies dentro de tratamento	46
FIGURA 8	Altura de Plantas em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle,Alagamento e -.-Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média	48
FIGURA 9	Diâmetro do caule em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle,Alagamento e -.-Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média	50
FIGURA 10	Número de folhas em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle,Alagamento e -.-Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média	52

- FIGURA 11 Área Foliar, Massa Seca Parte Aérea, Massa Seca Raiz, Massa Seca Total e Razão Raiz/Parte Aérea em mudas de Craibeira e Pau-Ferro (A), Pereiro e Mororó (B) sob três tratamentos, Controle □ - plantas irrigadas diariamente, Alagamento ■ – plantas alagadas por 48 (A) e 40 (B) dias, e Recuperação ◼ – plantas alagadas por 34 (A) e 28 (B) dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média. Letras iguais sobre as colunas indicam que as médias não diferem entre si, sendo que as maiúsculas comparam tratamento dentro da mesma espécie e as minúsculas, espécies dentro de tratamento 55
- FIGURA 12 Alocação de Biomassa, Parte Aérea ◻ e Raiz ◻, em mudas de Craibeira (A), Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (C) sob três tratamentos, Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo 56

LISTA DE ANEXO

ANEXO 1	Dados Climáticos, Temperatura (°C) e Radiação Global (MJ m ⁻²), dos períodos experimentais	69
ANEXO 2	Médias e Erro Padrão da Média de Eficiência Quântica do Fotossistema II (Fv/Fm Manhã, Fv/Fm Meio-Dia, Yield e Leitura Spad) em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo)	70
ANEXO 3	Médias e Erro Padrão da Média de Eficiência Quântica do Fotossistema II (Fv/Fm Manhã, Fv/Fm Meio-Dia, Yield e Leitura Spad) em mudas de duas espécies florestais, Pereiro e Mororó, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo)	71
ANEXO 4	Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e Total, Relação Clorofila <i>a</i> / Clorofila <i>b</i> , Carotenóides e Potencial Hídrico em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo)	72
ANEXO 5	Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Clorofila <i>a</i> , <i>b</i> e Total, Relação Clorofila <i>a</i> / Clorofila <i>b</i> , Carotenóides e Potencial Hídrico em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo)	72
ANEXO 6	Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Análises Bioquímicas (Carboídratos Solúvies, Proteínas Solúveis, Prolina Livre, N-a-amino Solúveis e ADH) em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo)	73
ANEXO 7	Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Análises Bioquímicas (Carboídratos Solúvies, Proteínas Solúveis, Prolina Livre, N-a-amino Solúveis e ADH) em	

	mudas de duas espécies florestais, Pereiro e Mororó, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo)	73
ANEXO 8	Médias e Erro Padrão da Média de Altura de Planta (cm), Diâmetro do Caule (mm) e Número de Folhas (unidade) em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo)	74
ANEXO 9	Médias e Erro Padrão da Média de Altura de Planta (cm), Diâmetro do Caule (mm) e Número de Folhas (unidade) em mudas de duas espécies florestais, Pereiro e Mororó, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo)	75
ANEXO 10	Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Área Foliar, Matéria Seca da Parte Aérea , Raiz e Total e Relação Raiz / Parte Aérea em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo)	76
ANEXO 11	Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Área Foliar, Matéria Seca da Parte Aérea , Raiz e Total e Relação Raiz / Parte Aérea em mudas de duas espécies florestais, Pereiro e Mororó, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo)	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 Bioma Caatinga.....	17
2.2 Mata Ciliar.....	18
2.3 Bacias Hidrográficas.....	19
2.4 Estresse Anóxico/Hipóxico.....	20
Análises Fisiológicas.....	21
Análises Bioquímicas.....	21
Análises de Crescimento.....	23
2.5 Espécies Estudadas.....	24
<i>Aspidosperma pyrifolium</i> Mart.....	24
<i>Bauhinia forficata</i> Link.....	25
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart.ex Tul var. <i>parvifolia</i> Benth.....	26
<i>Tabebuia aurea</i> (Silva Manso) Benth. e Hook.f.ex S.Moore.....	27
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	29
4 RESULTADOS E DISCURSÃO.....	36
5 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS.....	59
ANEXOS.....	68

1 INTRODUÇÃO

O Nordeste brasileiro possui a maior parte de seu território ocupada por uma vegetação xerófila, de fisionomia e florística variada, denominada Caatinga, que abrange oito dos nove estados nordestinos e o norte do estado de Minas Gerais (Coutinho, 2006). De acordo com Drumond et al. (2000), a Caatinga possui registrado cerca de 596 espécies arbóreas e arbustivas, sendo 180, endêmicas.

Apresentando grande biodiversidade florística e estrutural, a vegetação do semi-árido brasileiro é pouco conhecida, sobretudo no que diz respeito à ocorrência de matas ciliares. A existência ambiental de severos e prolongados períodos de déficits hídricos se traduz num gradiente vegetacional muito acentuado, em curtas distâncias, entre a Caatinga xerofítica e o fundo dos eixos hidrográficos (MIRANDA E SILVA, 1989). Entretanto, apesar de ter a sua importância reconhecida sob diversos aspectos, a vegetação ciliar da região semi-árida nordestina não tem sido objeto direto das pesquisas desenvolvidas na área da caatinga.

A degradação em áreas ciliares e o uso de práticas predatórias na região semi-árida resultam em constante desmatamento das margens dos rios e riachos, desencadeando processos erosivos em suas faixas marginais e o conseqüente assoreamento de rios, lagoas e açudes, que favorece a incidência de inundações no período chuvoso. Isso contribui para a perpetuação do desequilíbrio ambiental e para a inviabilidade das atividades agrícolas (NASCIMENTO, 1998).

No nordeste esse problema de degradação e assoreamento dos cursos d'água é encontrado principalmente na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, onde dos 505 municípios que margeiam a bacia, 57% apresenta problemas desmatamento e degradação das matas ciliares, e apenas 7% dos municípios apresentam unidade de conservação (IBGE, 2005). Ações de recuperação das áreas degradadas estão sendo consideradas prioritárias pelo governo federal. Porém, a falta de conhecimento dos diversos aspectos biológicos da vegetação pertencente ao Bioma Caatinga é um fator limitante desta recuperação.

Um aspecto fundamental para o sucesso das ações de recuperação de áreas degradadas de mata ciliar, diz respeito às respostas das mudas de espécies nativas aos estresses ambientais a que estarão expostas após o transplante. Dentre as condições abióticas estressantes, particularmente nas bacias hidrográficas do Bioma Caatinga, destaca-se a deficiência hídrica dos solos, situação predominante nestas áreas, considerada um problema no cultivo de muitas culturas. Entretanto, nas áreas marginais dos rios, outro problema, de relevante preocupação, são os eventuais transbordamentos das águas fluviais, criando condições temporárias de

alagamento, com modificações severas na concentração de oxigênio disponível para as raízes, requerendo da vegetação respostas rápidas à nova condição imposta (SANTIAGO E PAOLI, 2007).

Analisando-se os resultados de pesquisa envolvendo a ecofisiologia das espécies nativas da Caatinga, os trabalhos, quase que na sua totalidade, abordam aspectos da tolerância à seca (BARBOSA et al., 2000; NOGUEIRA et al., 2005), não tendo sido encontrados relatos de respostas a situações de alagamento do solo, envolvendo tais espécies.

O alagamento do substrato afeta diferentes aspectos da fisiologia, morfologia e anatomia das plantas, dependendo da espécie, intensidade, época e duração (KOZLOWSKI E PALLARDY, 2002; BAILEY-SERRES E VOESENEK, 2008). Os principais efeitos de anoxia na vegetação causam efeitos como: inibição da germinação, redução no crescimento das partes aéreas e sistema radicular, redução da biomassa como um todo gerando variações na partição de biomassa e senescência foliar total podendo muitas vezes causar senescência desta vegetação (PEZESHKI, 1994; PEZESHKI, 2001; KOZLOWSKI E PALLARDY, 2002).

Reduções na biomassa da planta, promovidas por alagamento, estão diretamente relacionadas a mudanças na assimilação de carbono, atribuídas a limitações estomáticas e não-estomáticas da fotossíntese (PEZESHKI, 2001; PIMENTEL, 2005). Portanto, estudos realizados em plantas submetidas a esse estresse, avaliando as trocas gasosas e a integridade do aparato fotossintético, mensurados através dos parâmetros de fluorescência da clorofila *a* (BAKER, 2008), são importantes para compreender a dinâmica de estabelecimento e crescimento das espécies num ambiente tão específico como o das áreas ciliares da Caatinga.

Há uma grande preocupação com o avanço da degradação ambiental, principalmente, nas áreas de mata ciliar. Medidas de recuperação vêm sendo adotada pelos governantes, incentivando pesquisas que resultem na indicação de espécies para a recuperação destas áreas. Com isso, o estudo da ecofisiologia de espécies do bioma Caatinga em resposta ao alagamento auxiliará a recuperação das matas ciliares que protegem os rios sertanejos. Resultando no presente trabalho que teve como objetivo estudar respostas comportamentais de espécies encontradas no Bioma Caatinga submetidas ao alagamento do solo, visando indicação das mesmas para a revegetação das áreas ciliares degradadas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – Bioma Caatinga

O Brasil é um país de grande extensão territorial, com cerca de 8.514.877 km² de área contínua, possuindo seis diferentes tipos de Biomas - Amazônia, Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal (IBGE, 2005).

O termo bioma (bios- vida e oma- grupo) é definido como uma unidade biológica com características específicas determinadas por macroclima, fitofisionomia, solo e altitude. Dos biomas apresentados no nosso país, a caatinga apresenta características específicas, sendo um bioma genuinamente brasileiro. Sua nomenclatura origina-se do tupi, que significa Mata Branca (SILVA et al., 2004a).

A Caatinga ocupa 9,92% do território nacional tendo uma área de 844.453 km², com predominância na região nordeste, localizado nos estados do Ceará (100%), Bahia (54%), Paraíba (92%), Pernambuco (83%), Piauí (63%), Rio Grande do Norte (95%), Alagoas (48%), Sergipe (49%), Maranhão (1%) e no Estado de Minas Gerais (2%) (CAVARARO, 2004).

Sendo a caatinga um bioma endêmico, desperta preocupações ambientais crescentes de preservação. Apresenta vegetação tipo savana estépica, com clima semi-árido e temperatura média na faixa de 23 °C a 27 °C, com pluviosidade baixa e irregular com ocorrência em um único período do ano. Os solos, em geral, apresentam-se pouco desenvolvidos, pedregosos e rasos, o que os caracteriza com baixa capacidade de retenção de água (SILVA et al., 2003; COUTINHO, 2006; ALVES, 2007).

Mesmo com as condições adversas do semi-árido, a Caatinga apresenta grande biodiversidade na fauna e flora, atualmente possui registro de, 596 espécies arbóreas e arbustivas e destas, 180 são endêmicas (DRUMOND et al., 2000; CASTELLETTI, 2003).

As características edafoclimáticas implicam nas adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas caracterizando a vegetação xerófila. As plantas da Caatinga se dividem em três tipos: “efêmeras” (ciclo curto, germinação na época chuvosa); “suculentas” (folhas e caule carnosos, cutícula espessa e cerosa, tecido mucilaginoso e mecanismo fotossintético tipo CAM); e as “lenhosas” (com camadas de suberina, raízes profundas, apresentando órgãos de armazenamento e caducifólias) (TROVÃO, 2004; MAFRA, 2005; ALVES, 2007).

A caatinga é considerada o bioma que sofreu maiores modificações pela ação humana, em relação aos demais biomas brasileiros, estimando-se que, aproximadamente, 50% do seu

território já tenham sido degradados pelas atividades agropecuárias, extração de madeira e implantação de hidroelétricas causando assim severas alterações no ecossistema natural. A situação torna-se mais preocupante pelo fato de que apenas 1% da caatinga esta em área de conservação e proteção ambiental permanente, não abrangendo toda a biodiversidade deste bioma ainda pouco estudado (CAPOBIANCO, 2002; LEAL et al., 2005).

2.2 – Mata Ciliar

Mata ciliar é a definição de vegetações encontrada as margens do curso de rios, riachos, córregos, lagoas ou qualquer corpo d'água (BAHIA, 2007). Segundo Martins (2001), esse tipo de vegetação ganha alguns sinônimos tais como: Floresta ciliar, Mata de Galeria, Floresta Beiradeira, Floresta Ripária, Floresta Ribeirinha e Floresta Paludosa, porém a legislação generaliza como Matas Ciliares quaisquer formações florestais encontradas ao longo de cursos de água.

As florestas ciliares têm papel fundamental no controle da qualidade e quantidade de água, funcionando como filtro, evitando o assoreamento dos rios e a passagem de agroquímicos carregados pelas águas, havendo assim um balanço hídrico, manutenção das comunidades faunística e florística, controle da temperatura e precipitação (DURIGAN E SILVEIRA, 1999; BORGES, 1993). Por esta razão, elas são protegidas e consideradas área de preservação permanente (APP) pela Constituição Federal de 1988 – cap VI, art. 225, pelo Código Florestal N° 4.771, art. 2 de 1965, pela Política Nacional de Recursos Hídricos N° 9.433, de 1997, pela Resolução da COMANA N° 302 e 303, de 2002 entre outras leis estaduais e municipais (DAMASCENO, 2011; BAHIA, 2007). Essas leis possuem finalidades de preservação das faixas vegetativas que ladeiam os rios, as quais devem variar de 30 a 500 m de acordo com a largura do rio.

A realidade atual, entretanto, não condiz com o previsto nas leis de preservação. As áreas de matas ciliares tem sido ocupada principalmente para garantir o sustento da sociedade menos favorecida, com implantação de agricultura e pastagens, extração de madeira para carvão ou até mesmo para a construção de moradias próximas de fontes hídricas. Outro fator preocupante é o aumento das construções hidrelétricas, que inundam grandes áreas de vegetação. E, por último, a falta de fiscalização por parte dos órgãos competentes faz com que as matas ciliares se tornem mais escassas e os rios mais frágeis levando à degradação dos mesmos (MARTINS, 2004; RODRIGUES E LEITÃO FILHO, 2004).

Na caatinga, a degradação destas matas é preocupante, pois esta apresenta rios intermitentes, sensíveis ao assoreamento, por serem rios existentes apenas em época de

chuvas, dificultando a preservação da mata ao longo da sua margem. Porém, estas áreas, também, são consideradas de proteção permanente, visando garantir a conservação dos rios (MANTOVANI, 1989; REZENDE, 1998).

2.3 – Bacias Hidrográficas

Bacia hidrográfica é um conjunto de terra drenada onde a água das chuvas é escoada e direcionada para um rio principal por meio de afluentes, riachos ou córregos. As bacias são limitadas por relevos que formam os divisores de águas, sendo as depressões do terreno o curso das mesmas (BARRELLA, 2001).

No território nacional existem 12 bacias hidrográficas segundo o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), dentre elas encontra-se a Bacia Hidrográfica do São Francisco, a terceira maior do Brasil, ocupando uma área de drenagem de 639.219 Km², correspondendo 7,5% do território brasileiro e tendo uma vazão de 2.850 m³s⁻¹. O rio principal, São Francisco, nasce na serra da Canastra (MG) e deságua no Oceano Atlântico (na divisa dos estados de Alagoas e Sergipe) apresentando 2.700 km de extensão (CBHRF, 2011).

Ao longo do seu percurso, o rio São Francisco é composto de 168 afluentes, dos quais, 99 são perenes e apenas 90 estão localizados na margem direita do rio e 78 na margem esquerda. Tendo grande importância para a produção de energia elétrica, pela Companhia Hidrelétrica do São Francisco (Chesf), composta de cinco usinas hidrelétricas distribuídas ao longo do rio, Paulo Afonso, Itaparica, Moxotó, Xingó e Sobradinho. (MIN, 2011).

Devido a sua grande extensão o Velho Chico, como carinhosamente é denominado, percorre regiões de vários climas diferentes desde o úmido em Minas Gerais, onde o rio nasce e recebe a maior quantidade de água, até o clima seco e quente do sertão nordestino, sendo fonte de vida para a população castigada pela seca, caracterizando sua importância socioeconômica na região (ANDRADE, 2002).

Em Alagoas, o rio São Francisco representa a demarcação geográfica ao sul do estado, separando o mesmo de Sergipe e Bahia, estando presente somente em 11 cidades alagoanas. Nas cidades ribeirinhas por onde passa, trás consigo desenvolvimento econômico, sendo fonte de água para o consumo, agricultura, pecuária, pesca e piscicultura e em alguns trechos, é utilizado para transporte fluvial (MIN, 2011).

De acordo com o IBGE (2005), estima-se que mais de 57% dos municípios que integram a Bacia Hidrográfica do São Francisco sofrem com o assoreamento dos corpos d'água causado pela expansão da agricultura e pecuária, entre outros problemas como o

desmatamento, a degradação ambiental, erosão, deslizamento de encostas e principalmente, pela degradação das matas ciliares.

Atualmente, a grande preocupação dos órgãos públicos é a conservação das áreas ainda existentes de mata ciliar e, sobretudo a tentativa de recomposição das áreas degradadas.

2.4 – Estresse Anóxico

A natureza apresenta modificações climáticas ao longo do tempo, causando mudanças na biodiversidade que podem ocorrer por séculos, décadas, meses, semanas ou até diariamente. As condições ambientais externas classificam-se em favoráveis ou desfavoráveis ao crescimento dos vegetais, quando influenciam desvantajosamente, causam uma série de danos, resultando em estresse (LARCHER, 2004).

Alterações nas condições edafoclimáticas causam estresse nas plantas, modificando seu metabolismo em apenas alguns minutos, podendo levá-las a morte, porém muitas delas apresentam mecanismos de sobrevivência, sendo resistentes ou tolerantes ao estresse (LARCHER, 2004; TAIZ E ZEIGER, 2009).

Devido ao transbordo das águas dos rios, que ocorrem em períodos chuvosos, os solos são inundados, resultando no preenchimento dos poros gasosos por água, tornando-os deficientes em oxigênio o que leva a um ambiente anóxico/hipóxico (RODRIGUES E LEITÃO FILHO, 2004). O estresse anóxico é caracterizado pela falta de oxigênio e esta insuficiência ocorre devido a dois fatores: compactação e alagamento do solo (LARCHER, 2004).

Plantas sensíveis à inundação do solo podem perder metade da sua produtividade com apenas 24 horas de alagamento, apresentando severos danos, enquanto que as plantas tolerantes podem suportar temporariamente, por poucos dias, a anoxia. O tempo de tolerância a falta de oxigênio no solo varia dependendo da espécie, dos órgãos submersos, estágio de desenvolvimento e das condições exógenas (TAIZ E ZEIGER, 2009).

O encharcamento do solo pode levar as plantas terrestres à morte, pois bloqueia a transferência do oxigênio e de outros gases entre o solo e a atmosfera. Desta forma, não há renovação de oxigênio no solo e nem a disponibilização do mesmo para a respiração das raízes, pois a pequena quantidade de oxigênio dissolvido na água é rapidamente consumido por raízes e microorganismos (DREW, 1997; DENNIS ET AL., 2000).

As vegetações que ocupam as matas ciliares passaram por um processo evolutivo de adaptação aos ambientes anóxicos, desenvolvendo várias estratégias de sobrevivência que dependem da espécie, duração e intensidade do estresse (CRAWFORD E BRÄNDLE, 1996).

Alterações Fisiológicas

O estudo de fluorescência da clorofila *a* determina a condição do fotossistema II, que a parti da energia luminosa, dá início a fotossíntese promovendo a quebra da molécula de água. Estresses abióticos sofridos pelos vegetais podem causar danos nos aparatos fotossintéticos resultando na fotoinativação do centro de reação do fotossistema II. Os valores de eficiência quântica potencial (F_v/F_m) e a eficiência quântica efetiva (Yield) são indicativos de fotoinibição crônica ou temporária da fotossíntese. O decréscimo destas variáveis indica a dissipação da energia capitada pelas clorofilas em forma de calor, havendo um desvio da energia que impede o início do processo fotoquímico da fotossíntese no fotossistema II, que pode ocorrer devido à danos oxidativos no fotossistema II pelo excesso de energia (MAXWELL E JOHNSON, 2000 E BAKER, 2008).

Os pigmentos fotossintetizantes, clorofila *a* e clorofila *b*, são moléculas encontradas nos cloroplastos das células que captam a energia solar e a convertem em energia química impulsionando a quebra da água pelo fotossistema II. Estes pigmentos são compostos de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e magnésio. Com a anóxia da rizosfera, a biossíntese destas moléculas torna-se comprometida, pois a absorção de nutrientes pelas raízes é limitada não suprindo a necessidade de nitrogênio exigido pela planta para formação de novas moléculas de clorofila. Desta forma apresentando amarelecimento seguido de clorose das folhas (RONCHI ET AL., 2006; TAIZ E ZEIGER, 2009).

O potencial hídrico das folhas de plantas alagadas apresenta queda devido ao espessamento da membrana celular que baixa a permeabilidade das raízes, reduzindo a absorção de água (LOBO E JOLY, 2001).

Alterações Bioquímicas

As plantas submetidas a estresses modificam seu metabolismo a fim de adaptar-se ao ambiente modificado. Uma das mudanças metabólicas que a anóxia provoca nas plantas é a queda na produção de ATP que resulta em baixa fixação de carbono pela fotossíntese. Com o estresse anóxico a produção de ATP ocorre pelas vias de fermentação e glicólise, onde a ultima apresenta melhor eficiência. A glicose é substrato para a respiração e fonte de energia para raízes alagadas, sendo de fundamental importância para a sobrevivência dos tecidos das raízes sem oxigênio. A regulação na produção e o no metabolismo dos carboidratos e energético são fundamentais para a tolerância das plantas ao estresse. O estresse afeta, também, a translocação dos carboidratos produzidos nas folhas para as raízes, desta forma há um acúmulo destes nas folhas. A produção de carboidratos determina a maior ou menor

tolerância das plantas a ambientes alagados (VANLERBERGH ET AL., 1990; LARCHER, 2004; DIAS-FILHO, 2006; HENRIQUE, 2010).

As mudanças bioquímicas ocorridas nas plantas alagadas são específicas, variando de espécie para espécie, de acordo com o comportamento e metabolismo de cada uma. A prolina é uma molécula osmoprotetora, desta forma desempenha um papel importante nas plantas submetidas a estresse, desenvolvendo tolerância ao estresse (CAMPOS, 2009). Não foram encontrados relatos da quantificação de prolina em espécies arbóreas submetidas ao alagamento. Entretanto, Barretos (2009) constatou que houve redução na produção de prolina livre em plantas de sorgo submetidas a alagamento, o qual atribuiu esse decréscimo à síntese da molécula precursora que foi afetada pela alteração do pH, conteúdo de água da célula e acúmulo de compostos tóxicos. Por outro lado, o algodoeiro alagado apresenta aumento na concentração de prolina (SOUZA ET AL., 1997). Porém mesmo apresentando comportamento diferente, em relação ao teor de prolina, estudos concluíram que as espécies citadas são sensíveis ao estresse anóxico (SOUZA ET AL., 2001; BONFIM-SILVA ET AL., 2011).

A situação de solo inundado resulta em maior teor e movimentação de aminoácidos nos vasos do xilema e o aumento no acúmulo destas moléculas. Isto ocorre devido à proteólise estimulada na situação de anóxia. Dentre os aminoácidos existentes nos vegetais, a alanina é predominante, devido a interconversão que existe entre os aminoácidos. Este teor pode variar de acordo com a presença de nitrogênio, devido a presença deste composto na estrutura da molécula, ou seja, quanto mais nitrogênio presente maior será o conteúdo de alanina (REGGIANI et al., 2000; THOMAZ et al, 2006).

Mecanismos de economia de energia e de defesa são desenvolvidos em plantas submetidas à falta de oxigênio nas raízes resultando no decréscimo do pH do citosol da célula, redução de ATP, aumento nos níveis de cálcio citosólico e em espécies de oxigênio reativo, desta forma há uma rápida redução na síntese de proteínas. Evidências sugerem que o cálcio traduz sinais de anóxia, aumentando os níveis de mRNA de proteínas específicas, sintetizando apenas proteínas associadas a situação de alagamento, tais como piruvato descarboxilase (PDC), álcool desidrogenase (ADH) e lactato desidrogenase (LDH) (SOUSA, 2001; BAILEY-SERRES E CHANG, 2005; TAIZ E ZEIGER, 2009).

O ATP é uma molécula fonte de energia para a célula, formada predominantemente pela fosforilação oxidativa, tendo o oxigênio como aceptor. Sendo assim, a presença do oxigênio é de grande importância para a vida da célula (DENNIS et al., 2000).

As raízes sob inundação podem adaptar seu metabolismo de forma a sobreviver temporariamente sem oxigênio disponível. A adaptação do metabolismo induzindo a fermentação alcoólica é necessária para as plantas resistirem à anóxia. A enzima álcool desidrogenase (ADH) é a principal catalisadora da fermentação do álcool, formando o etanol, em condições de anaerobiose (DREW, 1997). A fermentação alcoólica da glicose é fonte de energia, formando ATP e NAD⁻. A atividade da ADH só ocorre em ambientes anóxicos, por ela ser uma proteína anaeróbica (YAMANOSHITA, 2005).

As plantas tolerantes ao alagamento apresentam suas vias de fermentação alcoólica mais expressas, pois elas convertem o acetaldeído a etanol que é considerado menos tóxico à planta e pode ser eliminado da célula (GERZSON et al, 2008).

Análise de Crescimento

A saturação do substrato pode causar diferentes resultados no que diz respeito ao crescimento. As espécies tolerantes apresentam melhor crescimento e desenvolvimento quando estão em ambientes alagados, em relação às não tolerantes, por apresentarem modificações morfológicas e anatômicas; outras reduzem o crescimento durante o estresse retomando-o após a drenagem, evitando assim gasto de energia enquanto estressadas (DAVANSO-FABRO et al., 1998; PIMENTA, 1998; MEDRI et al., 2002).

O crescimento das plantas sob estresse está diretamente relacionado com a adequada manutenção do metabolismo fotossintético das plantas. Porém, a anóxia compromete vários processos metabólicos que podem influenciar no crescimento e sobrevivência das plantas terrestres tais como: absorção de nutrientes, alteração no balanço hormonal, participação e translocação de fotoassimilados, produção de biomassa, trocas gasosas foliares, relações hídricas. (KOZLOWSKI et al., 1991; PEZESHKI, 2001).

A falta de oxigênio nas raízes estimula a produção do hormônio ácido abscísico (ABA), sobretudo nas folhas mais velhas, da mesma forma que ocorre no déficit hídrico, causando senescência precoce, e o fechamento estomático nas folhas fotossinteticamente ativas. O distúrbio hormonal, sofrido pelas plantas alagadas, aumenta a produção de ABA e etileno, inibindo a formação de novas folhas e a expansão foliar, reduzindo o diâmetro do caule e o crescimento das raízes axiais das espécies que não toleram o alagamento, levando ao decréscimo na produção de aérea foliar e matéria seca (KOZOWSKI, 1997; JACKSON, 2005; TAIZ E ZEIGER, 2009).

Segundo Larcher (2004), a baixa concentração de oxigênio no solo causa paralisação no crescimento e morte do ápice do sistema radicular, as partes mais velhas das raízes

desenvolvem cascas intumescidas e hipertrofia das lenticelas. Chen et al. (2002) afirma que há outras consequências, como a redução da alocação de fotossimilados e biomassa nas raízes, havendo queda no metabolismo.

2.5 – Espécies estudadas

Ao longo destas duas últimas décadas tem ocorrido aumento no interesse de pesquisas sobre as espécies nativas da Caatinga. A enorme biodiversidade florística existente neste bioma pode ser atribuída às adaptações morfofisiológicas que ocorreram com a vegetação ao longo do tempo (SILVA, 2004b). Tem sido registrados 18 gêneros e 318 espécies endêmicas do referido bioma (GIULEITTI et al., 2002).

De acordo com Miranda e Silva (1989), a vegetação da região Semi-Árida brasileira é pouco conhecida e estudada, principalmente quando esta ocorre nas matas ciliares. Entretanto, apesar de ter a sua importância reconhecida sob diversos aspectos, a vegetação ciliar da região semi-árida nordestina não tem sido objeto direto das pesquisas desenvolvidas na área da caatinga.

Aspidosperma pyrifolium Mart.

Pertencente à família Apocynaceae, *Aspidosperma pyrifolium* Mart., é conhecida popularmente por pereiro, pereiro-branco, pereiro-preto, peroba-rosa, trevo, pereiro-vermelho, pau-pereiro e pereiro-de-saia. (LORENZI, 2002). Encontrada na região Nordeste, no norte de Minas Gerais e no Pantanal Matogrossense, a *A. pyrifolium* vegeta em vários tipos de solo e entre rochedos e pedras (LORENZI, 2002). Espalhada em todo o Bioma da Caatinga, principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba, ela é considerada uma esta espécie endêmica na caatinga (MAIA, 2004).

Apresenta características morfológicas de acordo com a disponibilidade hídrica, sendo arbustiva, com copa larga, de ramos baixos em regiões de seca da caatinga, como os sertões paraibanos, ou árvores na caatinga arbórea, variando a altura de 2,5 a 10 m. Possui tronco muito ramificado, liso e acinzentado; copa aberta com formato variável; látex nas folhas decíduas, simples e pequenas de cor prateada na face inferior. As pequenas flores alongadas de tonalidade branca são melíferas e polinizadas por mariposas, que resulta em frutos secos, contendo várias sementes aladas, que permanecem presos nos ramos por muito tempo, os quais se abrem, sendo as sementes dispersas pelo vento (LORENZI, 2002; MAIA, 2004; MATOS 2009). A floração ocorre no período de outubro a novembro e a frutificação de agosto a setembro.

A *A. pyrifolium* tem madeira de cor clara, moderadamente pesada, macia e de fácil trabalho, resistente e muito durável, de textura fina e uniforme; empregada na produção de carvão, cerca e lenha, e ainda, na produção de móveis, tacos e lambris (LORENZI, 2002; MAIA, 2004).

Segundo Matos (2009) e Santos (2010), esta espécie apresenta propriedades medicinais, sendo utilizada como remédio para distúrbios respiratórios, febre, dores no estômago e como anti-emético sendo também popularmente utilizada na medicina veterinária no tratamento de ectoparasitoses (sarnas, piolhos e carrapatos) de animais domésticos.

Além de suas propriedades medicinais esta espécie pode ser empregada em projetos de paisagismo e na recuperação de áreas degradadas, inclusive das matas ciliares, por ser uma espécie encontrada em áreas de baixada, sujeitas a alagamento temporário.

***Bauhinia forficata* Link.**

Pertencente à família Leguminosae Caesalpinoideae, a *Bauhinia forficata* Link. conhecida popularmente por bauínia, capa-bode-grande, casco-de-vaca, mão-de-vaca, miroró, mororó, mororó-de-espinho, pata-de-boi, pata-de-vaca-branca, pata-de-vaca-de-espinho, unha-de-vaca-de-espinho, unha-d'anta, unha-de-boi, unha-de-vaca (CARVALHO, 2003). Segundo Lorenzi (1992) *B. forficata* ocorre nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, em floresta pluvial Atlântica. De acordo com Matos (2009), é uma espécie pertencente à caatinga, com presença em mata ciliar.

De árvore pioneira à secundária inicial, apresenta característica caducifólia, com 4-20 m de altura e 10-30 cm de diâmetro de caule, com tranco tortuoso, curto e delgado; fuste curto, até 5 m; ramificação cimosa; copa arredondada ou estendida e aberta. Apresenta casca de cor cinza-escura, lisa ou finamente fissurada na parte externa, e na parte interna é branca e fibrosa. A casca fica com coloração pardo-escura após incisão. As folhas são alternadas, simples, ovaladas, coriáceas, que podem chegar a medir 10 cm de comprimento por até 6 cm de largura. Apresenta limbo liso, brilhante na face superior, com glândulas na base. Quando jovem, os ramos apresentam dois espinhos curvos, como estípulas na base do pecíolo. As flores são da cor branca, de antese noturna. A inflorescência é em racemo axilar, as flores são vistosas, pétalas com até 9 cm de comprimento e 10 estames compridos. O fruto é do tipo vagem, de cor marrom-acinzentado, com até 20 centímetros, com deiscência elástica, de valvas lignificadas, abrindo-se em duas partes, com 5 a 10 sementes; as sementes são achatadas de cor marrom a preta e apresentam poros, medindo 1 cm.

O período de floração da *B. forficata* Link., inicia-se a partir do final do mês de outubro e prolonga-se até o mês de janeiro. A maturação dos frutos ocorre durante os meses de julho e agosto (LORENZI, 1992). As flores são polinizadas por morcegos pois, os botões florais possuem abertura noturna, sendo as pétalas de cor clara. Apresentam odor forte e grande produção de néctar ou pólen (BATISTA, 2008). Sua madeira tem grande utilidade na construção civil, obras internas, caixotaria, estacas, carpintaria e obras leves, lenha e produção de celulose. Com alto teor de proteínas e carboidratos suas folhas são utilizadas para alimentação animal. Do ponto de vista medicinal, a *B. forficata* tem efeitos comprovados no tratamento de diabetes, apresentando também ação diurética e antidiarréica (CARVALHO, 2003).

Esta espécie é muito encontrada em matas ciliares da Floresta Ombrófila Densa e do Bioma Caatinga. Por apresentar crescimento rápido, possui grande potencial para a regeneração das matas ciliares da Caatinga.

***Caesalpinia ferrea* Mart.ex Tul var. *parvifolia* Benth.**

Caesalpinia ferrea Mart. ex Tul var. *parvifolia* Benth. pertencente à família Leguminosae Caesalpinioideae, é conhecida popularmente por giúna, ibirá-obi, imirá-itá, imirá-ibo, jucá, pau-ferro-da-mata, muirá-itá, muirá-obi, muirapixuma, mururé, pau-ferro-verdadeiro, peroba-sobro, quebra-foice, quiriripinga, pau-ferro. Encontrada do Piauí até São Paulo na Floresta Pluvial da costa Atlântica e Caatinga nos estados de Alagoas, Ceará, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro. Espécie secundária inicial (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003). Endêmica do Bioma Caatinga (MATOS, 2009).

Árvore semicaducifólia, chegando a atingir 35 m de altura e 1,5 m de diâmetro, apresenta tronco curto e bifurcado quando isolada ou tronco reto e cilíndrico nas matas, sua copa apresenta muitas ramificações irregulares com folhas miúdas, de coloração verde-clara. A casca externa é lisa, cinza, com manchas brancas irregulares que se renova a cada ano dando-lhe uma coloração verde-escura; A casca interna é de cor amarelo-claro, que se oxida no contato com o ar. Suas folhas são compostas, duplo-pinadas, com 9 a 13 pinas e estas com 18 a 32 folíolos, pequenos e glabros. As pequenas flores são amarelas brilhantes, reunidas em panícula terminal de até 20 cm de comprimento. Os frutos tipo legume (vagem), de cor preto-avermelhada, são carnosos, indeiscentes, lustrosos, chatos e assimétricos. Com o amadurecimento a vagem fica escura e as sementes se soltam dentro de cada lóculo; cada

fruto contém de 2 a 10 sementes. Em Pernambuco, a floração ocorre de dezembro a fevereiro e a frutificação de fevereiro a junho (CARVALHO, 2003).

Com ampla utilização, a madeira da *C. ferrea* apresenta característica de muito pesada, dura, fibras reversas, difícil de ser desdobrada, de longa durabilidade natural, sendo assim, muito utilizada na construção civil e naval em caibros, eixo, esquadria, tacos, porta, mobiliário fino, falqueados; produz lenha e carvão e coque de boa qualidade; também produz álcool. Suas folhas podem ser utilizadas para alimentação animal, apresentando alto teor de proteína bruta. Suas flores são melíferas. Na medicina é encontrada na forma de chá e garrafadas, para emagrecer, como depurativo e para contusões; seus frutos combatem a anemia, as afecções hemoptísicas e pulmonares, além de diabetes; as raízes são antipiréticas e antidiabéticas. A casca é adstringente e peitorais (CARVALHO, 2003).

C. ferrea apresenta grande potencial para arborização de cidades, por serem árvores ornamentais, e para restauração de matas ciliares, apresentando ciclo longo, madeira de boa qualidade e propriedade medicinais.

***Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. e Hook.f.ex S.Moore**

Pertence a família Bignoniaceae, a *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. e Hook.f.ex S.Moore, também conhecida como craibeira, para-tudo, caraibeira, caroba-do-campo, cinco-em-rama, ipê-amarelo-do-cerrado. Com ocorrência registrada no Brasil, Argentina, Bolívia, Paraguai e Peru. No Brasil apresenta-se na Amazônia, no cerrado, na caatinga e no pantanal matogrossense. Em Alagoas sua flor é símbolo do estado, segundo lei estadual (LORENZI, 1992; CARVALHO, 2003).

Produz árvore de porte médio a grande, podendo chegar a 6 m no cerrado e a 20 m nas outras regiões, com tronco tortuoso, suberoso, estriado é revestido por uma casca grossa; seu caule apresenta de 30 a 40 cm de diâmetro; a copa é globosa e piramidal, com folhas compostas 3-7 folioladas, glabras, subcoriáceas, de 18-28 cm de comprimento por 4-6 cm de largura. Suas flores são de cor amarela, com brácteas mais altas e bractéolas escamosas ovóides caducas; cálice turbinado rompente, em geral, de modo irregular 2-3 lobado escamoso; corola infundibiliforme, glabra por fora, com lobos arredondados crespos e membranáceos. O fruto é seco, com cápsula linear, cilíndrica, loculicida com duas valvas coriáceas, deiscente, com coloração marrom-esverdeado. Cada lóculo tem duas séries de sementes aladas, imbricadas, acamadas sobre a coluna e presas pelo hilo, próximo das suas margens, cuja dispersão ocorre pelo vento (BARROSO et al., 1999; LORENZI, 1992; MATOS, 2009).

A floração ocorre nos meses de agosto a setembro, onde a árvore perde todas as folhas, e sua frutificação inicia-se no final do mês de setembro a outubro (LORENZI, 1992).

A madeira é pesada, dura, de textura média, flexível, com pouca durabilidade, muito utilizada para fazer cabo de ferramentas, peças curvadas, réguas flexíveis, artigos esportivos, confecção de móveis, esquadrias e construção civil. Na medicina é usada na cura de anemia, hepatite, problemas de estômago e fígado, como diurético, e também para gripe, inflamação, amarelão, vermes, diabetes, febre e malária. Sua seiva é usada contra frieira (LORENZI, 1992; VILELLA et al., 2000).

Com crescimento lento, *T. aurea* é indicada para ornamentação, reflorestamento de áreas degradadas e regeneração de mata ciliar por serem mais encontradas em locais úmidos e de várzeas da Caatinga (LORENZI, 1992).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Implantação do Experimento

O Trabalho foi conduzido ao ar livre, sobre piso de concreto e no Laboratório de Fisiologia Vegetal, pertencentes ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, no município de Rio Largo (09° 28' S, 35° 49' W e 127 m de altitude), estado de Alagoas.

As sementes das espécies, Craibeira - *Tabebuia aurea* (Bignoniaceae), Pau-ferro - *Caesalpinia ferrea* (Leguminosae – Caesalpinoideae), Pereiro (*Aspidosperma pyriforme* Mart.) e Mororó (*Bauhinia forficata* Link) foram coletadas em municípios situados na região semi-árida dos estados de Alagoas e Paraíba.

Produção de mudas de Craibeira e Pau-Ferro e implantação do experimento

Para a produção das mudas de Craibeira, as sementes foram colocadas em sementeira, preparada com areia lavada. Ao nono dia, após a emergência das plântulas estas foram transplantadas para sacos plásticos pretos, perfurados, próprios para a produção de mudas, com dimensões de 15x25 cm, contendo solo e torta de filtro, na proporção de 4:1. A produção das mudas de Pau-ferro foi realizada com o mesmo procedimento, exceto pela necessidade da quebra de dormência tegumentar das sementes, a qual foi realizada imergindo-as em ácido sulfúrico, durante dez minutos.

As mudas de ambas as espécies permaneceram em abrigo telado até completarem quatro meses de idade, quando foram transferidas para vasos com capacidade para 7 Kg de substrato, o mesmo citado anteriormente, após o período de climatização nos vasos houve a imposição dos tratamentos, quando as mudas completaram cinco meses.

Os tratamentos foram: Controle – irrigação diária, mantendo o substrato próximo a capacidade de campo por 48 dias; Alagamento – substrato alagado durante todo o experimento (48 dias); e Recuperação – substrato alagado por 34 dias e após drenagem, mantido na capacidade de campo por 14 dias. Este experimento ocorreu no período de 6 de outubro de 2009 a 23 de novembro de 2009.

Produção de mudas de Pereiro e Mororó e implantação de experimento

Para a germinação das sementes de Pereiro, estas foram postas em areia lavada, onde permaneceram até a emergência das plântulas. As sementes de Mororó apresentaram dormência tegumentar onde houve a quebra da dormência com a imersão em ácido sulfúrico,

por dez minutos, e posta para germinar em caixa tipo gerbox. Após a emergência das plântulas, estas foram transplantadas para sacos plásticos de 15x25 cm próprios para a produção de mudas, utilizando solo e torta de filtro (4:1) como substrato, e transferidas para abrigo telado onde permaneceram durante cinco meses.

Após este período, as mudas foram transferidas para vasos contendo 7 Kg de substrato, onde houve a imposição dos tratamentos: Controle – irrigação diária, mantendo o substrato próximo a capacidade de campo por 40 dias; Alagamento – substrato alagado durante todo o experimento (40 dias); e Recuperação – substrato alagado por 28 dias e após drenagem, mantido na capacidade de campo por 12 dias. Sendo este experimento conduzido no período de 9 de fevereiro a 22 de março de 2011.

Para simular o efeito de inundação, os vasos foram postos dentro de bacias plásticas, medindo 0,8 m de diâmetro por 0,3 m de altura, as quais foram preenchidas com água, de forma que a lâmina d'água foi mantida 10-20 mm acima do nível do solo.

Delineamento Estatístico

Para a condução dos experimentos o delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (duas espécies e três tratamentos), com seis repetições, cada.

Variáveis Analisadas

Alterações Fisiológicas

Como indicativo do desempenho fotossintético, foram realizadas leituras da fluorescência da clorofila *a* (eficiência quântica potencial do fotossistema II – Fv/Fm, antes do amanhecer e ao meio-dia, e eficiência quântica efetiva do fotossistema II – Yield, ao meio-dia), com a utilização de fluorômetro portátil de luz modulada (Opti-Sciences, modelo OS1-FL, Hudson, USA). As medidas foram realizadas de quatro em quatro dias, durante todo o experimento.

Todas as análises fotossintéticas foram determinadas na terceira folha adulta da planta, no sentido ápice-base.

A intensidade do verde das folhas foi medida com o equipamento manual de medição de clorofila SPAD-502 Plus (Minolta, Japan). A leitura SPAD foi determinada a partir de uma média de cinco leituras feitas na terceira folha completamente desenvolvida, no sentido ápice-base.

Ao final do experimento coletou-se a terceira folha completamente desenvolvida para determinar os teores de clorofilas (*a*, *b* e total) e de carotenóides pelo método de extração com acetona, descrito por Lichtenthaler e Welburn (1983). Para isso, foram retirados e pesados seis discos de material vegetal. Após pesagem as amostras foram colocadas em 5mL de acetona a 80% (v/v), em tubos de ensaio rosqueados e enrolados com papel alumínio, mantidos em geladeira por 72 horas. Neste período os tubos foram agitados manualmente. Após esse período foram realizadas leituras de absorvância nos seguintes comprimentos de onda 480, 645 e 663 nm, em espectrofotômetro UV - Visível (Genesys 10UV scanning, Thermo scientific). Cada repetição (amostra) foi representada em triplicata.

Os teores de pigmentos foram calculados utilizando as seguintes fórmulas:

$$\text{Clorofila } a = \frac{(12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}) \times V}{MF} \quad (\text{mg. g}^{-1} \text{ MF})$$

$$\text{Clorofila } b = \frac{(22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}) \times V}{MF} \quad (\text{mg. g}^{-1} \text{ MF})$$

$$\text{Clorofila total} = \frac{(8,02 \times A_{663} + 20,2 \times A_{645}) \times V}{MF} \quad (\text{mg. g}^{-1} \text{ MF})$$

$$\text{Carotenóides} = \frac{(A_{480} + 0,114 \times A_{663} - 0,638 \times A_{645}) \times V \times 10^3}{112,5 \times MF} \quad (\mu\text{mol. g}^{-1} \text{ MF})$$

Onde:

A_{480} , A_{663} e A_{645} = absorvâncias em 480,663 e 645 nm, respectivamente;

V = volume de acetona a 80%.

MF = peso de matéria fresca.

Para a determinação do potencial hídrico foliar (Ψ_w), a leitura foi realizada antes do amanhecer com o auxílio da bomba de pressão (Scholander, Soil Moisture, Equipment Corporation, Santa Barbara, USA) na terceira folha totalmente expandida, contando a partir do ápice.

Alterações Bioquímicas

Por ocasião da coleta do experimento, a segunda folha adulta de cada planta, contando no sentido ápice-base, foram cortadas e colocadas em papel alumínio, devidamente

identificadas, em seguida congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas em *ultra freezer*. Posteriormente o material vegetal foi liofilizado por 24 horas, em seguida procederam-se as análises bioquímicas. Cada repetição (amostra) foi representada por um extrato simples dosado em triplicata para as leituras.

Os carboidratos solúveis foram determinados a partir de amostras de 20 mg de tecido foliar liofilizado, macerados em almofariz com 2 mL de água destilada, mais 2 mL para lavar, perfazendo 4 mL. A mistura permaneceu em repouso durante uma hora, sendo submetida a agitações a cada 15 minutos, posteriormente foi centrifugada a 3.000 x g, por 15 minutos, à temperatura ambiente. O precipitado foi descartado e o sobrenadante (extrato) utilizado para determinação do carboidratos solúveis pelo método descrito por Dubois et al. (1956).

Em tubos de ensaio foram adicionados 50 µL extrato puro + 450 µL de água deionizada + 500 µL de fenol à 5% (agitando) + 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Em seguida a mistura foi agitada vagarosamente por 20 segundos, logo após permaneceu em repouso por 20 minutos, para o resfriamento e fixação da cor, em banho de gelo. As leituras de absorbâncias para carboidratos solúveis foram realizadas a 490 nm, sendo usado como branco a mistura de 500 µL de água deionizada + 500µL de fenol a 5% + 2,5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Utilizou-se como padrão glicose anidra. Os resultados foram expressos em $\text{mmol g}^{-1} \text{MS}$.

Para a determinação dos teores de N- α -aminossolúveis e proteínas solúveis, o extrato foram obtidos a partir de amostras de 20 mg do tecido foliar liofilizado, maceradas em almofariz, com 2 mL (1mL para macerar + 1 mL para lavar o almofariz) de tampão Na-K-fosfato 0,01 M, pH 7,6, contendo NaCl 0,1 M, e mantidas durante uma hora a 4 °C, sob agitação periódica (a cada 15 minutos). Decorrido este período, os homogenatos foram centrifugados 3.000 x g por 5 minutos, à temperatura de 4 °C, sendo o precipitado descartado e o sobrenadante utilizado.

Para determinação do N- α -aminossolúvel, tomou-se uma fração de 0,3 mL do sobrenadante de cada amostra, separadamente, e adicionou-se uma alíquota de 1,7 mL de ácido tricloroacético (TCA) a 10% (m/v), agitando-se para homogeneizar. Após 1 h de repouso, as amostras foram centrifugadas a 12.000 x g por 5 min, à temperatura de 4° C, sendo o precipitado descartado e o sobrenadante (extrato) usado para determinação de N- α -aminossolúvel. Em tubos de ensaio com tampa rosqueada, foram adicionados 0,5 mL do extrato; 0,25 mL de tampão citrato de sódio a 0,2 M e pH 5; 0,1 mL de ninhidrina a 5%, em metilcelosolve a 100%; e 0,5 mL de KCN a 0,2 mM em metilcelosolve a 100%. Em seguida, os tubos foram deixados em banho-maria a 100 °C, por 20 min.

Após o banho-maria, a reação cessou-se com o resfriamento dos tubos em banho de gelo por aproximadamente 10 min, adicionou-se aos mesmos 3,65 mL de etanol a 60% para fixar a cor desenvolvida (violeta), totalizando 5 mL. Para obter-se o “branco”, substituiu-se o extrato por tampão de extração. Os teores de N- α -aminossolúveis foram estimados pelas leituras de absorvância a 570 nm. Como padrão utilizou-se pool de aminoácidos, sendo os resultados expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$ MS (COCKING E YEMM, 1954).

Para determinação dos teores de proteínas solúveis foi utilizada uma fração de 0,05 mL do sobrenadante descrito anteriormente, não tratado com ácido tricloroacético-10%, na qual se adicionou 0,95 mL, completando 1 mL, do reagente *coomassie brilliant blue* (Bradford, 1976), em microtubo de 1,5 mL, após agitados e repousados por 15 min deu-se a leitura. Este reagente foi preparado dissolvendo-se 100 mg de *coomassie brilliant blue* G-250 (Sigma Chemical Company) em 50 mL de álcool etílico a 95%, seguindo-se da adição de 100 mL de ácido fosfórico à 85%. A solução teve seu volume final completado para 1000 mL com água destilada. As proteínas solúveis foram, então, determinadas pelas medidas de absorvância em 595 nm, utilizando-se como branco a mistura de 0,5 mL do tampão de extração (Na-K-fosfato 0,01 M, pH 7,6, contendo NaCl a 0,1 M) e 1 mL do reagente do *Coomassie*. Como padrão foi utilizado albumina sérica bovina (BSA, Sigma Chemical Company) e os resultados foram expressos em mg g^{-1} MS.

Para determinação dos teores de prolina livre, pesou-se aproximadamente 100 mg de material vegetal liofilizado, em balança analítica, em seguida este material foi macerado em almofariz com 8 mL de ácido sulfossalicílico a 3%, sendo a mistura deixada em repouso por uma hora à temperatura ambiente (25 °C), agitando-se a cada 15 minutos. Após esse período foi centrifugado à 3.000 x g por 5 minutos, em temperatura ambiente, utilizando apenas o sobrenadante (extrato) para a determinação de prolina livre. Esta determinação seguiu o método descrito por Bates et al. (1973) com alguns ajustes. Em tubos de ensaio com tampas rosqueadas, foram adicionados 1 mL de extrato, 1 mL de ninhidrina ácida e 1 mL de ácido acético glacial, deixando-se a mistura em banho-maria à 100 °C por uma hora para desenvolvimento da cor. Logo em seguida, a reação foi paralisada com os tubos de ensaio colocados em banho de gelo por 10 minutos. A extração do cromóforo foi feita pela adição de 1 mL de tolueno à mistura de reação, seguida de agitação por 20 segundos. Após o repouso e formação da mistura bifásica, com uso de uma pipeta de Pasteur a fase superior foi retirada, para quantificação dos níveis de prolina livre. As leituras foram feitas através de espectrofotômetro, no comprimento de onda de 520 nm, utilizando-se o tolueno como branco. Utilizou-se como padrão a prolina pura e os resultados foram expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$ MS.

A atividade da ADH foi determinada nas raízes mais novas. No fim do experimento, as raízes foram lavadas em água corrente depois lavadas em três águas destiladas, rapidamente postas em sacos de alumínio devidamente identificadas, congeladas em nitrogênio líquido, liofilizadas por 48 horas (até atingir o peso constante) e armazenadas em *ultra freezer*.

A atividade da álcool desidrogenase foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Kogawara et al. (2006), com algumas modificações. Em balança analítica foi pesado 20 mg de material vegetal e em seguida macerado em 1,5 mL de meio de extração contendo 50 mM Hepes-NaOH (pH 7,5), 15 mM MgCl₂, 100 mM 2-mercaptoetanol, 2,5 mM ditioneitol (DTT), 1 mM fenilmetilsulfonil flúor, 15% glicerol (v/v) e 0,05% Triton X-100, mais uma pitada de polivinilpolipirrolidona (6%, m/v). Os homogeneizados foram centrifugados a 17.500 g por 10 min a 4 ° C.

A reação da atividade enzimática foi realizada direto na cubeta de quartzo de 1 mL. Para o meio de reação foram pipetados 50 mM MES-NaOH (pH 6,0), 2 mM DTT, 6 mM MgCl₂, 0,1 mM NADH, 0,1 mL de sobrenadante e, por último, 380 mM acetaldéido, pois a reação se inicia com a adição do acetaldéido. Todos os reagentes e os extratos foram mantidos em banho de gelo (4 °C) durante as análises. O decréscimo na absorvância foi monitorado por um minuto, no comprimento de onda de 340 nm em espectrofotômetro UV – Visível a 30 °C. A atividade da ADH foi calculada a partir da taxa de variação de absorvância dividido pelo coeficiente de extinção molar do NADH (6,22 mM⁻¹ cm⁻¹). Para expressar ADH por proteínas, a concentração de proteínas foi determinada conforme Bradford (1976), descrito anteriormente.

Análise de Crescimento

Durante o período experimental foram realizadas medidas periódicas (a cada quatro dias) de altura das plantas, com o auxílio de trena, diâmetro do coleto, com o auxílio do paquímetro digital, e contagem do número de folhas.

Na coleta final do experimento, foi determinada área foliar e matéria seca das plantas. Para a área foliar, todas as folhas das plantas foram coletadas e passadas em medidor de área foliar de bancada, modelo LI- 3100 Area Meter (LI-COR, inc., Lincoln, Nebraska, USA).

Para a determinação da matéria seca as plantas foram cortadas rente ao solo. A parte aérea foi separada em parte aérea (caule e folhas) e raízes foram removidas do substrato através de lavagem com jato suave de água, sobre peneira. Em seguida, caules, folhas e raízes

foram colocados em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar, a 70 °C, até peso constante de massa, sendo em seguida pesadas em balança digital.

Análise dos Resultados

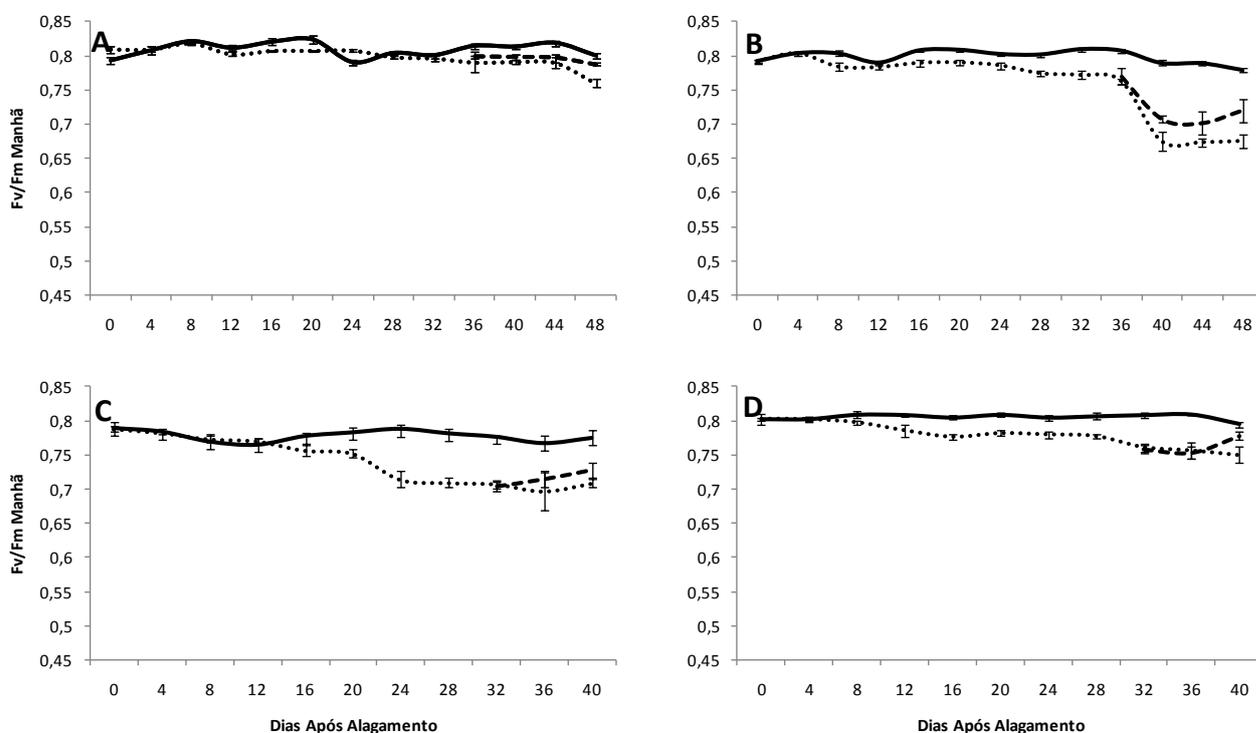
Os resultados de crescimento, fluorescência da clorofila *a* e SPAD foram comparados com o uso de erro padrão da média. Os demais dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias, conforme recomendações de Ferreira (2000) pelos programas estatísticos SISVAR e ASSISTAT.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alterações Fisiológicas

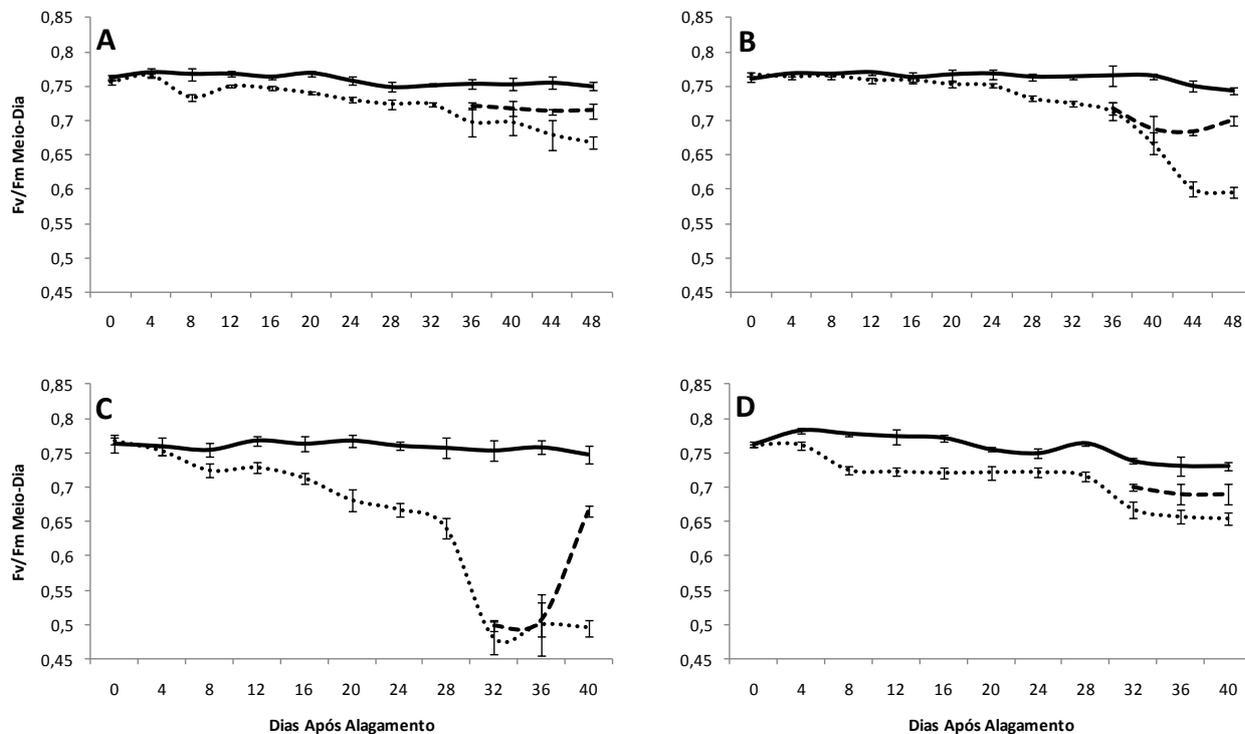
Avaliando-se a eficiência quântica potencial do fotossistema II (Fv/Fm), observa-se que houve redução por efeito do alagamento nas quatro espécies estudadas (Figuras 1 e 2). Entretanto o tempo de resposta variou entre as espécies e entre horários (manhã e meio-dia). Em Craibeira, a redução de Fv/Fm no período da manhã ocorreu apenas após o 32º dia de alagamento, enquanto que ao meio-dia, essa redução já começou a ser observada após 4 dias de estresse (Figura 1A). Em Pau-Ferro, em ambos os horários, observou-se redução nesta variável após o 16º dia de anoxia, sendo esta espécie que mais sofreu redução no horário da manhã (Figuras 1B e 2B).

Figura 1. Eficiência quântica potencial do fotossistema II, medida antes do amanhecer, em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle, Alagamento e --- Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média.



Fonte: Autora, 2011

Figura 2. Eficiência quântica potencial do fotossistema II, medida ao meio-dia, em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle, Alagamento e --- Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média.



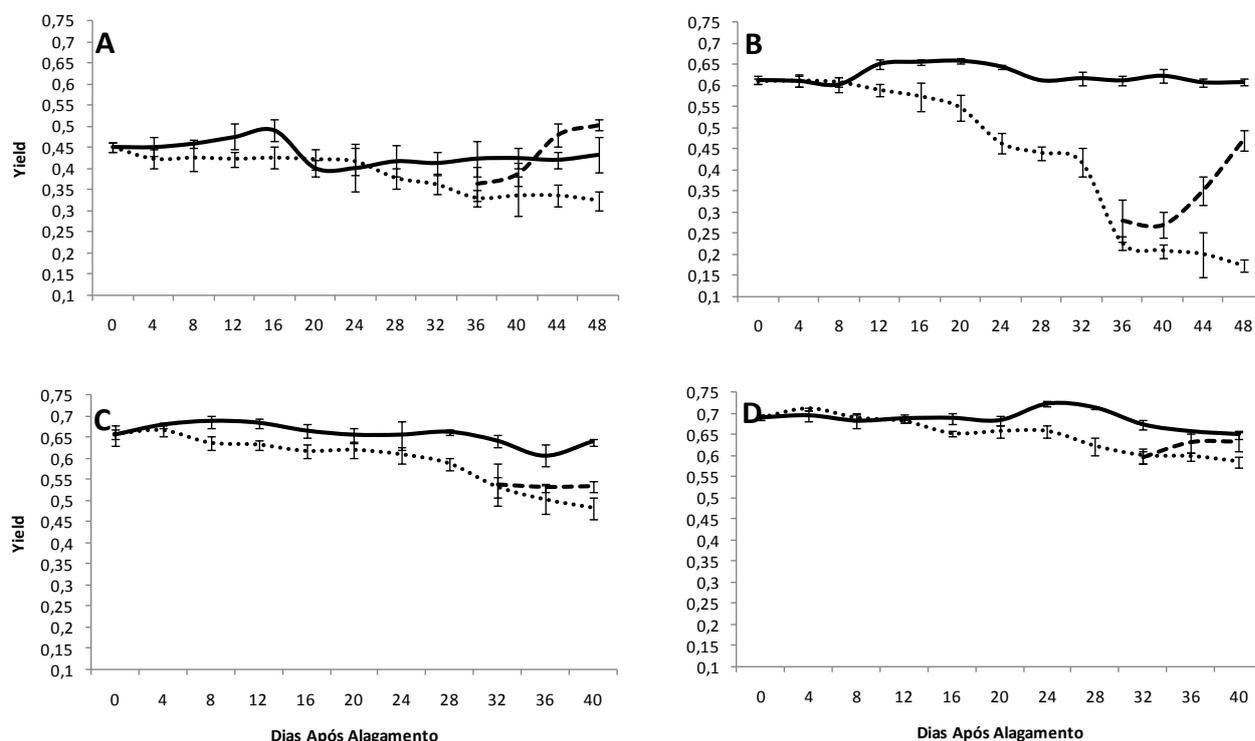
Fonte: Autora, 2011

As plantas de Pereiro reduziram a eficiência quântica medida pela manhã, a partir do 16º dia e ao meio-dia após o 8º dia de alagamento, apresentando a maior redução neste horário em relação às demais espécies, ao final do experimento (Figuras 1C e 2C). Por outro lado, as plantas de Mororó apresentaram redução a partir do 8º e 4º dias, para manhã e meio-dia, respectivamente, entretanto, esta foi uma das espécies que apresentou menor taxa de redução ao longo do experimento (Figuras 1D e 2D).

A eficiência quântica efetiva do fotossistema II (Yield) foi mais afetada pelo alagamento em Pau-Ferro, exibindo maiores reduções nesta espécie, cerca de 71%, ao final do experimento, contra 25,17% na Craibeira (Figura 3A). Esta, a drenagem do solo resultou em aumento nos valores finais do Yield, em relação ao controle. As plantas de Pau-Ferro também apresentaram recuperação nesta variável após a drenagem, porém, não atingiram os níveis do controle.

Comparando-se as mudas de Pereiro e Mororó, (Figura 3C e 3D) observou-se menor redução na eficiência quântica efetiva do fotossistema II, por efeito do alagamento, nesta última, sendo também a espécie que apresentou maior recuperação, após a drenagem do solo.

Figura 3. Eficiência quântica efetiva do fotossistema II em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle, Alagamento e - - - Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média.



Fonte: Autora, 2011

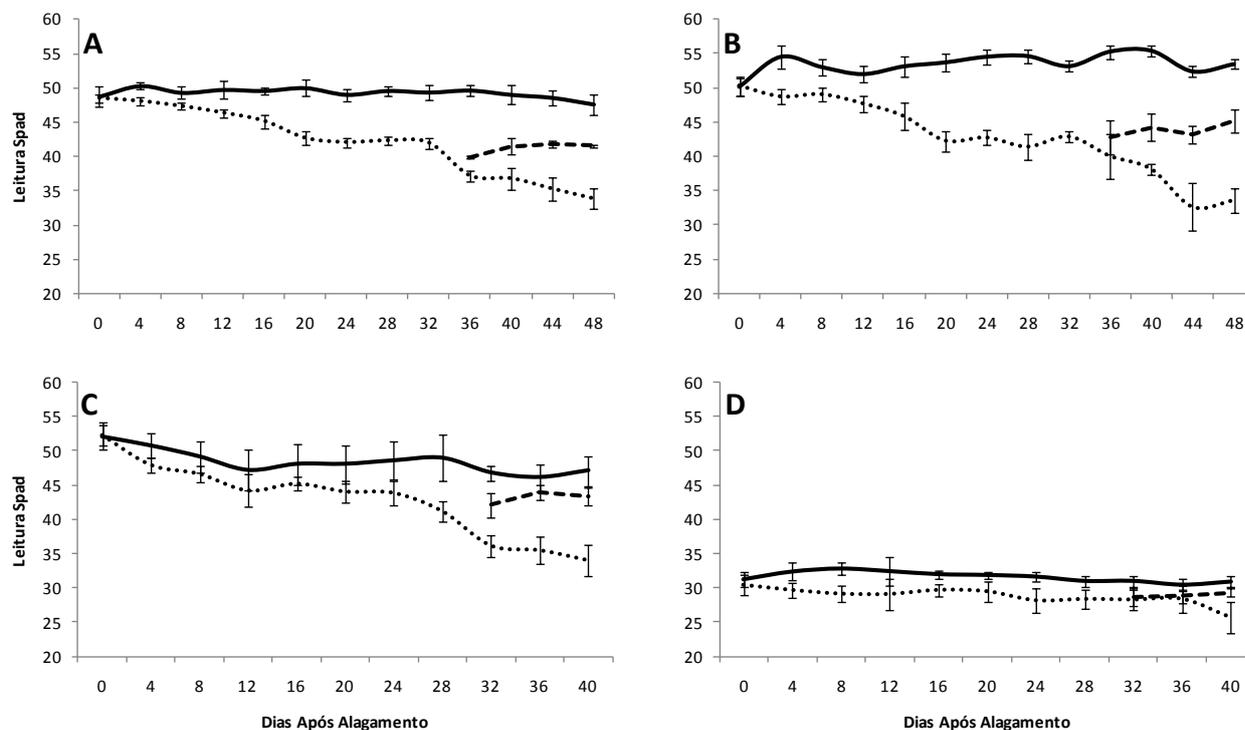
Os valores de F_v/F_m e Yield são utilizados como indicadores da fotoinibição da fotossíntese. O decréscimo destas variáveis indica a fotoinativação do centro de reação do fotossistema II, onde a energia captada pelas clorofilas é dissipada em forma de calor, não havendo o processo fotoquímico da fotossíntese ou ocorrendo danos oxidativos no fotossistema II devido ao excesso de energia (MAXWELL E JOHNSON, 2000; BAKER, 2008).

Os valores de F_v/F_m na antemãhã foram sempre maiores do que os valores obtidos ao meio-dia nas espécies, isto ocorre devido à fotoinibição sofrida pelo fotossistema II, ao meio-dia, resultado da alta radiação recebida pelo fotossistema II que danifica a proteína D1,

a qual é novamente sintetizada se o estresse for reversível. Valores considerados ótimos para F_v/F_m são aqueles acima de 0,800 (RIBEIRO et al., 2004; CAMPOSTRINI, 1997).

Reduções na eficiência quântica efetiva do fotossistema II, sob estresse anóxico, foram também observadas em *Pouteria glomerata* (MAURENZA et al., 2009) e *Eugenia uniflora* (MIELKE E SCHAFFER, 2009), enquanto que em *Genipa americana* submetida ao estresse anóxico por 63 dias, não apresentou danos no aparato fotossintético, medido pelo valor de F_v/F_m (MIELKE et al., 2003).

Figura 4. Leitura Spad em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle,Alagamento e ---Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média.



Fonte: Autora, 2011

O estresse anóxico causou redução na intensidade de verde (leitura SPAD) das folhas de Craibeira e de Pau-Ferro, sendo da ordem de 30,17% e de 43,06%, respectivamente (Figura 4A e 4B). O maior decréscimo aconteceu a partir do 32º dia de experimento, para ambas as espécies. Após a drenagem do solo houve recuperação nesta variável, entretanto não atingiu o nível do controle, ao final do experimento.

O estresse anóxico causou redução na intensidade de verde também nas mudas de Pereiro e Mororó. Porém, Pereiro sofreu maior redução (34,47%) enquanto que Mororó reduziu apenas 15,05%, ao longo do experimento (Figuras 4C e 4D). Por outro lado, a recuperação das plantas de Pereiro foi maior, superando o alagamento em 27,66%, ao final do experimento enquanto que nas mudas de Mororó esse acréscimo foi de 10,35%.

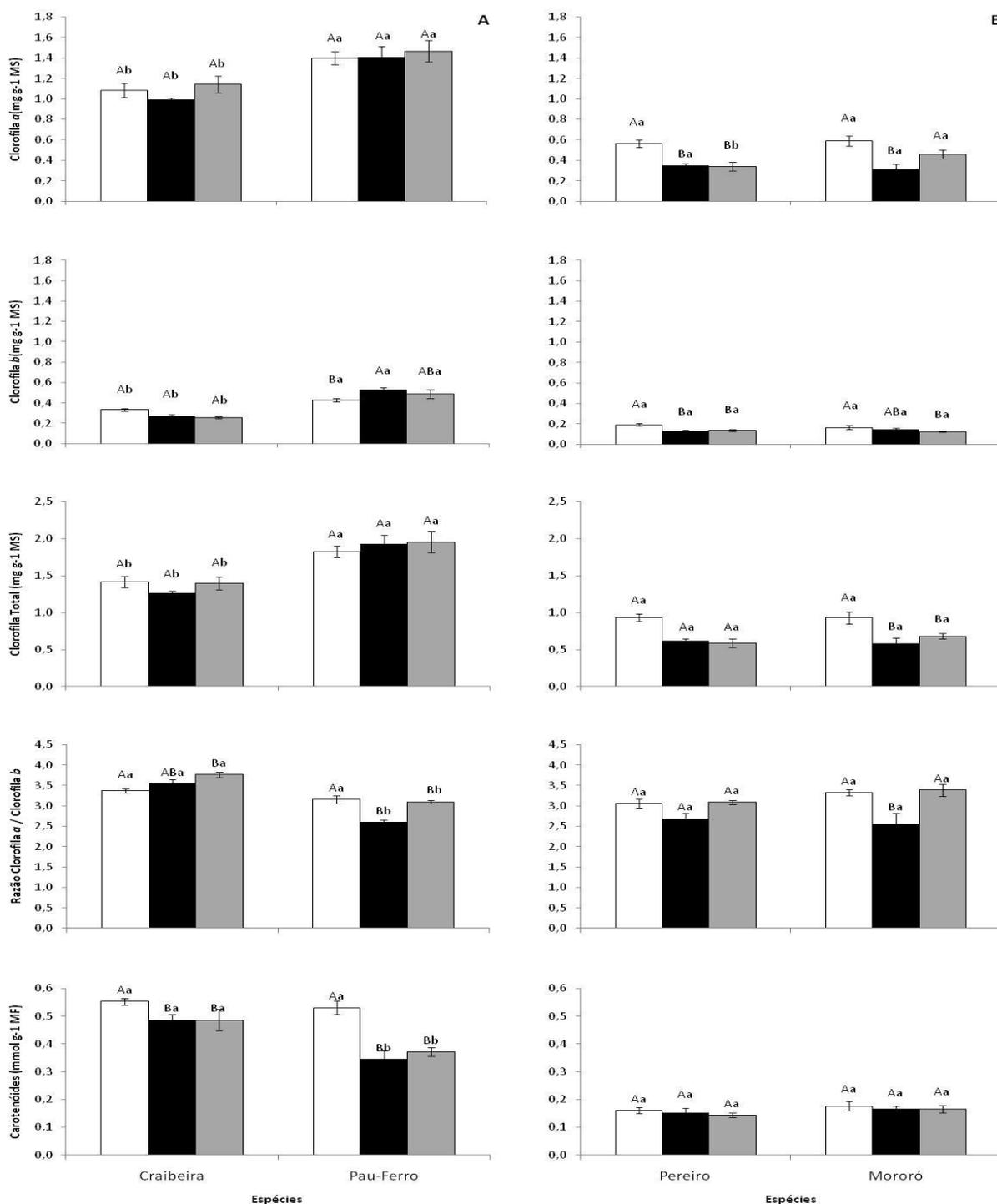
Considerando os pigmentos fotossintéticos foliares, extraídos ao final do experimento, observou-se que não houve diferença entre os tratamentos para teor de clorofila *a* em plantas de Craibeira e Pau-Ferro (Figura 5). Para clorofila *b*, houve diferença apenas em Pau-Ferro, em que o alagamento causou acréscimo em seu teor (Figuras 5). O teor de clorofila total também não diferiu entre os tratamentos nas espécies consideradas (Figura 5). Para carotenóides não houve diferença entre os tratamentos em Craibeira, enquanto que este pigmento foi reduzido em Pau-Ferro, por efeito do alagamento, não havendo recuperação nas plantas que sofreram drenagem do solo (Figura 5).

A relação clorofila *a*/clorofila *b* (Figura 5) nas mudas de Craibeira foi superior nas plantas submetidas ao alagamento seguido de drenagem do solo (tratamento recuperação) não havendo diferença entre o controle e o alagamento. Nas mudas de Pau-Ferro houve redução nesta variável por efeito do alagamento, havendo recuperação ao nível do controle nas plantas drenadas.

Nas mudas de Pereiro e Mororó, o teor de clorofila *a* foi significativamente reduzido com a imposição do estresse anóxico e apresentou recuperação nas plantas drenadas apenas na última espécie (Figura 5).

O teor de clorofila *b* foi reduzido nas mudas de Pereiro por efeito do alagamento enquanto que em Mororó as médias desta variável não diferiam entre o controle e o alagamento, sendo que nas plantas que sofreram drenagem este valor foi significativamente inferior ao do controle (Figura 5). Para o teor de clorofila total, não houve diferença estatística entre os tratamentos em mudas de Pereiro. Por outro lado, as mudas de Mororó que foram submetidas ao alagamento apresentaram redução de 37,7% nesta variável. A recuperação e o controle não diferiram entre si estatisticamente (Figura 5). Não houve diferença significativa entre os tratamentos nem entre as duas espécies para o teor de carotenóides (Figura 5).

Figura 5. Clorofila *a*, Clorofila *b*, Clorofila Total, Razão Clorofila *a*/Clorofila *b* e Carotenóides em mudas de Craibeira e Pau-Ferro (A), Pereiro e Mororó (B) sob três tratamentos, Controle □ - plantas irrigadas diariamente, Alagamento ■ - plantas alagadas por 48 (A) e 40 (B) dias, e Recuperação ▒ - plantas alagadas por 34 (A) e 28 (B) dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média. Letras iguais sobre as colunas indicam que as médias não diferem entre si, sendo que as maiúsculas comparam tratamento dentro da mesma espécie e as minúsculas, espécies dentro de tratamento.



As espécies Pereiro e Mororó não diferiram entre si quanto à relação clorofila *a*/clorofila *b*. Considerando as espécies separadamente, observa-se que o alagamento não apresentou efeito sobre esta variável, em mudas de Pereiro, enquanto que reduziu a mesma em Mororó. Entretanto nas plantas sob recuperação, desta última espécie, os valores observados foram semelhantes aos do controle (Figura 5).

As reduções observadas nos teores de pigmentos fotossintéticos, por efeito do alagamento, podem ser atribuídas à restrição na absorção de nutrientes necessários à síntese de tais moléculas, tais como nitrogênio e magnésio, devido à falta de oxigênio na rizosfera, como discutido por Ronchi et al., (2006) e por Taiz e Zeiger (2009).

Outros fatores são a redução no metabolismo da planta, em função da redução das atividades da enzima nitrato redutase, oxidação das clorofilas no processo de senescência das folhas e translocação do nitrogênio para as outras partes da planta (DREW, 1999; LARCHER, 2004).

Em estágio mais avançado do estresse, os danos causados às clorofilas podem ser exteriorizados pela redução nos teores destes pigmentos resultante da degradação e/ou decréscimo de sua síntese, como constatado em folhas de outras espécies submetidas a diferentes níveis de inundação (HUANG et al., 1994; PEZESHK et al., 1996). Diferente do que ocorreu no presente trabalho, Lenhard et al (2010), observaram redução nos teores de clorofila em plantas de Pau-Ferro no tratamento alagado.

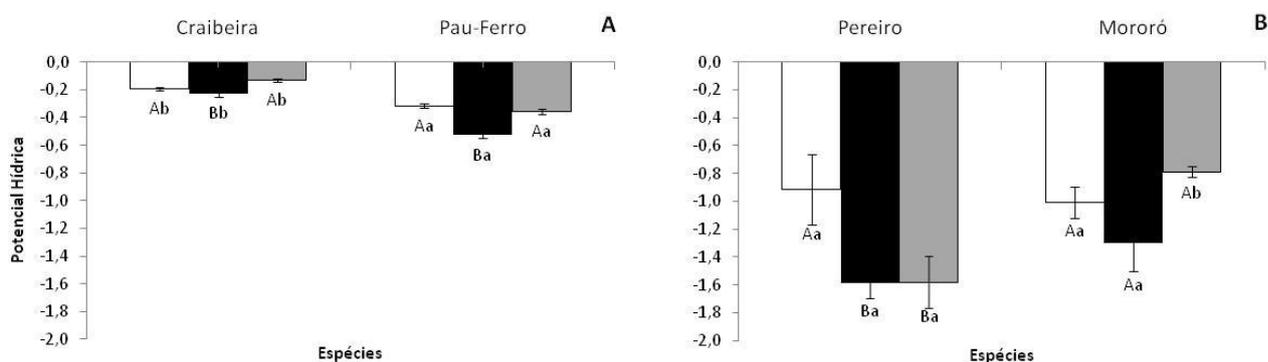
A relação clorofila *a*/clorofila *b* apresenta valor ideal igual a três (TAIZ E ZEIGER, 2009), sendo que o alagamento pode causar queda nesta relação, como observado em Pau-Ferro e em Mororó, havendo desajuste na proporção e no funcionamento da fase fotoquímica da fotossíntese.

Embora os carotenóides sejam moléculas fotoprotetoras, fundamentais no complexo antena para a captação de luz junto com as clorofilas *b* e para a dissipação do excesso de energia, evitando a fotooxidação (MITLER, 2002), não foram encontrados relatos de pesquisa, envolvendo espécies florestais, em que estes pigmentos foram quantificados em plantas sujeitas a alagamento.

O potencial hídrico das folhas foi reduzido com imposição do estresse anóxico, onde as folhas de Pau-Ferro tiveram valores mais negativos (-0,528 MPa) do que as de Craibeira (-0,228 MPa). As plantas, das duas espécies, quando retiradas do estresse, conseguiram reidratar suas folhas em 14 dias, apresentando valores iguais, estatisticamente, ao controle (Figura 6A).

A anoxia também diminuiu o potencial hídrico das folhas de Pereiro e Mororó, resultando em diferença significativa apenas em Pereiro, sendo que a drenagem do substrato não resultou em recuperação desta variável (Figura 6B).

Figura 6. Potencial Hídrico em mudas de Craibeira e Pau-Ferro (A), Pereiro e Mororó (B) sob três tratamentos, Controle □ - plantas irrigadas diariamente, **Alagamento** ■ – plantas alagadas por 48 (A) e 40 (B) dias, e **Recuperação** ▒ – plantas alagadas por 34 (A) e 28 (B) dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média. Letras iguais sobre as colunas indicam que as médias não diferem entre si, sendo que as maiúsculas comparam tratamento dentro da mesma espécie e as minúsculas, espécies dentro de tratamento.



Fonte: Autora, 2011

A inundação do solo diminuiu a absorção de água pelas raízes, devido à redução na superfície total das raízes e ao aumento da resistência ao fluxo de água nas mesmas, proporcionado pelo espessamento da membrana celular, o que resulta em decréscimo do potencial hídrico, podendo levar ao murchamento das folhas (LOBO E JOLY, 2001; TAIZ E ZEIGER, 2009).

Análises Bioquímicas

O alagamento causou aumento no teor de carboidratos solúveis em plantas de Craibeira, os quais reduziram ao nível do controle com a drenagem do solo, enquanto que, o Pau-Ferro não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Figura 7).

Aumentos na concentração de carboidratos solúveis também foram observados em Pereiro e em Mororó, por efeito do alagamento (Figura 7). As mudas submetidas a recuperação apresentaram queda neste valor, retornando ao nível do controle apenas em Pereiro.

Os aumentos no teor de carboidratos solúveis observados ocorrem principalmente pela diminuição na translocação dos açúcares das folhas para as raízes, sob condições de alagamento destas, onde são indispensáveis para a manutenção das vias glicolíticas (VAN DONGEN et al., 2003). Desta forma, os autores sugerem que as respostas metabólicas à anoxia podem ser medidas quantificando os carboidratos, sua mobilização e disponibilidade. Outros fatores para este acúmulo são a redução no crescimento e a baixa atividade metabólica das plantas, desta forma exigindo menor quantidade de fotoassimilados (VARTAPETIAN E JACKSON, 1997; LIAO E LIN, 2001).

Henrique et al. (2010) estudando *Caesalpinia peltophoroides* também observaram aumento no acúmulo de açúcares nas folhas a partir do 10º dia de alagamento das raízes.

A Craibeira produziu maior quantidade de prolina livre do que o Pau-Ferro, nas plantas controle, porém os tratamentos não influenciaram o seu comportamento nesta espécie. Em plantas de Pau-Ferro houve diferença entre o controle e os tratamentos que sofreram anoxia, os quais apresentaram maiores valores para esta variável (Figura 7).

Em Pereiro também não houve diferença entre os tratamentos para o teor de prolina livre (Figura 7), enquanto que o alagamento provocou aumento na concentração deste soluto em plantas de Mororó, o qual foi reduzido com a drenagem do substrato (recuperação).

As vias glicolíticas do metabolismo anaeróbico resultam em acúmulo de produtos tóxicos às células, devido a isto as plantas desenvolvem mecanismos de eliminação ou reorganizam compostos intermediários em produtos finais menos tóxicos, um deles é a prolina, havendo desta forma um aumento no seu teor, em situações de estresse anóxico (Ricard et al., 1994). Por outro lado, Barretos (2009) afirma que há redução no teor de prolina devido a alteração do pH, baixo conteúdo de água e acúmulo de compostos tóxicos na célula decorrentes da falta de oxigênio no solo.

Não houve efeito dos tratamentos sobre o teor de N-*a*-aminossolúveis em mudas de Craibeira. As mudas de Pau-Ferro apresentaram maiores concentrações destes solutos, principalmente, no tratamento recuperação (Figura 7).

Em Pereiro, o alagamento reduziu a concentração foliar de N-*a*-aminossolúveis, não havendo diferença entre este tratamento e a recuperação. As mudas de Mororó não apresentaram diferença entre os tratamentos para esta variável (Figura 7).

Os aminoácidos apresentam função tamponante celular, em plantas submetidas a anoxia, protegendo contra as radicais livres produzidas no metabolismo anaeróbico, induzindo síntese de aminoácidos tais como a alanina (REGGIANI et al., 1988). Os autores sugerem que o alagamento reprime a síntese de aminoácidos, podendo ocorrer acréscimo neste teor devido

à degradação de proteínas. Estas moléculas são hidrolisadas liberando os aminoácidos, os quais sofrem interconversão, induzida pela anoxia, originando aminoácidos específicos (REGGIANI et al., 2000).

O teor de proteínas solúveis encontrado nas mudas de Craibeira variou de acordo com a disponibilidade de oxigênio, tendo maior valor no controle, baixo valor no alagamento e intermediário na recuperação. Os tratamentos não interferiram no teor de proteínas das plantas de Pau-Ferro (Figura 7).

Semelhante à Craibeira, as mudas de Pereiro apresentaram diferença significativa entre os tratamentos para o teor de proteínas, o qual foi mais elevado nas plantas controle, seguido da recuperação, com menor valor nas plantas alagadas. O Mororó apresentou comportamento atípico, acumulando mais proteína com o estresse anóxico (Figura 7).

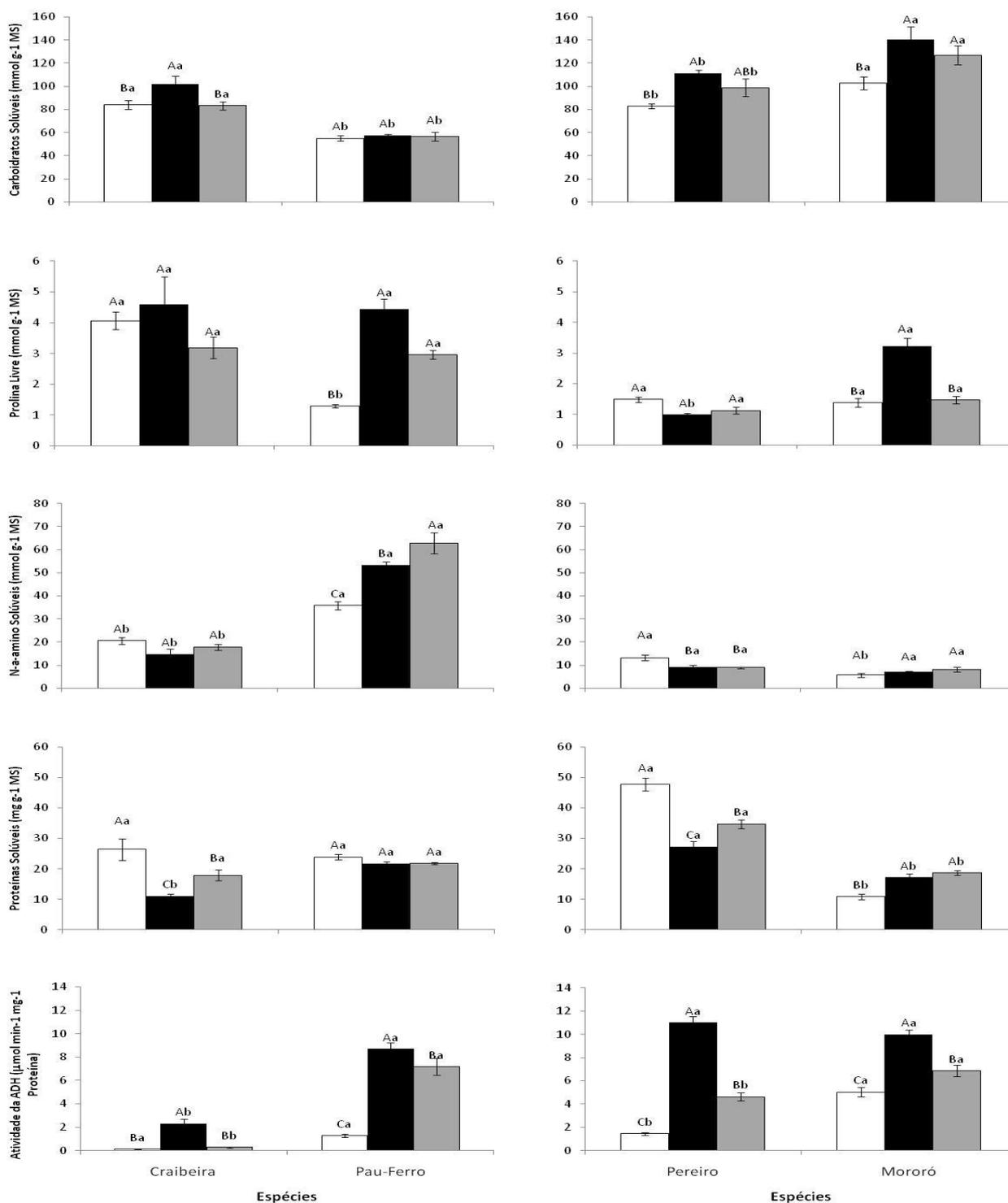
A falta de oxigênio no solo causa mudanças no padrão e no teor de proteínas das plantas. Moraes et al., (2001) consideram que as espécies tolerantes à anoxia mantêm o teor de proteína pela síntese de polipeptídeos anaeróbicos. No entanto, no presente trabalho fica evidente que esta variável não deve ser utilizada isoladamente como indicativo de tolerância ao estresse anóxico.

Por outro lado, Bailey-Serres e Chang, (2005) e Branco-Price et al., (2005) enfatizam que plantas sujeitas à deficiência de O_2 no ambiente radicular, em geral, reduzem a síntese de proteínas visando diminuir o consumo de energia. Nessas circunstâncias o processo de tradução dos mRNAs é afetado e regulado, priorizando a síntese de proteínas envolvidas nas respostas ao estresse imposto, tais como as enzimas envolvidas na quebra do amido, catabolismo dos açúcares solúveis e fermentação, formação de aerênquimas, dentre outras. Sendo assim, a qualidade das proteínas produzidas, e não sua quantidade, representaria um diferencial em situações de estresse anóxico.

A atividade da enzima álcool desidrogenase (ADH) apresentou baixos valores no controle tanto nas mudas de Craibeira como de Pau-Ferro, as quais não diferiram entre si. Entretanto, quando alagadas as espécies aumentaram a atividade desta enzima, sendo este significativamente maior em Pau-Ferro. Nas plantas de Craibeira a drenagem do solo permitiu que a atividade da ADH retornasse ao nível do controle, o que não ocorreu em Pau-Ferro, onde as plantas drenadas apresentaram valores intermediários para esta variável (Figura 7).

A maior atividade enzimática da ADH foi encontrada em plantas de Pereiro, sob alagamento. A condição anaeróbica das raízes induziu aumento na atividade desta enzima nesta espécie e em Mororó, sendo que a drenagem do solo resultou em redução da sua atividade em ambas as espécies, porém não atingindo o nível das plantas controle (Figura 7).

Figura 7. Carboidratos Solúveis, Prolina Livre, N- α -amino Solúveis, Proteínas Solúveis, Atividade da ADH em mudas de Craibeira e Pau-Ferro (A), Pereiro e Mororó (B) sob três tratamentos, Controle \square - plantas irrigadas diariamente, Alagamento \blacksquare - plantas alagadas por 48 (A) e 40 (B) dias, e Recuperação \square - plantas alagadas por 34 (A) e 28 (B) dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média. Letras iguais sobre as colunas indicam que as médias não diferem entre si, sendo que as maiúsculas comparam tratamento dentro da mesma espécie e as minúsculas, espécies dentro de tratamento.



Fonte: Autora, 2011

A ADH, proteína anaeróbia, tem papel importante na anoxia das raízes, pois permite a regeneração do NAD^+ , sustentando desta forma a via glicolítica e metabolizando o acetaldeído a etanol (BAILEY-SERRES, 2008). A Atividade desta enzima é um indicador da falta de oxigênio nas raízes, desta forma as espécies tolerantes ao alagamento tendem a aumentar a sua atividade quando submetidas ao estresse (KENNEDY et al., 1992).

Segundo alguns autores (DREW, 1997; LIAO E LIN, 2001), o aumento da atividade da ADH é um mecanismo de tolerância ao estresse de curto período, pois o acúmulo do etanol tem altos custos energéticos e causa morte celular.

Análises de Crescimento

As mudas de Craibeira, na condição controle, apresentaram crescimento contínuo no período de 48 dias (tempo total do experimento). Entretanto, as mudas submetidas ao estresse anóxico paralisaram seu crescimento no 12º dia de estresse, o que levou a uma redução de 32,61% no crescimento em altura, em relação às plantas controle. Porém esta espécie quando submetida ao tratamento de recuperação, com a drenagem do solo, retomou o crescimento, com um incremento de 21,17%, em relação às plantas que continuaram alagadas (Figura 8A).

Nas plantas de Pau-ferro, a falta de oxigênio nas raízes estagnou o crescimento da parte aérea, a qual apresentou incremento de apenas 3,51% ao longo de 48 dias. O tratamento de recuperação não induziu a alteração no comprimento das plantas, em relação ao tratamento de alagamento (Figura 8B).

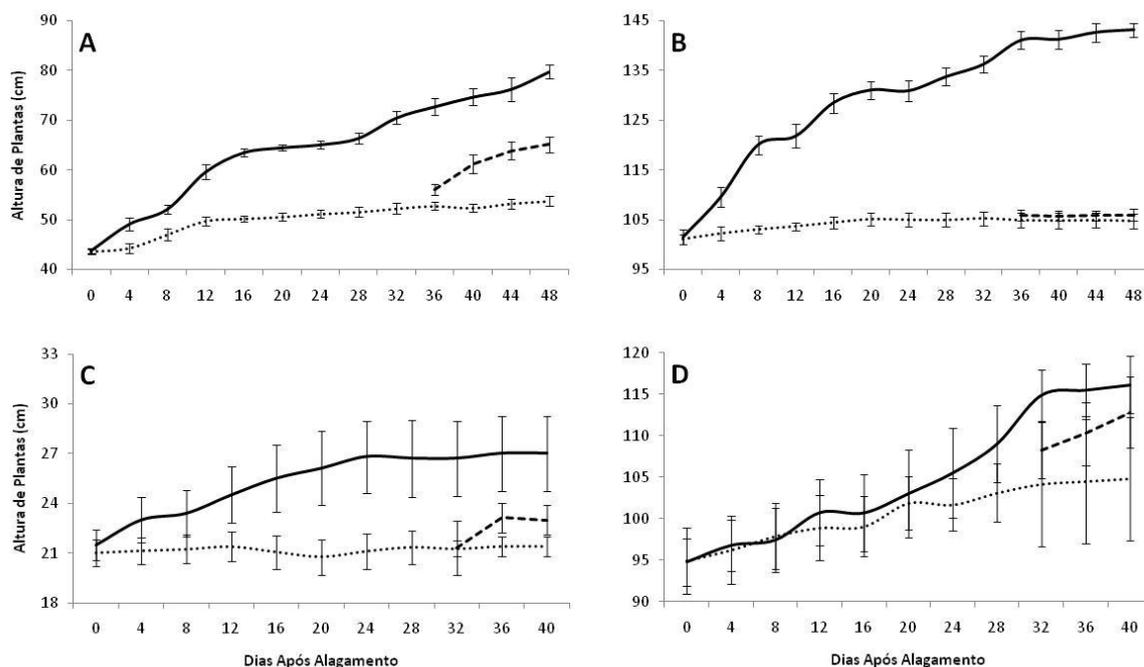
Em condições favoráveis, as plantas de Pereiro tiveram crescimento mais acentuado nos primeiros 24 dias. O estresse cessou o desenvolvimento das plantas, mas estas quando submetidas à recuperação retomaram o crescimento (Figura 8C).

As mudas de Mororó, em condições favoráveis, apresentaram crescimento constante durante todo o experimento. Enquanto que, o alagamento levou a um decréscimo de aproximadamente 10% na altura de plantas, em relação ao controle, no mesmo período. Sob recuperação as mudas retomaram o crescimento, no entanto, apresentaram altura final inferior ao controle (Figura 8D).

Todas as espécies estudadas demonstraram sensibilidade ao estresse, considerando-se o crescimento em altura, visto que as respostas de crescimento e sobrevivência demonstradas pelas plantas sob estresse anóxico determinam a sua tolerância ou não ao alagamento do solo (ROWE E BEARDSSELL, 1973). De forma que, as plantas sensíveis apresentam redução no seu crescimento e pouca chance de sobrevivência. Quando tolerantes, suportam temporariamente essas condições de estresse (TAIZ E ZEIGER, 2009). No entanto, as

espécies Craibeira e Pereiro foram menos afetadas pela anoxia demonstrando menor sensibilidade a este fator de estresse.

Figura 8. Altura de Plantas em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle, Alagamento e --- Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média.



Fonte: Autora, 2011

De modo semelhante ao que ocorreu neste trabalho, a inundação do solo também prejudicou o crescimento das plantas de *Tabebuia heptaphylla* e de espécies arbóreas neotropicais (MIELKE et al., 2005 a,b; GREGÓRIO et al., 2008). Esta inibição pode ter ocorrido devido à produção de substâncias tóxicas e diminuição de absorção de nutrientes pelas raízes, resultante da baixa disponibilidade de oxigênio no solo causado pelo estresse anóxico (PEZESHKI, 2001).

Outras causas possíveis para a paralisação do crescimento na anoxia são: queda na produção de ATP; redução na produção e translocação de fotoassimilados; fechamento estomático, resultando em decréscimo na absorção de CO₂; descontrole hormonal, baixa produção e translocação de giberelina e citocinina (REID E BRADFORD, 1984; PEZESHKIS ET AL. 1996; KOZLOWSKI, 1997; DREW, 1999).

O desenvolvimento das plantas, em altura, apresentou comportamento diferenciado em função das espécies e dos tratamentos impostos, podendo ser calculado a partir das equações

polinomiais quadráticas. Apenas a equação que representa o comportamento em altura das plantas de Pereiro, sob alagamento, demonstrou baixa correlação, tendo o valor de $R^2 = 0,2963$. As demais equações apresentaram $R^2 > 0,95$ (Tabela1).

O diâmetro do caule de plantas de Craibeira aumentou durante todo o experimento nos tratamentos controle e alagamento, resultando em incrementos de 56,85% e 87,97% em relação ao diâmetro inicial, respectivamente. O aumento de diâmetro desta espécie, sob alagamento, ocorreu principalmente porque houve rachaduras na base do caule. Quando sob recuperação, as plantas começaram a reduzir o seu diâmetro (Figura 9A)

Em condições favoráveis, as mudas de Pau-Ferro apresentaram aumento no diâmetro do caule. Porém, a indisponibilidade de oxigênio paralisou o crescimento em diâmetro, chegando a reduzi-lo ao final do experimento. O tratamento recuperação levou a acréscimo no diâmetro do caule em relação às plantas alagadas (Figura 9B).

Tabela 1. Equação de regressão e coeficiente de determinação para crescimento de quatro espécies florestais, Craibeira, Pau-Ferro, Pereiro e Mororó, três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 - 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 - 28 dias, seguida de drenagem do solo).

Espécies	Tratamento	Equações Quadráticas	R ²
Craibeira	Controle	$y = -0,1323x^2 + 4,5852x + 40,698$	0,9761
	Alagamento	$y = -0,0843x^2 + 1,9603x + 41,783$	0,9571
	Recuperação	$y = -0,9625x^2 + 7,7808x + 49,346$	0,9991
Pau-Ferro	Controle	$y = -0,2777x^2 + 7,0506x + 97,508$	0,9750
	Alagamento	$y = -0,0596x^2 + 1,0983x + 100,240$	0,9686
	Recuperação	$y = 0,0833x^2 - 0,3833x + 106,21$	0,9600
Pereiro	Controle	$y = -0,0717x^2 + 1,3974x + 20,204$	0,9878
	Alagamento	$y = 0,0063x^2 + 0,0469x + 21,177$	0,2663
	Recuperação	$y = -0,9717x^2 + 4,7367x + 17,535$	1,0000
Mororó	Controle	$y = 0,0938x^2 + 1,1986x + 93,425$	0,9712
	Alagamento	$y = -0,0446x^2 + 1,5564x + 93,368$	0,9827
	Recuperação	$y = 0,2667x^2 + 1,2x + 106,8$	1,0000

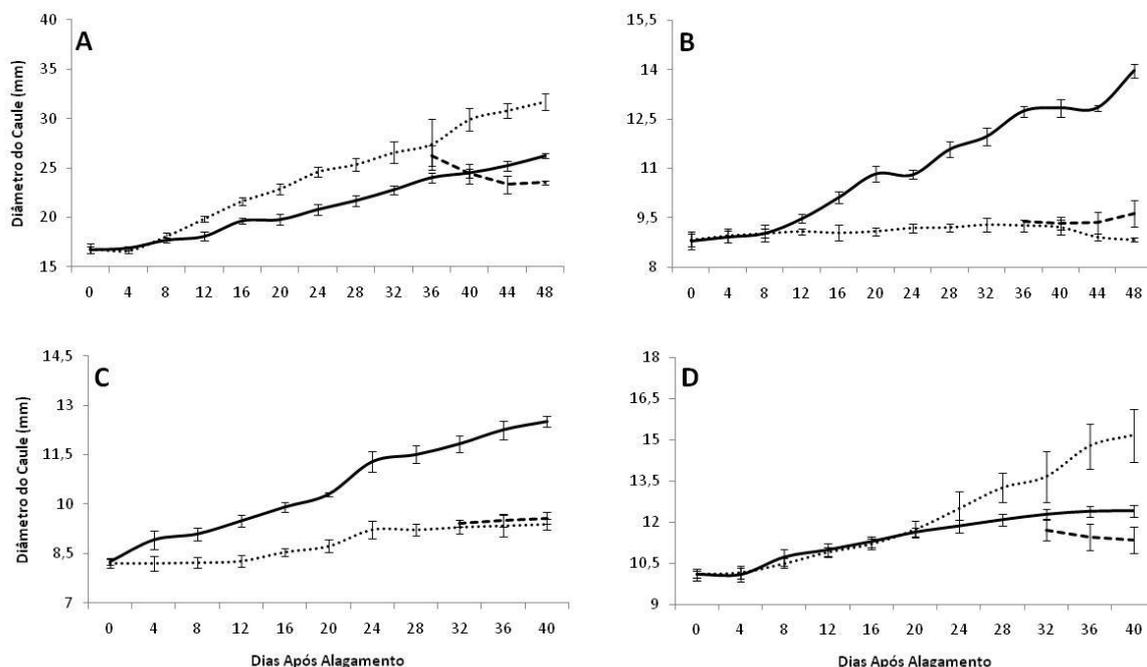
Fonte: Autora, 2011

O diâmetro do caule nas mudas de Pereiro aumentou em todos os tratamentos com incrementos de 51,64%, 16,83% e 14,51%, para o controle, recuperação e alagamento, respectivamente, ao longo do experimento (Figura 9C). Nas mudas de Mororó, houve

incremento no diâmetro nas plantas alagadas, em relação ao controle. Quando houve a drenagem do solo (recuperação) ocorreu redução no diâmetro do caule nas plantas desta espécie (Figura 9D).

O comportamento apresentado por Craibeira e Mororó, em relação ao diâmetro do caule, geralmente está relacionado à hipertrofia das células e à formação de lenticelas no caule, principalmente acima da área inundada, o que pode facilitar a captação de O_2 e aeração das raízes inundadas, podendo representar tolerância ao alagamento, como discutido por Kawase (1981) e Kozolwski (1997). Segundo os mesmos autores, outro fator para o aumento do diâmetro do caule, sob estresse anóxico, está relacionado ao crescimento celular radial do córtex.

Figura 9. Diâmetro do caule em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle, Alagamento e --- Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média.



Fonte: Autora, 2011

Na literatura podem ser encontrados relatos de espécies florestais que aumentaram o diâmetro do caule, quando submetidas a alagamento, tais como *Jacaranda puberla* (Pimenta et al., 1996), *Peltotophorum dubium* (MEDRI et al., 1998), *Tabebuia avellandae* (DAVANSO et al., 2002) e *Annona glabra* (MIELKE et al., 2005b) e outras que apresentaram redução

induzida pelo mesmo fator, como em seis leguminosas arbóreas, nas quais Souza (2008) verificou que não houve aumento no diâmetro do caule nas plantas alagadas, resultando em diâmetro menor do que o das plantas controle, ao final do experimento. Comportamento semelhante foi observado em *Cecropia pachystachya* por Batista (2008).

A redução no diâmetro do caule após a drenagem do solo, observado nas plantas de Mororó, ocorreu possivelmente devido à desidratação das células da epiderme, diminuindo o volume das mesmas.

As plantas de Craibeira apresentaram senescência foliar quando alagadas, reduzindo o número total de folhas por planta. O período de recuperação não foi suficiente para aumentar significativamente esta variável (Figura 10A). Nas mudas de Pau-Ferro também foi observada senescência foliar, induzida pelo alagamento, a qual foi intensificada durante a recuperação nas plantas drenadas (Figura 10B).

As espécies Pereiro e Mororó expressaram, de forma geral, o mesmo comportamento para o número de folhas. Tendo superioridade no tratamento controle e senescência foliar no estresse anóxico (Figura 10C e D).

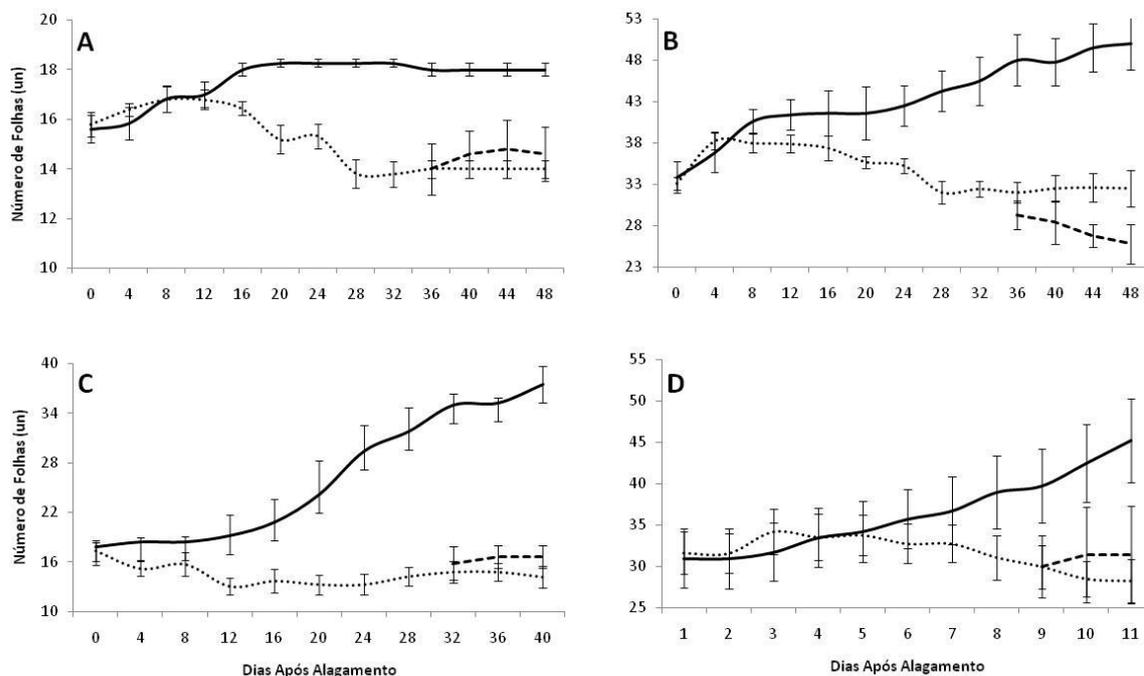
A literatura relata que a senescência foliar ocorre devido ao distúrbio hormonal promovido pelo estresse anóxico, em que há aumento na produção do ABA e do etileno. Estes hormônios inibem a formação de novas folhas e causam a queda das folhas mais velhas (KOZLOWSKI, 1997; TAIZ E ZEIGER, 2009).

Da mesma forma que ocorreu nas espécies estudadas no presente trabalho, Oliveira e Joly (2009) observou redução no número de folhas em quatro espécies (*Guapira opposita*, *Guatteria gomeziana*, *Nectandra opositifolia* e *Alchornea triplinervia*) sob alagamento.

As plantas de *Heliocarpus popayanensis*, uma espécie relativamente tolerante ao alagamento, sofreram queda das folhas no início do alagamento e não apresentaram recuperação nesta variável quando retiradas do estresse (PISICCHIO et al., 2010).

As espécies Craibeira e Pau-Ferro apresentaram maior área foliar no tratamento controle, o qual diferiu significativamente dos demais. A produção de área foliar do Pau-Ferro foi maior no controle e inferior na condição de alagamento quando comparado com a Craibeira. Contudo, não houve diferença significativa no tratamento recuperação. O estresse anóxico ocasionou decréscimo nesta variável, a qual apresentou redução de 43,44% e 62,49% em Craibeira e Pau-Ferro, respectivamente (Figura 11). O tratamento de recuperação não foi efetivo em aumentar o crescimento foliar das duas espécies, a qual não diferiu do alagamento.

Figura 10. Número de Folhas em mudas de Craibeira (A) e Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (D) sob três tratamentos (— Controle, Alagamento e ---Recuperação), Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média.



Fonte: Autora, 2011

Nas mudas de Pereiro, a área foliar não foi significativamente reduzida pelo estresse anóxico, resultando em médias estatisticamente iguais entre os tratamentos (Figura 11). Provavelmente não foi possível detectar diferenças significativas devido à variabilidade relativamente alta dos dados ($CV = 27,46$ – Anexo 11). As mudas de Mororó submetidas ao alagamento sofreram redução significativa da área foliar, em relação ao controle. Entretanto, quando houve a drenagem do solo observou-se recuperação nesta variável ao nível do controle. Isto ocorreu pois as novas folhas emitidas neste tratamento foram maiores do que as demais, considerando que o aumento no número de folhas não foi tão elevado neste tratamento, como visto anteriormente (Figura 11).

A redução na área foliar observada sob alagamento deve-se ao fato de que a falta de oxigênio no solo aumenta a produção de ABA e etileno causando senescência foliar e inibição da expansão e formação de novas folhas. Este hormônio, também, promove o fechamento dos estômatos reduzindo a captação de carbono, resultando na baixa taxa fotossintética e produção de biomassa (KOZLOWSKI, 1997; JACKSON, 2004).

Povh et al. (2005) e Batista (2008) estudando *Chorisia speciosa* e *Cecropia pachystachia*, respectivamente, submetidas ao alagamento, observaram que as plantas apresentaram menor desenvolvimento da parte aérea.

Do mesmo modo, plantas de *Heliocarpus popayanensis* quando submetidas ao estresse apresentaram redução na área foliar. Nesta espécie, não foi observada recuperação nesta variável, após 30 dias de drenagem do solo, em relação às plantas controle (PISICCHIO et al., 2010).

O alagamento promoveu redução na produção de matéria seca da parte aérea, tanto em Craibeira, como em Pau-Ferro (Figura 11). O período em que as plantas foram cultivadas após a drenagem não foi suficiente para que houvesse recuperação em ambas as espécies. As mudas de Pau-Ferro sofreram maior redução nesta variável por efeito do estresse (68,74%).

A produção de matéria seca da parte aérea foi reduzida com o estresse anóxico, em Pereiro e em Mororó. Porém as mudas da primeira espécie apresentaram recuperação após a drenagem do solo, levando a valores intermediários neste tratamento, o qual não diferiu nem do controle nem do alagamento. Nas mudas de Mororó, observou-se total recuperação com a drenagem do solo, com médias iguais às do controle e superiores às do alagamento. Este tratamento reduziu a produção de massa seca da parte aérea em 62,1% nas mudas de Pereiro e 19,78% nas de Mororó (Figura 11).

A redução na produção de massa seca, sob condições de deficiência ou ausência de oxigênio, pode ser atribuída, entre outros fatores, à redução na taxa respiratória, como consequência, ocorre diminuição na produção de compostos energéticos como trifosfato de adenosina (ATP) e de moléculas redutoras, tais como dinucleotídeo de adenina-nicotinamida (NADH) e dinucleotídeo de flavina-adenina (FADH₂), além disso há redução na síntese de compostos intermediários utilizados para produzir novas substâncias indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento vegetal, conforme discutido por Drew (2000) e por Sousa e Sodek (2002).

Para Pezeshki (2001) e Alaoui-Sossé et al., (2005) a abertura estomática, fixação de carbono e absorção de nutrientes são outras variáveis negativamente afetadas pela anoxia das raízes. Com isso, as plantas submetidas ao alagamento diminuem a produção de biomassa.

Da mesma forma que observado no presente trabalho, Povh et al. (2005) estudando *Chorisia speciosa* e Pisicchio et al. (2010), *Heliocarpus popayanensis*, submetidas ao alagamento, observaram que as plantas apresentaram menor desenvolvimento da parte aérea.

A produção de matéria seca de raiz foi menor nas plantas de Pau-Ferro, em relação à Craibeira, nos tratamentos controle e recuperação, havendo diferença estatística entre as

mesmas. O estresse anóxico causou redução significativa nesta variável e não se observou efeito da drenagem na sua recuperação. (Figura 11).

Em plantas de Pereiro não houve efeito significativo do alagamento sobre a produção de raízes. A alta variabilidade dos dados ($CV = 28,57$ – Anexo 11) pode ter afetado a não detecção de diferença estatística entre os tratamentos. O Mororó apresentou redução significativa nesta variável, quando submetido ao alagamento, sendo que a drenagem do solo não resultou em ganho significativo na alocação de biomassa para o órgão em questão (Figura 11).

Sendo o sistema radicular o órgão diretamente afetado pelo estresse anóxico, este apresenta redução no seu crescimento e também deterioração das raízes existentes (COSTA et al., 2006). A decomposição ocorre devido à presença de substâncias tóxicas eliminadas durante o estresse e ao aumento da população de microorganismo na rizosfera (KOZLOWSKI, 1997).

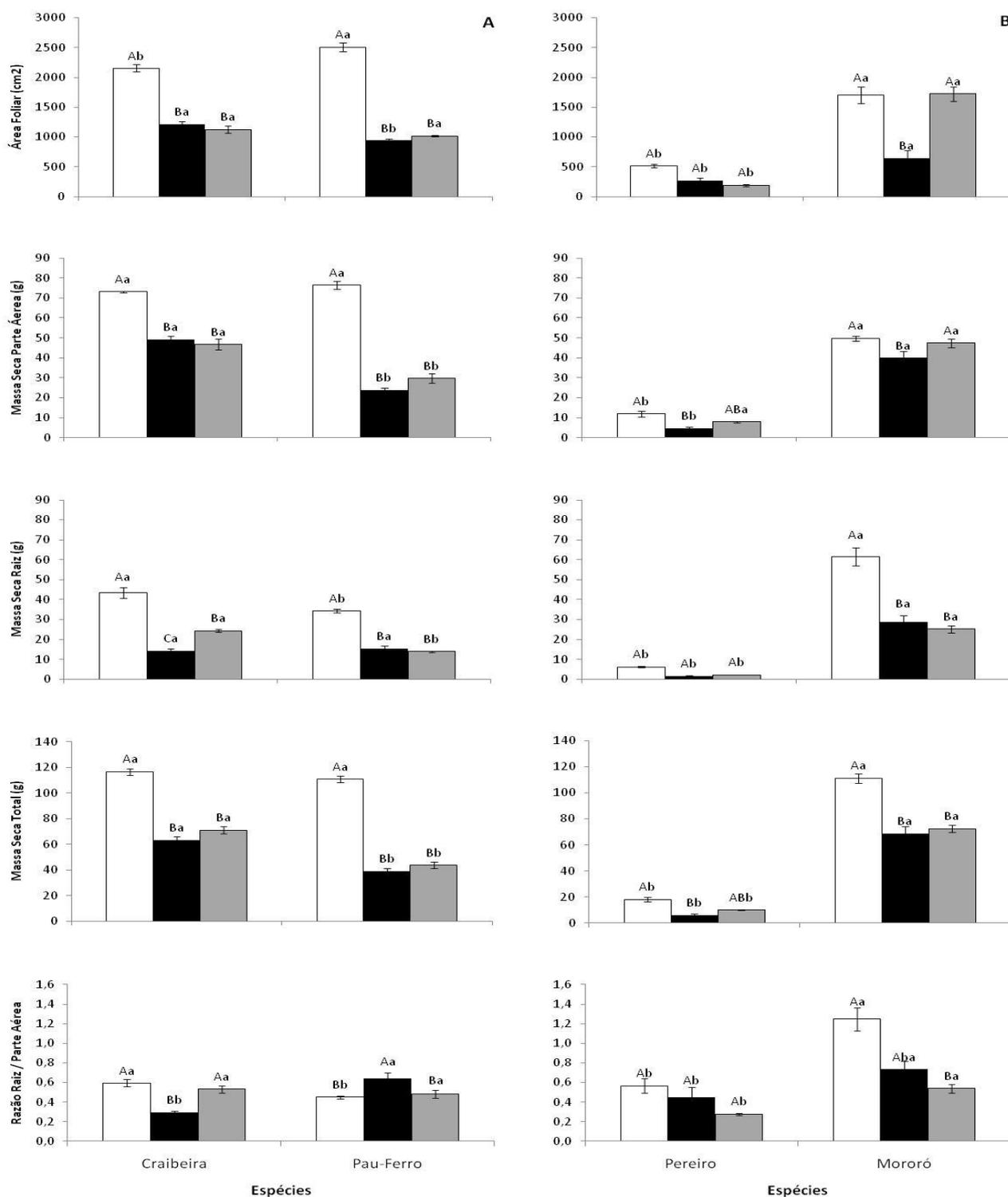
A redução de biomassa radicular também foi observada em *Calophyllum brasiliense* (Marques e Joly, 2000), *Piptadenia gonoacantha* (FERREIRA et al., 2001), *Schizolobium parahyba* (COSTA et al., 2006) e *Heliocarpus popayanensis* (PISICCHIO et al., 2010).

A produção de matéria seca total foi prejudicada com a imposição do estresse anóxico em todas as espécies estudadas, resultando em menores valores nas plantas alagadas. As reduções observadas foram da ordem de 65,93%, 64,68%, 45,58% e 38,09% em Pereiro, Pau-Ferro, Craibeira e Mororó, respectivamente (Figura 11). Apenas em Pereiro houve recuperação, com valores intermediários entre o controle e o alagamento.

A falta de oxigênio no solo causa redução na produção de biomassa, devido a este fato, Lobo e Joly (1995) consideram plantas tolerantes ao estresse anóxico aquelas que apresentam capacidade de manter ou aumentar a biomassa quando submetidas a este tipo de estresse. Considerando este enfoque, as espécies estudadas no presente trabalho não poderiam ser classificadas como tolerantes ao alagamento, visto que todas apresentaram redução na biomassa, seja da parte aérea, seja de raízes, quando submetidas a este estresse.

O efeito da anoxia sobre a relação raiz/parte aérea foi distinto entre Craibeira e Pau-Ferro (Figura 11). A Craibeira, houve redução nessa relação com o alagamento, havendo recuperação após a drenagem do solo. O inverso aconteceu com o Pau-Ferro, com aumento da proporção de raízes na condição de alagamento, em relação ao controle.

Figura 11. Área Foliar, Massa Seca Parte Aérea, Massa Seca Raiz, Massa Seca Total e Razão Raiz/Parte Aérea em mudas de Craibeira e Pau-Ferro (A), Pereiro e Mororó (B) sob três tratamentos, Controle □ - plantas irrigadas diariamente, Alagamento ■ – plantas alagadas por 48 (A) e 40 (B) dias, e Recuperação ◐ – plantas alagadas por 34 (A) e 28 (B) dias seguida de drenagem do solo. As barras representam o valor do erro padrão da média. Letras iguais sobre as colunas indicam que as médias não diferem entre si, sendo que as maiúsculas comparam tratamento dentro de mesma espécie e as minúsculas, espécies dentro de tratamento.

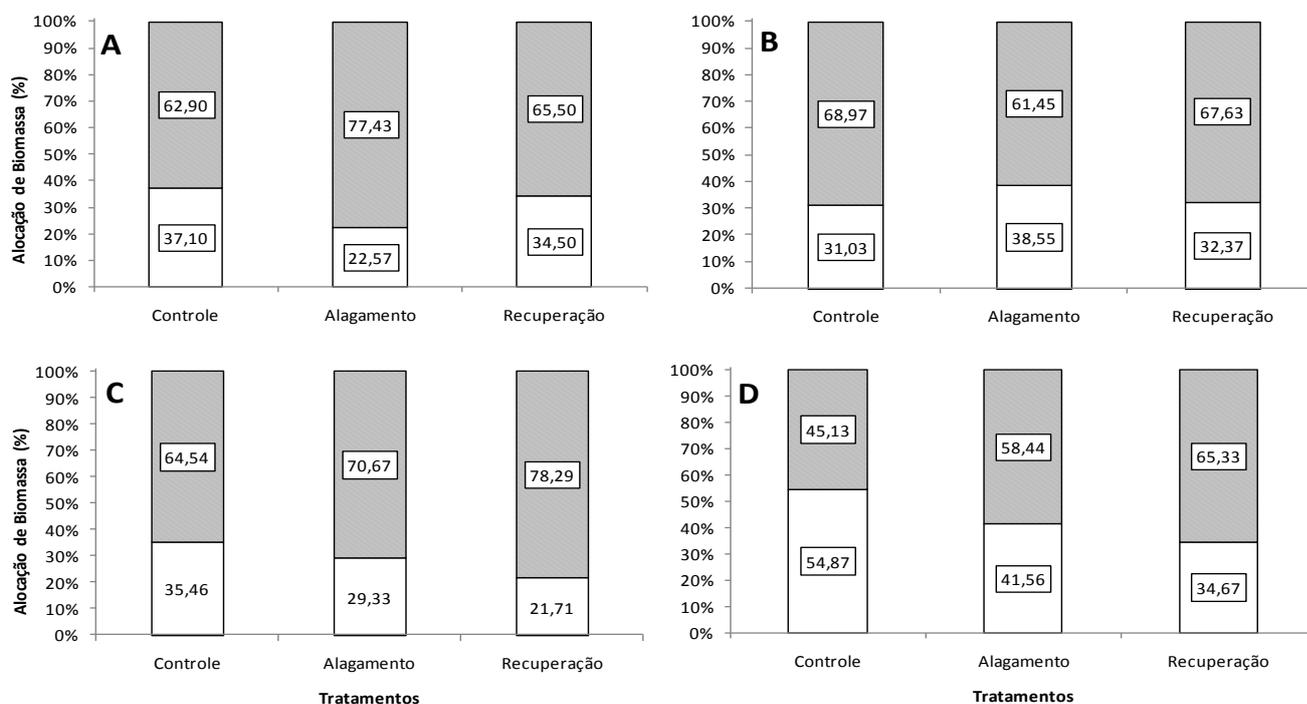


As plantas que sofreram drenagem do solo reduziram a razão entre raiz e parte aérea, atingindo o nível do controle. Estes resultados se confirmam quando se observa a alocação de biomassa entre raiz e parte aérea (Figura 11), em que o alagamento promoveu redução na proporção de raízes, em relação ao total de massa seca, de 37,10% para 22,57% em Craibeira e aumento de 31,03% para 38,55% em Pau-Ferro.

A relação raiz/parte aérea de mudas de Pereiro não apresentou diferença estatística entre os tratamentos. Em Mororó, observou-se relação acima de um (1,32) no tratamento controle, a qual foi reduzida por efeito do alagamento (Figura 11). Considerando-se a alocação de biomassa de raízes (Figura 11), pode-se observar valores decrescentes para ambas as espécies no tratamento alagamento e sob recuperação. Indicando que nestas espécies, a retomada do crescimento após a drenagem priorizou a parte aérea em detrimento das raízes.

As plantas de Craibeira diminuíram a alocação de matéria seca nas raízes, sob anoxia, resultando em diferença significativa entre os tratamentos. Quando houve a drenagem do solo as plantas apresentaram tendência de recuperação nesta variável, atingindo 56,14% da massa de raízes das plantas controle contra 33,07% naquelas submetidas ao alagamento (Figura 12).

Figura 12. Alocação de Biomassa, Parte Aérea \square e Raiz \square , em mudas de Craibeira (A), Pau-Ferro (B), Pereiro (C) e Mororó (C) sob três tratamentos, Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 e 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 e 28 dias seguida de drenagem do solo.



Fonte: Autora, 2011

O crescimento e desenvolvimento das diferentes partes da planta são afetados em ambiente alagado, causado por variações na respiração aeróbica, no nível nutricional e na fotossíntese (ALAOUI-SOSSÈ et al., 2005).

A abscisão foliar ocorrida, em mudas de Pau-Ferro, pode ter sido a principal causa da perda de massa seca da parte aérea, resultando em maior relação raiz/parte aérea na condição alagada. Nas demais espécies, o sistema radicular foi mais afetado do que a parte aérea. Dentre as espécies, a Craibeira (*Tabebuia aurea*) apresentou mecanismos de tolerância ao estresse anóxico e melhor recuperação, sendo a mais indicada para o reflorestamento de mata ciliar dentre as espécies estudadas.

5 CONCLUSÕES

Dentre as espécies estudadas, o Pau-Ferro apresentou maior dano ao fotossistema II pelo alagamento, seguida do Pereiro. Craibeira e Mororó apresentaram total recuperação dos danos após a drenagem do solo;

Houve recuperação na leitura Spad, por efeito do alagamento e ao longo do tempo, nas espécies estudadas sendo este menor em plantas de Mororó. A maior recuperação nesta variável, após a drenagem do solo, ocorreu em plantas de Pereiro;

Os teores de clorofila total e de carotenóides foram reduzidos pelo alagamento apenas em Mororó, entretanto houve recuperação com a drenagem do solo;

O alagamento provocou deficiência hídrica na parte aérea, indicado pela redução no potencial hídrico foliar, nas espécies estudadas, as quais retornaram ao nível do controle com a drenagem do solo, com exceção do Pereiro;

Houve aumento no teor de carboidratos solúveis por efeito do alagamento em todas as espécies estudadas e de prolina livre em Craibeira, Pau-Ferro e Mororó. Para N-*a*-amino solúveis a resposta ao alagamento variou entre as espécies. Sendo que houve aumento em Pau-Ferro, não variou em Craibeira e Mororó e reduziu em Pereiro;

O teor de proteínas solúveis reduziu em Craibeira e em Pereiro, não variou em Pau-Ferro e aumentou em Mororó, por efeito do alagamento;

As quatro espécies estudadas exibiram aumento na atividade da enzima álcool desidrogenase nas raízes jovens por efeito do alagamento. Sendo que apenas em Craibeira houve total recuperação com a drenagem do solo.

A condição de alagamento por um período de 48 e 40 dias afeta o crescimento e desenvolvimento das mudas das espécies estudadas. Após a drenagem do solo, Craibeira e Mororó foram as espécies que mais apresentaram recuperação no crescimento.

REFERÊNCIAS

- ALAOUI-SOSSÉ, B.; GÉRARD, B.; TOUSSAINT, M. e BADOT, P. Influence of flooding on growth, nitrogen availability in soil, and nitrate reduction of young oak seedlings (*Quercus robur* L.). **Annals of Forest Science**, v.62, n.6, p.593-600, 2005.
- ALVES, J. J. A, Geoecologia da Caatinga no Semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v.2, n.1, p.58, 2007.
- ANDRADE, R. M. T. **Da transposição das águas do rio são francisco à revitalização da bacia**: As Várias Visões De Um Rio. Fórum Permanente De Defesa Do São Francisco / International Rivers Network / Coalizão Rios Vivos, p.44, 2002.
- BAHIA. **Recomposição Florestal de Matas Ciliares**. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Semarh, 3.ed, p.46, 2007.
- BAILEY-SERRES, J.; CHANG, R. Sensing and signalling in response to oxygen deprivation in plants and other organisms. **Annals of Botany**, v.96, p.507–518, 2005.
- BAILEY-SERRES, J.; VOESENEK. L.A.C.J. Flooding stress: acclimations and genetic diversity. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.313-339, 2008.
- BAKER, N.R. Chlorophyll fluorescence: a probe of photosynthesis in vivo. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.89-113, 2008.
- BARBOSA, D.C.A.; NOGUEIRA, R.J.M.C.; MELO FILHO, P.A. Comparative studies of growth in three species of “caatinga” submitted to water stress. **Phyton**, v.69, p.45-50, 2000.
- BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) **Matas ciliares**: conservação e recuperação, 2.ed, p.320, 2001.
- BARRETO, A. G. T.; COSTA, R. C. L. da; LUZ, L. M. da, MOURA; H. C. da P.; CRUZ, F. J. R.; ROCHA, C. R. M. da; MARTIN, L. de L.; PEREIRA, B. W. de; FLORES, B. C.; MONTEIRO, B. da S. Acúmulo de osmólitos em plantas de sorgo submetidas ao excesso hídrico. In: XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2009, Fortaleza, CE. **Anais...** v.1, p.410. 2009.
- BARROSO, G.M., MORIM, M. P., PEIXOTO, A. L., ICHASO, C. L. F. **Frutos e sementes**: morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas. p.360. 1999.
- BATES, L.S. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Short communication. **Plant and Soil**, v.39, p. 205-207, 1973.
- BATISTA, P. **Análise da germinação das sementes de *bauhinia forficata* link. em ambiente laboratorial e ambiente de viveiro, com o uso de diferentes substratos**. Monografia . Faculdade Dinâmica das Cataratas, p.44, 2008.
- BONFIM-SILVA, E. M.; SILVA, T. J. A. DA A; CABRAL, C. E. A.; KROTH, B. E.; REZENDE D. Desenvolvimento Inicial De Gramíneas Submetidas Ao Estresse Hídrico. **Revista Caatinga**, v.24, n.2, p.180-186, 2011.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.) **Sementes florestais tropicais**, p.83-136, 1993.

BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Annals of Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.

BRANCO-PRICE, C.; KAWAGUCHI, R.; FERREIRA, R.; BAILEY-SERRES, J. Genome-wide analysis of transcript abundance and translation in *Arabidopsis* seedlings subjected to oxygen deprivation. **Annals of Botany**, v.96, p.647-660, 2005.

CAMPOS, M. K. F. DE. **Relações hídricas, trocas gasosas e atividade de enzimas antioxidantes em plantas transgênicas de citrumelo 'swingle' com alto acúmulo de prolina submetidas ao déficit hídrico**. Dissertação. Mestrado em Agronomia. Universidade Federal do Paraná. p.114, 2009.

CAMPOSTRINI, E. **Fluorescência da clorofila a, considerações teóricas e aplicações práticas**. Disponível em http://www.unef.br/uenf/downloads/CENTRO_CCTA_1629_1112121492.pdf. Acesso em 25 de ago. 2011.

CAPOBIANCO, J. P. R. Artigo Sobre os Biomas Brasileiros. In: CAMARGO, A.; CAPOBIANCO, J. P. R.; OLIVEIRA, J. A. P. (Orgs.) **Meio Ambiente Brasil: avanços e obstáculos. pós-Rio-92**. Estação Liberdade/Instituto Socioambiental/Fundação Getúlio Vargas. 2002.

CARVALHO, P. E. R.; **Especies Arboreas Brasileiras**. Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p.1039, 2003.

CASTELETTI, C. H M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Quanto Ainda Resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.) **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Ministério do Meio Ambiente/Universidade Federal de Pernambuco, Brasília, p.382, 2003.

CBHRF. A Bacia Hidrográfica do São Francisco. Disponível em <http://www.saofrancisco.cbh.gov.br/baciasf.aspx>. Acesso em 18 de jul. 2011.

CHEN, H.; QUALLS, R.G.; MILLER, G.C. Adaptive responses of *Lepidium latifolium* to soil flooding: biomass allocation, adventitious rooting, aerenchyma formation and ethylene production. **Environmental and Experimental Botany**, v.48, p.119-128, 2002.

COCKING, E. C.; YEMM, E. W. Estimation of amino acids by ninhydrin. **Biochemical Journal**, v.58, p.12-13, 1954.

COSTA, A. M.; GOBBI, E. L.; DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; O efeito da inundação do solo sobre o crescimento inicial de *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake, guapuruvu. **Natureza on line**, v. 4, n.1, p.7-13, 2006.

- COUTINHO, L. M.; O conceito de bioma. **Acta Botanica Brasilica**, v.20, n.1, p.13-23, 2006.
- CRAWFORD, R.M.M.; BRÄNDLE, R. Oxygen deprivation stress in a changing environment. **Journal of Experimental Botany**, v.47, p.145-159, 1996.
- DAMASCENO, A. C. F. **Manual de Restauração de Matas Ciliares**. Noções Gerais. v.1, p.70, 2011.
- DAVANSO-FABRO, V. M.; MEDRI, M. E.; PIMENTA, J. A. Tolerância à inundação: aspectos da anatomia ecológica e do desenvolvimento de *Sesbania virgata* (CAV.) Pers. (Fabaceae). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.41, n.4, p.475-482, 1998.
- DAVANSO-FABRO, V. M.; SOUZA, L. A.; MEDRI, M. E.; PIMENTA, J. A.; BIANCHINI, E. Photosynthesis, growth and development of *Tabebuia avellanedae* Lor. Ex Griseb. (Bignoniaceae) in flooded soil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.45, n.3, p.375-384, 2002.
- CAVARARO, R.; **Vocabulário Básico de Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Instituto brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2ª ed, p.322, 2004.
- DENNIS, E.S., DOLFERUS, R., ELLIS, M., RAHMAN, M., Wu, Y., HOEREN, F.U. Grover, A., Ismond, K.P., Good, A.G. e Peacock, W.J. Molecular strategies for improving waterlogging tolerance in plants. **Journal of Experimental Botany**, v.51, n.342, p.89-97, 2000.
- DIAS-FILHO, M.B. Respostas morfofisiológicas de *Brachiaria* spp. ao alagamento do solo e a síndrome da morte do capimmarandu. In: BARBOSA, R.A. (Ed). **Morte de pastos de braquiárias**. EMBRAPA Gado de Corte. p.83-101, 2006.
- DREW, M.C. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v.48, p.223-250, 1997.
- DREW, M.C. Oxygen deficiency and root metabolism injury and acclimation under hypoxia and anoxia. **Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology**, Dordrecht, v.48, p.223-250, 1999.
- DREW, M.C.; HERNEM, C.; MORGAN, P.W. Programmed cell death and aerenchyma formation in roots. **Plants Science**, v.5, n.1, p123-127, 2000.
- DRUMOND, M.A. et al. **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga**. p.23, 2000.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, p.350-356, 1956.
- DURIGAN, G.; SILVEIRA, E, R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis – SP. **Scientia forestalis**, v.56, p.135 – 144, 1999.
- FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. 3ª Ed. Maceió: EDUFAL, p.422, 2000.

FERREIRA, J. N.; RIBEIRO, J. F.; DA FONSECA, C. E. Crescimento inicial de *Piptadenia gonoacantha* (Leguminosae, Mimosoideae) sob inunda o em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, p.561-566, 2001.

GERZSON, B. P.; AMARANTE, L. DO; COLARES, D. DOS S. Adapta es metodológicas para quantifica o da atividade da enzima álcool desidrogenase em raízes e nódulos de soja. In **VII CIC - Congresso de Inicia o Científica, X ENPOS - Encontro de Pós-Gradua o**. Universidade Federal de Pelotas, 2008

GIULIETTI, A.M.; HARLEY, R.M.; QUEIROZ, L.P.; BARBOSA, M.R.V., BOCAGE NETA, A.L.; FIGUEIREDO, M.A. Espécies endêmicas da Caatinga. in SAMPAIO, E.; GIULIETTI, A.M.; VIRGÍNIO, J.; GAMARRA-ROJAS (orgs), **Vegeta o e Flora da Caatinga**, p.103-119, 2002.

GREGÓRIO, T. A.; GOBBO, L. G; CARDOSO, J. F.; DEMUNER, V. G.; HEBLING, S. A.; Efeito do alagamento sobre o crescimento inicial de *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo (Ip -rosa) **Natureza on line**, v.6, n.2, p.91-98, 2008.

HENRIQUE, P. de C.; ALVES, J. D.; GOULART, P. de F. P.; DEUNER, S.; SILVEIRA, N. M.; ZANANDREA, I.; CASTRO, E. M. de; Características fisiológicas e anat micas de plantas de sibipiruna submetidas   hipoxia. **Ciência Rural**, v.40, n.1, 2010.

HUANG, B.; JOHNSON, J.W.; NESMITH, S.; BRIDGES, D.C; Growth, physiological and anatomical responses of two wheat genotypes to waterlogging and nutrient suply. **Journal of Experimental Botany**, v.45, p.193-202, 1994.

IBGE; IBGE investiga o meio ambiente de 5.560 municípios brasileiros. Comunica o Social 2005. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=363eid_pagina=1. Acesso em 19 de jul. 2011.

JACKSON, M.B.; COLMER, T.D. Response and adaptation by plants to flooding stress. **Annals of Botany**, v.96, p.501-505, 2005.

KAWASE, M. Anatomical and morphological adaptation of plants to waterlogging. **HortScience**, v.16, p.8-12, 1981.

KENNEDY, R.A.; RUMPHO, M. E.; Fox, T. C.; Aerobic metabolism in plants. **Plant Physiology**, v.100, p.1-6, 1992.

KOGAWARA, S.; YAMANOSHITA, T.; NORISADA, M.; MASUMORI, M.; KOJIMA, K.; Photosynthesis and photoassimilate transport during root hypoxia in *Melaleuca cajuputi*, a flood-tolerant species, and in *Eucalyptus camaldulensis*, a moderately flood-tolerant species. **Tree Physiology**, v. 26, p.1413-1423, 2006.

KOZLOWSKI, T.T.; Responses of woody plants to fooding and salinity. **Tree Physiology Monograph**, n.1, p.1-29, 1997.

KOZLOWSKI, T.T.; KRAMER, P.L.; PALLARDY, S.G. The physiological ecology of wood plants. **Academic Press**, p.656, 1991.

KOZLOWSKI, T.T.; Pallardy, S.G.; Acclimation and adaptive responses of woody plants to environmental stresses. **The Botanical Review**, v.68, n.2, p.270-334, 2002.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. p.531, 2004.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER Jr.; T. **Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do nordeste do Brasil**. Megadiversidade. v.1, p.139-146, 2005.

LENHARD, N. R.; SCALON, S. de P. Q.; NOVELINO, J. O. Crescimento inicial de mudas de pau ferro (*caesalpinia ferrea* mart. ex tul. var. *leiostachya* benth.) sob diferentes regimes hídricos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.4, p.870-877, 2010.

LIAO, C.; LIN, C. Physiological Adaptation of Crop Plants to Flooding Stress. **Proceedings of the National Science Council**, v.25, n.3, p.148-157, 2001.

LICHTENTHALER, H.K.; WELLBURN, A.R. Determinations of total carotenoids and chlorophylls *a* and *b* of leaf extracts in different solvents. **Biochemical Society Transactions**, v.11, p.591 – 592, 1983.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Mecanismos de tolerância à inundação de plantas de *Talauma ovata* St. Hill (Magnoliaceae), uma espécie típica de matas de brejo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.18, n.2, p.177-183, 1995.

LOBO, P.C.; JOLY, C.A. Aspectos ecofisiológicos da vegetação de mata ciliar do sudeste do Brasil. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. (eds.). **Matas ciliares: conservação e recuperação**. 2a ed, p.143-157, 2001.

LORENZI, H. **Árvore brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. p.352, 1992.

LORENZI, H. **Arvore brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2º ed, p.384, v.2, 2002.

MAFRA, R. C. Formação de fitomassa no domínio das caatingas: bases teóricas para a implantação de agroecossistemas vegetal e/ou animal. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**. v.2, p.73-89. 2005.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. p.413, 2004.

MANTOVANI, W. Conceituação e fatores condicionantes. In: **Simpósio sobre Mata Ciliar**. Anais... p.11-19, 1989.

MARQUES, M.C.M.; JOLY C.A. Germinação e crescimento de *Calophyllum brasiliense* (Clusiaceae), uma espécie típica de florestas inundadas. **Acta Botânica Brasileira**, v.14, p.113-120, 2000.

MARTINS, S.V. **Recuperação de Matas Ciliares**. p.143, 2001.

MARTINS, S.V. **Recuperação de matas ciliares**. 1ª ed, v.1, p.255. 2004.

MATOS, E. **Árvores para a cidade**. Ministerio Publico do Estado da Bahia: Solisluna. p.340, 2009.

MAURENZA, D.; MARENCO, R. A.; PIEDADE, M. T. F. Efeito da inundação de longa duração sob o crescimento de *Pouteria glomerata* (Sapotaceae), uma arbórea da várzea da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, v.39, n.3, p.519–526, 2009.

MAXWELL, K.; JOHNSON, G.N. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. **Journal of Experimental Botany**, v.51, p.659–668, 2000.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; DELGADO, M. F.; CORREA, G. T. Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de *Peltophorum dubium* (Spr.) Taub. submetida ao alagamento e aplicação de ethrel. **Revista Brasileira de Botânica**, v.21, n.3, p. 261-267, 1998.

MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S.; MÜLLER, C. A Bacia do Rio Tibagi. In: MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. A. (Ed.). **Estudos sobre a tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do Rio Tibagi**. cap.10, p.133-172, 2002.

MIELKE, M. S.; SCHAFFER, B. Leaf gas exchange, chlorophyll fluorescence and pigment indexes of *Eugenia uniflora* L. in response to changes in light intensity and soil flooding. **Tree Physiology**, v.30, p.45-55, 2010.

MIELKE, M. S.; SCHAFFER, B. Leaf gas exchange, chlorophyll fluorescence and pigment indexes of *Eugenia uniflora* L. in response to changes in light intensity and soil flooding. **Tree Physiology**, v.30, p.45–55, 2009.

MIELKE, M.S.; ALMEIDA, A.A.F. DE; GOMES, F.P. AGUILAR, M.A.G; Mangabeira; P.A.O.; Leaf gas exchange, chlorophyll fluorescence and growth responses of *Genipa americana* seedlings to soil flooding. **Environmental and Experimental Botany**, v.50, p.221–231, 2003.

MIELKE, M.S.; ALMEIDA, A-A.F.; GOMES, F.P.; SILVA, D.C.; MANGABEIRA, P.A.O. Effects of soil flooding on leaf gas exchange and growth of two neotropical pioneer tree species. **New Forest**, v.29, p.161-168, 2005a.

MIELKE, M.S.; MATOS, E.M.; COUTO, V.B.; ALMEIDA, A-A.F.; GOMES, F.P.; MANGABEIRA, P.A.O. Some photosynthetic and growth responses of *Annona glabra* L. seedlings to soil flooding. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n.4, p.905-911, 2005b.

MIN, Ministério da Integração Nacional; Um rio que une climas e regiões diferentes. Disponível em <http://www.integracao.gov.br/saofrancisco/rio/index.asp>. Acesso em 20 de jul. 2011.

MIRANDA, E.E.; SILVA, G.C. Ecologia da vegetação de matas ciliares nas depressões inundáveis do semi-árido brasileiro. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, **Anais...** p.192-212, 1989.

MITTLER, R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science**, v.9, p.405-410, 2002.

MORAES, M. G.; ALVES, J. D.; OLIVEIRA, L. E. M.; VITORINO, P. F. P. G.; MAGALHÃES, M. M. Caracterização do crescimento e da atividade das desidrogenases alcoólica e láctica em seis espécies herbáceas sob condições de hipoxia. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.1, p.86-95, 2001.

NASCIMENTO, I. R. Ações antrópicas nas regiões semi-áridas tropicais. **Ensaio e Ciência**, v.2, n.2, p.176-185, 1998.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B.; SILVA, E. C. Aspectos ecofisiológicos da tolerância à seca em plantas da caatinga. In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**, p.22-31, 2005.

OLIVEIRA, V. C.; JOLY, C. A.; Efeito do alagamento do solo no crescimento e na morfologia de 4 espécies nativas tropicais da floresta atlântica brasileira. III Congresso Latino Americano de Ecologia. **Anais...** v.3, p. 1-4, 2009.

PEZESHKI, S. R. Plant response to flooding. In: WILKINSON, R.E. (ED.). **Plant-Environment interactions**, p.289-321, 1994.

PEZESHKI, S. R., PARDUE, J. H.; DeLAUNE, R. D. Leaf gas exchange and growth of flood-tolerant and flood-sensitive tree species under low soil redox conditions. **Tree Physiology**, v.16, p.453-458, 1996.

PEZESHKI, S. R. Wetland plant response to soil flooding. **Environmental and Experimental Botany**, v.46, p.299-312, 2001.

PIMENTA, J. A.; MEDRI, M. E.; BIANCHINI, E.; MÜLLER, C. Aspectos da morfo-anatomia e fisiologia de *Jacaranda puberula* Cham. (Bignoniaceae) em condições de hipoxia. **Revista Brasileira de Botânica**, v.19, n.2, p.215-220, 1996.

PIMENTA, J.A., BIANCHINI, E.; MEDRI, M. E. Adaptations to flooding by tropical trees: morphological and anatomical modifications. In Scarano, F. R. e A. C. Franco (eds.). Ecophysiological strategies of xerophytic and amphibious plants in the neotropics. **Series Oecologia Brasiliensis**, v.4, p.157-176, 1998.

PIMENTEL, C. Respostas fisiológicas à falta d'água: limitação difusiva ou metabólica? In: NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M. T. (Eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**, p.13-21, 2005.

PISICCHIO, C. M.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; SERT, M. A., DAVANSO-FABRO, V. M.; MEDRI, M. E.; *Heliocarpus popayanensis* Kunth (Malvaceae) tolera a hipoxia do substrato? **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.32, n.2, p.201-209, 2010.

POVH, J. A., RUBIN FILHO, C. J., MOURÃO, K. S. M. e PINTO, D. D. Respostas morfológicas e anatômicas de plantas jovens de *Chorisia speciosa* A. St.-Hil. (Bombacaceae) sob condições de alagamento. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.27, n.3, p.195-202, 2005.

REGGIANI, R.; CANTÚ, C. A.; BRAMBILLA, I.; BERTANI, A. Accumulation and interconversion of amino acids in rice roots under anoxia. **Plant Cell Physiology**, v.29, p. 982-987, 1988.

- REGGIANI, R.; NEBULONI, M.; MATTANA, M.; BRAMBILLA, I.; Anaerobic Accumulation of amino acids in rice roots: role of the glutamine synthetase/glutamate synthase cycle. **Amino Acids**, v.18, p.207-219, 2000.
- REID, D. M.; BRADFORD, K. J.; Effects of flooding on hormone relations. In: Kozlowski TT (ed.) **Flooding and Plant Growth**, p.195-219, 1984.
- REZENDE, A. V.; Importância das matas de galeria: manutenção e recuperação. In: RIBEIRO, J. F. (Org). **Cerrado: matas de galeria**. p.3-6, 1998.
- RIBEIRO, R. V.; SOUZA, G. M.; MANZATTO, A. G.; MACHADO, E. C.; OLIVEIRA, R. F. Chlorophyll fluorescence of tropical tree species in a semi-deciduous forest gap. **Revista Árvore**, v.28, n.1, p.21-27, 2004.
- RICARD, B.; COUÉE, I.; RAYMOND, P.; SAGLIO, P. H.; SAINT-GES, V.; PRADET, A. Plant metabolism under hypoxia and anoxia. **Plant Physiology Biochemistry**, v.32, p.1-10, 1994.
- RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. p.320, 2004.
- RONCHI, C. P.; DAMATTA, F. M.; BATISTA, K. D.; MORAES, G. A. B. K.; LOUREIRO, M. E.; DUCATTI, C. Growth and photosynthetic down-regulation in *Coffea arabica* in response to restricted root volume. **Functional Plant Biology**, v.33, p.1013–1023, 2006.
- ROWE, R. N.; BEARDSSELL, D. V. Waterlogging of fruit trees. **Horticultural Abstracts**, v.43, p.534–544, 1973.
- SANTIAGO, E.F.; PAOLI, A.A.S.; Respostas morfológicas em *Guibourtia hymenifolia* (Morici.) J. Leonard (Fabaceae) e *Genipa americana* L. (Rubiaceae), submetidas ao estresse por deficiência nutricional e alagamento do substrato. **Revista Brasileira de Botânica**, v.30, n.1, p.131-140, 2007.
- SANTOS, P. B. DOS; **Contribuição ao estudo químico, bromatológico e atividade biológica de Angico *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan Var. *cebil* (Gris.) Alts. e Pereiro *Aspidosperma pyriforme* Mart.** Dissertação. Mestrado em Zootecnia. Universidade Federal de Campina Grande. p.46, 2010.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Orgs.); **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. p.382, 2004a.
- SILVA, R. A.; SANTOS, A. M. M.; TABARELI, M. Riqueza e diversidade de plantas lenhosas em cinco unidades de paisagens da caatinga. In: Leal, I; Tabarelli, M; Silva J.M.C. (eds). **Ecologia e Conservação da caatinga**. p.335-365, 2003.
- SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; BRITO, J. Z.; CABRAL, E. L. Aspectos ecofisiológicos em dez espécies em uma área de caatinga no município de Cabaceiras. **Série Botânica**, v.59, n.2, p.201-205, 2004b.
- SOUSA C. A. F.; SODEK L. The metabolic response of plants to oxygen deficiency. **Braz. Journal Plant. Physiology**, v.14, n.2, p.83-94, 2002.

SOUSA, C. A. F. **Metabolismo de nitrogênio em plantas de soja [*Glycyne max* (L.) Merr. Cv IAC-17] submetidas] à deficiência de O₂ no sistema radicular**. Tese. Doutorado em Biologia Vegetal. Universidade Estadual de Campinas. p.122, 2001.

SOUSA, J. G. **Desenvolvimento inicial de leguminosas arbóreas nativas em várzea sob diferentes condições de drenagem na regeneração de matas ciliares**. Dissertação. Mestrado em Agronomia. Instituto Agronômico. p.80, 2008.

SOUZA, J. G. DE; BELTRÃO, N. E. DE M.; SANTOS, J. W. DOS. Influência da saturação hídrica do solo na fisiologia do algodão em casa de vegetação. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, v.1, n.1, p.63-71, 1997.

SOUZA, J. G.; BELTRÃO, N. E. M.; SANTOS, J. W. Fisiologia e produtividade do algodoeiro em solo encharcado na fase de plântula. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.36, n.3, p.425-430. 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ªed, p.843. 2009.

THOMAS, A. L.; SODEK, L. Amino acid and ureide transport in the xylem of symbiotic soybean plants during short-term flooding of the root system in the presence of different sources of nitrogen. **Journal Plant Physiology**, v.18, n.2, p.333-339, 2006.

TROVÃO, D. M. de B. M.; FERNADES, P. D. F.; ANDRADE, L. A. de A.; NETO, J. D.; OLIVEIRA, A. B.; QUEIROZ, J. A. Avaliação do potencial hídrico de espécies da Caatinga sob diferentes níveis de umidade no solo. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.4, n.2, p.7, 2004.

VAN DONGEN, J. T.; SCHURR, U.; PFISTER, M.; GEIGENBERGER, P. Phloem metabolism and function have to cope with low internal oxygen. **Plant Physiology**, v.131, p.1529–1543, 2003.

VANLERBERGHR, G. C.; FEIL, R.; TURPIN, D. H. Anaerobic metabolism in the N-limited green alga *Selenastrum minutum*. I. Regulation of carbon metabolism and succinate as a fermentation product. **Plant Physiology**, v.94, p.1116-1123, 1990.

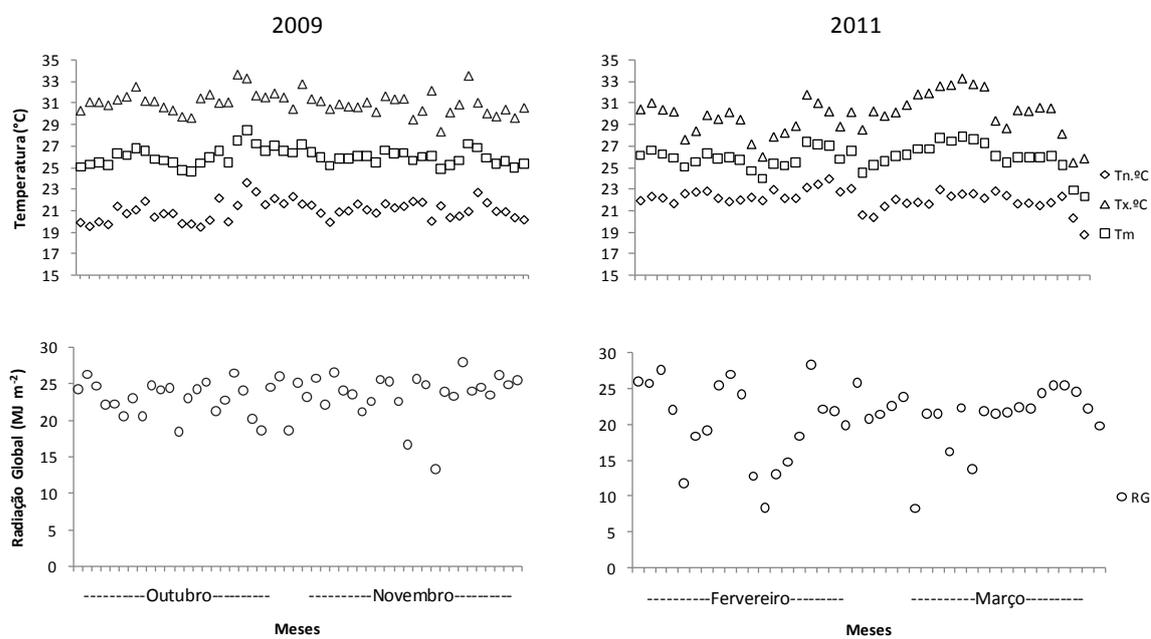
VARTAPETIAN, B. B.; JACKSON, M. B. Plant adaptations to anaerobic stress. **Annals of Botany**, v.79, p.3-20, 1997.

VILELLA, T.; ANDRADE, B. S. B.; MELLO, U.; NORD, N.; SILVA, F. Á. C.; REIS, S. L. A. PLANTAS MEDICINAIS E TÓXICAS. III Simposio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do pantanal. Os Desafios do Novo Milênio. De 27 a 30 de novembro de 2000- Corumbá-MS. Disponível em <http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/Bioticos/VILELLA-070.pdf>. Acesso em 24 de jul. 2011.

YAMANOSHITA, T.; MASUMORI, M.; YAGI, H.; KOJIMA, K. Effects of flooding on downstream processes of glycolysis and fermentation in roots of *Melaleuca cajuputi* seedlings. **The Japanese Forest Society and Springer**, v.10, p.199–204, 2005.

ANEXOS

Anexo 1. Dados Climáticos, Temperatura (°C) e Radiação Global (MJ m⁻²), dos períodos experimentais.



Fonte: Autora, 2011

Anexo 2. Médias e Erro Padrão da Média de Eficiência Quântica do Fotossistema II (Fv/Fm Manhã, Fv/Fm Meio-Dia, Yield e Leitura Spad) em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Variáveis	Tratamentos	Dias Após Tratamento													
			0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	
Craibeira	Fv/Fm	Controle	0,793 ± 0,005	0,808 ± 0,006	0,821 ± 0,003	0,811 ± 0,004	0,820 ± 0,005	0,823 ± 0,006	0,790 ± 0,003	0,804 ± 0,002	0,801 ± 0,004	0,814 ± 0,004	0,813 ± 0,002	0,818 ± 0,004	0,800 ± 0,005	
		Alagamento	0,809 ± 0,005	0,809 ± 0,004	0,818 ± 0,002	0,802 ± 0,003	0,807 ± 0,001	0,807 ± 0,001	0,808 ± 0,001	0,798 ± 0,002	0,796 ± 0,004	0,790 ± 0,015	0,791 ± 0,004	0,790 ± 0,008	0,760 ± 0,006	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,798 ± 0,002	0,797 ± 0,004	0,796 ± 0,005	0,787 ± 0,002	
	Média	0,804 ± 0,004	0,809 ± 0,003	0,819 ± 0,002	0,805 ± 0,003	0,812 ± 0,002	0,813 ± 0,003	0,802 ± 0,002	0,800 ± 0,002	0,798 ± 0,003	0,801 ± 0,005	0,800 ± 0,003	0,802 ± 0,004	0,783 ± 0,005		
	Fv/Fm Meio-Dia	Controle	0,762 ± 0,005	0,770 ± 0,006	0,767 ± 0,008	0,768 ± 0,004	0,764 ± 0,003	0,769 ± 0,004	0,758 ± 0,006	0,749 ± 0,007	0,752 ± 0,002	0,754 ± 0,007	0,753 ± 0,009	0,755 ± 0,009	0,750 ± 0,007	
		Alagamento	0,756 ± 0,004	0,766 ± 0,002	0,734 ± 0,005	0,750 ± 0,002	0,747 ± 0,003	0,740 ± 0,002	0,730 ± 0,004	0,724 ± 0,007	0,724 ± 0,003	0,698 ± 0,021	0,698 ± 0,019	0,680 ± 0,022	0,668 ± 0,008	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,722 ± 0,004	0,717 ± 0,011	0,713 ± 0,004	0,715 ± 0,011	
	Média	0,758 ± 0,003	0,767 ± 0,002	0,745 ± 0,006	0,756 ± 0,003	0,753 ± 0,003	0,750 ± 0,004	0,740 ± 0,005	0,733 ± 0,006	0,733 ± 0,004	0,724 ± 0,009	0,723 ± 0,009	0,716 ± 0,011	0,711 ± 0,009		
	Yield	Controle	0,452 ± 0,011	0,452 ± 0,023	0,460 ± 0,010	0,476 ± 0,031	0,492 ± 0,025	0,401 ± 0,019	0,401 ± 0,037	0,413 ± 0,026	0,424 ± 0,042	0,425 ± 0,024	0,421 ± 0,019	0,433 ± 0,043	0,043	
		Alagamento	0,452 ± 0,010	0,424 ± 0,023	0,426 ± 0,031	0,424 ± 0,018	0,426 ± 0,027	0,423 ± 0,024	0,417 ± 0,035	0,418 ± 0,025	0,362 ± 0,022	0,330 ± 0,019	0,336 ± 0,046	0,336 ± 0,026	0,324 ± 0,022	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,364 ± 0,041	0,387 ± 0,027	0,480 ± 0,026	0,503 ± 0,013	
	Média	0,452 ± 0,008	0,433 ± 0,017	0,438 ± 0,021	0,441 ± 0,016	0,448 ± 0,021	0,416 ± 0,017	0,412 ± 0,028	0,391 ± 0,021	0,379 ± 0,018	0,373 ± 0,021	0,383 ± 0,020	0,412 ± 0,019	0,420 ± 0,024		
	Leitura Spad	Controle	48,72 ± 1,47	50,30 ± 0,44	49,30 ± 0,86	49,74 ± 1,38	49,58 ± 0,47	50,00 ± 1,16	49,01 ± 0,87	49,58 ± 0,69	49,35 ± 1,03	49,64 ± 0,76	49,00 ± 1,36	48,55 ± 1,18	47,58 ± 1,54	
		Alagamento	48,47 ± 0,64	48,03 ± 0,58	47,29 ± 0,48	46,34 ± 0,56	45,14 ± 0,95	42,66 ± 0,98	42,05 ± 0,67	42,30 ± 0,61	41,96 ± 0,78	37,18 ± 0,82	36,78 ± 1,58	35,28 ± 1,67	33,85 ± 1,50	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39,90 ± 0,25	41,48 ± 1,20	41,83 ± 0,45	41,55 ± 0,18	
Média	48,56 ± 0,62	48,78 ± 0,48	47,96 ± 0,47	47,47 ± 0,69	46,62 ± 0,82	45,11 ± 1,12	44,38 ± 0,95	44,73 ± 0,95	44,61 ± 1,10	42,24 ± 1,35	42,42 ± 1,43	41,88 ± 1,47	40,99 ± 1,52			
Pau-Ferro	Fv/Fm	Controle	0,792 ± 0,003	0,804 ± 0,003	0,803 ± 0,004	0,790 ± 0,002	0,807 ± 0,002	0,808 ± 0,002	0,802 ± 0,002	0,802 ± 0,003	0,809 ± 0,004	0,807 ± 0,003	0,790 ± 0,004	0,789 ± 0,002	0,780 ± 0,003	
		Alagamento	0,792 ± 0,003	0,803 ± 0,003	0,784 ± 0,005	0,783 ± 0,004	0,789 ± 0,004	0,790 ± 0,005	0,786 ± 0,005	0,774 ± 0,004	0,772 ± 0,006	0,763 ± 0,004	0,675 ± 0,013	0,674 ± 0,006	0,675 ± 0,010	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,769 ± 0,012	0,707 ± 0,005	0,701 ± 0,017	0,720 ± 0,017	
	Média	0,792 ± 0,002	0,803 ± 0,002	0,790 ± 0,004	0,786 ± 0,003	0,795 ± 0,004	0,796 ± 0,004	0,791 ± 0,004	0,783 ± 0,004	0,784 ± 0,006	0,780 ± 0,006	0,724 ± 0,013	0,721 ± 0,013	0,725 ± 0,012		
	Fv/Fm Meio-Dia	Controle	0,760 ± 0,004	0,768 ± 0,003	0,767 ± 0,003	0,770 ± 0,003	0,763 ± 0,008	0,766 ± 0,008	0,768 ± 0,007	0,763 ± 0,004	0,763 ± 0,004	0,765 ± 0,015	0,765 ± 0,004	0,750 ± 0,007	0,743 ± 0,005	
		Alagamento	0,767 ± 0,003	0,764 ± 0,004	0,766 ± 0,005	0,759 ± 0,004	0,759 ± 0,003	0,753 ± 0,004	0,751 ± 0,003	0,732 ± 0,004	0,725 ± 0,004	0,713 ± 0,013	0,668 ± 0,016	0,601 ± 0,011	0,595 ± 0,008	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,717 ± 0,009	0,688 ± 0,019	0,684 ± 0,004	0,700 ± 0,006	
	Média	0,765 ± 0,002	0,765 ± 0,003	0,766 ± 0,003	0,763 ± 0,003	0,760 ± 0,003	0,757 ± 0,004	0,757 ± 0,003	0,742 ± 0,004	0,738 ± 0,005	0,732 ± 0,009	0,707 ± 0,013	0,678 ± 0,015	0,680 ± 0,015		
	Yield	Controle	0,613 ± 0,010	0,611 ± 0,013	0,603 ± 0,018	0,651 ± 0,011	0,656 ± 0,006	0,659 ± 0,006	0,645 ± 0,004	0,613 ± 0,000	0,618 ± 0,015	0,612 ± 0,012	0,623 ± 0,016	0,608 ± 0,009	0,608 ± 0,009	
		Alagamento	0,610 ± 0,006	0,612 ± 0,014	0,608 ± 0,011	0,590 ± 0,015	0,575 ± 0,034	0,548 ± 0,032	0,464 ± 0,023	0,441 ± 0,016	0,418 ± 0,034	0,228 ± 0,017	0,209 ± 0,016	0,201 ± 0,053	0,173 ± 0,014	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,280 ± 0,049	0,270 ± 0,030	0,351 ± 0,033	0,470 ± 0,025	
	Média	0,611 ± 0,005	0,611 ± 0,010	0,606 ± 0,009	0,610 ± 0,012	0,602 ± 0,024	0,585 ± 0,025	0,524 ± 0,026	0,498 ± 0,022	0,485 ± 0,032	0,373 ± 0,045	0,367 ± 0,046	0,387 ± 0,045	0,417 ± 0,045		
	Leitura Spad	Controle	50,18 ± 1,32	54,47 ± 1,69	53,02 ± 1,24	52,01 ± 1,20	53,12 ± 1,49	53,68 ± 1,23	54,48 ± 1,15	54,58 ± 1,00	53,14 ± 0,81	55,23 ± 0,97	55,35 ± 0,82	52,39 ± 0,87	53,43 ± 0,72	
		Alagamento	50,24 ± 1,38	48,66 ± 1,09	48,98 ± 1,01	47,65 ± 1,13	45,80 ± 1,95	42,27 ± 1,49	42,73 ± 1,12	41,40 ± 1,80	42,86 ± 0,86	40,03 ± 3,31	38,14 ± 0,85	32,68 ± 3,41	33,63 ± 1,77	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,78 ± 2,54	44,18 ± 1,99	43,19 ± 1,24	45,13 ± 1,65	
Média	50,22 ± 1,00	50,60 ± 1,11	50,33 ± 0,90	49,11 ± 0,97	48,24 ± 1,60	46,07 ± 1,67	46,64 ± 1,58	45,79 ± 1,94	46,42 ± 1,37	46,01 ± 2,09	45,89 ± 1,88	42,75 ± 2,28	44,06 ± 2,12			

Fonte: Autora, 2011

Anexo 3. Médias e Erro Padrão da Média de Eficiência Quântica do Fotossistema II (Fv/Fm Manhã, Fv/Fm Meio-Dia, Yield e Leitura Spad) em mudas de duas espécies florestais, Pereiro e Mororó, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Variáveis	Tratamentos	Dias Após Tratamento											
			0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	
Pereiro	Fv/Fm	Controle	0,789 ± 0,009	0,784 ± 0,005	0,770 ± 0,011	0,765 ± 0,009	0,777 ± 0,005	0,782 ± 0,007	0,787 ± 0,007	0,781 ± 0,007	0,776 ± 0,002	0,767 ± 0,011	0,775 ± 0,011	
		Alagamento	0,788 ± 0,004	0,782 ± 0,003	0,773 ± 0,004	0,770 ± 0,004	0,757 ± 0,008	0,752 ± 0,005	0,714 ± 0,012	0,709 ± 0,007	0,707 ± 0,006	0,697 ± 0,028	0,708 ± 0,006	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,703 ± 0,007	0,714 ± 0,012	0,728 ± 0,011
		Média	0,788 ± 0,004	0,783 ± 0,002	0,772 ± 0,005	0,768 ± 0,004	0,763 ± 0,006	0,762 ± 0,005	0,739 ± 0,012	0,733 ± 0,010	0,729 ± 0,009	0,726 ± 0,012	0,737 ± 0,008	
	Fv/Fm Meio-Dia	Controle	0,763 ± 0,013	0,760 ± 0,013	0,754 ± 0,011	0,768 ± 0,007	0,763 ± 0,010	0,767 ± 0,010	0,760 ± 0,005	0,757 ± 0,015	0,754 ± 0,015	0,758 ± 0,009	0,748 ± 0,013	
		Alagamento	0,767 ± 0,005	0,753 ± 0,006	0,724 ± 0,010	0,728 ± 0,008	0,713 ± 0,008	0,681 ± 0,016	0,667 ± 0,010	0,640 ± 0,015	0,480 ± 0,023	0,499 ± 0,045	0,495 ± 0,012	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	0,499 ± 0,008	0,507 ± 0,025	0,665 ± 0,008	
		Média	0,766 ± 0,005	0,755 ± 0,006	0,734 ± 0,008	0,741 ± 0,007	0,730 ± 0,008	0,710 ± 0,015	0,698 ± 0,013	0,679 ± 0,017	0,578 ± 0,032	0,588 ± 0,033	0,636 ± 0,026	
	Yield	Controle	0,655 ± 0,024	0,679 ± 0,008	0,688 ± 0,015	0,683 ± 0,012	0,665 ± 0,016	0,655 ± 0,016	0,655 ± 0,034	0,662 ± 0,007	0,642 ± 0,014	0,606 ± 0,026	0,640 ± 0,008	
		Alagamento	0,657 ± 0,011	0,666 ± 0,014	0,636 ± 0,017	0,632 ± 0,011	0,617 ± 0,015	0,619 ± 0,019	0,609 ± 0,019	0,587 ± 0,015	0,532 ± 0,023	0,502 ± 0,033	0,483 ± 0,026	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	0,538 ± 0,049	0,531 ± 0,010	0,533 ± 0,013	
		Média	0,656 ± 0,011	0,670 ± 0,010	0,653 ± 0,013	0,649 ± 0,010	0,633 ± 0,012	0,631 ± 0,014	0,624 ± 0,017	0,612 ± 0,013	0,571 ± 0,021	0,547 ± 0,017	0,552 ± 0,019	
	Leitura Spad	Controle	52,14 ± 2,06	50,80 ± 1,75	49,16 ± 2,27	47,13 ± 3,00	48,04 ± 3,02	48,05 ± 2,80	48,57 ± 2,71	48,95 ± 3,37	46,75 ± 1,14	46,07 ± 1,97	47,08 ± 2,19	
		Alagamento	52,27 ± 1,50	47,93 ± 1,15	46,61 ± 1,19	44,18 ± 2,33	45,17 ± 0,97	44,03 ± 1,53	43,82 ± 1,72	41,14 ± 1,47	36,12 ± 1,55	35,45 ± 2,02	33,98 ± 2,31	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	42,08 ± 1,75	43,93 ± 1,11	43,38 ± 1,30	
	Média	52,23 ± 1,18	48,89 ± 0,99	47,46 ± 1,09	45,16 ± 1,83	46,13 ± 1,19	45,37 ± 1,41	45,40 ± 1,51	43,74 ± 1,69	40,00 ± 1,64	41,82 ± 1,46	41,48 ± 1,72		
Mororó	Fv/Fm	Controle	0,802 ± 0,008	0,802 ± 0,003	0,809 ± 0,005	0,808 ± 0,002	0,804 ± 0,003	0,809 ± 0,003	0,804 ± 0,004	0,806 ± 0,005	0,808 ± 0,005	0,809 ± 0,001	0,794 ± 0,003	
		Alagamento	0,802 ± 0,002	0,802 ± 0,002	0,797 ± 0,003	0,786 ± 0,009	0,776 ± 0,005	0,781 ± 0,004	0,780 ± 0,006	0,777 ± 0,004	0,761 ± 0,006	0,756 ± 0,013	0,750 ± 0,012	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	0,759 ± 0,006	0,753 ± 0,009	0,778 ± 0,005	
		Média	0,802 ± 0,003	0,802 ± 0,002	0,801 ± 0,003	0,793 ± 0,006	0,786 ± 0,005	0,790 ± 0,004	0,788 ± 0,005	0,787 ± 0,004	0,776 ± 0,006	0,773 ± 0,008	0,774 ± 0,006	
	Fv/Fm Meio-Dia	Controle	0,762 ± 0,003	0,782 ± 0,004	0,777 ± 0,003	0,773 ± 0,011	0,771 ± 0,004	0,755 ± 0,003	0,749 ± 0,006	0,763 ± 0,003	0,738 ± 0,004	0,731 ± 0,014	0,731 ± 0,006	
		Alagamento	0,760 ± 0,002	0,760 ± 0,007	0,724 ± 0,006	0,722 ± 0,006	0,720 ± 0,008	0,721 ± 0,010	0,721 ± 0,006	0,715 ± 0,007	0,667 ± 0,012	0,657 ± 0,009	0,654 ± 0,008	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	0,700 ± 0,004	0,690 ± 0,015	0,690 ± 0,015	
		Média	0,761 ± 0,002	0,767 ± 0,005	0,742 ± 0,007	0,739 ± 0,008	0,737 ± 0,008	0,732 ± 0,008	0,731 ± 0,006	0,731 ± 0,007	0,702 ± 0,008	0,693 ± 0,010	0,692 ± 0,010	
	Yield	Controle	0,690 ± 0,006	0,695 ± 0,012	0,682 ± 0,017	0,688 ± 0,008	0,689 ± 0,013	0,684 ± 0,012	0,723 ± 0,008	0,714 ± 0,004	0,673 ± 0,011	0,657 ± 0,003	0,650 ± 0,009	
		Alagamento	0,690 ± 0,005	0,712 ± 0,003	0,689 ± 0,007	0,681 ± 0,003	0,652 ± 0,007	0,658 ± 0,014	0,657 ± 0,015	0,622 ± 0,020	0,600 ± 0,019	0,598 ± 0,011	0,585 ± 0,014	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	0,597 ± 0,014	0,632 ± 0,026	0,633 ± 0,023	
		Média	0,690 ± 0,004	0,706 ± 0,005	0,687 ± 0,007	0,684 ± 0,003	0,665 ± 0,007	0,666 ± 0,010	0,679 ± 0,012	0,653 ± 0,017	0,624 ± 0,012	0,629 ± 0,011	0,623 ± 0,011	
	Leitura Spad	Controle	31,24 ± 1,11	32,38 ± 1,29	32,83 ± 0,97	32,45 ± 2,02	32,00 ± 0,60	31,88 ± 0,48	31,64 ± 0,75	31,00 ± 0,77	31,00 ± 0,82	30,44 ± 0,92	30,90 ± 0,82	
		Alagamento	30,37 ± 0,65	29,64 ± 0,59	29,11 ± 0,77	29,07 ± 0,69	29,70 ± 0,80	29,45 ± 0,65	28,16 ± 1,01	28,35 ± 0,74	28,27 ± 0,70	29,33 ± 0,65	25,70 ± 0,81	
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	28,63 ± 1,22	28,76 ± 1,07	28,36 ± 0,65	
	Média	30,66 ± 0,56	30,55 ± 0,64	30,35 ± 0,73	30,20 ± 0,87	30,43 ± 0,62	0,53 ± 30,26	29,39 ± 0,81	29,24 ± 0,62	29,16 ± 0,56	29,19 ± 0,53	28,64 ± 0,67		

Fonte: Autora, 2011

Anexo 4. Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Clorofila a, b e Total, Relação Clorofila a / Clorofila b, Carotenóides e Potencial Hídrico em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Tratamentos	Variáveis					
		Clorofila a (mg g ⁻¹ MS)	Clorofila b (mg g ⁻¹ MF)	Clorofila Total (mg g ⁻¹ MF)	Clorofila a / Clorofila b	Carotenóides (μmol g ⁻¹ MF)	Potencial Hídrico (Mpa)
Craibeira	Controle	1,082 ± 0,069	0,333 ± 0,012	1,414 ± 0,080	3,373 ± 0,048	0,553 ± 0,013	-0,195 ± 0,011
	Alagamento	0,991 ± 0,018	0,273 ± 0,011	1,264 ± 0,027	3,540 ± 0,114	0,487 ± 0,019	-0,228 ± 0,022
	Recuperação	1,143 ± 0,082	0,257 ± 0,011	1,400 ± 0,087	3,763 ± 0,070	0,487 ± 0,039	-0,128 ± 0,012
Media		1,072 ± 0,037	0,288 ± 0,010	1,360 ± 0,041	3,559 ± 0,059	0,509 ± 0,016	-0,184 ± 0,013
Pau-Ferro	Controle	1,397 ± 0,061	0,429 ± 0,016	1,826 ± 0,073	3,156 ± 0,096	0,530 ± 0,024	-0,316 ± 0,016
	Alagamento	1,406 ± 0,104	0,527 ± 0,021	1,933 ± 0,116	2,600 ± 0,051	0,345 ± 0,031	-0,528 ± 0,017
	Recuperação	1,465 ± 0,105	0,488 ± 0,042	1,953 ± 0,138	3,097 ± 0,047	0,372 ± 0,016	-0,361 ± 0,019
Media		1,423 ± 0,051	0,481 ± 0,018	1,904 ± 0,062	2,951 ± 0,071	0,416 ± 0,024	-0,402 ± 0,024
Espécie (E)		29,52 (***)	117,52 (***)	40,23 (***)	97,28 (***)	20,25 (***)	255,22 (***)
Tratamento (T)		0,90 (ns)	0,81 (ns)	0,71 (ns)	11,41 (***)	14,86 (***)	39,61 (***)
E x T		0,24 (ns)	7,55 (***)	1,66 (ns)	11,71 (***)	3,04 (ns)	14,88 (***)
CV (%)		15,54	13,93	21,57	5,68	13,39	13,92

Fonte: Autora, 2011

Anexo 5. Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Clorofila a, b e Total, Relação Clorofila a / Clorofila b, Carotenóides e Potencial Hídrico em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Tratamentos	Variáveis					
		Clorofila a (mg g ⁻¹ MS)	Clorofila b (mg g ⁻¹ MF)	Clorofila Total (mg g ⁻¹ MF)	Clorofila a / Clorofila b	Carotenóides (μmol g ⁻¹ MF)	Potencial Hídrico (Mpa)
Pereiro	Controle	0,563 ± 0,034	0,192 ± 0,012	0,933 ± 0,048	3,055 ± 0,109	0,161 ± 0,011	-0,912 ± 0,253
	Alagamento	0,350 ± 0,016	0,133 ± 0,008	0,617 ± 0,029	2,684 ± 0,139	0,152 ± 0,018	-1,590 ± 0,106
	Recuperação	0,339 ± 0,043	0,137 ± 0,010	0,586 ± 0,060	3,090 ± 0,052	0,144 ± 0,010	-1,580 ± 0,184
Media		0,418 ± 0,031	0,154 ± 0,008	0,712 ± 0,046	2,943 ± 0,073	0,152 ± 0,007	-1,361 ± 0,129
Mororó	Controle	0,588 ± 0,049	0,167 ± 0,018	0,931 ± 0,080	3,327 ± 0,078	0,176 ± 0,017	-1,007 ± 0,115
	Alagamento	0,307 ± 0,053	0,150 ± 0,010	0,580 ± 0,071	2,556 ± 0,271	0,166 ± 0,012	-1,300 ± 0,199
	Recuperação	0,460 ± 0,043	0,126 ± 0,006	0,680 ± 0,037	3,384 ± 0,143	0,166 ± 0,013	-0,787 ± 0,037
Media		0,452 ± 0,038	0,148 ± 0,008	0,730 ± 0,050	3,089 ± 0,135	0,169 ± 0,008	-1,031 ± 0,089
Espécie (E)		1,02 (ns)	0,54 (ns)	1,42 (ns)	1,44 (ns)	2,38 (ns)	5,97 (*)
Tratamento (T)		18,79 (***)	9,82 (***)	2,50 (ns)	10,60 (***)	0,58 (ns)	4,33 (*)
E x T		1,98 (ns)	1,81 (ns)	4,64 (*)	1,27 (ns)	0,04 (ns)	3,63 (*)
CV (%)		23,4	18,36	31,37	12,12	20,76	33,82

Fonte: Autora, 2011

Anexo 6. Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Análises Bioquímicas (Carboídratos Solúveis, Proteínas Solúveis, Prolina Livre, N-a-amino Solúveis e ADH) em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Tratamentos	Variáveis				
		Carboídratos Solúveis (mmol g ⁻¹ MS)	Proteínas Solúveis (mg g ⁻¹ MS)	Prolina Livre (μmol g ⁻¹ MS)	N-α-amino Solúveis (μmol g ⁻¹ MS)	ADH (μmol min ⁻¹ mg ⁻¹ de Proteína)
Craibeira	Controle	83,968 ± 3,961	26,380 ± 3,611	4,067 ± 0,293	20,621 ± 1,391	0,103 ± 0,010
	Alagamento	101,706 ± 7,426	10,993 ± 0,613	4,591 ± 0,909	14,701 ± 2,202	2,313 ± 0,395
	Recuperação	83,416 ± 3,479	17,902 ± 1,720	3,186 ± 0,346	17,839 ± 1,321	0,274 ± 0,056
Media		89,697 ± 3,518	18,425 ± 1,984	3,948 ± 0,348	17,720 ± 1,086	0,897 ± 0,273
Pau-Ferro	Controle	55,082 ± 2,518	23,880 ± 0,886	1,298 ± 0,053	35,810 ± 1,698	1,264 ± 0,148
	Alagamento	57,391 ± 1,048	21,633 ± 0,675	4,447 ± 0,315	53,300 ± 1,609	8,691 ± 0,550
	Recuperação	56,369 ± 3,800	21,820 ± 0,407	2,959 ± 0,149	62,815 ± 4,482	7,179 ± 0,702
Media		56,281 ± 1,482	22,444 ± 0,446	2,901 ± 0,331	50,642 ± 3,141	5,711 ± 0,827
Espécie (E)		95,88 (***)	8,17 (***)	8,53 (***)	286,17 (***)	213,78***
Tratamento (T)		3,69 (*)	13,28 (***)	9,73 (***)	12,92 (***)	73,02***
E x T		2,57 (ns)	7,28 (***)	5,78 (***)	21,65 (***)	30,99***
CV (%)		14,03	20,63	31,37	17,08	29,89

Fonte: Autora, 2011

Anexo 7. Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Análises Bioquímicas (Carboídratos Solúveis, Proteínas Solúveis, Prolina Livre, N-a-amino Solúveis e ADH) em mudas de duas espécies florestais, Pereiro e Mororó, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Tratamentos	Variáveis				
		Carboídratos Solúveis (mmol g ⁻¹ MS)	Proteínas Solúveis (mg g ⁻¹ MS)	Prolina Livre (μmol g ⁻¹ MS)	N-α-amino Solúveis (μmol g ⁻¹ MS)	ADH (μmol min ⁻¹ mg ⁻¹ de Proteína)
Pereiro	Controle	82,917 ± 1,778	47,809 ± 2,079	1,484 ± 0,094	13,138 ± 1,192	1,437 ± 0,136
	Alagamento	111,130 ± 3,064	27,311 ± 1,763	0,988 ± 0,044	9,156 ± 0,853	11,001 ± 0,552
	Recuperação	98,909 ± 7,416	34,703 ± 1,463	1,128 ± 0,111	8,921 ± 0,336	4,622 ± 0,366
Media		97,652 ± 3,804	36,608 ± 2,273	1,200 ± 0,070	10,405 ± 0,665	5,687 ± 0,987
Mororó	Controle	102,645 ± 5,520	10,886 ± 0,880	1,383 ± 0,140	5,726 ± 0,823	5,016 ± 0,415
	Alagamento	140,506 ± 11,274	17,143 ± 1,170	3,228 ± 0,263	7,044 ± 0,231	9,964 ± 0,399
	Recuperação	126,988 ± 8,138	18,596 ± 0,789	1,467 ± 0,122	8,126 ± 0,953	6,861 ± 0,511
Media		123,380 ± 6,032	15,542 ± 0,964	2,026 ± 0,230	6,965 ± 0,466	7,281 ± 0,550
Espécie (E)		20,44 (***)	323,68 (***)	48,52 (***)	27,29 (***)	21,77***
Tratamento (T)		11,42 (***)	12,57 (***)	17,87 (***)	1,42 (ns)	155,07***
E x T		0,28 (ns)	47,99 (***)	36,73 (***)	9,43 (***)	16,11***
CV (%)		15,45	13,47	22,04	22,74	15,08

Fonte: Autora, 2011

Anexo 8. Médias e Erro Padrão da Média de Altura de Planta (cm), Diâmetro do Caule (mm) e Número de Folhas (unidade) em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Variáveis	Tratamentos	Dias Após Tratamento												
			0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
Craibeira	Altura	Controle	43,75 ± 0,46	49,10 ± 1,23	52,13 ± 0,97	59,60 ± 1,50	63,50 ± 0,72	64,50 ± 0,65	65,10 ± 0,84	66,38 ± 1,03	70,50 ± 1,28	72,75 ± 1,67	74,70 ± 1,69	76,25 ± 2,32	79,75 ± 1,47
		Alagamento	43,56 ± 0,49	44,25 ± 1,00	47,00 ± 1,15	49,75 ± 0,84	50,22 ± 0,66	50,56 ± 0,81	51,17 ± 0,80	51,55 ± 0,97	52,25 ± 1,08	52,75 ± 0,74	52,38 ± 0,81	53,25 ± 0,97	53,75 ± 0,94
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	56,13 ± 1,10	61,20 ± 1,91	63,88 ± 1,81
		Média	43,62 ± 0,35	45,87 ± 0,94	48,71 ± 1,00	53,03 ± 1,34	54,65 ± 1,60	55,21 ± 1,69	55,82 ± 1,70	56,50 ± 1,84	58,34 ± 2,24	60,54 ± 2,22	62,76 ± 2,38	64,47 ± 2,48	66,22 ± 2,68
	Diâmetro	Controle	16,71 ± 0,34	16,89 ± 0,20	17,69 ± 0,23	18,07 ± 0,45	19,62 ± 0,29	19,75 ± 0,53	20,79 ± 0,51	21,68 ± 0,56	22,76 ± 0,42	24,00 ± 0,48	24,49 ± 0,43	25,21 ± 0,53	26,21 ± 0,25
		Alagamento	16,87 ± 0,49	16,64 ± 0,28	18,08 ± 0,39	19,85 ± 0,30	21,64 ± 0,37	22,88 ± 0,57	24,61 ± 0,45	25,35 ± 0,62	26,55 ± 1,10	27,40 ± 2,57	29,90 ± 1,15	30,81 ± 0,72	31,71 ± 0,83
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26,22 ± 1,05	24,45 ± 0,99	23,34 ± 0,91	23,54 ± 0,22
		Média	16,82 ± 0,34	16,72 ± 0,20	17,95 ± 0,27	19,26 ± 0,32	20,97 ± 0,35	21,84 ± 0,55	23,33 ± 0,55	24,13 ± 0,61	25,29 ± 0,85	25,87 ± 0,95	26,28 ± 0,79	26,45 ± 0,87	27,15 ± 0,87
	Número de Folhas	Controle	15,60 ± 0,55	15,83 ± 0,65	16,83 ± 0,54	17,00 ± 0,52	18,00 ± 0,26	18,25 ± 0,16	18,25 ± 0,16	18,25 ± 0,16	18,25 ± 0,16	18,00 ± 0,26	18,00 ± 0,26	18,00 ± 0,26	18,00 ± 0,26
		Alagamento	15,80 ± 0,49	16,40 ± 0,25	16,82 ± 0,52	16,80 ± 0,39	16,44 ± 0,28	15,18 ± 0,57	15,33 ± 0,49	13,82 ± 0,57	13,78 ± 0,52	14,00 ± 0,37	14,00 ± 0,37	14,00 ± 0,37	14,00 ± 0,37
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,00 ± 1,03	14,60 ± 0,95	14,80 ± 1,17	14,60 ± 1,08
		Média	15,73 ± 0,37	16,21 ± 0,27	16,82 ± 0,38	16,87 ± 0,30	16,96 ± 0,27	16,21 ± 0,52	16,31 ± 0,47	15,30 ± 0,64	15,28 ± 0,62	15,33 ± 0,58	15,53 ± 0,54	15,60 ± 0,57	15,53 ± 0,56
Pau-Ferro	Altura	Controle	101,58 ± 1,5012	109,50 ± 2,0142	120,10 ± 1,8992	122,80 ± 2,3582	128,50 ± 1,9875	131,13 ± 1,7721	130,88 ± 2,01	133,63 ± 1,7308	136,38 ± 1,7115	141,13 ± 1,7532	141,38 ± 1,8246	142,50 ± 1,8424	143,25 ± 1,424
		Alagamento	101,06 ± 1,06	102,23 ± 1,40	103,06 ± 0,77	103,67 ± 0,84	104,45 ± 1,14	105,14 ± 1,29	105,00 ± 1,32	104,95 ± 1,37	105,32 ± 1,41	104,88 ± 1,51	104,75 ± 1,65	104,88 ± 1,49	104,63 ± 1,47
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105,88 ± 1,00	105,63 ± 1,01	105,75 ± 1,05	106,00 ± 1,15
		Média	101,19 ± 0,84	104,67 ± 1,40	108,72 ± 2,10	109,73 ± 2,27	112,46 ± 2,92	113,78 ± 3,14	113,64 ± 3,15	114,56 ± 3,45	115,61 ± 3,70	117,31 ± 4,15	117,28 ± 4,20	117,81 ± 4,34	117,97 ± 4,38
	Diâmetro	Controle	8,81 ± 0,26	8,93 ± 0,17	9,04 ± 0,13	9,49 ± 0,14	10,13 ± 0,18	10,85 ± 0,25	10,81 ± 0,13	11,58 ± 0,24	11,96 ± 0,27	12,74 ± 0,16	12,84 ± 0,28	12,84 ± 0,09	13,96 ± 0,20
		Alagamento	8,83 ± 0,19	8,96 ± 0,21	9,02 ± 0,25	9,09 ± 0,08	9,04 ± 0,24	9,09 ± 0,12	9,19 ± 0,14	9,21 ± 0,13	9,29 ± 0,20	9,26 ± 0,18	9,21 ± 0,22	8,92 ± 0,11	8,84 ± 0,05
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,38 ± 0,19	9,34 ± 0,33	9,35 ± 0,40	9,64 ± 0,31
		Média	8,82 ± 0,15	8,95 ± 0,15	9,03 ± 0,17	9,22 ± 0,08	9,40 ± 0,21	9,67 ± 0,23	9,73 ± 0,21	10,00 ± 0,29	10,18 ± 0,34	10,46 ± 0,40	10,46 ± 0,43	10,37 ± 0,45	10,81 ± 0,56
	Número de Folhas	Controle	33,83 ± 1,89	36,83 ± 2,41	40,60 ± 1,43	41,40 ± 1,82	41,60 ± 2,72	41,60 ± 3,19	42,50 ± 2,46	44,25 ± 2,48	45,50 ± 2,93	48,00 ± 3,11	47,75 ± 2,83	49,50 ± 2,93	50,00 ± 3,13
		Alagamento	33,10 ± 0,81	38,27 ± 1,07	38,00 ± 1,16	37,91 ± 1,04	37,42 ± 1,48	35,70 ± 0,71	35,25 ± 0,90	32,00 ± 1,37	32,44 ± 0,92	32,00 ± 1,24	32,50 ± 1,64	32,60 ± 1,74	32,50 ± 2,17
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29,25 ± 1,76	28,40 ± 2,60	26,75 ± 1,33	25,80 ± 2,39
		Média	33,34 ± 0,80	37,79 ± 1,04	38,87 ± 0,93	39,07 ± 0,97	38,81 ± 1,38	37,67 ± 1,29	37,68 ± 1,28	36,09 ± 1,84	36,79 ± 1,85	36,42 ± 2,33	36,22 ± 2,41	36,29 ± 2,60	36,10 ± 2,85

Fonte: Autora, 2011

Anexo 9. Médias e Erro Padrão da Média de Altura de Planta (cm), Diâmetro do Caule (mm) e Número de Folhas (unidade) em mudas de duas espécies florestais, Pereiro e Mororó, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Variáveis	Tratamentos	Dias Após Tratamento										
			0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Pereiro	Altura	Controle	21,50 ± 0,93	23,00 ± 1,34	23,40 ± 1,40	24,50 ± 1,70	25,50 ± 2,01	26,10 ± 2,23	26,80 ± 2,17	26,70 ± 2,33	26,70 ± 2,26	27,00 ± 2,25	27,00 ± 2,25
		Alagamento	21,00 ± 0,80	21,13 ± 0,82	21,22 ± 0,87	21,39 ± 0,87	21,05 ± 1,02	20,75 ± 1,06	21,10 ± 1,06	21,35 ± 1,01	21,25 ± 0,47	21,40 ± 0,60	21,40 ± 0,60
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,30 ± 1,62	23,13 ± 0,90
		Média	21,17 ± 0,61	21,75 ± 0,70	21,95 ± 0,76	22,43 ± 0,86	22,53 ± 1,05	22,53 ± 1,16	23,00 ± 1,17	23,13 ± 1,16	23,08 ± 1,08	23,84 ± 0,97	23,80 ± 0,97
	Diâmetro	Controle	8,25 ± 0,10	8,91 ± 0,29	9,09 ± 0,20	9,49 ± 0,18	9,91 ± 0,14	10,30 ± 0,07	11,29 ± 0,32	11,50 ± 0,27	11,83 ± 0,25	12,26 ± 0,28	12,51 ± 0,17
		Alagamento	8,20 ± 0,14	8,20 ± 0,23	8,23 ± 0,16	8,27 ± 0,17	8,55 ± 0,12	8,73 ± 0,19	9,23 ± 0,27	9,22 ± 0,18	9,30 ± 0,21	9,35 ± 0,32	9,39 ± 0,18
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	9,42 ± 0,11	9,51 ± 0,20	9,58 ± 0,19
		Média	8,22 ± 0,10	8,44 ± 0,20	8,52 ± 0,16	8,68 ± 0,19	9,00 ± 0,18	9,25 ± 0,22	9,91 ± 0,31	9,98 ± 0,30	10,19 ± 0,30	10,37 ± 0,36	10,49 ± 0,36
	Número de Folhas	Controle	17,80 ± 0,54	18,40 ± 0,61	18,40 ± 0,66	19,17 ± 2,55	20,80 ± 2,75	24,17 ± 4,09	29,40 ± 3,16	31,80 ± 2,83	35,00 ± 1,32	35,25 ± 0,65	37,50 ± 2,23
Alagamento		17,33 ± 1,25	15,20 ± 0,92	15,73 ± 1,46	13,09 ± 1,03	13,73 ± 1,41	13,30 ± 1,19	13,30 ± 1,26	14,27 ± 1,14	14,80 ± 1,28	14,80 ± 1,08	14,20 ± 1,28	
Recuperação		-	-	-	-	-	-	-	-	15,83 ± 2,04	16,67 ± 1,36	16,67 ± 1,36	
	Média	17,49 ± 0,84	16,27 ± 0,73	16,62 ± 1,03	15,12 ± 1,26	16,09 ± 1,50	16,92 ± 1,95	18,67 ± 2,25	20,12 ± 2,32	21,88 ± 2,41	22,24 ± 2,31	22,79 ± 2,69	
Mororó	Altura	Controle	94,75 ± 2,89	96,75 ± 3,05	97,40 ± 3,85	100,70 ± 3,99	100,67 ± 4,64	103,00 ± 5,28	105,50 ± 5,39	109,00 ± 4,63	114,88 ± 3,10	115,50 ± 3,19	116,13 ± 3,46
		Alagamento	94,95 ± 3,97	96,23 ± 4,10	97,90 ± 3,97	98,90 ± 3,89	99,06 ± 3,64	101,94 ± 3,18	101,67 ± 3,12	103,11 ± 3,50	104,17 ± 7,53	104,50 ± 7,47	104,83 ± 7,43
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	108,25 ± 3,37	110,25 ± 3,81	112,80 ± 4,32
		Média	94,89 ± 2,76	96,40 ± 2,86	97,73 ± 2,87	99,50 ± 2,85	99,62 ± 2,79	102,25 ± 2,67	102,95 ± 2,69	105,07 ± 2,80	109,11 ± 2,96	110,09 ± 3,01	111,25 ± 3,12
	Diâmetro	Controle	10,08 ± 0,21	10,07 ± 0,25	10,71 ± 0,31	10,98 ± 0,24	11,28 ± 0,19	11,62 ± 0,17	11,85 ± 0,22	12,08 ± 0,21	12,27 ± 0,19	12,38 ± 0,19	12,40 ± 0,21
		Alagamento	10,10 ± 0,12	10,15 ± 0,25	10,48 ± 0,18	10,90 ± 0,17	11,20 ± 0,20	11,73 ± 0,31	12,70 ± 0,62	13,25 ± 0,55	13,65 ± 0,92	14,76 ± 0,82	15,15 ± 0,97
		Recuperação	-	-	-	-	-	-	-	-	11,70 ± 0,39	11,45 ± 0,46	11,34 ± 0,49
		Média	10,10 ± 0,10	10,13 ± 0,18	10,56 ± 0,15	10,93 ± 0,14	11,23 ± 0,14	11,69 ± 0,21	12,27 ± 0,42	12,86 ± 0,39	12,54 ± 0,37	12,86 ± 0,45	12,96 ± 0,52
	Número de Folhas	Controle	31,00 ± 3,60	31,00 ± 3,62	31,75 ± 3,52	33,50 ± 3,60	34,25 ± 3,66	35,75 ± 3,57	36,75 ± 4,10	39,00 ± 4,40	39,75 ± 4,50	42,50 ± 4,67	45,25 ± 5,09
Alagamento		31,67 ± 2,51	31,60 ± 2,40	34,25 ± 2,71	33,60 ± 2,80	33,82 ± 2,45	32,78 ± 2,40	32,78 ± 2,25	31,11 ± 2,67	30,00 ± 2,62	28,50 ± 2,11	28,25 ± 2,61	
Recuperação		-	-	-	-	-	-	-	-	30,00 ± 3,71	31,40 ± 5,78	31,40 ± 5,88	
	Média	31,45 ± 2,00	31,41 ± 1,94	33,42 ± 2,11	33,57 ± 2,16	33,96 ± 1,98	33,77 ± 1,96	34,10 ± 2,01	33,74 ± 2,40	33,25 ± 2,29	34,13 ± 2,83	34,97 ± 3,13	

Fonte: Autora, 2011

Anexo 10. Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Área Foliar, Matéria Seca da Parte Aérea , Raiz e Total e Relação Raiz / Parte Aérea em mudas de duas espécies florestais, Craibeira e Pau-Ferro, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 48 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 34 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Tratamentos	Variáveis				
		Área Foliar (cm ²)	Massa Seca Parte Aérea (g)	Massa Seca Raiz (g)	Matéria Seca Total (g)	Raiz/Parte Aérea
Craibeira	Controle	2152,686 ± 60,984	73,135 ± 0,283	43,401 ± 2,602	116,536 ± 2,434	0,594 ± 0,037
	Alagamento	1217,669 ± 48,162	49,070 ± 1,726	14,353 ± 0,943	63,423 ± 2,390	0,292 ± 0,016
	Recuperação	1126,839 ± 60,889	46,719 ± 2,759	24,364 ± 0,726	71,083 ± 2,702	0,531 ± 0,036
Media		1499,065 ± 116,626	56,308 ± 3,071	27,373 ± 3,056	83,681 ± 5,846	0,472 ± 0,036
Pau-Ferro	Controle	2506,852 ± 74,665	76,423 ± 2,080	34,329 ± 0,836	110,752 ± 2,331	0,451 ± 0,015
	Alagamento	940,381 ± 34,309	23,888 ± 0,910	15,228 ± 1,556	39,117 ± 2,052	0,638 ± 0,059
	Recuperação	1016,553 ± 12,520	29,787 ± 2,416	13,968 ± 0,426	43,755 ± 2,589	0,484 ± 0,041
Media		1487,929 ± 176,832	43,366 ± 5,793	21,175 ± 2,330	64,541 ± 8,039	0,524 ± 0,031
Espécie (E)		0,06 (ns)	69,57 (***)	30,09 (***)	94,76 (***)	0,95 (ns)
Tratamento (T)		377,93 (***)	258,86 (***)	171,82 (***)	409,23 (***)	3,82 (*)
E x T		19,29 (***)	29,71 (***)	9,91 (***)	11,96 (***)	27,44 (***)
CV (%)		8,64	9,34	13,96	7,96	18,09

Fonte: Autora, 2011

Anexo 11. Médias, Erro Padrão da Média e valores de F obtidos na análise de variância para Área Foliar, Matéria Seca da Parte Aérea , Raiz e Total e Relação Raiz / Parte Aérea em mudas de duas espécies florestais, Pereiro e Mororó, sob três tratamentos (Controle - plantas irrigadas diariamente, Alagamento – plantas alagadas por 40 dias, e Recuperação – plantas alagadas por 28 dias seguida de drenagem do solo).

Espécies	Tratamentos	Variáveis				
		Área Foliar (cm ²)	Massa Seca Parte Aérea (g)	Massa Seca Raiz (g)	Matéria Seca Total (g)	Raiz/Parte Aérea
Pereiro	Controle	513,862 ± 32,851	11,883 ± 1,489	6,209 ± 0,299	18,091 ± 1,607	0,566 ± 0,073
	Alagamento	266,618 ± 43,464	4,504 ± 0,747	1,659 ± 0,074	6,163 ± 0,793	0,447 ± 0,109
	Recuperação	191,688 ± 19,128	7,942 ± 0,414	2,192 ± 0,093	10,133 ± 0,475	0,278 ± 0,012
Media		324,056 ± 37,967	8,109 ± 0,907	3,353 ± 0,503	11,462 ± 1,336	0,043 ± 0,050
Mororó	Controle	1699,800 ± 138,108	49,783 ± 1,315	61,430 ± 4,482	111,213 ± 3,639	1,247 ± 0,116
	Alagamento	644,680 ± 127,372	39,936 ± 3,394	28,710 ± 3,457	68,646 ± 5,399	0,733 ± 0,083
	Recuperação	1722,027 ± 120,784	47,339 ± 2,334	25,129 ± 1,836	72,468 ± 2,845	0,538 ± 0,046
Media		1355,502 ± 140,558	45,686 ± 1,692	38,423 ± 4,378	84,109 ± 5,167	0,840 ± 0,086
Espécie (E)		179,96 (***)	579,13 (***)	309,43 (***)	874,85 (***)	68,81 (***)
Tratamento (T)		26,23 (***)	10,34 (***)	41,76 (***)	48,06 (***)	5,00 (*)
E x T		19,72 (***)	0,65 (ns)	25,79 (***)	17,69 (***)	0,23 (ns)
CV (%)		27,46	17,36	28,57	15,43	58,55

Fonte: Autora, 2011