



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE AGRONOMIA**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**ECOFISIOLOGIA DE *Erythroxylum paufferense* EM UMA FLORESTA DE BREJO  
DE ALTITUDE, NORDESTE DO BRASIL**

**JOÃO PEDRO DA SILVA AZEVEDO**

**AREIA - PB**  
**FEVEREIRO DE 2017**

**JOÃO PEDRO DA SILVA AZEVEDO**

**ECOFISIOLOGIA DE *Erythroxylum paufferense* EM UMA FLORESTA DE BREJO  
DE ALTITUDE, NORDESTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal da  
Paraíba como requisito parcial para  
obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**Orientador: Prof. Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque**

AREIA - PB  
FEVEREIRO DE 2017

**JOÃO PEDRO DA SILVA AZEVEDO**

**ECOFISIOLOGIA DE *Erythroxylum paufferense* EM UMA FLORESTA DE  
BREJO DE ALTITUDE, NORDESTE DO BRASIL**

APROVADO EM:

BANCA EXAMINADORA

---

MSc. Victor Junior Lima Felix  
- Coorientador -  
Doutorando PPGCS/UFPB

---

MSc. Magnólia Martins Alves  
- Examinadora -  
Doutoranda do PPGA/UFPB

---

MSc. João Everthon da Sila Ribeiro  
- Examinador -  
Doutorando do PPGA/UFPB

## **DEDICATÓRIA**

Ao meu Deus por mais uma vitória

“Entregue o teu caminho ao SENHOR; confia nele e ele tudo fará”. ( Salmos 37:5)

Dedico este trabalho aos meus pais, Josilene da S. Azevedo e Pedro da S.Azevedo, por sempre acreditaram em mim e me apoiaram em todos momentos.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, a Deus por estar sempre presente em minha vida. Nossa senhora da Conceição por toda graça alcançada. Tantas tribulações, e és que aqui estou pra lhe agradecer, senhora!

Em especial a base de minha vida, aos meus pais, Josilene da Silva Azevedo e Pedro da Silva Azevedo, por estar presente em todos momentos, difíceis e felizes, todo apoio, esforço e compreensão assim dado, por me mostrar o melhor caminho e sempre segurar na minha mão. É a essa grande mulher (mainha) e a esse grande homem(painho) que expresso meu muito obrigado. Meus irmãos melhores companheiros que meus pais nos deram, feliz por vocês existirem em minha vida. Ao meu filho que amo tanto e sempre me espera feliz da vida pela minha chegada.

Ao professor Dr. Manoel Bandeira de Albuquerque (orientador), obrigado pela atenção disponibilidade, profissionalismo e por toda humildade.

Ao Dr. Victor Felix (coorientador) pela amizade de todas as horas uma honra em ser seu amigo (irmão) obrigado por tudo, que Deus lhe abençoe sempre.

Ao Dr. Renato (Mandaca) pela amizade, de todas horas, obrigado pela força.

Ao Dr. João Erverthon, pelo esforço, dedicação na coleta de dados

Ao Dr. Rodrigo, pelo esforço, dedicação na coleta de dados

A Dr<sup>a</sup>. Magnólia Alves, por tantos trabalho desenvolvido, pela amizade construída.

Amigas queridas veva (furacao), Carol( Sheila Melo), Edilânia (Cabritona) palavras são pequenas pra descrever tanto momentos que passamos.

Amigos, obrigado por tudo, tantos momentos inesquecíveis de MH house à Mzr`s Prime. São eles Josevaldo (Baldo), Jaime (Boneco), Ricardo (tchow), Alex (lek lek), Neto (olho de bode), Lucas(Borges), Mateus( pinguelão), Hernandes (Brocador), Mancha( Zé Ramalho) #Família house.

A os amigos Luan (thunder), João Rafael( Nego João), Marcos (marquinho), Berinho (Bera), Luan ( pit bul), Wagner Miranda (homem de ferro), Diogo Miranda (espeto), Wagner (alcoólatra)

Minha grande Amiga (irmã) jakeline, que Deus te ilumine e te abençoe por todo sempre.

Natan Guerra, obrigado meu irmão por tudo.

Minha amada que representa a mulher de grande importância em minha vida Kerollem F Lima, Obrigado.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
1 INTRODUÇÃO .....	10
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 Ecofisiologia de espécies florestais .....	11
2.2 Características da família Erythroxylacea .....	12
2.3 Brejos de altitude .....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
5 CONCLUSÕES .....	19
6 REFERÊNCIAS .....	20

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Pontos dos indivíduos de Guarda-orvalho analisados. .... 15
- Figura 2.** Curso diurno da taxa fotossintética, A (A) e condutância estomática, gs (B) em plantas de *Erythroxylum paufferense*. Valores representam a média  $\pm$  desvio-padrão (n=8). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade... 16
- Figura 3.** Curso diurno da transpiração foliar, E (A) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (B) em plantas de *Erythroxylum paufferense*. Valores representam a média  $\pm$  desvio-padrão (n=8). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade... 17
- Figura 4.** Curso diurno da temperatura foliar (A) e déficit de pressão de vapor DPV (B) em plantas de *Erythroxylum paufferense*. Valores representam a média  $\pm$  desvio-padrão (n=8). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade... 18

## RESUMO

Existem poucos trabalhos dedicados a entender o comportamento ecofisiológico de espécies nativas da Mata Atlântica. O Guarda-orvalho (*Erythroxylum paufferense*) é uma espécie encontrada somente na Paraíba no brejo de altitude com resquícios de vegetação nativa, por isso corre risco eminente de extinção. Diante disso, a presente pesquisa teve por finalidade, avaliar o comportamento ecofisiológico em plantas de *Erythroxylum paufferense* em floresta de brejo de altitude do nordeste do Brasil em curso diurno. Para isto, foi realizado na mata preservada pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), localizado no município de Areia, PB. A qual está inserida na mesorregião do Brejo de altitude paraibano, com o clima do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se estender até outubro. Assim, em 26 de Agosto de 2016, foi realizada leituras em 8 indivíduos de guarda-orvalho, em delineamento inteiramente casualizado composto por 5 horários de avaliação (07:00, 09:00, 12:00, 15:00, 17:00h), onde os valores de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), temperatura foliar e déficit de pressão de vapor (DPV) foram medidas com um analisador de gás infravermelho (Li 6400, Li-Cor, Lincoln, EUA) em condições variando conforme o ambiente. Houve diferença em todas as variáveis fisiológicas ao longo do dia na guarda-orvalho (*Erythroxylum paufferense*) e a variação da taxa fotossintética (A) ao longo do dia, indicou relação maior com a variação do carbono interno (ci) da planta. A condutância estomática (gs) teve maior correlação com Déficit de Pressão de Vapor (DPV) e observou-se que se faz necessário o aumento de pesquisas que avaliem o comportamento fisiológico das espécies nativas nos resquícios de Mata Atlântica.

Palavras-chave: Guarda-orvalho, Fotossíntese, Mata Atlântica.

## ABSTRACT

There are few studies dedicated to understanding the ecophysiological behavior of native species of the Atlantic Forest. The Guarda-orvalho (*Erythroxylum pauferrense*) is a species found only in Paraíba in the highland marsh with remnants of native vegetation, so it is at risk of extinction. Therefore, the present research had the purpose of evaluating the ecophysiological behavior of *Erythroxylum pauferrense* plants in the Brazilian highland brejo forest during the diurnal period. For this, it was carried out in the preserved forest belonging to the Agrarian Sciences Center of the Federal University of Paraíba (CCA-UFPB), located in the city of Areia, PB. Which is inserted in the mesoregion of the Brejo of altitude Paraibano, with the climate of the type Rainy Tropical, with dry summer. The rainy season begins in January/February with end in September, and may extend until October. Thus, on August 26, 2016, readings were performed on 8 individuals of dew, in a completely randomized design composed of 5 evaluation schedules (07:00, 09:00, 12:00, 15:00, 17:00h), where the values of liquid photosynthesis ( $A$ ), stomatal conductance ( $g_s$ ), transpiration ( $E$ ), CO<sub>2</sub> internal concentration ( $C_i$ ), foliar temperature and vapor pressure deficit (DPV) were measured with an infrared gas analyzer (Li 6400, Li-Color, Lincoln, USA) under conditions varying with the environment. There was a difference in all the physiological variables during the day in the dew-tree (*Erythroxylum pauferrense*) and the variation of the photosynthetic rate ( $A$ ) throughout the day, indicated a greater relation with the variation of the internal carbon ( $c_i$ ) of the plant. The stomatal conductance ( $g_s$ ) had a higher correlation with Vapor Pressure Deficit (VPD) and it was observed that it is necessary to increase researches that evaluate the physiological behavior of the native species in the remnants of the Atlantic Forest.

Key words: Guarda-orvalho, Photosynthesis, Atlantic forest.

## 1 INTRODUÇÃO

Compreender a importância e o papel em que o ambiente pode afetar a fotossíntese é o ponto principal para centralizar estudos fisiológicos relacionados a abertura estomática e aquisição de carbono pela planta. (ADDINGTON et al., 2004). No entanto, informações a respeito da ecofisiologia de espécies florestais endêmicas ainda são escassas, o que dificulta o entendimento do comportamento dessas espécies nas mais diversas condições ambientais.

A espécie *Erythroxylum pauferrense* popularmente conhecida como guarda-ovalho pertence à família Erythroxylaceae, sendo endêmica da região do Nordeste brasileiro com ocorrência confirmada apenas em áreas de brejos de altitude no município de Areia estado da Paraíba (LOIOLA et al., 2007). Os brejos de altitude são tidos como refúgios de florestas úmidas que penetraram no interior do continente há milhares de anos e que recuaram com as variações climáticas, deixando ilhas de vegetação florestal serrana em meio ao domínio do semiárido (COIMBRA-FILHO & CÂMARA, 1996).

A intensidade de raios solares e luminosidade que atingem as plantas junto com fatores como, temperatura, concentração de CO<sub>2</sub>, teor de nitrogênio da folha e umidade solo são fatores que afetam a atividade fotossintética dos vegetais (MARENCO & LOPES, 2005). Segundo Tatagiba et al. (2015) o fechamento estomático é um dos principais mecanismos de proteção em que a planta utiliza contra perdas de água em caso de condições climáticas desfavoráveis. A redução na taxa fotossintética nos horários do meio dia pode ser atribuída à fotoinibição ou à diminuição da condutância estomática (DIAS & MARENCO, 2007).

Nesse sentido, faz-se necessário entender como a influência do ambiente afeta o metabolismo fotossintético direcionados a fisiologia da relação entre abertura estomática e aquisição de carbono pela planta (ADDINGTON et al., 2004), haja vista, que as trocas gasosas ficam diferente durante o desenvolvimento da planta, dependendo do curso anual e também do curso diário, relacionados com flutuações ambientais em torno do vegetal, segundo LARCHER (2000).

Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento ecofisiológico em plantas de *Erythroxylum pauferrense* em floresta de brejo de altitude do nordeste do Brasil em curso diurno.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Ecofisiologia de espécies florestais

Existe uma escassez de estudos ecofisiológicos das plantas (Costa & Marengo, 2007), muito devido à grande diversidade de espécies existentes e de ambientes. Os mais diversos fatores ambientais influenciam a fisiologia dos vegetais, tais como o relevo, solos, precipitações, temperatura e etc.. Dessa forma as plantas se adaptam e vegetam em ambientes propícios e tem a capacidade de rápida resposta aos estímulos do ambiente em que ela habita, sendo muitas vezes usadas como bioindicadoras.

O conhecimento das respostas ecofisiológicas das plantas, como fotossíntese e condutância estomática em condições originais, podem auxiliar no esclarecimento da dinâmica de sucessão na floresta (Pezzopane, et al., 2003). Estudos sobre o efeito das variáveis ambientais como a luminosidade e a temperatura nos processos fotossintéticos têm sido efetuados em matas nativas com o objetivo de entender a dinâmica de clareiras, e assim, contribuir para o aprimoramento de práticas silviculturais, para o uso, conservação e restauração de espécies sob reflorestamento em áreas degradadas ou em condições naturais (Dias & Marengo 2007; Marrichi, 2009).

De acordo com Larcher (2006), as diferentes espécies possuem taxas fotossintéticas distintas, onde as médias das taxas fotossintéticas variam de 12 a 20 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para espécies tropicais pioneiras, de 10 a 16 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para tropicais climáticas, de 8 a 10 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para temperadas caducifólias e de 8 a 15 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> para coníferas.

A temperatura, radiação, umidade e concentração de CO<sub>2</sub> são variáveis de que as taxas fotossintéticas dependem. A resposta fotossintética à temperatura constitui um importante comportamento da dinâmica fisiológica das árvores, as temperaturas aumentam as taxas de transpiração, o que pode ocasionar o fechamento dos estômatos, diminuindo assim, a quantidade de CO<sub>2</sub> assimilada pelas plantas (Marrichi, 2009).

Reduções na quantidade de energia radiante com o aumento da profundidade da copa é a maior restrição à fotossíntese nas folhas situadas na base e no interior e a capacidade fotossintética aumenta de duas a quatro vezes da base para o topo da copa (Niinemets et al., 2004; O'grady et al., 2008). A quantidade de luz absorvida pela copa é uma variável importante para os processos da planta como a fotossíntese.

Estudos recentes sobre as variações fotossintéticas em relação ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub> demonstram uma ampla variação de respostas, entretanto, em média um aumento de 30% - 55% é comumente observado, como no trabalho de

Bernacchi et al., 2003). A resposta a curto prazo pode ser amplamente atribuída à estimulação da Rubisco, já que esta enzima é limitada sob condições atmosféricas, mas um aumento na concentração de CO<sub>2</sub> favorece a carboxilação e inibe a oxigenação, portanto reduzindo a fotorrespiração e aumentando a fotossíntese (Long, 1991).

Baixa disponibilidade hídrica, tanto do solo quanto do ar, são os fatores mais importantes que limitam a fotossíntese e o crescimento, embora a alta temperatura também contribua para a redução da assimilação de carbono, onde, neste sentido espécies semi-decíduas mostraram uma queda de 25 - 75% na fotossíntese entre a estação úmida e a estação seca em ambientes de Savana (Eamus et al., 1999).

Além disso, observa-se a rápida resposta das espécies vegetais aos estímulos ambientais e pouquíssimos trabalhos dedicados a essa dinâmica ecofisiológica das mais diversas espécies, e nenhum com a espécie *Erythroxylum paufferense*.

## 2.2 Características da família Erythroxylacea

De acordo com Plowman & Hensold (2004), o Brasil é um dos principais centros de diversidade e endemismo de *Erythroxylum*, onde são encontradas cerca de 114 espécies das 187 registradas para a América tropical. É um grupo ecológico com uma ampla diversidade, com espécies encontradas em condições ambientais diferentes como a Floresta Amazônica e a Floresta Atlântica, e nas regiões Semiáridas, ocorrendo em diferentes níveis de elevações, desde o nível do mar até habitats montanhosos (Daly 2004). O gênero da família *Erythroxylacea* caracteriza-se pela presença de plantas lenhosas, arbustos ou árvores, glabras, com catafilos geralmente semelhantes às estípulas. As folhas são alternas e inteiras, com estípulas intrapeciolares. As flores são monoclinas, diclamídeas, pentâmeras e heterostílicas, com 10 estames de filetes unidos na base, formando um tubo que circunda o pistilo. O ovário é súpero, tricarpelar, trilobular, mas geralmente com apenas um único óvulo desenvolvido. O fruto é uma drupa, vermelha a púrpura (LOIOLA et al., 2007).

Na Paraíba foram registradas 13 (treze) espécies: *E.caatingae* Plowman, *E. citrifolium* A. St.-Hil, *E. numulária* Peyr., *E. paufferense* Plowman, *E. passerinum* Mart., *E. pulchrum* A. St.-Hil., *E. pungens* O. E. Schulz, *E. revolutum* O.E.Schulz, *E. subrotundum* A. St.-Hil. e *E.squamatum* Sw., encontradas nas diversas formações do Estado, como as florestas úmidas da Mata Atlântica, Brejos de Altitude, Matas Serranas, Restingas e áreas mais secas da Caatinga, como a da microrregião do Cariri Paraibano, sendo uma família que relativamente seja representada e suas espécies

possuam aplicações na medicina humana, estudos sobre Erythroxylaceae na Paraíba são inexistentes (LOIOLA et al., 2007).

O Guarda-orvalho (*Erythroxylum pauferrense*) é uma espécie de arbusto ou arvoreta que pode variar de 1,5 a 4 metros de altura, endêmica da região Nordeste e com ocorrência confirmada apenas no estado da Paraíba, no município de Areia, área de brejos de altitude da Mata do Pau-Ferro. A região é formada de áreas mais úmidas, rodeadas de semiárido, matas serranas consideradas disjunções florestais da Mata Atlântica, ilhadas pela vegetação de Caatinga, condição que torna esses remanescentes, áreas de elevada biodiversidade. Esse ecossistema pode ser considerado um refúgio ou uma relíquia vegetacional, por apresentar peculiaridades dissonantes do contexto em que está inserido. O guarda-orvalho, considerado criticamente em perigo por seu reduzido habitat, possui grande afinidade com o *Erythroxylum simonis*, espécie da mesma família restrita a florestas atlânticas e brejos de altitude do Nordeste brasileiro, encontrada na Paraíba e também nos estados de Ceará, Sergipe e Pernambuco.

### **2.3 Brejos de altitude**

O estado da Paraíba encontra-se localizado na porção mais oriental do Nordeste do Brasil, entre os meridianos de 34°45'12" e 38°45'45" de longitude oeste de Greenwich e entre os paralelos 06°02'12" e 08°19'18" de latitude sul, ocupando uma área de 56.372 km<sup>2</sup> (AGRA et al., 2004). Apresentam ilhas florestais mais ou menos úmidas, em função de sua condição climática peculiar, devido ao relevo que cria uma barreira às massas de ar, que acabam depositando umidade nas vertentes à barlavento, grotões e vales de serras (ANDRADE-LIMA 1982), onde se destaca pela vegetação semidecídua e semelhança com a floresta litorânea, ocorrendo populações vegetais e animais comuns em ambos ecossistemas sendo considerado formações disjuntas de mata atlântica, rica em diversidade biológica (ANDRADE & LINS, 1964; RODAL et al., 1998; SALES et al., 1998). Vegetação que ainda é pouco conhecida. Por outro lado, este bioma é rico em conhecimento popular tradicional, tanto sobre plantas medicinais fitoterápicas como sobre a cultura alimentar, e pode apontar alternativas para a conservação e o uso sustentável de sua biodiversidade (PÔRTO, et al., 2004).

O brejo de Areia é, de acordo com Andrade & Lins (1964), o de maior proporção no nordeste oriental. O clima é úmido, os solos são profundos e medianamente férteis e a hidrografia é caracterizada por pequenos e médios cursos d'água, com drenagem exorréica de padrão predominantemente dendrítico. A vazão

desses cursos d'água caracteriza-se por grandes oscilações entre os períodos seco e chuvoso, podendo ser classificada como semiperene (BARBOSA et al., 2004).

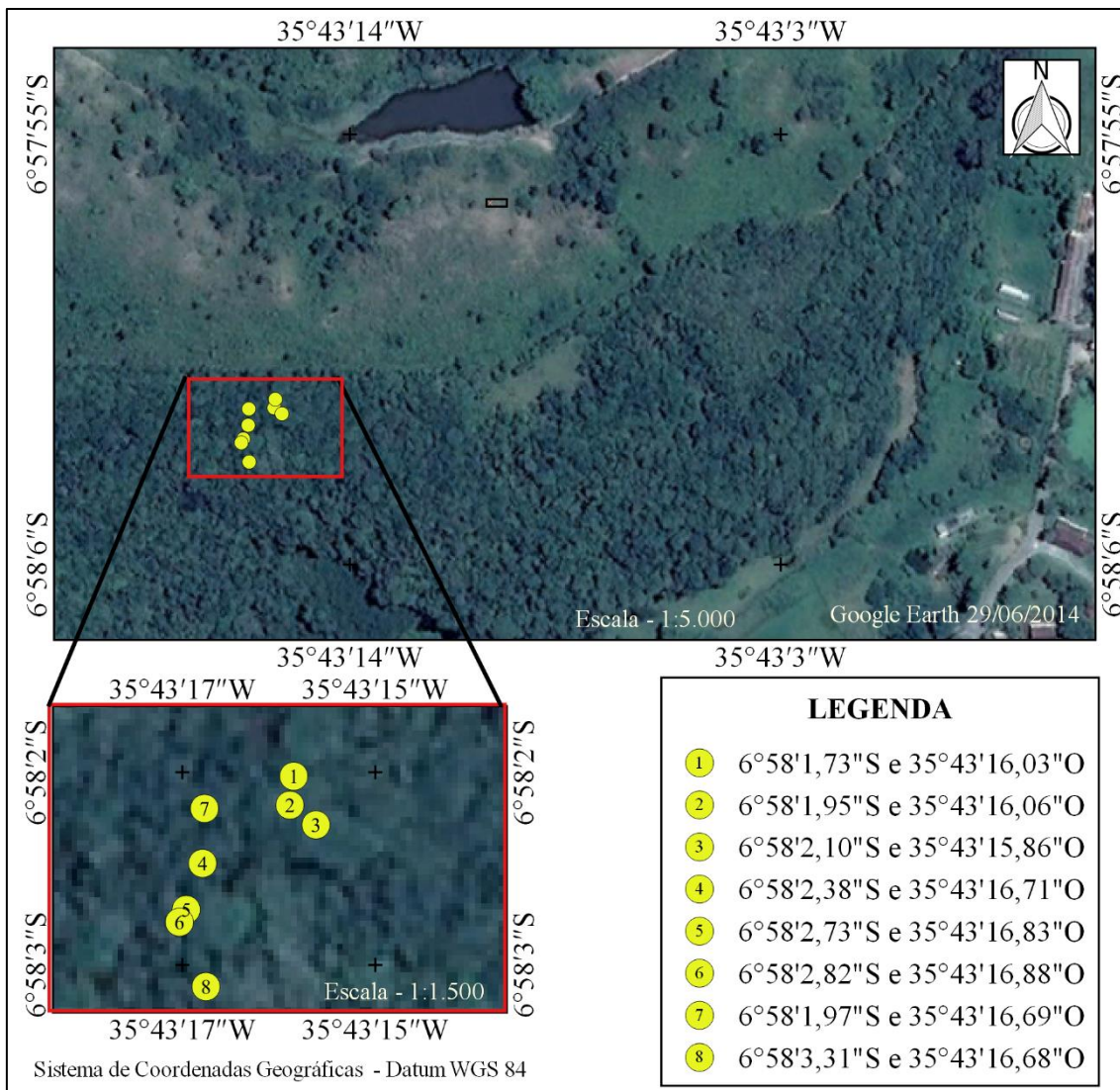
### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na mata preservada pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), localizado no município de Areia, PB ( $6^{\circ} 58'12''S$  e  $35^{\circ} 42'15''W$ ). A cidade inserida no brejo paraibano está numa altitude variável entre 400 e 600 m, temperatura média anual de  $22^{\circ}C$ , umidade relativa em torno de 85% e totais pluviométricos anuais em torno de 1400 mm (MAYO & FEVEREIRO 1981), o clima é do tipo Tropical Chuvoso, com verão seco. A estação chuvosa se inicia em janeiro/fevereiro com término em setembro, podendo se estender até outubro.

Foram utilizadas folhas maduras e completamente expandidas em um único plano de incidência de raios solares, de indivíduos de Guarda-orvalho (*Erythroxylum paufferense*) adultos, com altura entre 1,5 e 4 m, sendo sua localização marcada por GPS, Figura 1. (GARMIN MODELO 76CSx). Os dados foram coletados no mês de agosto, considerado período chuvoso, onde o solo se encontra em condições razoáveis de umidade.

As leituras foram realizadas no período das 7h00min às 17h00min com intervalo de 3 horas, o delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com 5 horários de avaliação (07:00, 09:00, 12:00, 15:00, 17:00h), com 8 repetições para cada horário. Os valores de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de  $CO_2$  ( $C_i$ ), temperatura foliar e déficit de pressão de vapor (DPV) foram medidas com um analisador de gás infravermelho (Li 6400, Li-Cor, Lincoln, EUA), em 8 árvores de guarda-orvalho. A concentração de  $CO_2$  dentro da câmara, a irradiação, a umidade do ar e a temperatura oscilaram conforme as condições do ambiente.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa computacional SISVAR (FERREIRA, 2008).



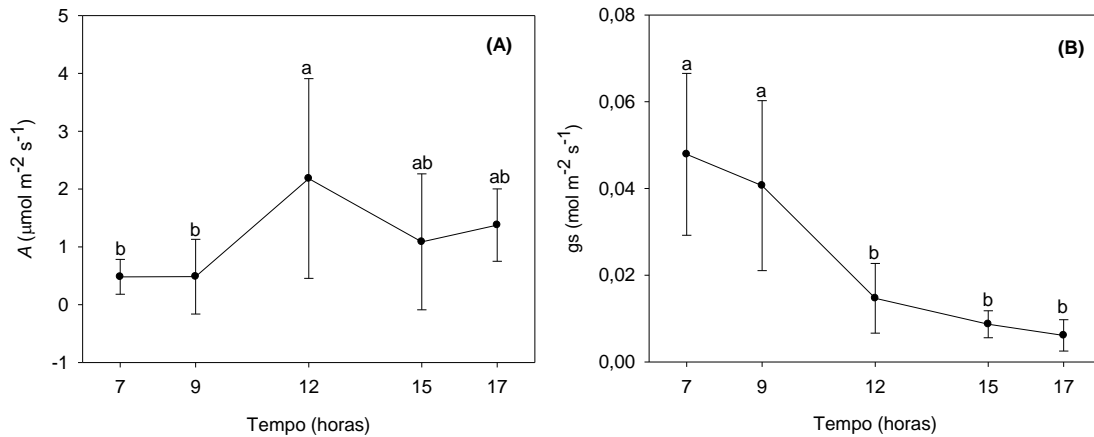
**Figura 1.** Pontos dos indivíduos de Guarda-orvalho analisados.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa fotossintética coletada durante 5 diferentes horas do dia, apresentou diferença pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. De acordo com a figura 2 (A), houve uma variação de 0,42 a 2,58  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  no intervalo das 7 às 17hrs do dia, onde ocorreu aumento de forma rápida atingindo o valor máximo às 12:00h (2,58  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), hora de maior intensidade de raios solares, logo após ocorreu o declínio até valores próximos de 1,00  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  entre 15:00 e 17:00 h, ao final da tarde quando a radiação solar foi muito baixa (Figura 2A).

A condução estomática (gs), obteve variação entre as primeiras e últimas horas do dia. Nos dados especificados durante o início de incidência de raios solares (7hs as

9hs) não houve diferença significativa com valores entre  $0,047$  e  $0,040 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , diminuindo gradativamente durante o dia, chegando a atingir valores de  $0,01 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  (Figura 2B).



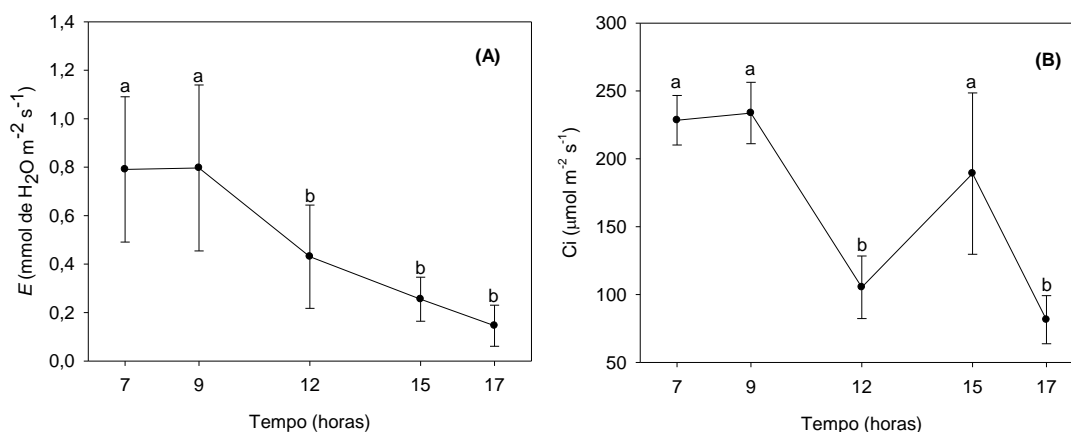
**Figura 2.** Curso diurno da taxa fotossintética, A (A) e condutância estomática, gs (B) em plantas de *Erythroxylum pauferrense*. Valores representam a média  $\pm$  desvio-padrão (n=8). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comportamento dos estômatos, justifica-se pela relação com a intensidade de raios solares e, a proteção em que a planta tem de manter a folha hidratada nas horas mais quentes do dia, promovendo a abertura e o fechamento dos estômatos, contudo, em situação de baixa disponibilidade de água no solo as plantas reduzem a perda de água ao reduzir a condutância estomática (COSTA & MARENCO, 2007). Além de ser estratégia contra estresse hídrico, a resistência estomática afeta as taxas fotossintéticas, e por consequência toda produção da planta. Na figura 2 (A,B), observa-se os maiores valores de  $gs$  nas primeiras horas, com um movimento decrescente ao longo do dia, já para a fotossíntese, ocorre variação, com um pico às 12h00min. O que pode ser explicado pela influência de outros fatores que afetem as taxas fotossintéticas, como a intensidade luminosa, a temperatura, a concentração de  $\text{CO}_2$ , o teor de nitrogênio da folha e a umidade do solo, que são exemplo de fatores que afetam a atividade fotossintética dos vegetais (MARENCO & LOPES, 2005).

De acordo com Marenco et al., (2014) em algumas espécies, a assimilação de carbono varia ao longo do dia em folhas mantidas em iluminação constante o que sugere o envolvimento de um relógio biológico, o qual pode ser diariamente ajustado de forma

a acompanhar as variações diárias das variáveis do ambiente, principalmente as variações na irradiância.

A transpiração foliar ( $E$ ), durante o dia, apresentou diferença significativa, variando de  $0,79 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  pela manhã e durante a tarde  $0,14 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Os maiores valores foram registrados pela manhã às 9h00min e os menores durante a tarde 17h00min quando a intensidade raios solares foi muito baixa (Figura 3A).



**Figura 3.** Curso diurno da transpiração foliar,  $E$  (A) e concentração interna de  $\text{CO}_2$  (B) em plantas de *Erythroxylum paufferense*. Valores representam a média  $\pm$  desvio-padrão ( $n=8$ ). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

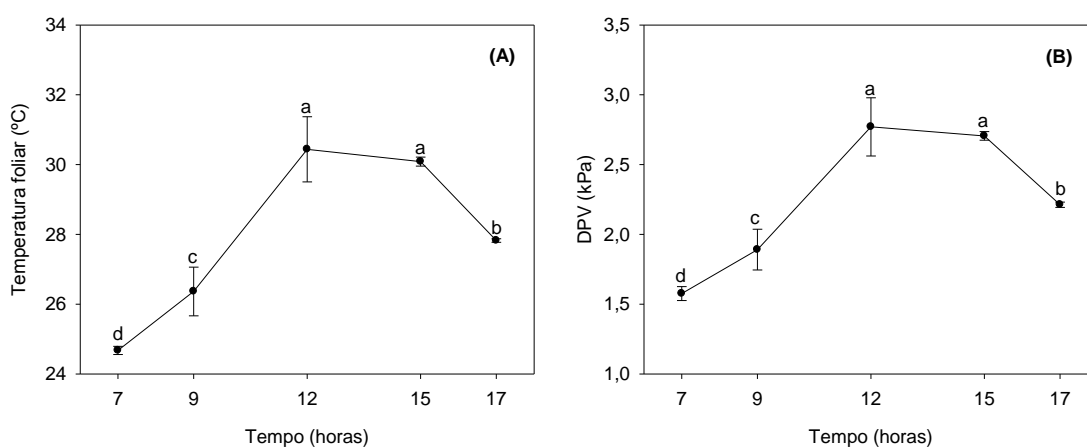
No período da manhã, houve redução na concentração de carbono interno ( $ci$ ) (Figura 3B), que oscilou de  $233 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  às 09h00min para  $105 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  as 12h00min, voltando a aumentar até às 15h00min e decaindo ao menor valor as 17h00min ( $81 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). O consumo de  $\text{CO}_2$  através da fotossíntese é o que melhor explica o comportamento dos dados de  $ci$ , pois foi no horário entre 9h00min e 12h00min que a taxa fotossintética atingiu os maiores valores nos indivíduos amostrados. Entre 12h00min e 15h00min havendo a redução da fotossíntese e também diminuindo a condutância estomática, ocorreu aumento nas concentrações de  $\text{CO}_2$  interno no mesofilo da folha. Dessa forma, o  $ci$  mostrou a relação mais estreita com o comportamento das taxas fotossintéticas ao longo do dia, dentre todas as outras variáveis analisadas neste trabalho, para a espécie Guarda-orvalho (*Erythroxylum paufferense*).

Em estudo realizado no Bioma Caatinga, Silva et al., (2004) observaram entre dez espécies nativas diferentes, que os maiores valores de transpiração ocorreram às 10h00min, porém houve uma grande variação entre as espécies analisadas.

Evidenciando que variáveis como esta, podem estar sendo afetadas por diversos fatores, desde as características das diferentes espécies, dos estágios sucessionais, até fatores ambientais atuantes e que se modificam em curto espaços de tempo.

A temperatura foliar (Figura 4A), aumentou gradativamente ao longo do dia com um pequeno declínio no final, acompanhada pelo déficit de pressão de vapor (DPV) (Figura 4B), apresentando correlação positiva entre si. Pelo fato de o DPV ser uma variável que depende tanto da umidade e temperatura do ar como da temperatura da folha. Mostrando que a planta interage e tem influência dos dois fatores simultaneamente de forma coordenada, reagindo o DPV com a temperatura da folha durante a incidência solar.

A temperatura foliar apresentou menor valor às 7h00min com 24,6 °C, com pico às 12h00min (30,4 °C), a partir de onde começou a diminuir até às 17h00min., acompanhando a intensidade de raio solares ao longo de um dia. Já o DPV, também apresentou maior valor às 12h00min quando iniciou diminuição até às 17h00min com 2,27 kPa.



**Figura 4.** Curso diurno da temperatura foliar (A) e déficit de pressão de vapor DPV (B) em plantas de *Erythroxylum paufferrense*. Valores representam a média  $\pm$  desvio-padrão (n=8). Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estas duas variáveis (temperatura foliar e DPV), de acordo com a análise dos comportamentos fisiológicos realizadas, são as que podem estar estreitamente ligadas ao comportamento da condutância estomática ao longo do dia (Figura 4B).

Pois de acordo com Marengo et al., (2014), esse é uma resposta clássica, onde, conforme ocorre o aumento de DPV, há diminuição de  $g_s$ , como foi evidenciado neste trabalho, onde os maiores valores de  $g_s$  são observados no início da manhã às 7h00min.,

quando, tanto o DPV quanto a temperatura foliar têm os menores valores, o que vai mudando no decorrer do dia, causando efeito sobre a *gs*.

Na literatura, nota-se que são poucos os trabalhos dedicados ao entendimento do comportamento ecofisiológico das espécies vegetais, principalmente de espécies nativas de Biomas como a Mata Atlântica e Semiárido, os quais sofrem constantemente a supressão de suas áreas nativas e com isso, correm perigo de continuar extinguindo seus recursos vegetais, muitos desses poderiam ter seus potenciais usados a favor da sociedade.

Dessa forma, não é possível estabelecer comparações dos resultados deste trabalho, visto que a grande maioria das pesquisas deste cunho são dedicadas a culturas agrícolas, e nenhum trabalho foi realizado nesse sentido com a Guarda-orvalho (*Erythroxylum paufferrense*), bem como, são quase inexistentes trabalhos com espécies vegetais nativos da Mata Atlântica.

O que desperta a atenção para a necessidade de maiores pesquisas com o recurso vegetal que existe nos poucos remanescentes de mata nativa, como estes encontrados nos brejos, que são consideradas refúgio ou relíquia vegetacional, por apresentar peculiaridades dissonantes do contexto em que está inserido, dessa forma espécies como o guarda-orvalho são considerados em perigo por seu habitat estar criticamente reduzido (Silvia & Braga, 2015).

## 5 CONCLUSÕES

- Houve diferença em todas as variáveis fisiológicas ao longo do dia na guarda-orvalho (*Erythroxylum paufferrense*);
- A variação da taxa fotossintética (*A*) ao longo do dia, indicou relação maior com a variação do carbono interno (*ci*);
- A condutância estomática (*gs*) teve maior correlação com Déficit de Pressão de Vapor (DPV);
- É necessário o aumento de pesquisas que avaliem o comportamento fisiológico das espécies nativas nos resquícios de Mata Atlântica.

## 6 REFERÊNCIAS

- ADDINGTON, R.N.; MITCHELL, R.J.; DONOVAN, L.A. Stomatal sensitivity to vapor pressure deficit and its relationship to hydraulic conductance in *Pinus palustris*. **Tree Physiology**, v.24, n.5, p. 561-569, 2004.
- ANDRADE, G.O. & LINS, R.C. 1964. Introdução ao estudo dos brejos pernambucanos. ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present-day forest refuges in Northeastern Brazil. Pp. 245-251, in: Prance, G.T. (ed.). Biological diversification in the tropics. Columbia University Press, New York.
- ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present-day forest refuges in northeastern Brazil. Pp. 247-251. In: G.T. Prance (ed.). Biological diversification in the tropics. New York, Columbia University Press.
- BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A.; SANTOS, A.O. Potencial da água na folha como um indicador de déficit hídrico em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35(8): 1531-1540. 2000
- BERNACCHI, C. J.; PIMENTEL, P.; LONG, S. P. *In vivo* temperature responses functions of parameters required to model RuBP-limited photosynthesis. **Plan, cell and Environment**, Oxford, v. 26, p. 1419-1430, 2003.
- COIMBRA FILHO, A.F.; CÂMARA, I.G. Os limites originais do Bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro: FBCN, 1996. 82p.
- COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazonica**, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.
- DIAS, D. P.; MARENCO, R. A. Fotossíntese e fotoinibição em mogno e acariquara em função da luminosidade e temperatura foliar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 3, p. 305-311, 2007.
- EAMUS, D., MYERS, B., DUFF, G., & WILLIAMS, D. J. Seasonal changes in photosynthesis of eight savanna tree species. **Tree physiology**, 1999.
- FLOSS, E.L. **Fisiologia das plantas cultivadas**. 5 ed. Passo Fundo: 2011. 734p.
- GALDINO, G.; MESQUITA, M. R.; FERRAZ, I. D. K. Descrição morfológica da plântula e diásporos de *Caesalpinia ferrea* Mart. Descrição morfológica da plântula e diásporos de *Caesalpinia ferrea* Mart. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. pg. 747-749, 2008.
- GONÇALVES, E. R.; FERREIRA, V. M.; SILVA, J. V.; ENDRES, L.; BARBOSA, T. P.; DUARTE, W. G. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila *a* em variedades de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.14, n.4, p.378–386, 2010.
- GRACILENE FERNANDES DA COSTA<sup>1</sup>, RICARDO A. MARENCO<sup>2</sup>

KRAUSE, G.H.; WEIS, E. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: the basics. Annual Review Plant Physiology. **Plant Molecular Biology**, v.42, p.313-349, 1991.  
LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 3 ed. São Carlos: Rima, 2004. 531p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2006. 550 p.

LENHARD, N. R.; PAIVA NETO, V. B. SCALON, S. P. Q.; ALVARENGA, A. A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia**, v. 43, n. 2, p. 178-186, 2013.

LIMA, A.R.F.; CAVALCANTI, A.O. Estudo sobre a posição dos brejos no sistema pernambucano. **Revista Pernambucana de Desenvolvimento**, Recife-PE, v. 2, n.1, p.29-53, 1975.

LOIOLA, M.I.B. Erythroxyllaceae. *In*: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2011/FB007680>>. Acesso em 27 agosto 2013.

LONG, S. P. Modification of the response of photosynthetic productivity to rising temperature by atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations – has its importance been underestimated. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 14, n. 8, p. 729-739, 1991.

Marengo, R.A.; Lopes, N.F. Fisiologia Vegetal: Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral, Editora UFV. Viçosa, MG. 451pp. 2005.

NIINEMETS, Ü.; SONNINEN, E.; TOBIAS, M. Canopy gradients in leaf intercellular CO<sub>2</sub> mole fractions revisited: interactions between leaf irradiance and water stress need consideration. **Plant, Cell & Environment**, v. 27, n. 5, p. 569-583, 2004.

O'GRADY, A. P.; WORLEDGE, D.; WILKINSON, A. Photosynthesis and respiration decline with light intensity in dominant and suppressed *Eucalyptus globulus* canopies. **Functional Plant Biology**, Canberra, v. 35, p. 439-447, 2008.

OREN, R.; SPERRY, J.S.; KATUL, G.G.; PATAKI, D.E.; EWERS, B.E.; PHILLIPS, N.; SCHAFER, K.V.R. Survey and synthesis of intra- and interspecific variation in stomatal sensitivity to vapour pressure deficit. *Plant, Cell and Environment*, 22(12): 1515-1526. 1999.

OTTO, M.S.G.; VERGANI, A.R.; GONÇALVES, N.A.; VRECHI, A.; SILVA, R.S.; STAPE, J.S. Fotossíntese, condutância estomática e produtividade de clones de *Eucalyptus* sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Árvore**, v.36, n.3, p.431-439, 2013.

PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; OLIVEIRA NETO, S. N.; HIGUCHI, P. Radiação luminosa e fotossíntese em quatro espécies lenhosas no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 48-57, 2003.

PLOWMAN, T. & HENSOLD, N. Names, types and distribution of neotropical species of *Erythroxylum* (Erythroxylaceae). *Brittonia* 56: 1-53. *Revista Arquivos da Faculdade de Filosofia* 2:21-33. 2004.

PORTO, K. C.; CABRAL, J. J.; TABARELLI, M. Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação. In: **Serie Biodiversidade**. MMA, 2004.

RODAL, M. J. N.; SALES, M. F.; SILVA, M. J.; SILVA, A. G. Flora de um Brejo de Altitude na escarpa oriental do planalto da Borborema, PE, Brasil. **Acta bot. bras.** **19(4): 843-858. 2005.**

SILVA, L. M. T. Mata Atlântica nas Escolas. 1. ed. João Pessoa: F&A Gráfica e Editora, 2015. v. 1. 91p.

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. FOTOSSÍNTESE EM *EUCALYPTUS* SOB DIFERENTES CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS. Engenharia na agricultura, Viçosa - MG, V.23 N.4, Julho/Agosto 2015.

TENHUNEN, J.D.; PEARCY, R.W.; LARANCE, O.L. Diurnal variation in leaf conductance gas exchange in natural environments. In: Zeiger, E., Farquhar, G.; Cowan, I (Ed.). **Stomatal function**. Stanford: Stanford University Press, 1987. p.323- 351.