

Interações biofísicas em espécies arbóreas potencialmente acumuladoras de fósforo: diversidade de irradiância e de comportamento hídrico

Patricia Chaves de OLIVEIRA¹, Cláudio José Reis de CARVALHO²

RESUMO

O entendimento das interações biofísicas entre espécies acumuladoras de fósforo, como *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* com a radiação e a água disponível em florestas secundárias no Nordeste Paraense torna-se fundamental para a composição de Sistemas Agroflorestais e Florestas Enriquecidas. O objetivo desta pesquisa foi o de identificar o quanto atravessava de radiação (PAR, BAR e PhyAR) pelas copas das espécies estudadas levando em consideração a densidade de agregação das árvores e a distância vertical a partir do solo, bem como o comportamento hídrico através da determinação dos potenciais hídricos (potencial antes do amanhecer e após meio-dia) em diferentes períodos climáticos. Os resultados mostraram que *Cecropia palmata* obteve as maiores irradiâncias independente da agregação das árvores sugerindo melhores condições aos processos fotossintéticos e morfogênicos às espécies que vierem a se localizar sob influência de suas copas. Quanto ao comportamento hídrico observou-se uma estratificação bem nítida entre as três espécies, onde *Cecropia palmata* foi a espécie que desenvolveu os maiores Potenciais Hídricos após o meio-dia sinalizando maior tolerância a períodos secos e por conseguinte se mantendo mais estável a condições de turgidez, o que é essencial aos processos de fotossíntese enquanto *Casearia arborea* pode ser considerada a mais sensível pois atingiu Potenciais Hídricos (ψ) muito negativos. O efeito do período climático sobre os Potenciais Hídricos determinou uma redução destes nos meses com menor precipitação pluviométrica para todas as espécies.

PALAVRAS-CHAVE: Potencial hídrico, Radiação Fotossinteticamente ativa (PAR), Radiação Ativa ao azul (BAR), Sistemas agroflorestais.

Biophysic interaction in potentially accumulative phosphorus wood species: irradiance diversity and hydric behavior

ABSTRACT

The agreement of biophysic interaction between phosphorus accumulative species, such as *Neea macrophylla* and *Cecropia palmata* with radiation and water available in secondary forests in the Northeast of Pará, becomes essential for the composition of Agroforest Systems and enriched Forests. The objective of this research was to identify how much radiation (PAR, BAR and PhyAR) crossed over to the canopies of the species studied, taking into consideration the tree aggregation density and distance from the soil, as well as the water behavior by determining the Water Potential (predawn and midday) in different climatic periods. The results showed that *Cecropia palmata* had the highest irradiances, independent of tree aggregation, suggesting better conditions for photosynthetic and morphogenic processes of the species that comes under the influence of its canopies. In respect to water behavior, a clear stratification between three species was observed, where *Cecropia palmata* was the species that developed the highest water potential midday, signaling fantastic tolerance to dry periods and consequently maintaining a more stable turgidity condition, which is essential to the photosynthetic process, while *Casearia arborea* can be considered the more sensitive, for it reached a very negative Water Potential (ψ). The effect of the climatic period on the Water Potential determined their reduction for all species in the months with less pluviometric precipitation—

KEY WORDS: water potential, Photosynthetically Active Radiation (PAR), Blue Active Radiation (BAR), Agroforest Systems

¹ Dra. em Ciências Agrárias, professora adjunta da UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ/Campus de Santarém, pchaves@ufpa.br.

² Fisiologista de plantas, EMBRAPA/CPATU, carvalho@embrapa.cpatu.br

INTRODUÇÃO

O dossel de uma determinada floresta pode influenciar a quantidade e a qualidade de radiação que passa através dele. Dessa forma, tanto a Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR), Radiação Ativa ao Azul (BAR) quanto a Radiação Ativa ao Fitocromo (PhAR) podem variar em função da arquitetura da copa das espécies. De acordo com Sá et al (1999) em vegetações secundárias enriquecidas no Nordeste Paraense, *Acacia mangium* Willd foi a espécie que apresentou a menor PAR abaixo de suas copas, sugerindo que sua associação com espécies tolerantes a baixos níveis deste tipo de radiação devam se adaptar melhor. Em espécies arbóreas potencialmente acumuladoras de P pouco se conhece acerca de suas interações biofísicas sobretudo quanto a irradiância espectral que atravessa o dossel destas espécies.

A altura dentro de um perfil vertical em floresta Tropical Úmida na Amazônia Central exerceu influência sobre algumas respostas fotossintéticas como observou Carswell et al (2000). A taxa máxima de transportes de elétrons (J_{MAX}) e a taxa máxima de carboxilação pela rubisco (V_{CMAX}) aumentaram significativamente com o aumento da altura dentro da floresta, onde os valores máximos obtidos para J_{MAX} foram de $103,9 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a 20 m comparado com $35,8 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ao nível do solo e para V_{CMAX} $42,8 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ a 24 m e $20,5 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ao nível do solo. Os autores ainda observaram correlação positiva entre a capacidade fotossintética e a concentração de nitrogênio nas folhas, as quais aumentavam com a altura dentro do dossel o que pode ser explicado através da redução da área foliar específica (SLA). Dessa forma, dependendo do estágio de desenvolvimento de florestas secundárias as diferenças de respostas fotossintéticas entre os estratos podem ser maiores ou não; é de se esperar que durante a fase inicial de regeneração da capoeira o gradiente de respostas fotossintéticas seja menor entre espécies pioneiras, aumentando ao longo do processo de sucessão ecológico.

A distribuição de luz ao longo do perfil vertical dos dosséis, pode determinar alterações na distribuição do ângulo foliar e na razão de bifurcação do caule, como observado em indivíduos de *Quercus*, nos quais o ângulo foliar variou de $1,6^\circ$ no alto da copa a $3,2^\circ$ nos ramos mais baixos (Kull et al ,1999). Da mesma forma, a razão de bifurcação dos caules e o número de folhas por ramo diminuíram com a redução da densidade do fluxo de fótons (PFD), sugerindo que este é um parâmetro que influencia a arquitetura das copas das espécies e por conseguinte o particionamento de luz dentro e abaixo das plantas. Relacionar a arquitetura da copa de espécies potencialmente acumuladoras de P com as variações na PFD ao longo das estações seca e chuvosa, indicaria a sensibilidade ou não da espécie a este fator, pois uma redução no número de folhas por ramo, por exemplo, em situações de baixa

PFD, levaria a um menor acúmulo de fitomassa aérea e por conseguinte menor quantidade de *litter*.

A variação da precipitação no sistema, ou seja nas florestas secundárias, parece ser determinante no comportamento hídrico de espécies comuns nestes ambientes. A capacidade de estoque de água que cada espécie apresenta em sistema de regeneração natural das capoeiras certamente varia com características morfo-anatômico e metabólicas. Contudo, o tamanho da árvore parece relacionar-se diretamente com o tempo de fluxo máximo no xilema conforme Meinzer et al (2001). Segundo os autores, em 27 espécies que co-ocorrem em floresta tropical a densidade do fluxo máximo do xilema medido na base dos caules variou com o tempo em função do tamanho das árvores, sendo que nas maiores ocorreu às 14:00 h e nas menores às 11:30 h. Além disso, os déficits de pressão de vapor atmosférico influenciam de forma decisiva os fluxos de água das plantas para o ambiente principalmente nas espécies menos tolerantes.

Pouco ainda se sabe sobre os fluxos de água em espécies potencialmente acumuladoras de P. Segundo Sellin (2001), a densidade do fluxo de fótons (PFD) influenciou as respostas estomáticas de folhas posicionadas na luz e na sombra de *Picea abies* com alta condutância máxima diária de vapor de água encontrada nas primeiras. Além disso, a idade das plantas foi outro parâmetro determinante na velocidade dos movimentos estomáticos, sendo muito rápidas em plantas mais velhas. A riqueza florística e o potencial econômico que determinadas espécies da Amazônia têm como a *Copaifera* spp na produção de óleo de copaíba (Rigamonte et al, 2005) entre outras nos alerta para a elucidação das estratégias que espécies nativas possam desenvolver quanto ao estresse hídrico. A plasticidade estomática das espécies passa a ser uma característica importante na competição por água dentro do sistema capoeira, pois indica uma capacidade de se adaptar às variações de oferta do recurso, bem como o ajustamento osmótico (Carvalho, 2005).

Os objetivos desta pesquisa foram o de quantificar a Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR), Radiação Ativa ao Azul (BAR) e Radiação Ativa ao Fitocromo (PhAR) que passavam através das copas de algumas árvores das espécies acumuladoras de P, *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata*, a fim de se avaliar o potencial de associação destas espécies em sistemas agroflorestais. A disponibilização de luz bem como o perfil do comportamento hídrico destas plantas ao longo de diferentes condições de precipitação propiciará a identificação de graus de tolerância de espécies acumuladoras de P à déficits hídricos.

MATERIAL E MÉTODOS

As espécies estudadas, *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* encontravam-se em floresta secundária (sítio

I) aproximadamente com 6 anos de regeneração adjacente a uma outra floresta mais antiga (20 anos) localizada na Fazenda-Escola da Universidade Federal Rural da Amazônia, no Município de Igarapé-Açú à Nordeste do Estado do Pará. As árvores estavam distribuídas ao acaso e distanciadas aproximadamente 10 metros. O solo da área se caracterizava pela baixa fertilidade, com 2 mg de P/ dm³ solo, baixas porcentagens de N, cerca de 0,03 %, PH ácido, na faixa de 4,5 a 5,0 e concentrações expressivas de Al, em torno de 0,5 cmol dm⁻³ solo.

A determinação da Irradiância Espectral foi descrita acima e abaixo das copas das espécies estudadas durante a estação seca e expressas em W/m²/nm. O aparelho utilizado para determinação da Irradiância Espectral foi um espectrorradiômetro portátil (Li-1800, Li-Cor Inc., Lincoln, Nebraska, USA) (Percy, 1989). A quantificação da radiação foi realizada por faixas de comprimento de onda (nm); especificamente Radiação Fotossinteticamente Ativa (PAR), entre 400-700 nm (McCree, 1981); Radiação Ativa ao Azul (BAR), entre 400 e 500 nm (Woodward, 1983) e Radiação Ativa ao Fitocromo (PHYTAR) correspondente à razão 655-665 nm/ 725-735 nm.

A determinação do Potencial Hídrico foliar foi medido em ramos com folhas fisiologicamente maduras (funcionais) nas 3 espécies estudadas, às 5:30 (potencial de base) e às 12:00 horas (após meio-dia) em dias típicos do período seco, chuvoso, de transição e de estiagem com uma bomba de pressão.

A análise Estatística quanto às Radiações PAR, BAR e PhyAR que atravessavam as copas de *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* foi feita através de Análise Multivariada a partir da aplicação do Teste de Hotteling. Quanto à avaliação dos Potenciais Hídricos esta inicialmente foi realizada através da construção de uma Matriz de Correlação Linear de Pearson entre o Potencial Hídrico obtido no *potencial de base*, Potencial Hídrico obtido após o meio-dia e Precipitação Pluviométrica mensal a fim de verificar o grau de correlação Linear entre estas variáveis. Num segundo momento foi realizada uma análise Multivariada, através do Teste de Hotteling (aproximação de F) de comparação das médias dos potenciais hídricos (*potencial de base e após o meio-dia*) obtidos entre *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata*. Da mesma forma foi verificado o efeito do período climático sobre tais Potenciais Hídricos de cada uma das espécies potencialmente acumuladoras de P também a partir da aplicação do Teste de Hotteling. O programa estatístico utilizado foi o BioEstat 3.0 (Ayres et al, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O efeito da agregação das árvores de *Neea macrophylla* acerca das radiações médias (w.m⁻².nm⁻¹) Fotossinteticamente Ativa (PAR) e Ativa na Região do Azul (BAR) abaixo das copas de *Neea macrophylla* onde o agregado com o menor número de

indivíduos (terceiro agregado) apresentou os maiores valores de PAR e BAR sugerindo que uma agregação mais densa já reduz quantitativamente a luz sob a projeção das copas sobretudo ao nível do solo, aumentando gradativamente até 1,80m conforme FIGURA 1. Já a radiação PAR e BAR abaixo das copas de *Cecropia palmata* não diferiram entre os 3 indivíduos estudados, independente do número de folhas que possuíam entretanto, ao nível do solo as 2 radiações foram maiores do que a 1,80m conforme FIGURA 2.

Quanto à PAR e BAR Totais (w/m²) observamos que *Cecropia palmata* permitiu uma passagem maior destas radiações abaixo de suas copas fator este diretamente relacionado à arquitetura da copa da espécie conforme FIGURAS 3, 4 e 5. Como possíveis componentes arbóreos tais variações na PAR e BAR abaixo das copas podem ser decisivas nos processos fotossintéticos e de morfogênese sobre as espécies a serem consorciadas.

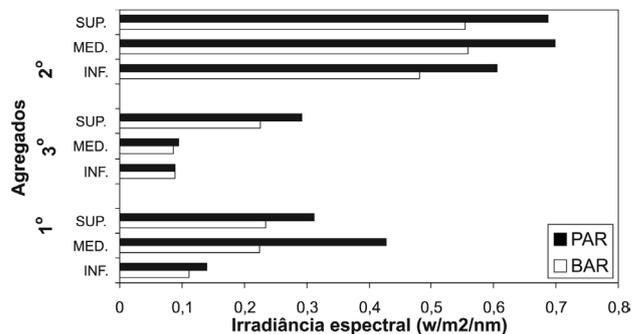


Figura 1- Irradiância espectral média (w.m⁻².nm⁻¹) nos intervalos de 400-500nm (BAR) e 400-700 nm (PAR) sob as copas de três agregados de *Neea macrophylla* (1o= nove indivíduos; 2o= cinco indivíduos e 3o= um indivíduo) e em três estratos (inferior=INF, médio=MED e superior=SUP).

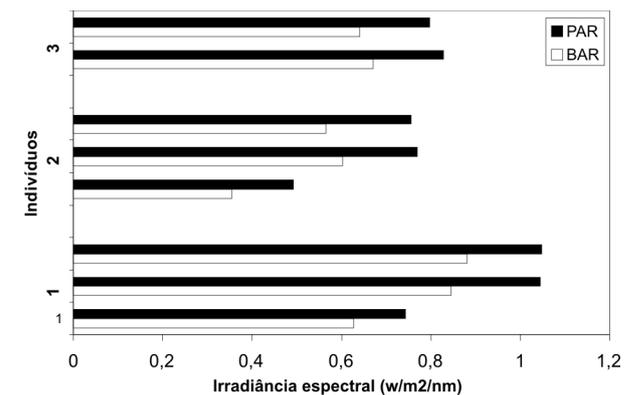


Figura 2 - Irradiância espectral média (w.m⁻².nm⁻¹) sob as copas de três indivíduos de *Cecropia palmata* (1o= com 9 folhas; 2o= com 12 folhas e 3o= com 8 folhas) e em 3 estratos (inferior= na altura do solo; médio= a 80 cm e superior= a 1,80m).

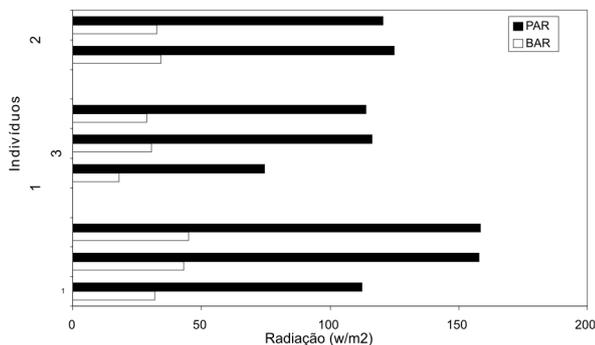


Figura 3 - Total das Radiações Fotossinteticamente ativa (PAR) e Ativa na Região do Azul (BAR) medidas abaixo das copas de *Cecropia palmata* (1o= com 9 folhas; 2o= com 12 folhas e 3o= com 8 folhas) e em 3 estratos distintos.

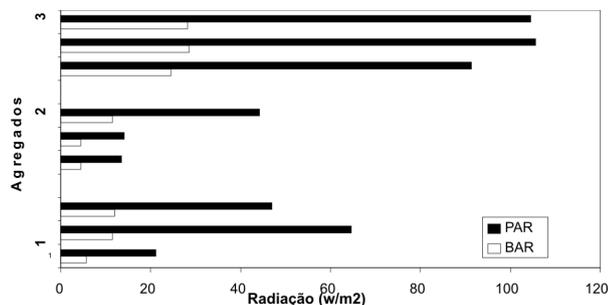


Figura 4 - Total das Radiações Fotossinteticamente Ativa (PAR) e Ativa na Região do Azul (BAR) medidas abaixo das copas de 3 agregados de *Neea macrophylla* (1o= nove indivíduos; 2o= cinco indivíduos e 3o= um indivíduo).

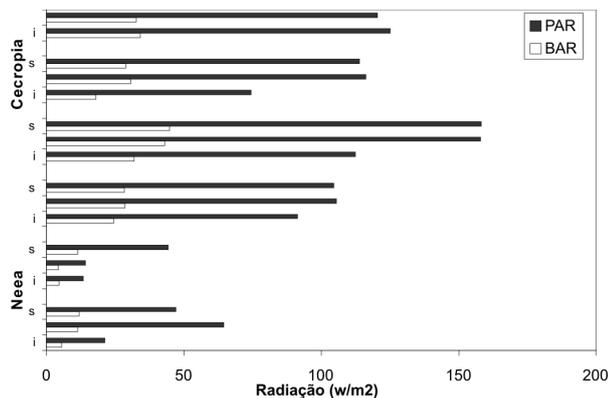


Figura 5 - Total das radiações Fotossinteticamente Ativa (PAR) e Ativa na Região do Azul (BAR) abaixo das copas de 3 agregados de *Neea macrophylla* (1o= nove indivíduos; 2o= cinco indivíduos e 3o= um indivíduo) e de 3 indivíduos de *Cecropia palmata* (1o= com 9 folhas; 2o= com 12 folhas e 3o= com 8 folhas), em 3 distintos estratos (i=inferior, m=medio e s=superior).

Os resultados demonstraram que a espécie *Cecropia palmata* apresentou valores muito próximos da Irradiância Espectral acima das copas (conforme FIGURA 7) e que pouco bloqueio ofereceu à passagem de luz. É uma espécie portanto que pode ser adicionada à Sistemas Agroflorestais sem qualquer restrição do fator luz para espécies associadas. Quanto à razão vermelho:vermelho extremo, esta foi maior abaixo das copas de *Cecropia palmata* do que abaixo das copas de *Neea macrophylla* com probabilidade $P=0$ de que isto se deva ao acaso conforme FIGURA 6. Tais valores foram um pouco maiores do que os encontrados por Sá et al (1999) em vegetação secundária com seis anos de regeneração na mesma região.

A Análise Multivariada a partir da aplicação do Teste de Hotteling (TABELA 1) revelou diferença significativa através da análise conjunta das três variáveis estudadas (PAR, BAR e PhyAR) entre as duas espécies acumuladoras de P, *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata*. A arquitetura de copa de *Cecropia palmata* propiciou maior radiação total tanto de BAR, PAR quanto de PhyAR, sugerindo que o ambiente luminoso criado a partir de um plantio sistemático de *Cecropia palmata* pouco restringe as radiações acima citadas e que portanto condições favoráveis aos processos fotossintéticos e de morfogênese estarão garantidas às espécies companheiras que vierem a se localizar sob influência das copas consideradas.

Quanto à caracterização do Potencial Hídrico em espécies potencialmente acumuladoras de P, esta demonstrou uma variação onde *Cecropia palmata* conseguiu manter Potenciais Hídricos menos negativos do que *Neea macrophylla* e *Casearia arborea* conforme FIGURAS 8, 9 e 10. Estes resultados sugerem que *C. palmata* apresentou uma vantagem em relação às demais espécies sob condições de déficit hídrico. *Casearia*

Tabela 1 - Análise Multivariada através da aplicação do Teste de Hotteling de comparação das três radiações em w/m², BAR, PAR e PhyAR abaixo das copas de duas espécies acumuladoras de P, *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* em floresta secundária (sítio I) com aproximadamente 6 anos de regeneração, Pará, Brasil.

	BAR	PAR	PhyAR
Amostra 1: <i>Neea</i>	13.1472	50.1612	1.0067
Variância =	99.3913	1462.9194	0.1775
Tamanho =	24	24	24
Amostra 2: <i>Cecropia</i>	33.0563	122.3304	1.2975
Variância =	176.251	2243.8806	0.0283
Tamanho =	24	24	24
T2 (Hotteling) =	34.8312	---	---
F =	11.1056	---	---
Graus de liberdade	3, 44	---	---
(p) =	0,0001	---	---

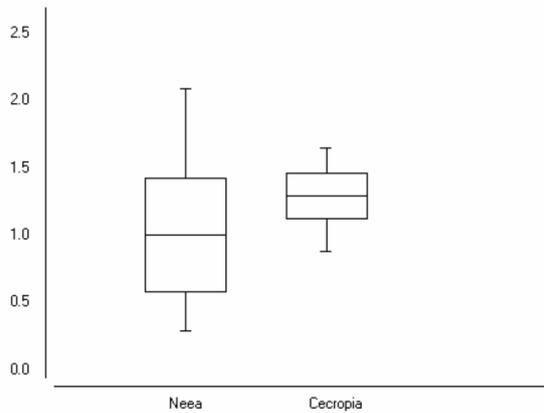


Figura 6 - Razão vermelho:vermelho extremo abaixo das copas de *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata* em floresta secundária à Nordeste do Estado do Pará.*
*médias diferentes significativamente ao nível de 1% de probabilidade

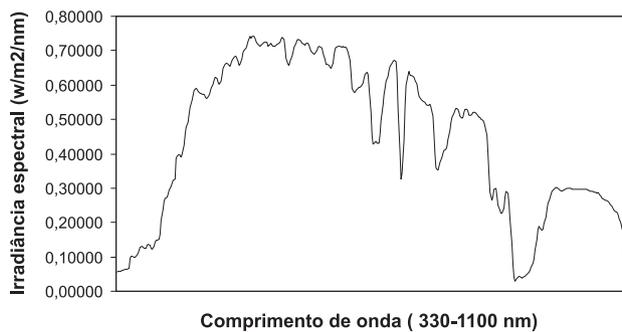


FIGURA 7- Irradiância Espectral (w/m²/nm) no intervalo de 330 a 1100 nm acima das copas das espécies estudadas, no dia 16 de janeiro de 2003, Igarapé-Açú, Pará, Brasil.

arboria foi a espécie que desenvolveu potenciais hídricos mais negativos chegando à $-2,74$ MPa *após o meio-dia* sugerindo uma certa sensibilidade da espécie a períodos com baixa precipitação pluviométrica como o estudado.

Quando analisa-se os dados relativos ao gradiente de potencial hídrico ($\Delta\Psi = \Psi_{\text{após o meio-dia}} - \Psi_{\text{potencial de base}}$) das 3 espécies estudadas como forma de caracterizar a elasticidade que tem este parâmetro sob diferentes condições pluviométricas, nota-se que os maiores $\Delta\Psi$ foram obtidos por *Casearia arborea* em todos os meses estudados de acordo com a FIGURA 11, enquanto *Cecropia palmata* obteve os mais baixos $\Delta\Psi$, sugerindo que *Casearia* apresenta maior elasticidade, isto é, leva mais tempo para recuperar o *status* hídrico pois atinge valores muito negativos ao meio-dia, o que já não acontece com *Cecropia palmata* que consegue manter Potenciais Hídricos menos negativos tornando-se mais estável ao longo do dia. *Neea macrophylla* pode ser considerada espécie de comportamento intermediário porém mais similar à *Casearia* do que à *Cecropia*, ou seja mais sensível ao período seco.

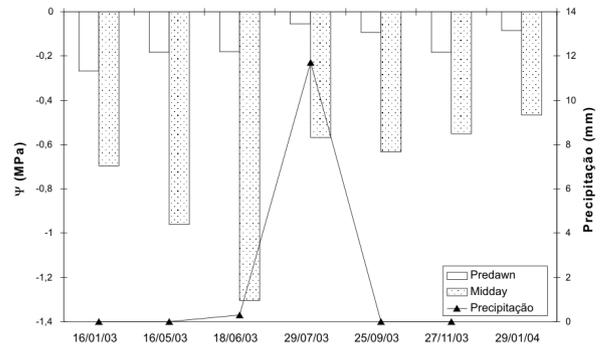


Figura 8 - Comportamento do Potencial Hídrico (Ψ) em MPa de *Cecropia palmata* sob baixa precipitação pluviométrica (mm/dia) em floresta secundária, Pará, Brasil.

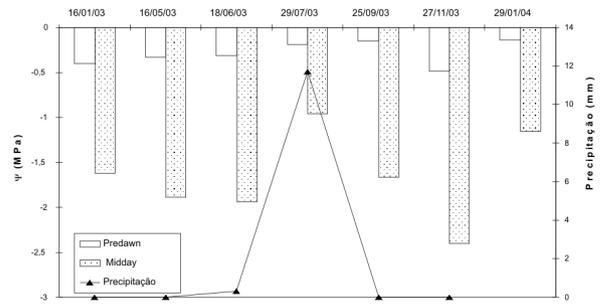


Figura 9 - Potencial Hídrico (Ψ) em MPa de árvores de *Neea macrophylla*, no período de janeiro de 2003 à janeiro de 2004 sob baixa precipitação pluviométrica (mm/dia) em floresta secundária, Igarapé-Açú, Pará, Brasil.

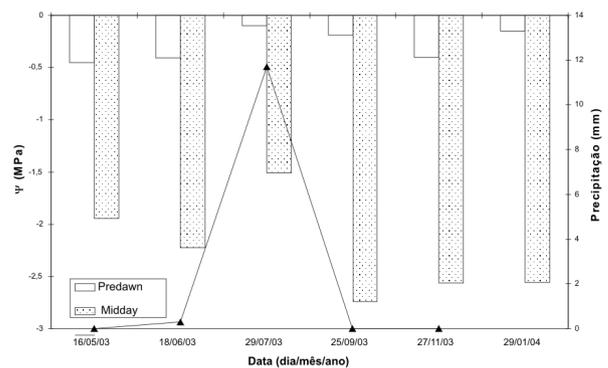


Figura 10- Comportamento do Potencial Hídrico (Ψ) em MPa de árvores de *Casearia arborea* sob baixa precipitação pluviométrica (mm/dia)

A construção da Matriz de Correlação (TABELA 2) revelou correlação positiva ($r=0,6425$) entre o potencial hídrico *de base e após o meio-dia* com probabilidade (P) igual a 0,0054 de que isto se deva ao acaso. À medida que diminuiu o potencial hídrico *de base*, o obtido *após o meio-dia* também tendia a diminuir .

Tabela 2 - Matriz de Correlação Linear de Pearson entre o *potencial de base* (coluna 1), potencial hídrico *após o meio-dia* (col. 2) e precipitação mensal (col.3) observadas em folhas de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* em floresta secundária com 6 anos de regeneração.

	Colunas 1 e 2	Colunas 1 e 3	Colunas 2 e 3
n (pares) =	17	17	17
r (Pearson) =	0.6425	-0.0729	0.2602
IC 95% =	0.23 a 0.86	-0.53 a 0.42	-0.25 a 0.66
IC 99% =	0.07 a 0.90	-0.64 a 0.55	-0.40 a 0.74
R2 =	0.4128	0.0053	0.0677
t =	3.2475	-0.2829	1.0439
GL =	15	15	15
(p) =	0.0054	0.7811	0.313
Matriz de Correlação	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3
Coluna 1 = Ψ predawn	1	---	---
Coluna 2 = Ψ midday	0.6425	1	---
Coluna 3 = precipitation	-0.0729	0.2602	1

A Análise Multivariada a partir da aplicação do Teste de Hotelling demonstrou que folhas de *Cecropia palmata* e *Neea macrophylla*, ambas espécies acumuladoras de P, diferiram significativamente ao nível de 1% de probabilidade através da análise conjunta de duas variáveis, potencial hídrico *de base* e *após o meio-dia*, onde os tecidos de *Cecropia palmata* mantiveram-se mais túrgidos do que os de *Neea* (-1,74 MPa) ao meio dia conforme TABELA 3. Da mesma forma, *Cecropia* diferiu de *Casearia* ao nível de 1% de probabilidade onde a tolerância de *Casearia arborea* pode ser evidenciada a partir da determinação de potencial hídrico igual a -2,19 MPa em suas folhas ao meio-dia, um valor extremamente negativo sugerindo resistência ao déficit hídrico temporário na região.

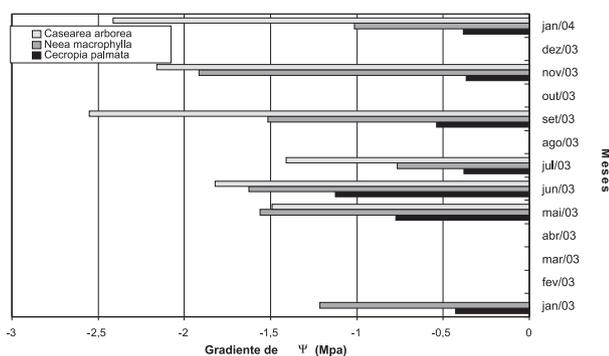


Figura 11- Gradiente de Potencial Hídrico ($\Delta\Psi = \Psi_{\text{após o meio-dia}} - \Psi_{\text{potencial de base}}$) de *Cecropia palmata*, *Neea macrophylla* e *Casearia arborea* ao longo de 1 ano de observação em vegetação secundária em estágio inicial de regeneração, Pará, Brasil.

Tabela 3 - Análise Multivariada, através da aplicação do Teste de Hotelling de comparação de 2 conjuntos de variáveis, sendo a variável 1 o potencial hídrico obtido no *potencial de base* e a variável 2 o potencial hídrico obtido *após o meio-dia* entre folhas de *Cecropia palmata* e *Neea macrophylla*, *Cecropia* e *Casearia* e *Neea* e *Casearia*.

	Var 1 (Ψ de base)	Var 2 (Ψ após o meio-dia)
Cecropia X Neea		
Amostra 1: <i>Cecropia palmata</i>	-0.16	-0.785
variância =	0.0058	0.087
Amostra 2: <i>Neea macrophylla</i>	-0.3124	-1.7455
variância =	0.0158	0.2258
T2 (Hotelling) =	17.6975	
(p) =	0.0103	---
Cecropia x Casearia		
Amostra 1: <i>Cecropia palmata</i>	-0.16	-0.785
variância =	0.0058	0.087
Amostra 2: <i>Casearia arborea</i>	-0.3103	-2.1973
variância =	0.0241	0.243
T2 (Hotelling) =	35.0935	
(p) =	0.0021	---
Neea x Casearia		
Amostra 1: <i>Neea macrophylla</i>	-0.3124	-1.7455
variância =	0.0158	0.2258
Amostra 2: <i>Casearia arborea</i>	-0.3103	-2.1973
variância =	0.0241	0.243
T2 (Hotelling) =	3.1457	
(p) =	0.3015	---

Contudo, não houveram diferenças significativas entre os potenciais hídricos de *Neea* e *Casearia*.

O efeito do período climático sobre os potenciais hídricos das folhas de *Cecropia palmata* puderam ser observados entre Janeiro de 2003 (período chuvoso) e Junho de 2003 (período de estiagem), respectivamente 232,2 mm e 61,8 mm de precipitação de acordo com a TABELA 4. O período com a menor precipitação pluviométrica resultou em potenciais hídricos mais negativos sobretudo *após o meio-dia*. Da mesma forma houve diferenças significativas entre os meses de Janeiro de 2003 e Setembro de 2003 (período seco), respectivamente 232,2 e 45 mm de precipitação. Comportamento hídrico similar foi observado em *Neea macrophylla*. De forma geral, ao longo de 1 ano de observação quando levou-se em consideração as 3 espécies estudadas, não houveram correlações positivas entre potenciais hídricos no *predawn* e no *midday* (FIGURA 12).

Tabela 4- Análise Multivariada, através da aplicação do Teste de Hotelling para comparação de 2 conjuntos de variáveis, sendo a variável 1 o potencial hídrico obtido no *potencial de base* e a variável 2 o Potencial Hídrico obtido *após o meio-dia* em folhas de *Cecropia palmata* e *Neea macrophylla* entre o período chuvoso (janeiro=232,2 mm chuva) e o período de estiagem (junho=61,8mm) e entre o período chuvoso e seco (45 mm).

<i>Cecropia palmata</i> Período chuvoso X Período de estiagem	Var 1 (potencial de base)	Var 2 (após o meio-dia)
Amostra 1: JANEIRO DE 2003	-0.2679	-0.6949
Amostra 2: JUNHO DE 2003	-0.18	-1.305
T2 (Hotelling) =	58.4301	---
(p) =	0.0009	
Período Chuvoso X Período Seco		
Amostra 1: JANEIRO / 2003	-0.2679	-0.6949
Amostra 2: SETEMBRO/2003	-0.0917	-0.6333
T2 (Hotelling) =	48.8895	
(p) =	0.0007	---
<i>Neea macrophylla</i> Período chuvoso X Período de estiagem		
Amostra 1: JANEIRO/2003 (232,2mm)	-0.4043	-1.6196
Amostra 2: JUNHO /2003 (61,8mm)	-0.315	-1.94
T2 (Hotelling) =	10.1573	
(p) =	0.0223	---
Período Chuvoso X Período Seco		
Amostra 1: JANEIRO/2003 (232,2 mm)	-0.4043	-1.6196
Amostra 2: SETEMBRO/2003 (45 mm)	-0.15	-1.665
T2 (Hotelling) =	32.6497	
(p) =	0.0007	

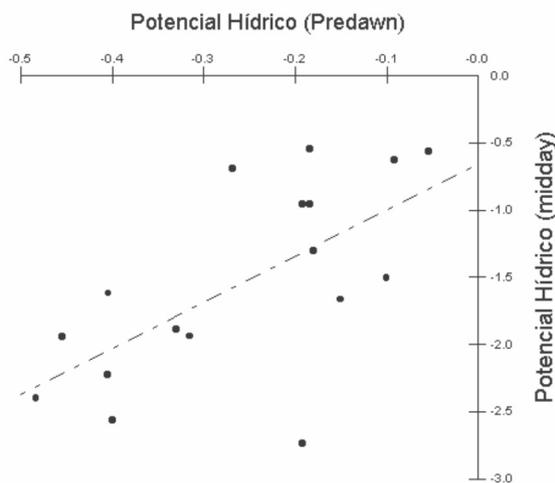


Figura 12 - Correlação Linear ($r = 0,64$) com $P = 0,0054$ entre Potencial Hídrico (Ψ) em MPa, observado em folhas de *Neea macrophylla*, *Cecropia palmata* e *Casearia arborea* no potencial de base (5:00 h) e após o meio-dia (12:00 h) ao longo de 1 ano.

CONCLUSÕES

A densidade de agregação das árvores teve maior influência na radiação que atravessava as copas de *Neea macrophylla* do que às de *Cecropia palmata*. *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata*, espécies potencialmente acumuladoras de P disponibilizaram abaixo de suas copas, Radiação Fotossinteticamente Ativa, Radiação Ativa na região do Azul e Radiação Ativa ao Fitocromo diferentes quantitativamente entre si em função de distintas arquiteturas de copa. Árvores de *Cecropia palmata* restringiram menos radiação do que *Neea macrophylla* sugerindo melhores condições aos processos fotossintéticos e morfogênicos às espécies sob influência dessas copas. As flutuações na precipitação ao longo do ano de 2003 determinaram flutuações nos estados de energia potencial da água tanto no *potencial de base* quanto *após o meio-dia* em tecidos foliares de *Neea macrophylla* e *Cecropia palmata*, indicando que *Cecropia palmata* deve ser mais tolerante ao déficit hídrico porque manteve os Potenciais Hídricos maiores enquanto *Neea macrophylla* e *Casearia arborea* foram mais sensíveis.

AGRADECIMENTOS

PROJETO SHIFT & PROJETO LBA

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Ayres, M.; Ayres Junior, Ayres, D.L. & dos Santos, A.S.- BioEstat 3.0. Aplicações estatísticas nas áreas das Ciências Biológicas e Médicas. Sociedade Civil Mamirauá/MCT-CNPQ/ Conservation International, Belém, Pará, 2003.
- Carswell, F.E.; Meir, P.; Wandelli, E.V.; Bonates, L.C.M.; Kruijt, B.; Barbosa, E.M.; Nobre, A.D.; Grace, J. e Jarvis, P.G.- Photosynthetic Capacity in a Central Amazonian rain Forest. *Tree Physiology*, Heron Publishing, Canadá, 2000, 20: 179:186.
- Carvalho, Cláudio José Reis de. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* [*S. parahyba* var. *amazonicum*] e *Schizolobium parahyba* [*Schizolobium parahybum*] à deficiência hídrica. *Rev. Árvore*, nov./dez. 2005, vol.29, no.6, p.907-914
- Kull O., Broadmeadow, M., Kruijt, B. e Meir, P. - Light distribution and foliage Structure in an oak canopy. *Trees*, 1999, 14:2, pp. 55-64.
- Meinzer, F.C., Goldstein, G. e Andrade, J.L.- Regulation of water flux through tropical forest canopy trees: Do universal rules apply? *Tree Physiology*, Canadá, 2001, 21:19 – 26.
- Rigamonte-Azevedo, Onofra Cleuza, WADT, Paulo Guilherme Salvador e WADT, Lúcia Helena de Oliveira. Potencial de produção de óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp) de populações naturais do sudoeste da Amazônia. *Rev. Árvore*, jul./ago. 2006, vol.30, no.4, p.583-591.

Sá, T. D. de A.; De Oliveira, V.C.; De Araújo, A.C. e Brienza Júnior, S.- Spectral Irradiance and stomatal conductance of enriched fallows with fast-growing trees in eastern Amazonia, Brazil. *Agroforestry Systems*, Kluwer Academic Publishers.1999, 47: 289-303.

Sellin, Arne- Morphological and stomatal responses of Norway spruce foliage to irradiance within a canopy depending on shoot age. *Environmental and Experimental Botany*, 2001, 45:2, pp. 115-131.

Recebido em 30/06/2007

Aceito em 10/03/2008