

VARIABILIDADE DA CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA EM ECOSISTEMA DE MANGUEZAL AMAZÔNICO E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS.

Hernani José Brazão Rodrigues¹; João Batista Miranda Ribeiro²; José Danilo Souza Filho³; Sérgio Rodrigo Quadros dos Santos⁴

¹Docente da Faculdade de Meteorologia - Universidade Federal do Pará - hernani@ufpa.br;

²Docente da Faculdade de Meteorologia - Universidade Federal do Pará - jbmr@ufpa.br;

³Docente da Faculdade de Meteorologia - Universidade Federal do Pará - kaue@ufpa.br

⁴Aluno de Graduação em Meteorologia - Universidade Federal do Pará - sergiosanntos@yahoo.com.br;

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte – MG.

RESUMO: No presente trabalho foram estudadas as variações da condutância estomática (gs) para o período chuvoso e menos chuvoso, e suas relações de dependência com variáveis meteorológicas medidas em um ecossistema de manguezal amazônico. Utilizaram-se dados do projeto ECOBIOMA, parte integrante do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA). A condutância estomática acompanha a tendência de variação do balanço de radiação, atingindo valores máximos durante o dia e mínimos durante a noite e apresentou maiores flutuações no período chuvoso, com valor médio de 0,015 m s⁻¹. Durante o período menos chuvoso a condutância estomática apresenta um comportamento mais regular, variando entre 0,008 m s⁻¹ a 0,042 m s⁻¹. As variáveis meteorológicas utilizadas para o estabelecimento de relações de dependência com a variabilidade diária da condutância estomática foram déficit de umidade específica, déficit de pressão de vapor, saldo de radiação e vento. O déficit de pressão de vapor foi a variável que apresentou a melhor relação de dependência com a condutância estomática e o vento foi a variável que apresentou a menor influência no comportamento médio da condutância estomática no manguezal.

PALAVRAS-CHAVES: Condutância estomática, manguezal, déficit de pressão de vapor.

VARIABILITY OF STOMATAL CONDUCTANCE IN MANGROVE ECOSYSTEMS OF AMAZON AND ITS RELATIONS WITH METEOROLOGICAL VARIABLES

ABSTRACT: This work investigated the variations of stomatal conductance (Gs) in the rainy and less-rainy seasons and its dependence relations with meteorological variables measured in an Amazonian mangrove ecosystem. Data were originated from the ECOBIOMA project, part of the Large Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazon (LBA). Stomatal conductance followed the tendency of variation in the radiation balance, reaching maximum values during the day and minimum values at night, showing greater fluctuations in the rainy season, with mean value of 0.015 m s⁻¹. During the less-rainy season, the mean value for stomatal conductance as a more regular behavior, varying between 0.008 s⁻¹ and 0.042 m s⁻¹. The meteorological variables used for establishing the dependence relations with the daily variability of stomatal conductance were the following: specific moisture deficit, vapor pressure deficit, radiation balance and wind. The variable vapor pressure deficit showed the

best dependence relation with stomatal conductance, whereas the variable wind exerted the least influence on the average behavior of stomatal conductance in the mangrove ecosystem.

KEYWORDS: Stomatal conductance, mangrove, of vapor pressure deficit.

INTRODUÇÃO: O comportamento estomatal é importante fator fisiológico no controle dos processos vitais da planta além de ser um indicador do status hídrico. A condutância estomática é controlada pelas células guarda que controlam a abertura estomatal através da turgidez, assim, a condutância é proporcional ao diâmetro da abertura estomatal e suas variações de abertura são devido a diferenças do potencial de água na folha, que dependem da interação de diversos fatores ambientais. Os estômatos também são sensíveis às variações de luz, temperatura e concentrações de CO₂, todavia sua funcionalidade é bastante complexa e não será tratada aqui. O comportamento estomático determina a demanda transpirativa a que as folhas estão potencialmente sujeitas e, portanto, determina a taxa de crescimento da planta (Radersma e Ridder, 1996). Segundo Kallarackal e Somen (1997) existe um padrão bastante consistente quanto à variação da condutância estomática durante o dia, ou seja, pela manhã, geralmente se vê maiores valores de condutância estomática, enquanto que pela parte da tarde, esses valores são reduzidos. Os mesmos autores em análises preliminares verificaram que a condutância estomática foi controlada pelo saldo de radiação e pelo déficit de pressão de vapor. Logo a redução da abertura estomatal, que geralmente acontece próximo ao meio dia, pode ser entendida como uma estratégia evolutiva de maximizar a eficiência do uso da água, pois os estômatos permanecem com maior abertura apenas quando o déficit de pressão de vapor é menor.

MATERIAIS E MÉTODOS: O sítio experimental está localizado no interior de uma floresta de manguezal na região litorânea nordeste do Estado do Pará no Município de Bragança (latitude 01° 03'S, longitude 46° 45'W e altitude média 29 m). A área de manguezal fica a 150 km de distância da desembocadura sul do rio Amazonas e estende-se por uma faixa de aproximadamente 20 quilômetros de largura, com uma área total estimada em 120 km². Segundo levantamento de Silva (1987), as espécies dominantes, são a *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Avicennia germinans* (mangue preto) e *Lagunculária racemosa* (mangue branco). O manguezal é do tipo exuberante, com árvores lenhosas e arbustos densos e altos, apresentando um dossel médio de 20 m de altura. Os dados utilizados nesse estudo são referentes aos meses de março e agosto de 2003, representativos dos períodos chuvosos e menos chuvosos respectivamente. As variáveis meteorológicas foram medidas por uma estação meteorológica automática (EMA), instalada no topo de uma torre micrometeorológica de 25 m de altura, cujos sensores estão a 2 m acima da torre e as variáveis foram geradas a cada 30 minutos. O controle exercido pelos estômatos sobre o fluxo de água no caminho entre o mesófilo da folha e o ar externo é representado pela condutância estomatal da folha, que será calculada pela equação proposta por Penman-Monteith invertida (Shuttleworth, 1988).

$$g_s = (r_s)^{-1} = \left\{ \frac{\rho_a c_p DPV}{\gamma LE} - r_a \left(1 - \frac{\delta H}{\gamma LE} \right) \right\}^{-1} \quad (1)$$

Em que; g_s é a condutância estomática (mesmo que o inverso da resistência da superfície (r_s) ($m s^{-1}$); LE é o fluxo de calor latente de evaporação ($J m^{-2} s^{-1}$); ρ_a é a massa específica do ar ($kg m^{-3}$); c_p é o calor específico do ar úmido à pressão constante ($J kg^{-1} °C^{-1}$); DPV é o déficit

de pressão de vapor (kPa); γ é a constante psicrométrica (kPa °C⁻¹); r_a é resistência aerodinâmica (mesmo que o inverso da condutância aerodinâmica (C_a), m s⁻¹); H é o fluxo de calor sensível (J m⁻² s⁻¹); δ é a declividade da curva de pressão de saturação (kPa °C⁻¹). A condutância estomática foi relacionada com déficit de umidade específica, pressão de vapor, saldo de radiação e vento para avaliar o grau de relação de dependência de g_s com estas variáveis em estações distintas do ano.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A relação de dependência entre as variáveis, parece estar bem estabelecida, uma vez que as maiores magnitudes do déficit de umidade específica (que indicam menor concentração de umidade no ar) são observadas no período menos chuvoso, concomitantemente com maiores valores de condutância estomática, uma vez que ao diminuir a concentração de umidade no ar, aumenta seu poder evaporativo, o que induz as maiores trocas gasosas entre a planta e a atmosfera, através dos estômatos. Esta relação pode ser visualizada nos gráficos de dispersão da Figura 1 em que a regressão linear apresenta um coeficiente de determinação de 0,79 para o período chuvoso e 0,87 para o período menos chuvoso.

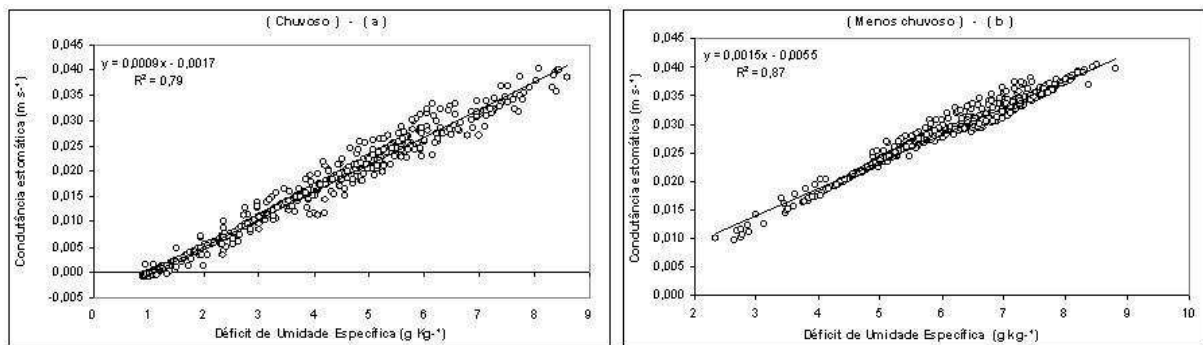


Figura 1 – Gráficos de dispersão da variação horária da condutância estomática e déficit de umidade específica para o período chuvoso (a) e menos chuvoso (b).

O déficit de pressão de vapor é a variável que apresenta melhor relação de dependência com a condutância estomática, independente da época do ano, apresentando coeficiente de determinação r^2 de 0,99 para ambos os períodos (Figura 2). Caracterizando que a condutância estomática aumenta ou diminui proporcionalmente com o déficit de pressão de vapor, uma vez que se tratando de um ecossistema de manguezal que possui solo constantemente encharcado pelo efeito de marés, não há restrição hídrica no solo e a condutância estomática é influenciada principalmente por condições atmosféricas, ou seja, se há mais vapor d'água na atmosfera diminui o déficit de pressão de vapor e consequentemente diminui a condutância estomática e vice-versa.

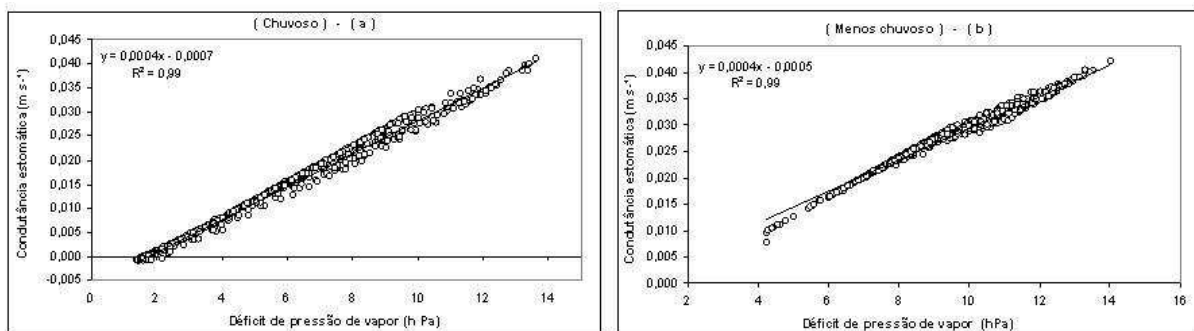


Figura 2 - Gráficos de dispersão da variação horária da condutância estomática e déficit de pressão de vapor para o período chuvoso (a) e menos chuvoso (b).

As Figuras 3a e 3b apresentam o comportamento médio horário da condutância estomática e o saldo de radiação para o período chuvoso e menos chuvoso no manguezal, onde se observa que as variáveis têm uma relação de dependência maior no período menos chuvoso, apresentando coeficiente de determinação de 0,92 (Figura 3b). Para o período chuvoso, essa relação não é tão forte quanto à observada no período menos chuvoso (figura 3a), possivelmente devido à presença de constante nebulosidade e ocorrências de precipitações que modificam momentaneamente as condições micrometeorológicas locais, influenciando no desempenho da condutância estomática.

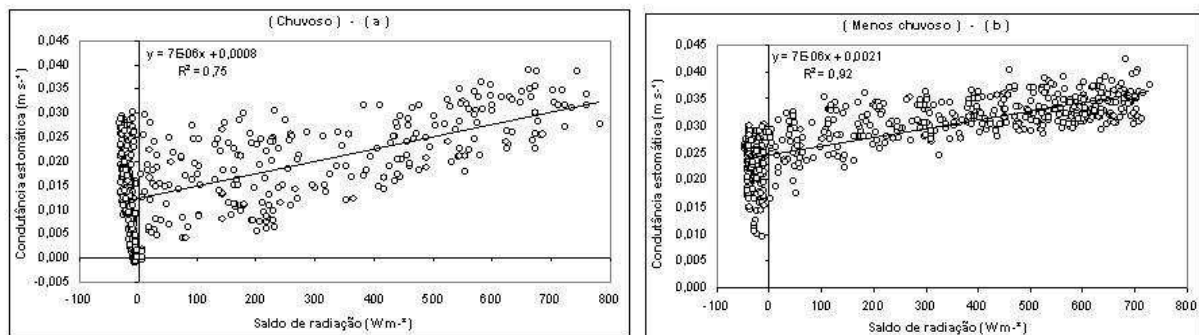


Figura 3 - Gráficos de dispersão da variação horária da condutância estomática e saldo de radiação para o período chuvoso (a) e menos chuvoso (b).

O vento tem papel importante nas trocas de energia entre as plantas e o meio ambiente, por renovar continuamente a camada de ar em contato com a superfície das folhas, reduzindo a resistência aerodinâmica e facilitando assim o controle estomático que realiza as trocas de vapor d'água entre o mesófilo da folha e o ar externo. O curso diário da velocidade do vento acompanha as variações do balanço de radiação, dessa forma, a velocidade do vento tende a ser maior durante o dia quando o balanço de radiação é positivo e também maior velocidade do vento é verificada durante a estação menos chuvosa, devido as maiores temperaturas que resultam em maiores gradientes de pressão. O inverso é verificado durante o período noturno e na estação chuvosa. Contudo, apesar da participação do vento nos processos de trocas gasosas entre os estômatos e a atmosfera, sua relação de dependência com a condutância estomática é secundária, apresentando baixo coeficiente de determinação ($r^2 = 0,44$ para época chuvosa e $0,51$ para época menos chuvosa). Todavia, vale ressaltar que a correlação mais alta dá-se no período menos chuvoso quando ocorrem ventos mais fortes. De uma forma geral, fica bem caracterizado que o vento não representa uma variável determinante no comportamento da condutância estomática e sim um contribuinte que pode facilitar os processos de troca energética entre a vegetação e a atmosfera.

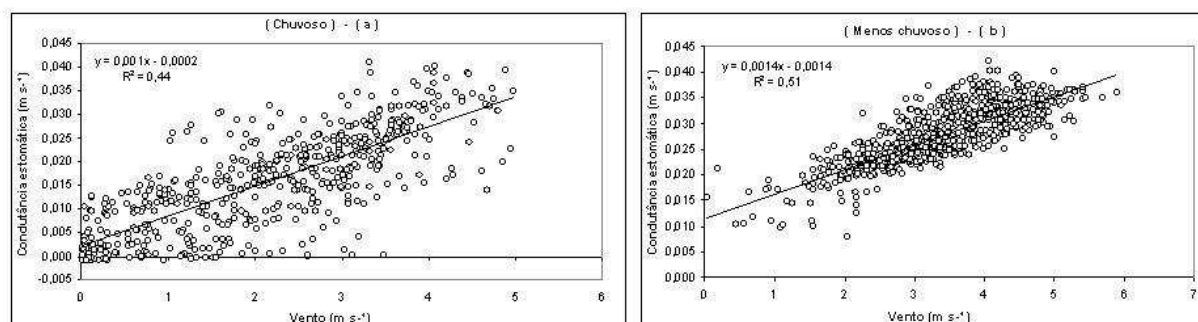


Figura 4 - Gráficos de dispersão da variação horária da condutância estomática e vento para o período chuvoso (a) e menos chuvoso (b).

CONCLUSÕES: O padrão da variação diurna da condutância estomática no manguezal mostrou-se semelhante aos verificados em regiões de floresta na Amazônia, com magnitudes distintas entre estações chuvosa e menos chuvosa. A relação da variação horária da condutância estomática com déficit de umidade específica (Δq); déficit de pressão de vapor (DPV); saldo de radiação (R_n) e vento parece ficar bem estabelecido. Todavia, as variações da condutância estomática são controladas principalmente pelo déficit de pressão de vapor e o saldo de radiação. O déficit de pressão de vapor foi a variável que apresentou melhor relação de dependência com a condutância estomática, independente da época do ano, mostrando que a condutância estomática em vegetação de manguezal é bastante sensível às variações do déficit de pressão de vapor. O vento foi a variável que apresentou a menor relação de dependência com a condutância estomática, podendo ser considerado uma variável de influência secundária na determinação do comportamento sazonal da condutância estomática no manguezal.

REFERÊNCIAS:

- KALLARACKAL, J. and SOMEN, C. K. 1997. An ecophysiological evaluation of the suitability for plant in the tropics. *Forest Ecology and Management*, v.95, p.53-61.
- RADERSMA, S.; RIDDER, N. 1996. Computed evapotranspiration of annual and perennial crops at different temporal and spatial scales using published parameter values. *Agricultural Water management*, v.31, p.17-34.
- SHUTTLEWORTH, W.J. Corrections for the effects of background concentrations change and sensor drift in real-time eddy correlations systems. *Boundary Layer Meteorology*, v.42, p.167-180, 1988.
- SILVA, J. F.; HERZ, R. Estudos de microclimas em ambientes de Manguezais na região do complexo estuarino-lagunar de Cananéia. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA. Cananéia, São Paulo, 1987.