

# Temperatura Foliar e do Dossel como Indicador de Déficit Hídrico em Plantas da Caatinga: Resultados Iniciais

## Canopy Temperature as Water Deficit Index on Caatinga Plants: Preliminary Results

---

*Wilis Neiva Pires<sup>1</sup>; Magna Soelma Beserra de Moura<sup>2</sup>; Saulo de Tarso Aida<sup>3</sup>; Luciana Sandra Bastos de Souza<sup>4</sup>*

### Abstract

This study aimed to evaluate differences between leaf and air temperature as an indicative of water deficit for some plant species from Brazilian stepic-savanna, Caatinga biome. Meteorological element measurements were performed in an early stage of a natural vegetation regeneration area of the Agronomic Institute of Pernambuco - IPA, Araripina, PE, Brazil. Leaf temperature was measured throughout one day by a thermocouple sensor connected in an infrared gas analyzer. The chosen species were *Passiflora cincinnata*, *Croton heliotropiifolius*, *Pithecolobium multiflorum*, *Mimosa arenosa* and *Anadenanthera colubrina*. In the hours of highest air temperature and energy flow, *Passiflora cincinnata* and *Pithecolobium multiflorum* showed higher leaf temperatures, as well as the temperature of the canopy was higher at the community level, indicating greater restriction of stomatal conductance and, probably, a state of more intense water deficit for these species. The results show that leaf and canopy temperatures can be used as an indicative of water deficit for Caatinga plant species. However, further studies are needed to integrate other meteorological elements and plant and soil water status indices, estimate the stress potential that leaf and canopy temperatures represent in dry and rainy seasons, since Caatinga plants have physiological mechanisms to support conditions of intense drought and high temperatures.

**Keywords:** Leaf temperature, infrared thermometry, water stress, Caatinga.

### Introdução

---

1

<sup>1</sup>Bolsista FACEPE, Mestrando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Juazeiro, BA, w.pires12@hotmail.com.

<sup>2</sup>Engenheira-agrônoma, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>3</sup>Biólogo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

<sup>4</sup>Professora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE, UAST), Serra Talhada, PE.

O déficit hídrico tem efeito em diversos processos fisiológicos vegetais. Em geral, esta condição aumenta a resistência difusiva foliar ao vapor de água pelo fechamento dos estômatos, reduzindo a transpiração e, conseqüentemente, o suprimento de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese. Muitos desses efeitos refletem mecanismos de resistência das plantas ao ambiente. De acordo com Burle e Rodrigues (1990), o ajustamento osmótico é o mecanismo fisiológico mais importante para capacitar as plantas a resistirem à deficiência hídrica. A condição hídrica das plantas também pode alterar processos fisiológicos como a respiração e o crescimento vegetativo que são determinantes para sua produtividade e sobrevivência (HSIAO, 1973). Segundo Tanner (1963), a respeito da temperatura foliar, as considerações sobre o balanço de energia mostram que, se a transpiração decresce, mas o balanço de radiação e a estrutura do vento se mantêm os mesmos, o decréscimo da troca de calor latente resultará num aumento da temperatura da folha. Com isso, a temperatura da folhagem ou do dossel tem sido utilizada como indicador de estresse hídrico, como sinônimo de deficiência hídrica, principalmente para fins de manejo de áreas irrigadas (GONZALEZ-DUGO et al., 2014; TAGHVAEIAN et al., 2012) e para avaliação do monitoramento do estresse (DUFFKOVÁ, 2006), dentre outros estudos.

As condições climáticas que prevalecem nas áreas de Caatinga são potencialmente causadoras de estresses, principalmente os térmicos e hídricos. Porém, as espécies vegetais que ocorrem neste Bioma são, geralmente, especializadas para suportar estas condições, sendo que algumas podem resistir mais ou menos que outras à desidratação. Em uma área de Caatinga em processo de regeneração, as plantas são mais jovens do que em uma área preservada e, dessa forma, podem apresentar-se mais suscetíveis aos fatores potenciais de estresses ambientais. Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a diferença entre a temperatura da folha e a temperatura do ar como indicativa do déficit hídrico de espécies da Caatinga em regeneração. Resultados deste tipo de estudo podem contribuir para o estabelecimento de índices úteis para determinação de resistência à seca e, conseqüentemente, para a seleção de espécies nativas mais eficientes em fases iniciais de recuperação de áreas degradadas ou em vias de desertificação.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em uma área com vegetação de Caatinga em regeneração, localizada na Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária - IPA (7°27'S; 40°24'W, 828 m), em Araripina, PE, onde o clima é classificado como BSw<sub>h</sub>, ou seja, semiárido, com precipitação média em torno de 752 mm anuais, temperatura média do ar de 24°C, evaporação de 1.127 mm ano<sup>-1</sup> e umidade relativa em torno de 55,2%. A área experimental abrange cerca de 4 ha e é composta, predominantemente, por uma vegetação de porte arbustivo-herbáceo, com altura média em torno de 1,2 metros, e arbóreas pouco frequentes com altura entre 2 e 4 metros. Nesta área, foram estudadas cinco espécies que apresentaram maior ocorrência entre os grupos arbustivo-herbáceo (*Passiflora cincinnata* e *Croton heliotropiifolius*) e arbóreo (*Pithecolobium multiflorum*, *Mimosa arenosa* e *Anadenanthera colubrina*).

Para análise de temperatura foliar das espécies (T<sub>f</sub>), foram realizadas campanhas de monitoramento ao longo do dia 19/09/2013, em cinco horários (4, 7, 10, 13 e 16h), utilizando-se três repetições (indivíduos) para cada espécie. As medidas da T<sub>f</sub> foram submetidas à análise de variância e as médias foram comparadas

pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os testes estatísticos foram feitos utilizando o programa Assistat e os gráficos foram feitos utilizando o programa SigmaPlot.

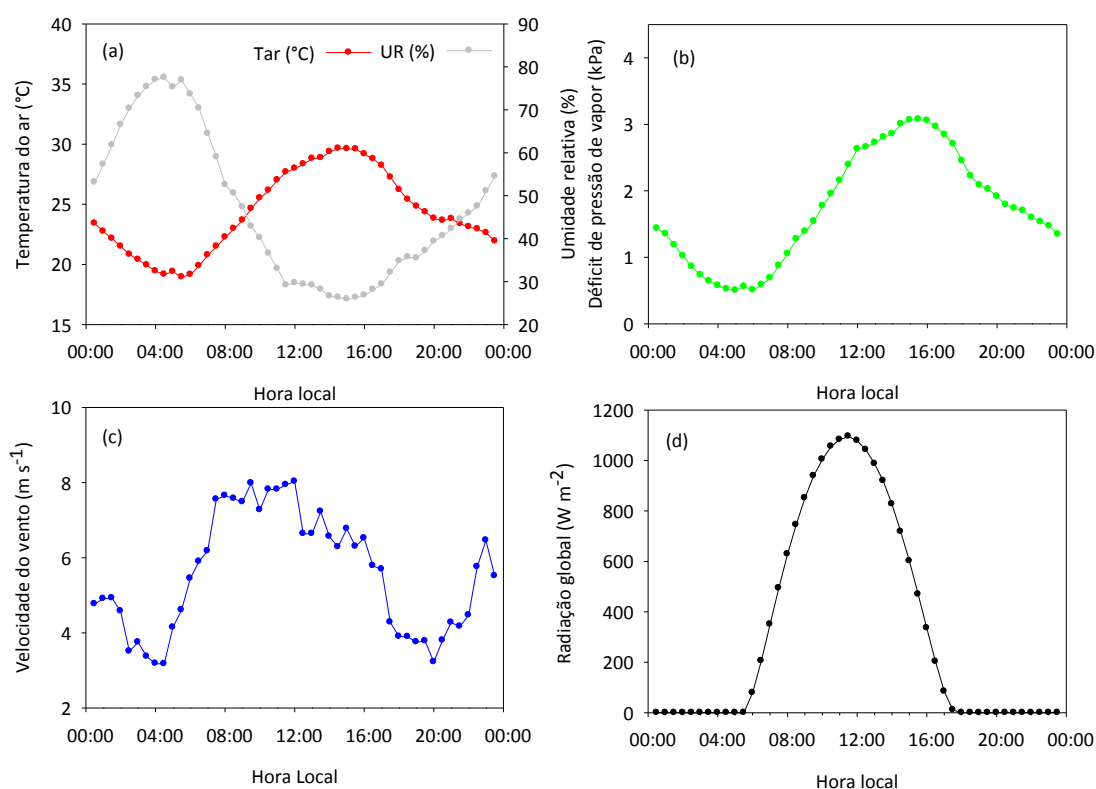
As medidas de  $T_f$  foram realizadas por meio de um termopar contido no analisador portátil de trocas gasosas por infravermelho IRGA modelo (LI-6400XT), em folhas que se encontravam expostas à radiação solar direta, ao longo do dia. Ao mesmo tempo, foram obtidos dados de radiação solar incidente ( $R_g$ ), temperatura ( $T_{ar}$ ) e umidade relativa (UR) do ar, temperatura do dossel ( $T_d$ ) por infravermelho, precipitação (P), velocidade do vento (v) e déficit de pressão de vapor (DPV). Essas medidas foram efetuadas por meio de sensores instalados em uma torre de 8 metros de altura, localizada no centro da área experimental, para o período de 19 de setembro a 31 de dezembro de 2013. Esse período foi selecionado por apresentar variação das características climáticas, com alguns dias de chuva em meio a outros bem quentes e secos. Dessa forma, pode-se inferir sobre as condições de deficiência hídrica das espécies por meio da diferença de temperatura da folha ou dossel com a do ar.

## Resultados e Discussão

Entre 01 de janeiro e 19 de setembro de 2013, ocorreram 499,8 mm de chuva na área de estudo, sendo que, entre os dias 01 e 18 de setembro, não houve precipitação. A caracterização meteorológica do dia em que foram efetuadas as análises encontra-se na Figura 1. A temperatura mínima foi 18,9o C, às 06h, enquanto a máxima foi de 30 oC, por volta das 15h, contrastando com os valores de umidade relativa, que variaram entre 77% e 25% (Figura 1A). As condições de  $T_{ar}$  e UR resultaram no déficit de pressão de vapor (DPV) crescente a partir do início da manhã até alcançar valor máximo de 3,0 KPa por volta das 15h30min (Figura 1B). O vento também é um condicionante dos fatores de estresses, ficando superior a  $5,0 \text{ m s}^{-1}$  durante a maior parte do dia (Figura 1C). Este dia foi marcado pela alta disponibilidade de radiação solar (Figura 1D), com valor máximo em torno de  $1.100,00 \text{ W m}^{-2}$ , ocorrendo próximo ao meio dia local.

A diferença entre a temperatura foliar ( $T_f$ ) e a temperatura do ar ( $T_{ar}$ ) é apresentada na Figura 2. Dentre os horários analisados, não houve diferença significativa entre as espécies a 5% de probabilidade. Para todas as espécies avaliadas, a  $T_f$  permaneceu acima da  $T_{ar}$  em quase todas as avaliações durante o dia, exceto nas medidas realizadas às 4h, quando a  $T_{ar}$  se manteve acima da  $T_f$ , notou-se também que nesse horário houve as menores demandas atmosféricas. O aumento da temperatura da folha, em plantas sob deficiência hídrica ou estressadas, está relacionado ao aumento da resistência difusiva, controlado predominantemente pela diminuição da condutância estomática em consequência da diminuição do conteúdo de água disponível no solo (MANSUR; BARBOSA, 2000) ou do aumento excessivo de DPV.

Numerosos trabalhos têm utilizado a diferença entre  $T_f$  e  $T_{ar}$ , ou simplesmente, a temperatura foliar como indicador de estresse hídrico. De acordo com Clawson e Blad (1982), Garrot Júnior et al., (1994) e Idso et al., (1977), a diferença de temperatura entre a planta e o ar, também conhecida como “grau de estresse diário”, pode ser utilizada como uma medida da condição hídrica da cultura. Bergonci (1999), também evidenciou que  $T_f$  menos  $T_{ar}$  é bom indicador do estado hídrico da planta.

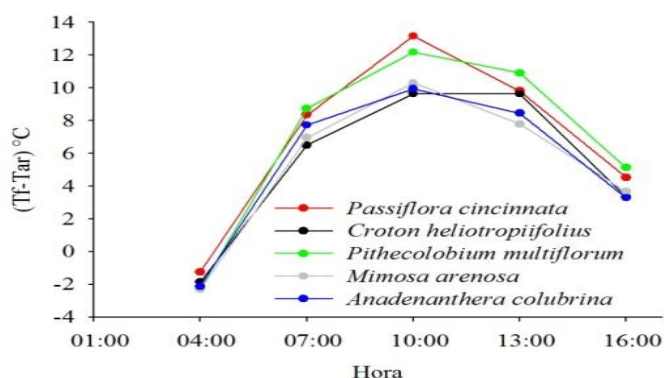


**Figura 1.** Caracterização meteorológica da área de Caatinga em regeneração em Araripina, PE para o dia 19 de setembro de 2013: (A) temperatura e umidade relativa do ar, (B) velocidade do vento, (C) déficit de pressão de vapor e (D) radiação solar incidente.

Os resultados obtidos nesse trabalho evidenciaram que no período mais ameno do dia, às 04h, quando ocorreu o menor valor de temperatura, sem a presença de radiação solar (Figura 1D), a diferença entre  $T_f$  e  $T_{ar}$  foi negativa, demonstrando que, na madrugada, o potencial de estresse é mínimo. Todavia, nos períodos mais quentes do dia, com maior disponibilidade de energia e elevado déficit de pressão de vapor (Figura 1C), a diferença entre as temperaturas foi sempre positiva (Figura 2), indicando que as folhas amostradas, sempre expostas à radiação solar direta, se encontravam mais quentes do que o ambiente. Como o déficit hídrico causa maior fechamento estomático, há aumento da temperatura da folha, uma vez que não há dissipação suficiente de calor por meio do processo transpiratório. Pode-se verificar que o curso diário de  $T_f$  menos  $T_{ar}$  para as espécies não são similares nos diferentes horários, ou seja, nas horas de maior temperatura do ar e fluxo de energia, *Passiflora cincinnata* e *Pithecolobium multiflorum* apresentaram-se mais estressadas, provavelmente, indicando maior controle estomático do que as demais espécies avaliadas.

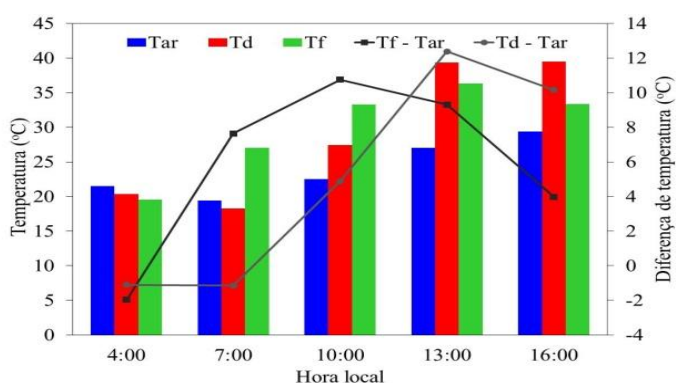
De acordo com Jackson (1982), ao diminuir a disponibilidade de água no solo e, conseqüentemente, a ascensão até as folhas, a transpiração estomática é diminuída e a temperatura foliar aumenta. Assim, devido à absorção da radiação solar incidente, quanto menor a quantidade de água transpirada, maior será o aquecimento das folhas em relação ao ar. Entretanto, é importante ressaltar que, no presente estudo, as medidas de temperatura foliar foram realizadas com sensores de contato que, segundo alguns autores

(BLAD; ROSENBERGER, 1976), podem alterar as respostas das folhas, recomendando, por isso, o uso de termômetro infravermelho para medir a temperatura foliar do dossel vegetativo.



**Figura 2.** Diferença de temperatura entre a folha e o ar ( $T_f - T_{ar}$ ) para cinco espécies da Caatinga em processo de regeneração para o dia 19 de setembro 2013, em Araripina, PE.

As medidas realizadas por termometria infravermelha neste trabalho foram referentes ao dossel como um todo, e não para cada espécie. Com isso, há certa contribuição do solo e de porções sombreadas da copa no valor da  $T_d$ . Porém, trata-se de uma informação com potencial de ser analisada em futuros trabalhos visando à determinação contínua do estresse hídrico da vegetação de Caatinga. Analisando a Figura 3, observa-se que não existe uma relação padrão de  $T_d$  com  $T_f$  ao longo do dia, podendo haver maior contribuição do aquecimento do solo nos valores de  $T_d$  a partir das 10h. Quando se calculam as diferenças de temperatura ( $T_f - T_{ar}$ ) e ( $T_d - T_{ar}$ ), verifica-se que os indicativos de estresse hídrico, utilizando esses dois índices, são diferentes em termos de intensidade e horário (Figura 3).



**Figura 3.** Temperatura do ar ( $T_{ar}$ ), do dossel ( $T_d$ ) e das folhas ( $T_f$ ) em uma área de Caatinga em regeneração em Araripina, PE, no dia 19 de setembro de 2013.

## Conclusão

Medidas de temperaturas foliar e do dossel podem ser utilizadas como indicativas de deficiência hídrica em espécies da Caatinga, porém, há necessidade de se ampliar este estudo contemplando avaliações de estado hídrico da planta e do solo, integrando vários elementos meteorológicos, bem como contemplando períodos chuvosos, uma vez que as espécies da Caatinga apresentam mecanismos fisiológicos para suportar condições potenciais de estresse por deficiência hídrica e temperaturas elevadas.

## REFERÊNCIAS

- BERGONCI, J.I., BERGAMASCHI, DILLENBURG, L. R., SANTOS, A. O. 1999. Diferença de temperatura Dossel-ar como Indicador de Déficit Hídrico em Milho. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 5-11, 1999.
- BLAD, B.L., ROSENBERG, N.J. Measurement of crop by leaf thermocouple, infrared thermometry and remotely sensed thermal imagery. *Agron.Journal*, Madison, v. 68, p. 635-641, 1976.
- BURLE, M.L.; RODRIGUES, G.C. Relações hídricas internas da soja sob déficit hídrico em condições de campo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.25, n.6, p.905-913, 1990.
- CLAWSON, K.L., BLAD, B.L. Infrared thermometry for scheduling irrigation of corn. *Agronomy Journal*, Madison, v. 74, n. 2, p. 311-316, 1982.
- DUFFKOVÁ, R. Difference in Canopy and Air Temperature as an Indicator of Grassland Water Stress. ***Soil & Water Res.***, 1, 2006 (4): 127–138.
- GARROT JÚNIOR, D.J., OTTMAN, M.J., FANGMEIER, D.D. et al.. Quantifying wheat water stress with the crop water stress index schedule irrigations. *Agronomy Journal*, Madison, v. 86, n. 1, p. 195- 199, 1994.
- GONZALEZ-DUGO, V.; ZARCO-TEJADA, P. J.; FERERES, E. Applicability and limitations of using the crop water stress index as an indicator of water deficits in citrus orchards. *Agricultural and Forest Meteorology*, 198–199 (2014) 94–104.
- HSIAO, T.C. Plant response to water stress. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.4, p.519-70, 1973.
- IDSO, S.B., JACKSON, R.D., REGINATO, R.J. Remote sensing of crop yields. *Science*, Alexandria, v. 196, n. 1, p. 19-25, 1977.
- JACKSON, R. D. 1982. Canopy temperature and crop water stress. In: *Advances in irrigation*, Vol. 1. Academic Press, New York, p. 43-85.
- MANSUR, R. J. C. N. & BARBOSA, D. C. A. 2000. Comportamento fisiológico em plantas jovens de quatro espécies lenhosas da caatinga submetidas a dois ciclos de estresse hídrico. ***Phyton*** 68: 97-106.
- TAGHVAEIAN, S.; CHÁVEZ, J. L.; HANSEN, N. C. Infrared Thermometry to Estimate Crop Water Stress Index and Water Use of Irrigated Maize in Northeastern Colorado. *Remote Sens.* 2012, 4, 3619-3637.
- TANNER, C.B. Energy balance approach to evapotranspiration from crops. *Proc. Soil Science Soc. Am*, Madison, v. 24, n. 1, p. 1-9, 1960.