

## Estudo da variabilidade horária da temperatura e umidade do solo na área experimental do projeto Esecaflo-Caxiuanã-LBA

Study of time variability of temperature and soil moisture in the experimental area of Esecaflo project – Caxiuanã-LBA

André Bezerra Oliveira<sup>1</sup>, Antônio Carlos Lôla da Costa<sup>2</sup>, Vicente de Paulo Rodrigues da Silva<sup>1</sup>, Jamilly Leite Dias<sup>1</sup>, Maria do Rosário Alves Patriota<sup>1</sup> e Celina Cândida Ferreira Rodrigues<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil

### Resumo

*O Projeto ESECAFLOR induz artificialmente um período de estiagem prolongada e estuda as consequências sobre os fluxos de água e dióxido de carbono em uma Floresta Tropical Amazônica, avaliando os impactos no ecossistema em resposta a esta exclusão de água no solo, fato parecido à influência de um evento de El Niño. O ESECAFLOR é localizado na Floresta Nacional de Caxiuanã, no município de Melgaço. O objetivo deste trabalho é estudar a variabilidade da temperatura e umidade do solo na Amazônia Brasileira. Os dados utilizados referem-se a um período de 3 anos. Os resultados indicaram maior variabilidade da umidade do solo na parcela de controle (A), quando comparada à parcela de exclusão (B), em razão de essa última ter sofrido estresse hídrico. Na parcela B, a umidade do solo se manteve praticamente constante durante o período estudado. Em relação à temperatura do solo, as variações foram pequenas em ambas as parcelas, porém com valores maiores na parcela B em relação à parcela A, pois grande parte da energia que alcança a superfície é utilizada como calor sensível, para seu aquecimento. Com a exclusão de água no solo da floresta, o ciclo de vida poderá sofrer alterações irreversíveis.*

**Palavras-chave:** Temperatura do solo<sup>1</sup>. Umidade do solo<sup>2</sup>. Caxiuanã<sup>3</sup>.

### Abstract

*The ESECAFLOR Project artificially induces a prolonged drought period and studies the consequences on the flows of water and carbon dioxide in an Amazon Rainforest, assessing the impacts on the ecosystem in response to this exclusion of water in the soil, a fact similar to the influence of a event of El Niño. ESECAFLOR is located in the National Forest of Caxiuanã, in the municipality of Melgaço. The objective of this work is to study soil temperature and soil moisture variability in the Brazilian Amazon. The data used refer to a period of 3 years. The results indicated greater soil moisture variability in the control plot (A), when compared to the exclusion plot (B), due to the latter having water stress. In plot B, the soil moisture remained practically constant during the studied period. In relation to the soil temperature, the variations were small in both plots, but with higher values in plot B in relation to plot A, since much of the energy that reaches the surface is used as sensible heat for its heating. With the exclusion of water in the forest soil, the life cycle may suffer irreversible changes.*

**Keywords:** Soil temperature<sup>1</sup>. Soil moisture<sup>2</sup>. Caxiuanã<sup>3</sup>.

## 1 Introdução

De acordo com Silva et al. (2001, apud GASPARIM et al. 2005) as medições de temperatura do solo nas diversas profundidades são rotineiras em estações meteorológicas, mas poucos são os estudos que tem se beneficiado de tais observações.

A Floresta Amazônica apresenta elevadas temperaturas e grandes quantidades de precipitações anuais, embora ocorram variações desses parâmetros no decorrer do ano. Segundo (COSTA, 2003) a precipitação define-se em duas épocas distintas para a região ao longo do ano, uma estação chuvosa, compreendida entre os meses de dezembro a maio, e outra menos chuvosa, que corresponde os meses de junho a novembro. Estas condições estão diretamente associadas à intensa radiação solar na região tropical, além da influencia direta da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a qual é o principal sistema meteorológico responsável pelo regime de chuvas na região amazônica (HOREL et al., 1989). Segundo Vianello (1991), algumas variáveis meteorológicas como a precipitação, umidade e a temperatura do solo apresentam extrema importância no comportamento da vegetação, e conseqüentemente, inclusive em área de floresta, de acordo com Souza et al (2006), influenciando decisivamente no conteúdo de água disponível no solo.

O solo é a principal fonte de armazenamento e troca de energia térmica da Terra, sua interação com a atmosfera é de suma importância para a vida no planeta, já que armazena calor e aquece o ar adjacente. (VIANA, 2010).

Os perfis de temperatura e umidade dos solos dependem entre outros fatores, das características físicas dos mesmos e das trocas de calor e vapor de água com a atmosfera. Essas trocas, por sua vez, dependem do clima e da cobertura vegetal local. Os padrões térmicos e hídricos do solo, naturalmente apresentam variações devido ao pulso diário do fluxo de radiação solar incidente na superfície, dos eventos de precipitação pluviométrica e das variações sazonais e anuais dessas variáveis meteorológicas. Os balanços de energia e água nas interfaces do solo, vegetação e atmosfera na Amazônia, têm sido estudados com vistas à avaliação de impactos de desmatamento, modelamento do tempo e/ou do clima regional e global, bem como a aplicações na agricultura, avaliação de recursos hídricos e outros.

Este trabalho tem como objetivo estudar a variabilidade horária e mensal da temperatura e umidade do solo no sítio experimental do projeto Estudo da Seca da Floresta (ESECAFLOR), desenvolvido na Floresta Nacional de Caxiuanã, Melgaço, Pará.

## 2 Metodologia

### 2.1. Características da área

A estrutura física do ESECAFLOR se constitui de duas parcelas de 01 hectare, controle e exclusão, localizadas a cerca de 1 km de distância da base Estação Científica Ferreira Penna (ECFPn). A parcela controle (Figura 01) foi usada como referência para os experimentos realizados na parcela exclusão (Figura 02), na qual se fez a eliminação de aproximadamente 50% da água da chuva.

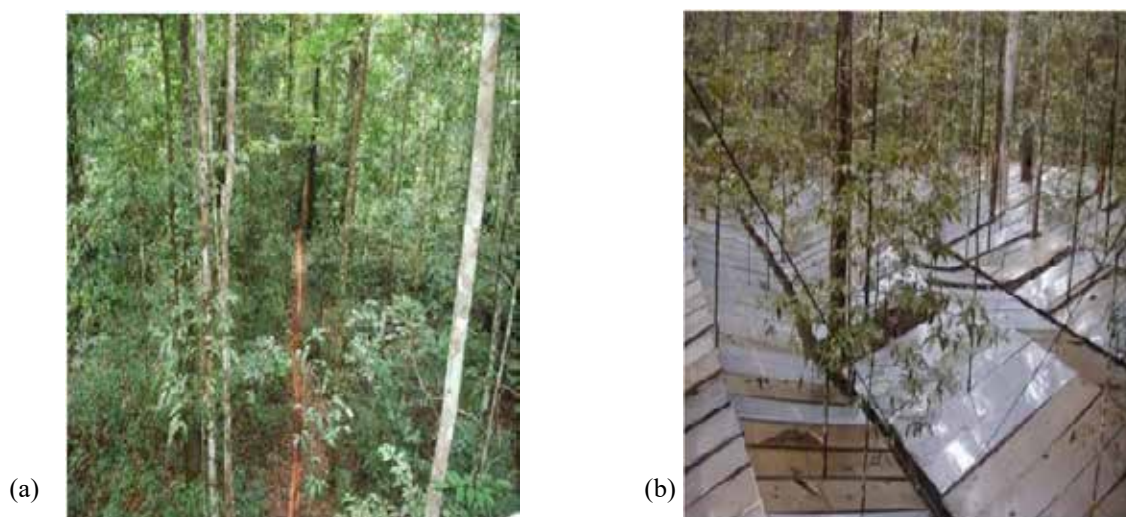


Figura 1 – Parcela controle (a) e parcela exclusão (b) do projeto ESECAFLOR/LBA. Fonte: Oliveira (2014) Acervo ESECAFLOR/LBA.

Os dados de temperatura e umidade do solo utilizados neste trabalho foram obtidos através do projeto ESECAFLOR (Estudo da Seca da Floresta) parte integrante do “Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA)”. O projeto ESECAFLOR é desenvolvido na estação científica Ferreira Penna (ECFPn), localizada na Floresta Nacional de Caxiuanã- FLONA, município

de Melgaço (01° 42'30" S; 51° 31' 45" W; a 60 metros de altitude) Mesorregião do Marajó no Estado do Pará, como mostra a Figura 03, estando distante cerca de 400 km a oeste da capital paraense, Belém/PA (COSTA et al., 2003).

## 2.2. Obtenção dos dados meteorológicos

Os dados de temperatura do solo foram obtidos por 03 (três) sensores de temperatura do solo (108 Temperature Probe), instalados em dois poços medindo 0,8m x 1,8m x 5m, enquanto que para a umidade do solo foram utilizados 05 (cinco) sensores CS 616, de medidas de umidade do solo (Reflectômetro de Domínio Temporal), localizados próximos às torres nas parcelas de controle e exclusão do projeto ESECAFLOR/LBA. As profundidades utilizadas em relação à umidade do solo foram: superfície e 50 cm. Em relação à temperatura do solo, as profundidades foram: 5 cm, 20 cm e 50 cm, respectivamente. Utilizaram-se datalogger da Campbell Scientific, modelo CR1000 alimentado com energia fotovoltaica e programado para coletar e armazenar as informações a intervalos horários. O período de estudo refere-se ao intervalo compreendido 01 de abril de 2011 a 31 de maio de 2013. Estes dados horários foram organizados e analisados em planilha eletrônica Excel.

## 3 Resultados e discussão

De acordo com os dados obtidos no período de 2011 a 2013 foram feitas as análises da temperatura e umidade do solo e gerados os gráficos seguintes. As variações médias horárias da temperatura do solo nas profundidades de 5 cm, 20 cm e 50 cm abaixo do solo na parcela controle (A) e exclusão (B), são apresentados nas figura 2. A variação térmica característica do solo, que é determinado pelo aquecimento que ocorre na superfície, pela radiação solar e conseqüentemente, pelo transporte de calor sensível ao interior do solo através do processo de condução. Durante o dia a superfície se aquece, gerando um fluxo de calor da superfície para o interior do solo, aumentando o armazenamento de energia e elevando a sua temperatura. À noite, quando a superfície se resfria, as temperaturas nas camadas mais próximas a superfície diminuem, e o fluxo de calor se inverte, fazendo com que seja devolvida a energia transportada para o interior do solo.

De uma maneira geral, as maiores amplitudes térmicas ocorreram próximas à superfície, decrescendo à medida que aumenta a profundidade. Este fato está relacionado com o transporte de energia para o interior do solo.

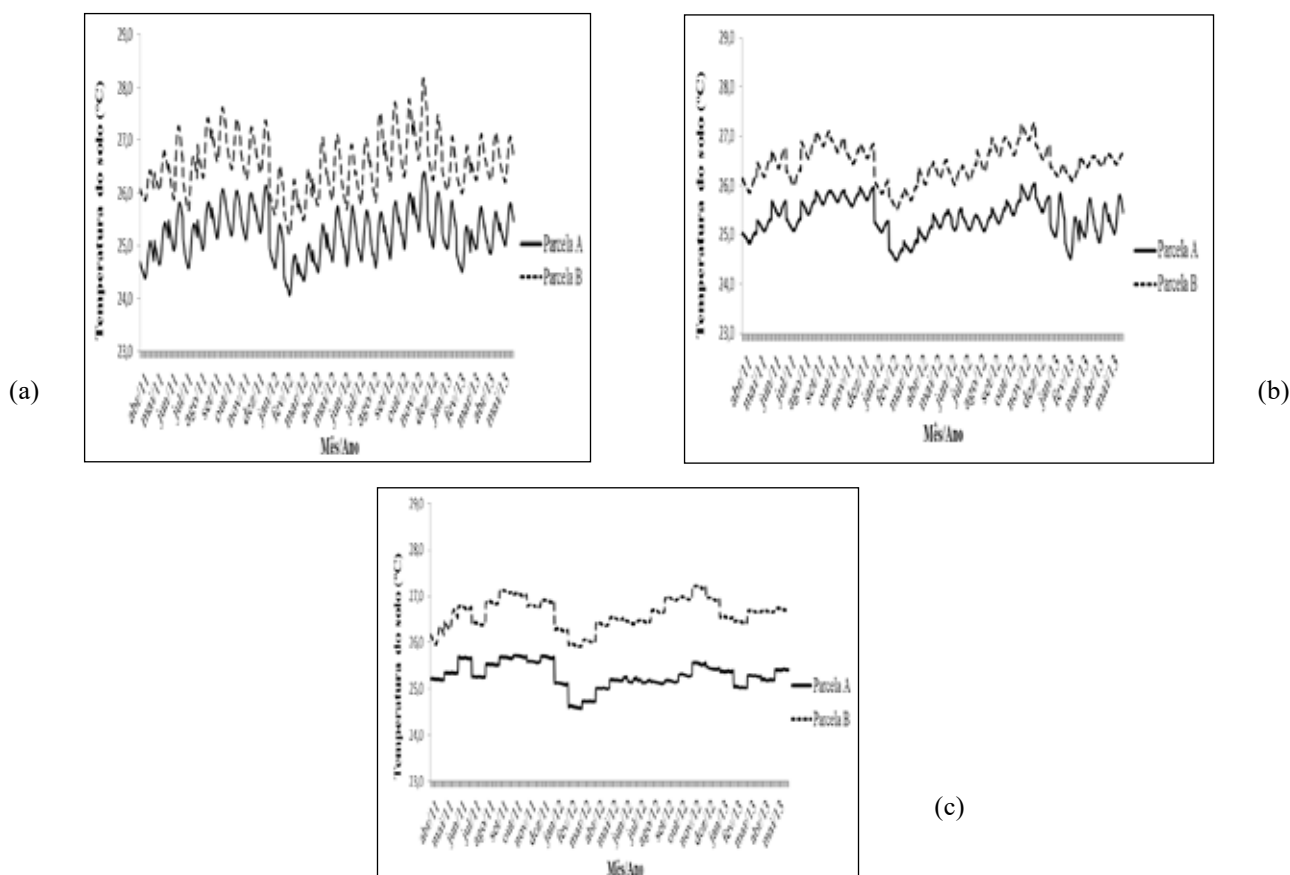


Figura 2 - Variabilidade média horária da temperatura do solo em 5 (a), 20 (b) e 50 (c) cm ,respectivamente nas parcelas A e B.

Observa-se pela tabela 1 que a parcela B apresentou as maiores valores estatísticos de temperatura do solo durante todo o período estudado em relação à parcela A, isto ocorre devido a parcela B ter uma variação maior, pelo motivo dessa parcela utilizar toda energia para aquecimento e a umidade ser muito baixa devido à exclusão da precipitação. Vale ressaltar que os máximos absolutos de temperatura do solo ocorreram na estação menos chuvosa (outubro e novembro) e os mínimos absolutos ocorreram na estação chuvosa (fevereiro).

Tabela 1 - Máxima e mínima absoluta, média, desvio padrão e coeficiente de variação da temperatura do solo em três profundidades nas parcelas A e B.

	Profundidade 5 cm		Profundidade 20 cm		Profundidade 50 cm	
	Parcela A	Parcela B	Parcela A	Parcela B	Parcela A	Parcela B
<b>Máxima Absoluta</b>	26,3°C	28,1°C	26,0°C	27,2°C	25,7°C	27,2°C
<b>Mínima Absoluta</b>	24,0°C	25,2°C	24,4°C	25,5°C	24,5°C	25,9°C
<b>Média</b>	25,2°C	26,5°C	25,3°C	26,4°C	25,3°C	26,6°C
<b>Desvio Padrão</b>	0,5°C	0,5°C	0,4°C	0,4°C	0,3°C	0,3°C
<b>Coeficiente de Variação</b>	2%	2%	1%	1%	1%	1%

Na figura 3 são apresentadas as variações médias horárias da umidade do solo em superfície e 50 cm nas parcelas A e B, respectivamente. Observou-se que na superfície, a parcela A apresentou os maiores valores médios horários de umidade do solo, durante todo o período estudado, quando comparado com a parcela B. Na parcela A foi bem caracterizada a sazonalidade, sendo as maiores e menores umidades do solo observados nos meses de fevereiro e novembro, respectivamente. Para a parcela B, em função da mesma se encontrar em estresse hídrico, essa sazonalidade foi bastante reduzida, evidenciando a eficiência da exclusão da água da chuva no solo do projeto ESECAFLOR/LBA. Para a profundidade de 50 cm houve maior variabilidade na parcela A, já na parcela B a variabilidade apresentou um padrão quase constante, em todo o período estudado. Este padrão reflete novamente a influência da estrutura de exclusão da água no solo do projeto ESECAFLOR / LBA.

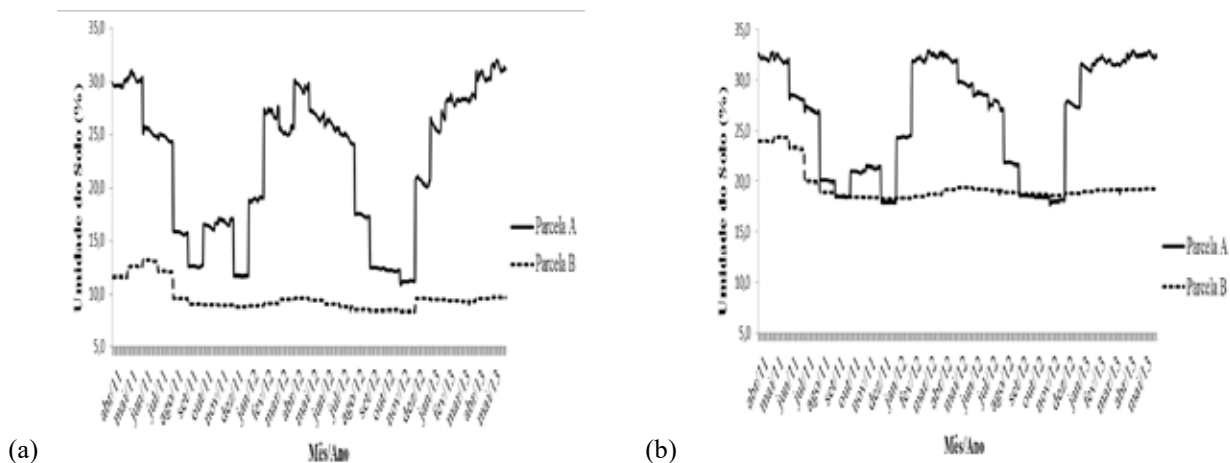


Figura 3 - Variabilidade média horária da umidade do solo em superfície (a) e 50 (b) cm ,respectivamente nas parcelas A e B.

Na tabela 2 observou-se que os maiores valores estatísticos de umidade do solo foram encontrados na parcela A. A parcela B apresentou os menores valores, com isso esse padrão na parcela A de diminuição e aumento da umidade do solo deve-se ao período menos chuvoso e ao período chuvoso, respectivamente, e o fato da umidade do solo ser sempre maior na parcela A, é devido essa parcela está sob condições normais de tempo, principalmente de precipitação. Na parcela B o padrão constante deve-se ao fato dessa parcela encontra-se em estresse hídrico.

Tabela 2 - Máxima e mínima absoluta, média, desvio padrão e coeficiente de variação da umidade do solo na superfície e 50 cm nas parcelas A e B.

	Superfície		Profundidade 50 cm	
	Parcela A	Parcela B	Parcela A	Parcela B
<b>Máxima Absoluta</b>	32%	13%	33%	24%
<b>Mínima Absoluta</b>	11%	8%	18%	18%
<b>Média</b>	22%	10%	26%	19%
<b>Desvio Padrão</b>	7%	2%	6%	2%
<b>Coeficiente de Variação</b>	30%	13%	21%	8%

#### 4 Conclusão

A temperatura do solo é transferida através do processo de condução, com isso nas primeiras horas de incidência solar os níveis do solo mais próximo da superfície se aquecem com mais facilidade e com isso as temperaturas no nível de 5 cm são maiores que no nível de 20 cm e que são maiores para o nível de 50 cm

A umidade do solo na parcela A apresentou maior variação quando comparada a parcela B, em razão dessa parcela está sob condições normais de tempo, principalmente pela precipitação. Devido a parcela B se encontrar em estresse hídrico, a umidade do solo se manteve constante nos dois níveis estudados.

A temperatura do solo na parcela A teve algumas variações durante o ano acompanhando quase as mesmas variações da parcela B, porém com valores maiores em relação à parcela A, pois grande parte da energia que chega é utilizada como calor sensível, para seu aquecimento, uma vez que está parcela está sob estresse hídrico.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao projeto ESECAFLOR pela disponibilidade dos dados, ao CNPq e a Capes.

#### Referências

- COSTA, R.F. et al. Projeto LBA/ESECAFLOR em Caxiuanã: características, atividades e resultados. Estação Científica Ferreira Penna: dez anos de pesquisa na Amazônia, Caxiuanã. Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), 2003. 1 CD-ROM.
- GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum*. Maringá, 27 v., n.1, p. 107-115, Jan/mar, 2005.
- HOREL, J.D.; HAHMANN, A.N.; GEISLER, J.E., An investigation of the annual cycle of convective activity over the tropical Americas. *Journal of Climate*., v. 2, n. 11, p. 1388 – 1403. 1989.
- SOUZA JUNIOR, J.A.; OLIVEIRA, M.C.F.; DANTAS, V.A.; COSTA, J.P.R.. Regime pluviométrico da reserva florestal de Caxiuanã, 1996- 2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis/SC. Anais... Florianópolis/SC: CBMET, 2006. 1 CD-ROM.
- VIANA, R.S et. al. Perfil de temperatura do solo relacionado com a variabilidade de microorganismos em floresta tropical úmida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2010. Disponível em: <[http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/438\\_46382.pdf](http://www.sbmet.org.br/cbmet2010/artigos/438_46382.pdf)>. Acesso em 12/05/2015.
- VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. Meteorologia básica e aplicações. Universidade Federal de Viçosa-UFV, Viçosa/MG, imprensa Universitária, 1991. 449 p.

André Bezerra Oliveira

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil  
E-mail: [andrebezerraoliveira@gmail.com](mailto:andrebezerraoliveira@gmail.com)

Antônio Carlos Lôla da Costa

Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil  
E-mail: lola@ufpa.br

Vicente de Paulo Rodrigues da Silva

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil  
E-mail: vicente.paulo@ufcg.edu.br

Jamilly Leite Dias

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil  
E-mail: jamillyleited@gmail.com

Maria do Rosário Alves Patriota

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil  
E-mail: rosariopatriota@hotmail.com

Celina Cândida Ferreira Rodrigues

Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil  
E-mail: candidacelina@hotmail.com