



Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



ESTUDO DA TEMPERATURA DO SOLO EM DOIS BIOMAS FLORESTAIS NOS PERÍODOS, CHUVOSO E SECO

Rayonil Gomes Carneiro¹, Marcos Antonio Lima Moura², Vicente de Paulo Rodrigues da Silva¹, Rosiberto Salustiano da Silva Júnior², Antônio Marcos Delfino de Andrade¹, Aurilene Barros dos Santos³,

¹ Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas (UACA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande – PB – Brasil. E-mail: rayonilcarneiro@gmail.com; ² Instituto de Ciências Atmosféricas (ICAT), Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió – AL - Brasil. ³ Programa Pós-Graduação em Ciências Climáticas (PPGCC), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Artigo recebido em 07/07/2013 e aceite em 12/09/2013

RESUMO

Este trabalho buscou realizar um estudo de caso da variação da temperatura do solo (TS) em dois biomas florestais, floresta amazônica e mata atlântica, para um mês considerado chuvoso e outro seco. Para a área da floresta amazônica, foram utilizados dados da torre K34 do grupo de micrometeorológica do LBA-INPA, localizada na Reserva Biológica do Cuieiras, e analisando os perfis de temperatura do solo através de sensores MCM 101 (IMAG-DLO, Wageningen The Netherlands) nas profundidades 2, 5, 10, 20 e 50 cm, para o mês de abril (chuvoso) e setembro (seco) de 2009. Na área de mata atlântica os dados foram obtidos através de uma torre micrometeorológica de 26 m de altura localizada na cidade de Coruripe-AL, e analisando os perfis de temperatura do solo através de termopares tipo cobre/constantan nas profundidades 1, 5, 10, 20, e 50 cm, para o mês de junho (chuvoso) e novembro (seco) de 2009. Observou-se que a variabilidade TS dentro da floresta amazônica apresenta pouca oscilações diárias, tanto para o período seco (4 °C), quanto para o chuvoso (1,2 °C). Enquanto que a mata atlântica mostrou variabilidade distinta entre os períodos, o período seco obteve máxima amplitude (18 °C) e o período chuvoso teve pouca variação (1 °C).

Palavras-chave: micrometeorologia, condutividade térmica, floresta tropical

STUDY OF SOIL TEMPERATURE IN TWO FOREST BIOMES IN THE PERIODS, RAINY AND DRY

ABSTRACT

This work sought to accomplish case study of the variation of soil temperature (TS) in two forest biomes, Amazon rainforest and Atlantic forest for a month under consideration rainy and a dry. For the area of the Amazon rainforest, we used data from the K34 tower of the group of micrometeorological LBA-INPA, located in the Biological Reserve Cuieiras and analyzing the profiles of soil temperature sensors through 101 MCM (IMAG-DLO, Wageningen The Netherlands) in the depths of 2, 5, 10, 20 and 50 cm, for the month of April (rainy) and September (dry) 2009. In the area of Atlantic forest the data were obtained through a micrometeorological tower 26 m high located in the city of Coruripe-AL, and analyzing the profiles of soil temperature using thermocouples type copper / constantan in the depths of 1, 5, 10, 20, and 50 cm for the month of June (rainy) and November (dry) 2009. It was observed that TS variability within the Amazon rainforest has little daily oscillations for both the dry period (4 °C), and for the rainy period (1,2 °C). While the Atlantic forest showed distinct variability between periods, the dry obtained maximum amplitude (18 °C) and rainy had little variation (1 °C).

Keywords: micrometeorology, thermal conductivity, tropical forest

Introdução

Estudos da temperatura do solo em diferentes profundidades possibilitam melhor análise do comportamento térmico do solo e conhecimentos sobre a difusividade e condutividade térmica, propriedades importantes para a caracterização do solo. Segundo Ramana Rao et. al. (2005), essas propriedades são resultantes de um conjunto de fatores nos quais se incluem a textura e a composição química do solo. A superfície do solo, com ou sem cobertura vegetal, é a principal responsável pela troca e armazenamento de energia térmica nos ecossistemas terrestres. É a partir da intensidade da radiação solar na superfície do solo que ele se aquece e se resfria, no decorrer do dia e do ano, provocando variações térmicas nas camadas subjacentes.

Segundo Kaiser et al. (2001), a temperatura do solo é uma variável meteorológica que determina os níveis de evaporação e aeração, devido a isso, a dinâmica da temperatura do solo é fundamental no desenvolvimento ecológico, pois sua variação interfere diretamente na germinação e no crescimento das plantas, assim como na sua absorção de água e nutrientes.

As florestas tropicais desempenham importante papel na manutenção do clima regional e global, pois influenciam diretamente na emissão ou retenção de gases, na evapotranspiração e no fornecimento de

vapor de água, entre outros fatores. Estas, por suas condições de umidade e calor, são os ecossistemas terrestres que dispõem da maior diversidade de seres vivos. A floresta Amazônica e a floresta tropical atlântica do Brasil (Mata Atlântica) possuem as maiores biodiversidade do país (Ledru et al., 2005).

O bioma amazônico compõe quase a metade das florestas tropicais úmidas presentes no globo, e possui uma grande área de savana tropical, constituindo uma grande fonte de recursos naturais (Freitas, 2004). A vasta extensão da Amazônia e sua posição no trópico úmido conferem à região um potencial significativo para influenciar os balanços globais de energia, água e carbono. Por isso desempenha papel fundamental no equilíbrio térmico da Terra. Esse bioma é importante para o sequestro do carbono (absorção de dióxido de carbono da atmosfera) da atmosfera. Sendo que a vegetação por meio da fotossíntese absorve aproximadamente 1,2 bilhões de toneladas de dióxido de carbono por ano.

O desflorestamento da floresta Amazônica já atingiu cerca de 17% da área desse bioma. O desflorestamento ocorre para o estabelecimento de pastagens para atividade pecuária, plantio de soja e exploração de madeira.

O bioma mata atlântica, que é um complexo e exuberante conjunto de ecossistemas de reconhecida importância nacional e internacional no meio científico, é representada por vários tipos de vegetações

como as Florestas Ombrófilas Densa, Mista e Aberta; Floresta Estacional Decidual e Semidecidual; Mangue; Restingas; Campos de Altitudes; Brejos Interioranos, Encraves e Zonas de Tensão Ecológicas abrigando assim parcela significativa da biodiversidade do Brasil. Atualmente encontra-se bastante fragmentada, cuja fragmentação é a principal causa da perda da biodiversidade (INPE/SOS MATA ATLÂNTICA, 2009).

A Mata Atlântica possui como característica fundamental a biodiversidade, devido a sua extensão e sazonalidade. Das espécies que ocupam a região, metade delas são endêmicas. Por suas condições de umidade e temperatura, constituindo os ecossistemas terrestres que dispõem da maior diversidade de seres vivos. A Mata Atlântica tem a segunda maior biodiversidade no Brasil depois da floresta Amazônica (Ledru et al., 2005). Apresenta três características – 93% da área originalmente ocupada já terem sido devastadas; a riqueza de espécies; e o alto grau de endemismos – caracteriza a Mata Atlântica como um *hotspot* (Myers et al., 2000). *Hotspot* é toda área prioritária para conservação, isto é, de alta biodiversidade e ameaçada no mais alto grau.

A complexa interação entre o solo, a vegetação e a atmosfera precisa ser bem entendida para aperfeiçoar os estudos meteorológicos, além de ajudar a monitorar e analisar os processos físicos naturais ocorrentes na região. E as reações ambientais provocadas pelas atividades antrópicas,

detectando os impactos sobre o ambiente estudado.

Com base no que foi exposto o objetivo deste trabalho é analisar e comparar um estudo de caso, do perfil de temperatura do solo dentro de dois biomas, floresta amazônica e mata atlântica, para um mês seco e chuvoso.

Material E Métodos

Área experimental I (Floresta Amazônica)

Descrição e climatologia

A área experimental I (2° 35' 22"S, 60° 06' 55"W) está localizado na Reserva Biológica do Cuieiras. Esta área pertence ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), situada a cerca de 60 km ao norte da cidade de Manaus (AM), a Reserva de Cuieiras tem uma área de 22 735 ha e faz parte de uma vasta área de floresta tropical intocada. O acesso à reserva é feito por via rodoviária e através de uma estrada de terra ZF-2 (Araújo et al., 2002; Andreae et al., 2002; Marques Filho et al., 2005).

A Amazônia Central é caracterizada por temperatura e umidade elevadas e abundância de precipitação ao longo do ano e uma curta estação seca. As temperaturas máximas diárias variam entre 31 °C e 33 °C, e as temperaturas mínimas diárias variam entre 23 °C e 24 °C, mostrando pouca variabilidade. Os totais pluviométricos apresentam variações significativas ao longo do ano, com um mínimo em agosto (precipitação média,

50 mm) e máximo em março (precipitação média, 330 mm). Esta tendência sazonal é o efeito do movimento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A estação chuvosa dura de dezembro a maio, enquanto que a estação mais seca normalmente dura de junho a setembro, mas pode ser muito variável em duração e intensidade. Umidade relativa média diária varia de valores mínimos de 75% durante o mês relativamente mais seco (agosto) para 92% durante o auge da temporada de chuvas em abril (Araújo et al., 2002).

Medidas micrometeorológicas

As variáveis micrometeorológicas analisadas neste experimento vêm sendo monitoradas pelo grupo de micrometeorologia do LBA, através do sistema automático de aquisição de dados (“Automatic Weather Station” - AWS). Os instrumentos estão instalados em uma torre micrometeorológica, denominada K34, que possui estrutura de alumínio de 1,5 m x 2,54 m de seção e 54,0 m de altura, em uma área de platô (2° 36' 32" S, 60° 12' 33" W), no quilômetro 34 da ZF-2.

As análises do perfil de temperatura do solo (TS) são realizadas nas profundidades 2, 5, 10, 20 e 50 cm através de sensores MCM 101 (IMAG-DLO, Wageningen The Netherlands) instalados na base da torre.

Medidas de radiação de onda curta (R_s) incidente e refletida por meio de *Pyranometer CM 21*, e de radiação de onda

longa (R_L) incidente e refletida por *Pyranometer CG 1* ambos da *Kipp & Zonen* (The Netherlands). Os totais pluviométricos foram coletados por pluviômetros aerodinâmicos *ARG100* da *Environmental Measurements Ltd.* (North Shields, Reino Unido). Instrumentos instalados acima do dossel da floresta.

Área experimental II (Mata Atlântica)

Descrição e climatologia

A área experimental II (10°00'37"S, 36°17'60"W) localiza-se em um fragmento de Mata Atlântica pertencente a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), na fazenda Capiatã A – Lula Lobo I – com uma área de 68,6 ha pertencente à usina Coruripe Açúcar e Alcool S/A, no município de Coruripe, Alagoas. Essa RPPN destina-se à coleta de sementes para a recuperação das áreas degradadas da usina, para programas de educação ambiental e para pesquisa científica. Localizado no litoral sul do Estado de Alagoas, o município de Coruripe apresenta fragmentos florestais nos tabuleiros, encostas de grande declividade e poucas áreas de várzea no qual é formado por uma *Floresta Ombrófila Aberta* com transição para *Floresta Estacional Semidecidual* (Santos & Frizzzone 2006).

De acordo com Santos e Frizzzone (2006), a normal climatológica da temperatura e umidade relativa do ar (UR) é de 25,1 °C (sendo fevereiro o mês mais quente) e de

aproximadamente 76,5%, respectivamente. Segundo a Secretaria de Estado de Recursos Hídricos e irrigação (SERHI), essa área apresenta o período chuvoso compreendido entre os meses de abril e julho, enquanto o período seco está compreendido entre outubro e janeiro. Os demais meses são considerados como períodos de transição. O clima local é caracterizado como do tipo Tropical Chuvoso com verão seco. O período chuvoso começa no outono (Mascarenhas et al., 2005). A precipitação média anual é de 1.327 mm (Silva-Junior et al., 2005).

Medidas Micrometeorológicas

Na área experimental II foi instalada uma torre micrometeorológica de 26 metros de altura ($10^{\circ}17'36''\text{S}$, $36^{\circ}17'24''\text{W}$), inserida dentro do fragmento florestal para medir as variáveis micrometeorológicas utilizadas neste experimento.

Levando-se em consideração os níveis de profundidade para o estudo das flutuações de temperatura do solo (TS) instalaram-se sensores térmicos chamados de termopares do tipo cobre/constatam, no período na base da torre. Realizou-se medições nas profundidades de 1, 5, 10, 20, 50 cm. Os sensores termopares são junções de dois fios de metais diferentes que produzem uma força eletromotiva proporcional à diferença das temperaturas a que está submetida cada uma das junções do par.

O Saldo de Radiação (R_N), diferente da área experimental I, foi medido diretamente por meio de Saldo Radiômetro Modelo Q-7. Os totais pluviométricos foram coletados por pluviômetros modelo TE 525 (Texas Instruments, USA), ambos instalado no topo da torre.

Resultados E Discussão

Precipitação

Na área de experimental I (Floresta Amazônica), foi observado para o mês considerado chuvoso (abril) um total pluviométrico de 284,4 mm (Figura 1), a precipitação ficou concentrada no período entre 12 e 15 HL com pico de 65,2 mm às 14 HL. Nas demais horas do dia, a precipitação não chegou a ultrapassar 15 mm, entre as 03 e 11 HL foram registrados valores abaixo de 5 mm, exceto às 09 HL (7,4 mm). Para às 00 HL não houve registros de chuvas durante este mês.

Já no mês seco (setembro) considerado a precipitação foi quase nula com um total mensal de apenas 7,2 mm, apresentando maior registro às 20 HL de 3,8 mm. Durante o dia foi observado uma pequena quantidade de chuva entre 10 e 16 HL com total de apenas 3,2 mm. Essa diferença entre os períodos ocorre, em função, da distribuição das chuvas na Amazônia ser bastante irregular, apresentando grande variabilidade espacial e temporal (Ferreira et al., 2005).

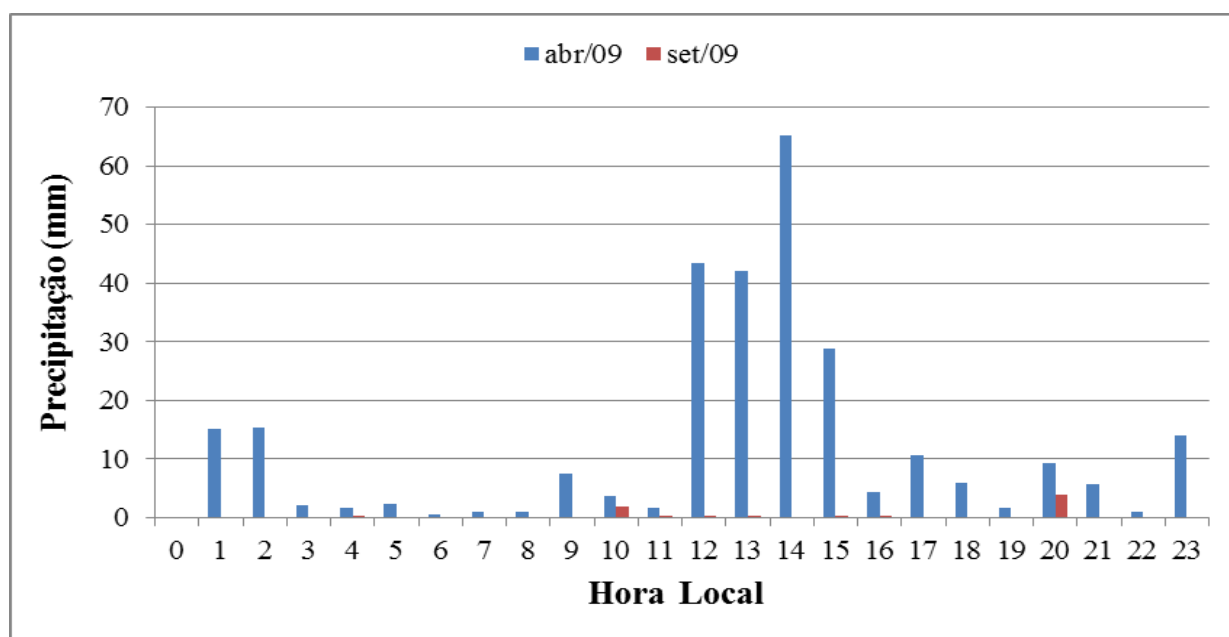


Figura 1 – Distribuição da soma horária da precipitação na área experimental I (Floresta Amazônica), para os meses de análise.

Para a área experimental II (Mata Atlântica), registrou-se para o mês chuvoso (junho), precipitação acumulada de 235,0 mm (Figura 2), apresentando uma diferença em relação à área da floresta amazônica, de aproximadamente 49,4 mm. A precipitação ficou mais bem distribuída, com picos às 05 e 06 HL, de 26,0 e 31,4 mm respectivamente. Esses maiores valores da precipitação no início da manhã estaria ligado, segundo Mantovani (2003), à maior atividade de circulação de brisa marítima. Os menores

registros para este mês ficaram entre 01 e 04 HL, com um total de 17,7 mm e mínimo de 1,5 mm às 01 HL.

O mês de novembro (período seco), assim como ocorreu na área experimental I, apresentou baixa precipitação com total de apenas 3,1 mm. Observou-se precipitação apenas em quatro horas, com máximo de 1,1 mm às 02 e 10 HL. Entre 12 e 23 HL não foram registradas chuvas para este mês.

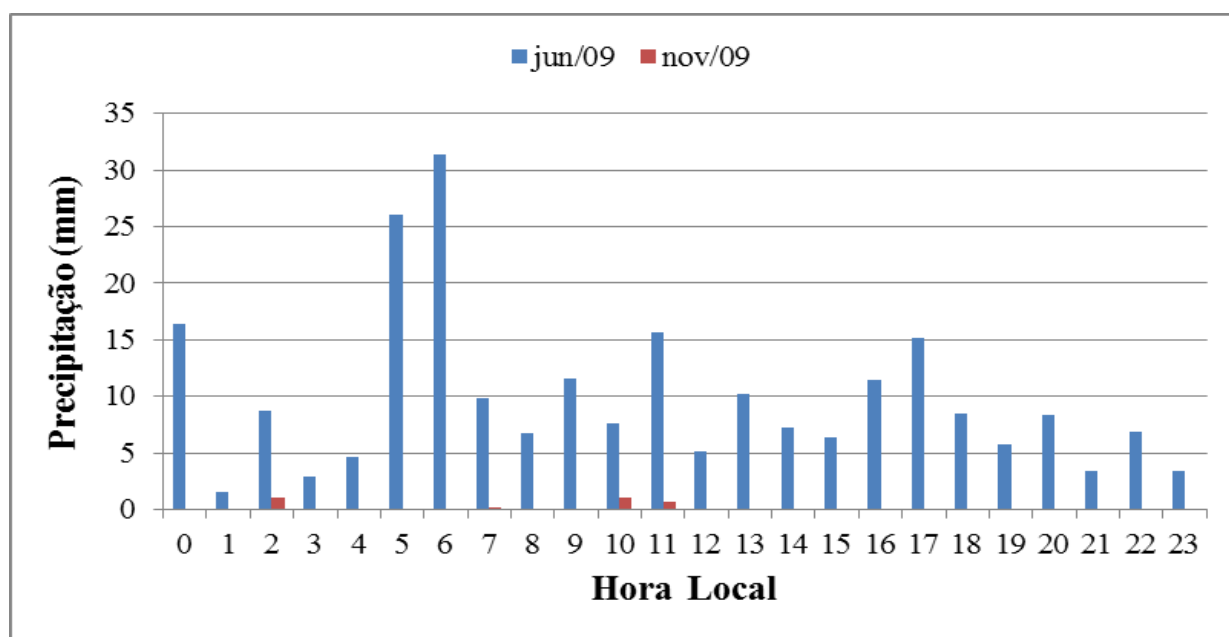


Figura 2 – Distribuição da soma horária da precipitação na área experimental II (Mata Atlântica), para os meses de análise.

É importante salientar que as florestas tropicais, por meio da cobertura vegetal, interceptam parte da precipitação, esta interceptação é uma das principais componentes do ciclo hidrológico, e varia de acordo com o aspecto morfológico da floresta e o regime de precipitação dominante na região. A precipitação que atingirá o solo depende da natureza e densidade da cobertura vegetal, haja vista, que a cobertura vegetal retém e armazena temporariamente certa quantidade de precipitação incidente, constituindo-se assim, no processo de interceptação da precipitação pela vegetação (Ferreira et. al, 2005).

Temperatura do solo (TS)

Temperatura do solo no período chuvoso

Na área da floresta amazônica para o mês de abril (chuvoso) verificou-se uma

pequena variação na temperatura do solo (TS) em torno de 1,2 °C, variando no espaço e no tempo (Figura 3).

As camadas de 2 a 10 cm apresentaram maiores variabilidades durante todo o período. Na profundidade de 2 cm nota-se os menores valores da TS entre as 22 e 23 HL, com média 23,9 °C, com um aumento de aproximadamente 1 °C nas camadas subsequentes, com a camada mais profunda (50 cm) registrando maior temperatura para estes horários, com média de 24,66 °C. Estes valores mínimos da TS também foram marcados no fim da madrugada e início da manhã (entre 04 e 09 HL). Observou-se que entre os mínimos as 00 e 01 HL a TS demonstrou um aumento, com valor de 24,8 °C, permanecendo constante entre 2 e 20 cm, voltando a reduzir seus valores nos horários seguintes.

A partir das 10 HL a TS começa a demonstrar um aumento nas camadas superiores, em função da maior incidência de radiação solar. Assim nos horários de 12 as 14 HL, ocorreram às temperaturas mais elevadas, aproximadamente 25,15 °C, para a profundidade mais superficial (entre 2 e 5 cm), certamente causado pela maior absorção da radiação solar global por estas profundidades. Nas camadas subsequentes ocorre uma pequena redução térmica, com mínimo de 24,55 °C (entre 12 e 14 HL) para a

profundidade de 50 cm. Observou-se que a camada de 50 cm permaneceu praticamente constante no período noturno, com pequenas variações de 0,04 °C, em função do fluxo de calor no interior do solo ocorrer de forma lenta. Enquanto isso as camadas mais superficiais de 2 e 5 cm, apresentaram uma maior variabilidade, isso ocorre pois esta camada sofre maior influência das precipitação acumulada sobre o solo.

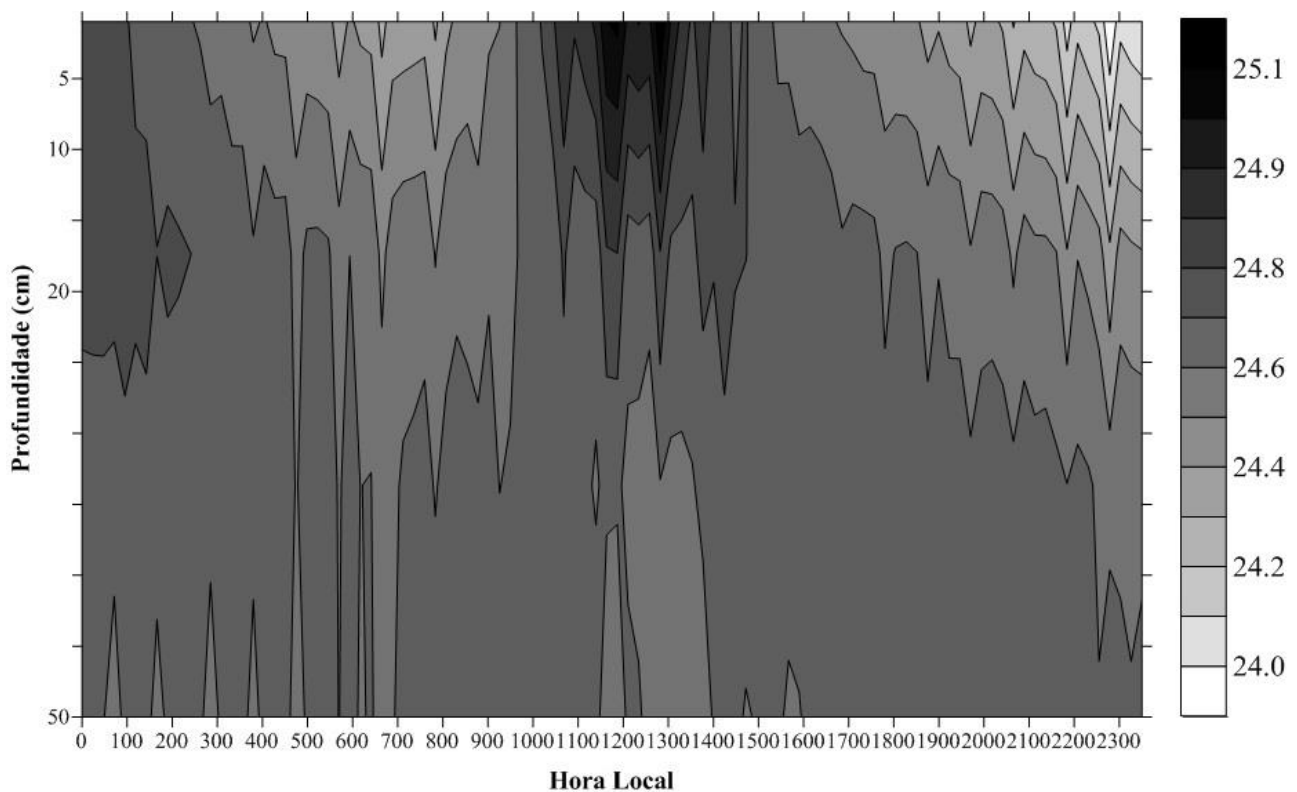


Figura 3 – Perfil da temperatura do solo (°C) dentro da floresta amazônica (área experimental I), para o mês de abril (chuvoso).

No mês de junho (chuvoso), para a área de mata atlântica também foi observado uma pequena variação na temperatura do solo (TS) variando no espaço e no tempo, em torno de 1 °C (Figura 4).

Os menores valores da TS ocorrem entre 00 e 09 HL em decorrência das maiores concentrações pluviométricas para estes horários, com mínimos de 23,4 °C, entre 05 e 08 HL para a camada de 1 cm, apresentando

um aumento da nas camadas seguintes. Notou-se que a camada de 20 cm apresenta os maiores valores de TS para estes horários, com média de 24,6 °C e após esta profundidade a TS volta a diminuir, assim, alcançando novamente seu mínimo (23,4 °C) na camada de 50 cm. Este comportamento ocorre, pois a profundidade de 20 é uma camada arenosa, e este tipo de solo apresenta infiltração mais rápida e pouca retenção da água devido ao espaço poroso (predomínio de macro poros), que permite a drenagem livre da água do solo. Esses solos são, por natureza,

mais secos porque retém pouca água (Lopes, 1989).

Já nos horários de 12 às 16 HL, ocorreram as temperaturas mais elevadas, aproximadamente 24,9 °C, notando-se uma inversão do que foi observado no fim da madrugada e início da manhã, com maiores registros nas camadas de 1 e 50 cm, média de 24,9 °C, com redução dos valores da TS das camadas superficiais até 20 cm, onde ocorreu o mínimo de 24,4 °C, para estes horários e após voltando a aumentar até 50 cm.

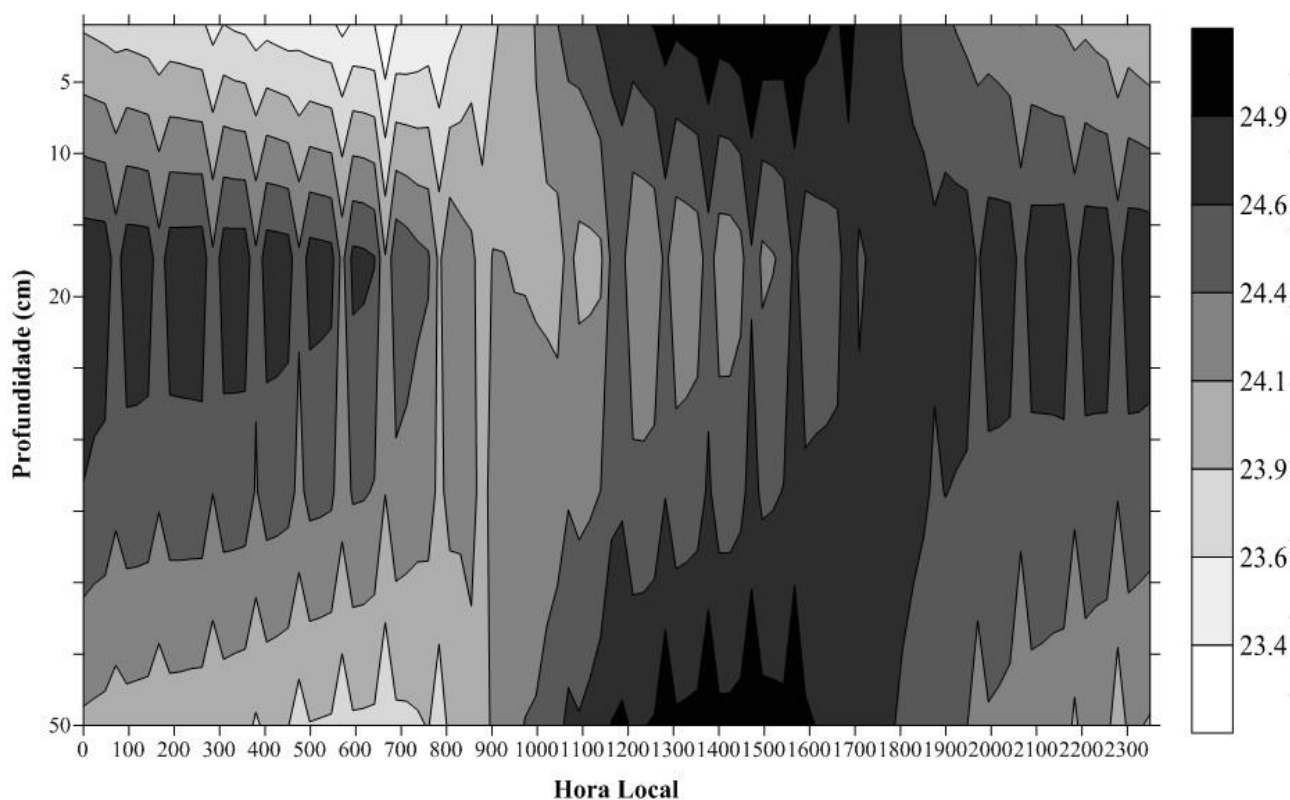


Figura 4 – Perfil da temperatura do solo (°C) dentro da mata atlântica (área experimental II), para o mês de junho (chuvoso).

Temperatura do solo no período seco

A TS no mês de setembro (seco) obteve uma amplitude térmica diária variando

em torno de 4 °C (Figura 5), esse comportamento é explicado com a menor taxa de cobertura de nuvens no mês seco em relação ao mês chuvoso, onde ocorre maior incidência de radiação solar durante o dia e

maior perda de energia radiativa durante a noite, porém a baixa amplitude para ambos os períodos ocorre pois a floresta amazônica possui uma cobertura bastante densa, o que dificulta a penetração da radiação solar e a perda desta para a atmosfera.

Como observado no mês chuvoso a profundidade de 2 cm apresentou as maiores variações horárias da TS, com mínimas 24,2 °C às 06 HL e máxima de 27,2 °C às 14 HL. Os menores valores ficaram entre 00 e 08 HL, apresentando um aumento de 0,25 °C com as profundidades. Também foi observado que

entre 00 e 01 HL a TS demonstrou um aumento, porém diferente do mês chuvoso este aumento ficou a partir de 20 a 50 cm, com valor de 26,3 °C.

Os maiores valores de TS para este período ficaram entre 10 e 17 HL, no qual se percebe uma gradativa redução térmica a medida na qual vai se aumentando a profundidade. Assim como foi observado no mês chuvoso, a profundidade de 50 cm permaneceu com poucas variações ao longo do dia.

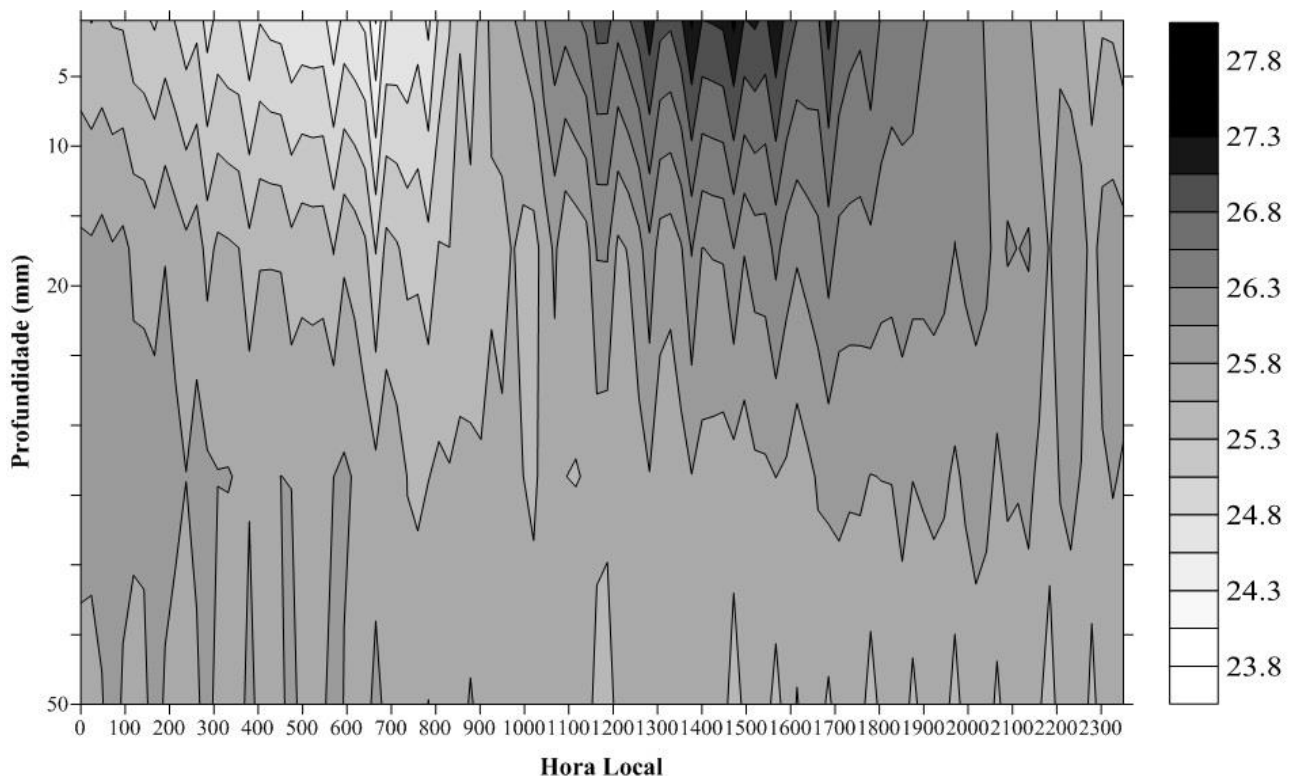


Figura 5 – Perfil da temperatura do solo (°C) dentro da floresta amazônica (área experimental I), para o mês de setembro (seco).

A TS no mês de novembro (seco) teve grande amplitude térmica diária variando em torno de 18 °C (Figura 6). Diferente da área da floresta amazônica, a mata atlântica possui uma cobertura menos densa, o que possibilita

uma maior penetração da radiação solar e consequentemente a perda desta para a atmosfera.

Assim como no mês chuvoso teve seus menores registros no fim da madrugada e

início da manhã, porém o mínimo de 19 °C que ocorreu às 05 HL, foi registrado na camada de 20 cm, isto ocorre pois os solos do tipo arenoso possuem uma menor condutividade térmica, por este motivo, tendem a apresentar as maiores amplitudes, nos meses de maior incidência de radiação solar. Para este horário permaneceu constante entre 1 e 10 cm a TS, com valor de 21 °C, e volta a este valor na camada de 50 cm.

Entre 11 e 15 HL foram observados os maiores valores da TS para este período, com máxima de 37 °C às 13 HL na profundidade de 20 cm, neste mesmo horário entre 1 cm e 10 cm de profundidade a TS permaneceu constante, com valor médio de 34 °C, aumentando 2 °C para a camada de 20 cm, voltando a diminuir (33 °C) após a camada de 20 cm.

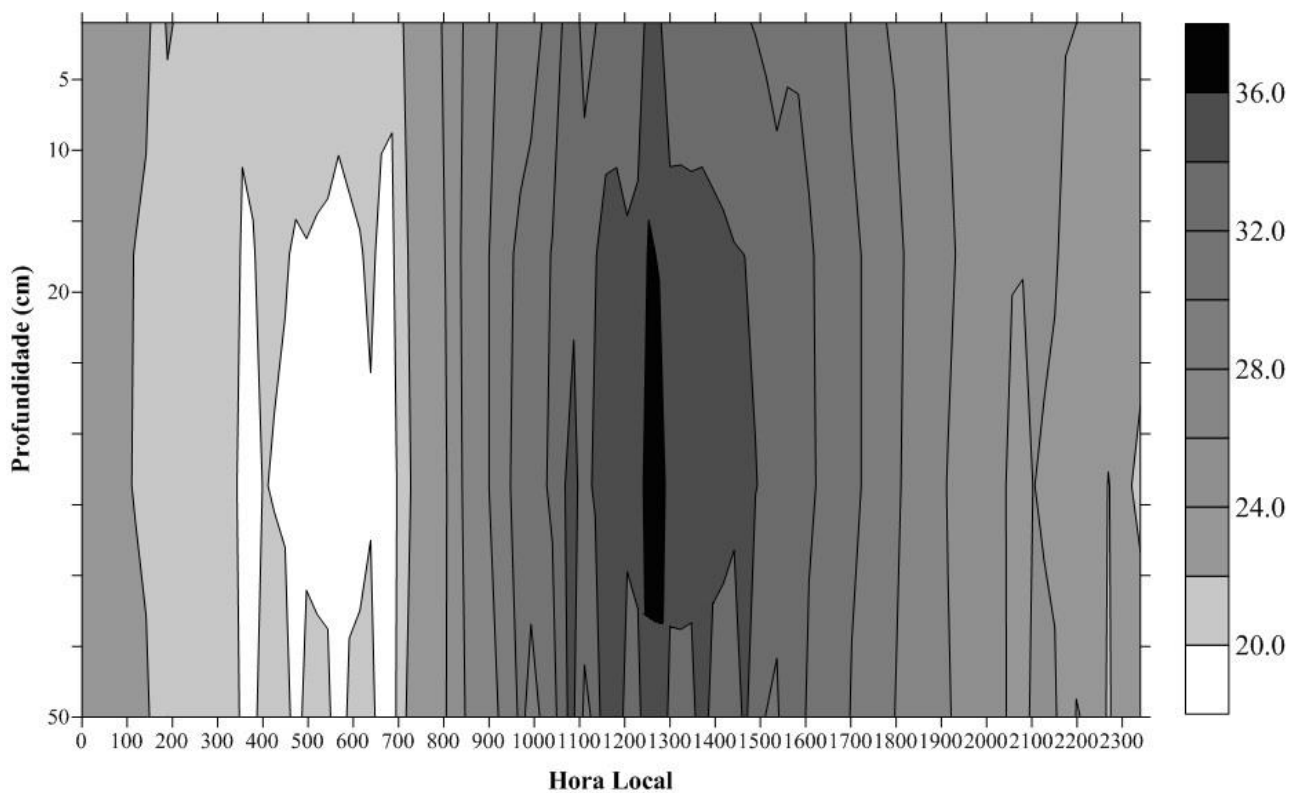


Figura 6 – Perfil da temperatura do solo (°C) dentro da mata atlântica (área experimental II), para o mês de novembro (seco).

Conclusões

A variabilidade da temperatura do solo (TS) dentro da floresta amazônica apresenta poucas oscilações diárias, tanto para o período

seco (4 °C), quanto para o chuvoso (1,2 °C), devido à densa cobertura do dossel da floresta. Enquanto que a mata atlântica mostrou variabilidade distinta entre os períodos, o período seco obteve máxima

amplitude (18 °C), em contra partida, o período chuvoso teve pouca variação (1 °C) no espaço e no tempo, devido à intensa precipitação.

A floresta amazônica exibiu uma variação da TS com a profundidade mais homogeneia, com as maiores variabilidades ocorrendo nas camadas superficiais, e com a camada mais profunda (50 cm) permanecendo praticamente constante. À medida que a mata atlântica apresentou núcleos quentes e frios para a camada de 20 cm, por esta ser arenosa, e com as demais camadas apresentando maior variação com a profundidade no período chuvoso e permanecendo constante no período seco.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio ao desenvolvimento e financiamento deste projeto, ao grupo de micrometeorologia do LBA-INPA por disponibilizar os dados utilizados nesta pesquisa, e a Usina Coruripe Açúcar e Alcool S/A pelo apoio e por ter disponibilizado a área de estudo e a nossa permanência em suas dependências sempre que foi preciso.

Referências

Andreae, M. O ; Artaxo, P.; Brandão, C.; Carswell, F. E.; Ciccioli, P.; da Costa, A. L.;

Carneiro et al.

Culf, A. D.; Esteves, J. L.; Gash, J. H. C.; Grace, J.; Kabat, P.; Lelieveld, J.; Malhi, Y.; Manzi, A. O.; Meixner, F. X.; Nobre, A. D.; Nobre, C.; Ruivo, M. d. L. P.; Silva-Dias, M. A.; Stefani, P.; Valentini, R.; von Jouanne, J.; Waterloo, M. J. 2002. Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, traces gases, and aerosols in Amazonia: The LBA-EUSTACH experiments. *Journal of Geophysical Research*, 107(D20).

Araújo, A. C.; Nobre, A. D.; Kruijt, B.; Elbers, J. A.; Dallarosa, R.; Stefani, P.; von Randow, C.; Manzi, A. O.; Culf, A. D.; Gash, J. H. C.; Valentini, R.; Kabat, P. 2002. Comparative measure of carbon dioxide fluxes from two nearby towers in a central Amazonian rainforest: The Manaus LBA site. *Journal of Geophysical Research*, v. 107, p. 58(1)-58(19).

Ferreira, S. J. F.; Luizão, F. J.; Dallarosa, R. L. G. 2005. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, Manaus, V. 35, n. 1, p. 55-62. Jan.

Freitas, M. D.; Castro Júnior, W. E. 2004. O ciclo hidrológico: projeções mundiais e Amazônia. In: FREITAS, M. d. (Ed.) *Amazônia e Desenvolvimento Sustentável: um diálogo que todos deveriam conhecer*. Petrópolis, Vozes/Editora. 1a ed, p. 42- 65.

- Gasparim, E.; Ricieri, R. P.; Silva, S. L.; Dallacort, R.; Gnoatto, E. 2005. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. *Acta Scientiarum. Agronomy*. Maringá, v. 27, n. 1, p. 107-115.
- GEIGER, R. 1980. Manual de Micrometeorologia. Calouste Gulbenkian, Lisboa.
- INPE/SOS MATA ATÂNTICA – 2009. Instituto Nacional Pesquisas Espaciais. Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica. Relatório parcial. São Paulo. p. 156.
- Kaiser, D. R., Streck, C. A.; Reinert, D. J.; Reichert, J.D.; Da Silva, V.R.; Ferreira, F.; Kunz, M. 2003. Temperatura do solo afetada por diferentes estados de compactação. Santa Maria. 2001. Disponível em <www.ufsm.br/ppgcs/congressos/XIV_Reunião.pdf>. Acesso em: 19/04.
- Ledru, M. P.; Rousseau, D. D., Cruz Jr., F.W.; Riccomini, C.; Karmann, I.; Martin, L. Paleoclimate changes during the last 100,000 yr from a record in the Brazilian Atlantic rainforest region and interhemispheric comparison. **Quaternary Research**, v. 64, n. 3, p. 444–450, 2005.
- Lopes, A. S. (trad. e adapt.). 1989. Manual de fertilidade do solo: São Paulo: ANDA/POTAFOS.
- Mantovani, W. 2003. A degradação dos biomas brasileiros. In: W.C. Ribeiro (ed.). Patrimônio ambiental brasileiro. Editora Universidade de São Paulo, São Paulo. p. 367- 439.
- Marques Filho, A. d. O.; Dallarosa, R. G.; Pacheco V. B. 2005. Radiação solar e distribuição vertical de área foliar em floresta – Reserva Biológica do Cuieiras – ZF2, Manaus. *Acta Amazônica*, v. 35 (4), p. 427-436.
- Mascarenhas, J. C.; Beltrão, B. A.; Souza-Júnior, L. C. (org.) 2005. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea diagnóstico do município de Coruripe Estado de Alagoas. Recife: CPRM/PRODEEM. p. 12.
- Myers, N., R. A.; Mittermeier, C. G.; Mittermeier, G. A. B.; Fonseca J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403. p. 853-858.
- Ramana Rao, T. V.; Silva, B. B.; Moreira, A. A. 2005. Características térmicas do solo em Salvador, BA. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 9, n. 4, p. 307-311,

Santos, M. A. L. & Frizzzone, J. A. 2006.

Irrigação suplementar da cana-de-açúcar (*saccharum spp*) colhida no mês de janeiro: um modelo de análise de decisão para o litoral sul do estado de alagoas. Irriga, Botucatu, v. 11, n. 3, p. 339-355.

Silva-Júnior, R. S.; Moura, M. A. L.; Meixner, F. X.; Kormann, R.; Lyra, R. F. F.; Nascimento-Filho, M. F. 2005. Estudo da concentração do CO₂ atmosférico em área de pastagem na região amazônica. Revista Brasileira de Geofísica, v. 22, n. 3, p. 605-611.