

VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO SOLO EM UM FRAGMENTO DE MATA ATLÂNTICA EM CORURIFE-AL – UM ESTUDO DE CASO

Raynil Gomes Carneiro

Mestrando em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
raynilcarneiro@gmail.com

Marcos Antonio Lima Moura

Professor Doutor em Meteorologia – Universidade Federal de Alagoas – UFAL
malm@ccen.ufal.br

Antônio Marcos Delfino de Andrade

Doutorando em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
marcoslaba@hotmail.com

RESUMO

O solo é um sistema complexo, onde sua mistura é formada por um material heterogêneo dividido em partes sólidas, líquidas e gasosas. O presente trabalho foi realizado para a obtenção de um maior conhecimento da variabilidade da temperatura do solo em um fragmento de Mata Atlântica para os períodos, chuvoso e seco. Foram utilizados dados de saldo de radiação a 2 m de altura de uma torre micrometeorológica de 26 m de altura (10°00'37"S; 36°17'60"W) localizada em Coruripe-AL, analisando-se os perfis de temperatura do solo através de termopares tipo cobre/constantan (*Campbell Sci., EUA*) nas profundidades 1, 10, 20 e 50cm. Foi observado uma variação para o mês chuvoso de 7°C no espaço e no tempo, enquanto no mês seco ocorreu grande amplitude térmica (13,41 °C), para ambos os meses as camadas de 10 e 20 cm apresentaram as maiores variações. Verificou-se uma relação direta entre o comportamento da TS e do Rn, tendo uma resposta direta da TS a variação de Rn.

Palavras-chave: Micrometeorologia. Floresta atlântica. Saldo de radiação.

VARIATION OF SOIL TEMPERATURE IN A FRAGMENT OF ATLANTIC FOREST IN CORURIFE-AL – A CASE STUDY

ABSTRACT

Soil is a complex system, where your mixture is formed by a heterogeneous material divided into parties solid, liquid and gaseous. The present study was performed to obtain a better understanding of the variability of soil temperature in a fragment of Atlantic Forest for periods, rainy and dry. We used data from net radiation at 2 m height of a micrometeorological tower 26 m high (10 ° 00'37 "S, 36 ° 17'60" W) located in Coruripe-AL, analyzing the profiles soil temperature using thermocouples type copper / constantan (Campbell Sci, USA) at depths 1, 10, 20 and 50 cm. It was observed variation for the rainy month of 7 °C in space and time, while in the dry month was great thermal amplitude (13,41 ° C) for both months the layers 10 and 20 cm showed the greatest variation. There was a direct relationship between the behavior of TS and Rn, taking a direct response of TS variation of Rn.

Keywords: Micrometeorology. Rain forest. Net balance.

1. INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são de extrema importância climática tanto na escala local, como na escala global. A Mata Atlântica é um dos maiores ecossistemas do planeta, tendo a segunda

Recebido em 22/02/2013

Aprovado para publicação em 03/06/2013

maior biodiversidade do Brasil, perdendo neste quesito apenas para a Floresta Amazônica. É caracterizada por uma grande diversidade ambiental devido tanto a sua extensão longitudinal da costa ao interior, influenciada pela umidade do Oceano Atlântico, como a maior extensão latitudinal, com forte influência tropical no nordeste ao subtropical na região sul, ocupando áreas com grande variação topográfica e geológica, cobrindo uma grande extensão de serras no sul, sudeste e nordeste do Brasil (SILVA, 2008).

Sua imensidão hoje se encontra ameaçada. Após 500 anos de ocupação e apesar de possuir *status* de “patrimônio nacional” pela Constituição de 1988, o bioma, Mata Atlântica, está reduzido a menos de 8% de sua extensão original (MORELLATO & HADDAD, 2000; MMA, 2002). Originalmente, ocupava de forma total ou parcialmente dezessete Estados brasileiros, percorrendo a costa brasileira do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, abrangendo originalmente 1.315.460 km², cerca de 15% do território nacional (IBGE, 2008). Atualmente, estima-se que sua área remanescente seja de apenas 95.000 km², cerca de 7,3% da área original. Em Alagoas, segundo o Atlas de Remanescentes Florestais da Mata Atlântica do SOS Mata Atlântica/INPE (2009), estima-se que nos primórdios da nossa colonização a área com cobertura vegetal típica de Mata Atlântica atingisse algo em torno de 53 % do território, cerca de 1.495.461 hectares, abrangendo total ou parcialmente áreas de 61 municípios (MENEZES *et al.*, 2004). Atualmente, esse número pode não ultrapassar 10,37% ou 155.074 hectares. Nos dados do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (2008-2010) foi verificada supressão de vegetação nativa a partir de 2002, totalizando 24 hectares em Alagoas, relativamente pouco quando comparado aos Estados vizinhos: 253 em Pernambuco, 224 em Sergipe e 188 no Ceará. Em todos os Estados foram verificadas queda na taxa média anual de desflorestamento.

Em função da sua vasta distribuição, a Mata Atlântica apresenta grandes variações no relevo, nos regimes pluviométricos e nos mosaicos de unidades fitogeográficas, as quais contribuem para a grande biodiversidade encontrada nesse *hotspot* (PINTO *et al.*, 1997; OLIVEIRA-FILHO & FONTES, 2000; TABARELLI *et al.*, 2005). O principal determinante da distribuição das formações vegetais no domínio da Mata Atlântica é certamente o macro-clima (tropical e úmido), influenciado por relevo, proximidade do mar, padrão predominante de circulação das massas de ar costeiras de leste para oeste e correntes oceânicas do Atlântico Sul, que se deslocam predominantemente no sentido anti-horário, isto é, do equador para o sul na costa brasileira, redistribuindo calor. Por isso a variação latitudinal da temperatura é sutil, mas relevante quando agregada à interiorização ou a altitude (FRANKE *et al.*, 2005).

A energia radiativa recebida pela Terra na forma de ondas eletromagnéticas provenientes do Sol é denominada de radiação solar. Em meteorologia é mais comum usar o termo ondas curtas em lugar de radiação solar (MOURA, 2001). Essa energia que chega à superfície horizontal terrestre é gratuita e renovável (KOLLING, 2001), sendo praticamente a única fonte de energia que influencia os movimentos atmosféricos e os vários processos nas camadas superficiais da crosta terrestre (NOGUEIRA *et al.*, 2000).

Na meteorologia essa radiação é de fundamental importância, pois interfere nos elementos meteorológicos como a evaporação, evapotranspiração, temperatura do ar, umidade relativa, temperatura do solo e outros (SOUZA *et al.*, 2002). Dessa forma, a energia solar é a fonte primária de energia para todos os processos terrestre, desde a fotossíntese, responsável pela produção vegetal e manutenção da vida, até o desenvolvimento de tempestades, furacões e circulação geral da atmosfera (SOUZA *et al.*, 2003).

A radiação solar serve também, para subsidiar as classificações ecofisiológicas de espécies florestais (BUDOWSKI, 1965; WHITMORE, 1983). Entretanto, há de se considerar que a disponibilidade de radiação solar influencia na variação da temperatura do ar e do solo e umidade relativa do ar no interior da floresta, uma vez que o balanço de energia é alterado. Essas variáveis também influenciam de maneira marcante as respostas fisiológicas das plantas na floresta (KIMMINS, 1987; LARCHER, 1995). Desta maneira, justifica-se um estudo mais detalhado das condições microclimáticas no interior da floresta, levando em consideração o seu estado seccional (PEZZOPANE *et al.* 2002).

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 os exemplos negativos das reações ambientais provocadas pelas atividades antrópicas, detectando os impactos sobre o ambiente estudado.

Nos processos de interação solo-atmosfera, os perfis de temperatura e umidade de solos dependem entre outros fatores, das características físicas dos mesmos e das trocas de calor evapor d'água com a atmosfera, que por sua vez dependem do clima e da cobertura vegetal local (ALVALÁ *et al.*, 2002). Em particular, o fluxo de calor na superfície e sua estimativa possibilitam a avaliação da evaporação e do fluxo de calor sensível no ar (ANTONINO *et. al.*, 1997).

Entre as características físicas que se alteram pela retirada da cobertura vegetal, a temperatura do solo atinge suas amplitudes máximas quando se passa de um ambiente vegetado para uma situação de solo desnudo. Tratando-se de uma relação entre a energia calorífica absorvida e perdida pelo solo, a temperatura depende de fatores como a cobertura vegetal, tipo de solo e umidade (PREVEDELLO, 1996).

As propriedades térmicas do solo são resultantes de um conjunto de fatores nos quais se incluem a sua textura e composição química. No entanto, as observações regulares de sua temperatura em diferentes profundidades possibilitam identificar-se o seu comportamento térmico e o conhecimento de importantes propriedades, tais como difusividade e a condutividade térmica (RAMANA RAO *et. al.*, 2005). Assim, é indispensável o estudo do comportamento térmico do solo, especialmente na região Nordeste, onde se conhece muito pouco a este respeito (MOREIRA, 1994).

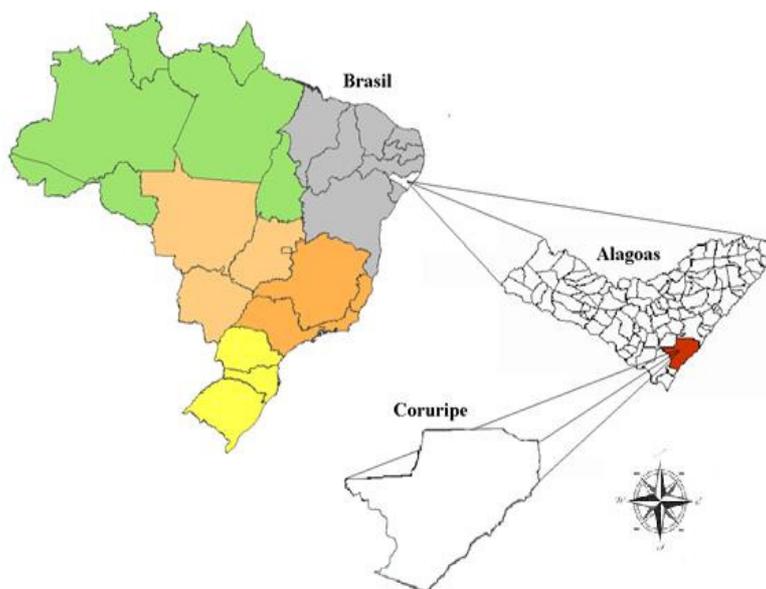
Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo analisar a variabilidade da temperatura do solo em função da variação do saldo de radiação no interior de um fragmento de Mata Atlântica, para o mês chuvoso e seco do ano de 2010.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Descrição da área experimental

O estudo foi desenvolvido em um fragmento de Mata Atlântica localizado na fazenda Capiatã A, na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) – Lula Lobo I – com uma área de 68,6 ha pertencente à usina Coruripe Açúcar e Álcool S/A, no município de Coruripe (Figura 1), localizado no litoral sul do Estado de Alagoas.

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo. Em destaque, o município de Coruripe, Alagoas.



O município 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 & FRIZZONE, 2006).

O Estado de Alagoas abriga diversos ecossistemas, estando presentes estuários, lagoas, matas, manguezais, rios, várzeas, restingas e outros. Apesar de ser um estado territorialmente pequeno, possui uma diversificação muito grande e com uma variedade de vegetação. O patrimônio florístico das matas inclui muitas espécies de alto valor ecológico, econômico e social, como o Pau-brasil, Pau de Jangada, Sapucaia, Barbatimão, Pau-falha, entre outras.

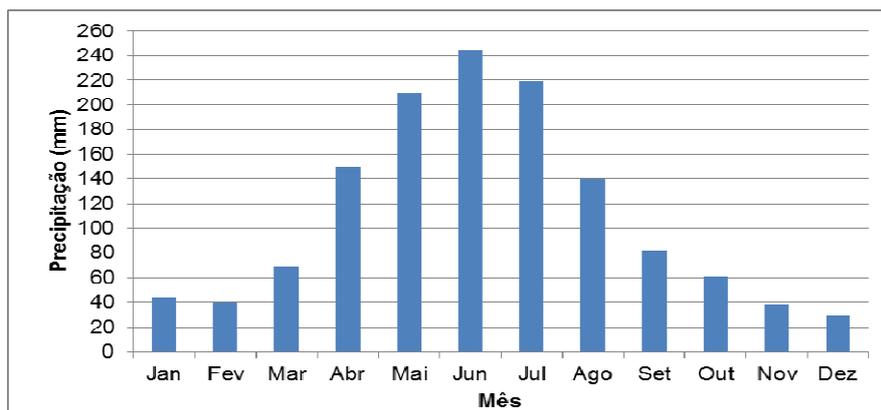
A Textura do Solo constitui uma das características físicas mais estáveis e representa a distribuição quantitativa das partículas do solo quanto ao tamanho. A grande estabilidade faz com que a textura seja considerada elemento de grande importância na descrição, identificação e classificação do solo. A textura confere alguma qualidade ao solo, no entanto, sua avaliação apresenta conotação prioritariamente quantitativa. Areia, Silte e Argila são as três frações texturais do solo que apresentam amplitudes de tamanho variáveis em função do sistema de classificação, todos baseados em critérios arbitrários na separação dos tamanhos das diversas frações. O solo da região dentro do fragmento florestal apresenta um maior teor de areia entre 10 e 20 cm de profundidade e nas camadas superficiais e mais profundas, apresentam um maior teor de argila.

2.2. Climatologia da região

O local de estudo apresenta um clima tropical chuvoso com verão seco. Seus totais pluviométricos anuais variam entre 1500 e 1700 mm, com umidade relativa do ar (UR) em torno de 80% (SANTOS & FRIZZONE, 2006).

De acordo com os dados da Agência Nacional de Águas (ANA) referentes ao período entre 1990 e 2002 (Figura 2), a precipitação média anual ficou em torno de 1327 mm.

Figura 2. Pluviometria média mensal (mm) (1990-2002) para o município de Coruripe (posto 1036062).
Fonte: Agência Nacional de Águas (2005).



Segundo LIMA & HECKENDORF (1985), o período com maiores totais de chuvas está compreendido entre os meses de abril e agosto, o qual é apresentado na Figura 2. Eles consideram o período seco curto, variando de 1 a 3 meses compreendido entre os meses de novembro e fevereiro, os meses de março, setembro e outubro se comportam como período de transição.

A temperatura média do ar anual, para a região, está em torno de 25,1 °C, sendo fevereiro o mês mais quente (SANTOS & FRIZZONE, 2006). O vento local apresenta uma média de 2,0 m s⁻¹ com variações entre 1,7 m s⁻¹ (março) e 2,5 m s⁻¹ (janeiro). As direções predominantes são de nordeste (outubro a março) e sudeste (abril a setembro) (MACHADO, 2003).

2.3. Medidas

Na região de estudo foi instalada uma torre micrometeorológica com altura de 26 metros (10°00'37"S; 36°17'60"W), inserida dentro do fragmento florestal, com o intuito de se obter medidas das variáveis micrometeorológicas (temperatura do solo, saldo de radiação e precipitação).

Levando-se em consideração os níveis de profundidade para o estudo das flutuações de temperatura do solo (TS) foram instalados sensores térmicos chamados de termopares do tipo cobre/constatam, nas profundidades 1,10, 20, 50 cm, realizando-se medições para estas profundidades no ano de 2010.

Também foram realizadas medidas de Saldo de Radiação (Rn) por meio de Saldo Radiômetro Modelo Q-7, da *Campbell Scientific Inc.* e medidas de precipitação através do TE 525, da *Texas Instruments, USA*. Instalados na torre a 2 metros de altura do solo.

Os dados descritos acima foram coletados por *datalogger* (CR10X), sendo as medidas realizadas a cada 10 minutos e suas respectivas médias armazenadas em módulos de memória, do tipo SM716, todos da *Campbell Scientific*. Posteriormente todas as informações obtidas nos equipamentos do local do experimento foram armazenadas em microcomputadores do Instituto de Ciências Atmosféricas (ICAT), localizado na Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Após a aquisição dos dados meteorológicos medidos na área experimental, os mesmos foram tratados e analisados através *Microsoft Excel*, sendo escolhido o mês de julho como chuvoso e o mês de dezembro como seco para um estudo de caso no ano de 2010.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Precipitação pluviométrica

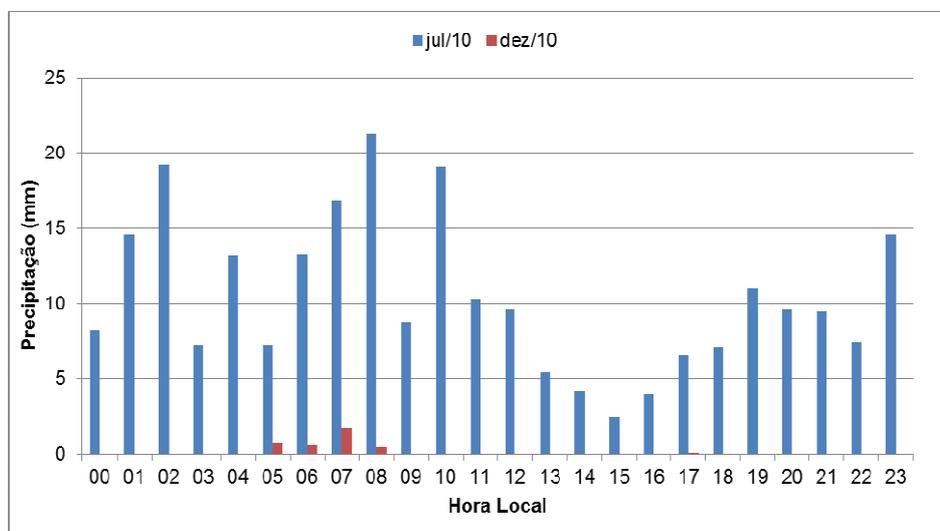
Com uma grande extensão longitudinal, a região da Mata Atlântica é notavelmente heterogênea. Com o clima, atualmente, variando de regimes sub-úmidos com estações secas, no nordeste, até ambientes de pluviosidade extrema, em alguns locais da Serra do Mar (LAGOS & MULLER, 2007). A história geológica e climática da região como um todo influenciou a diversidade da fauna e da flora na Mata Atlântica brasileira (GALINDO - LEAL & CÂMARA, 2005).

A cobertura florestal, através da interceptação, influencia a redistribuição da água da chuva, em que as copas das árvores formam um sistema de amortecimento, direcionamento e retenção das gotas que chegam ao solo, parte é temporariamente retida pela massa vegetal e em seguida evaporada para a atmosfera, processo denominado de interceptação. O restante alcança o piso como gotejamento ou precipitação interna e como fluxo que escoar pelo tronco das árvores (ARCOVA *et al.*, 2003) afetando a dinâmica do escoamento superficial e o processo de infiltração (OLIVEIRA JÚNIOR, 2005).

Os totais de chuvas observados nos meses de julho e dezembro do ano de 2010 ficaram de acordo com os totais encontrados por outros autores, descritos anteriormente, para esta região. O mês de julho, definido como chuvoso, apresentou 251,10 mm de chuvas (Figura 3), com os maiores índices ocorrendo na madrugada e início da manhã, com os picos de 19,20 mm (02 HL) e 21,30 mm (08 HL). A partir das 11 HL houve uma significativa redução dos índices de chuva registrados, alcançando um valor mínimo de 2,50 mm às 15 HL.

Para o mês de dezembro, definido como seco, a precipitação observada apresentou um total acumulado de apenas 3,6 mm, ficando concentrado entre as 05 e 08 HL.

Figura 3. Distribuição dos totais horários de precipitação (mm) para os meses de julho e dezembro de 2010



3.2. Saldo de radiação a 2 metros de altura do solo (Rn)

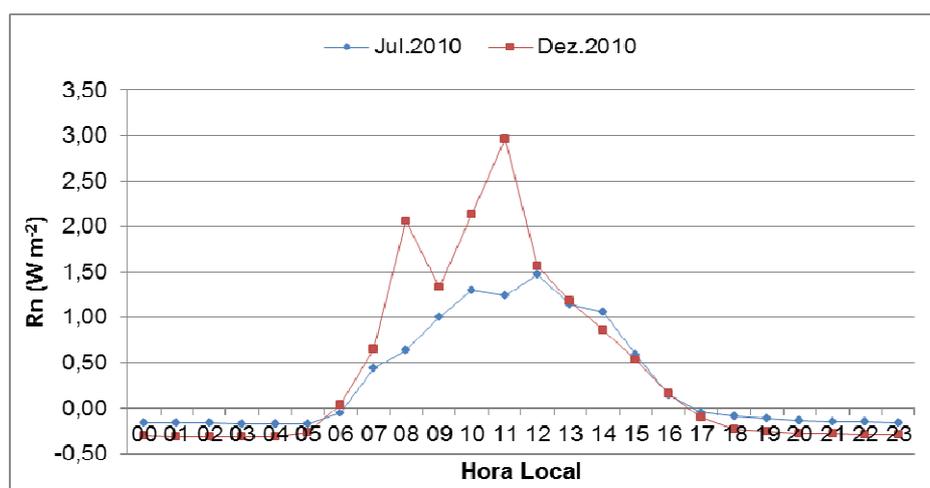
Um dos principais fatores a ser levado em consideração é a radiação solar, que é toda radiação eletromagnética proveniente do Sol que atinge o planeta. Essa radiação é de extrema importância para a vida na Terra, pois é responsável pelos principais processos de ordem física, química e biológica, tanto animal quanto vegetal, bem como responsável direto na disposição da energia primária para todos os processos terrestres, desde a fotossíntese, até o desenvolvimento de tempestades, que provocam situações meteorológicas adversas. Como o clima é um conjunto de elementos meteorológicos para um determinado local e período, a disponibilidade de energia solar é crucial na determinação do mesmo. Então, o conhecimento do comportamento dessa radiação dentro das florestas é primordial para o entendimento da disponibilidade energia para os diversos processos desse sistema (QUERINO, 2006).

A caracterização da radiação solar dentro do dossel da vegetação em fragmentos florestais é importante como subsídio para compreender o processo de sucessão em floresta secundária. Entretanto, essa caracterização da radiação solar no dossel de uma floresta tropical é complexa, uma vez que existem vários estratos que interceptam essa radiação e condicionam a distribuição vertical da radiação solar e das espécies arbóreas (PEZZOPANE *et al.*, 2000).

As maiores concentrações do saldo de radiação (Rn), durante o mês de julho (Figura 4), ocorreram entre as 09 e 16 HL, durante todo o período, com máximas de $1,48 \text{ W m}^{-2}$ às 12 HL. Os valores negativos do Rn foram registrado a partir das 17 HL, e mantiveram-se até as 06 HL, onde foi observado um mínimo de $-0,18 \text{ W m}^{-2}$ as 04 HL. Já o mês de dezembro apresentou Rn mais elevado, com os máximos valores ($2,97 \text{ W m}^{-2}$ às 11 HL) ocorrendo entre as 08 e 14 HL, isso ocorre em função da maior incidência de radiação solar global, a qual penetra o dossel da floresta com maior intensidade nestes horários devido a inclinação dos raios solares. Os menores totais de Rn foram registradas a partir das 17 HL e permaneceram assim até as 05 HL, alcançando o mínimo de $-0,32 \text{ W m}^{-2}$ as 04 HL.

Ainda com relação ao saldo de radiação, no mês seco O Rn apresentou-se positivo no intervalo compreendido entre as 06 e 17 HL, e no mês, e para o mês chuvoso o Rn mostrou-se positivo a partir das 07 HL, comprovando, assim, que ao longo do dia, nas horas de brilho solar, o saldo de radiação em uma superfície qualquer tende a, ser positivo, pois os fluxos incidentes são superiores aos refletidos e emitidos. Porém, durante a noite é comum que esses valores sejam negativos, pois os fluxos incidentes passam a ser apenas atmosféricos e a energia emitida pela superfície, superior a este, resultando em um saldo de radiação negativo (MONTEITH & UNSWORTH, 1990; PEZZOPANE *et al.*, 1995).

Figura 4. Perfil das médias horárias da temperatura do solo (TS) ($^{\circ}\text{C}$) nas profundidades de 1 a 50 cm no mês de julho de 2010



3.3. Temperatura do solo (TS)

A temperatura do solo é um elemento variável no tempo e no espaço assumindo grande importância nos processos físicos do solo e nas trocas de energia com a atmosfera. A

temperatura determina as taxas de evaporação e aeração do solo, assim como o tipo e a intensidade das reações químicas. Devido a isso, o conhecimento da dinâmica da temperatura do solo é fundamental, pois sua variação interfere na germinação, no crescimento radicular, na absorção de água e nutrientes pelas plantas e na atividade microbiana do solo (HILLEL, 1998). Esta temperatura é influenciada por uma série de fatores, nomeadamente as condições meteorológicas, ou seja, (radiação solar e temperatura do ar), topografia local, o tipo de solo, teor de água, a textura, a área de superfície coberta e copa das plantas.

É importante ressaltar que as características físicas do solo e a variação temporal de suas trocas de calor e água com o subsolo e com a atmosfera determinam preponderantemente os seus perfis de temperatura e umidade, observados em um dado local. As taxas de variação dessas trocas em ecossistemas naturais dependem do clima e da cobertura vegetal da área estudada. O clima condiciona os pulsos diários e as variações sazonais e anuais do fluxo de radiação solar incidente, bem como a nebulosidade e precipitação pluviométrica sobre o local estudado. Por sua vez, o tipo de cobertura vegetal determina o albedo e a atenuação do feixe de radiação solar incidente no solo, bem como a interceptação da precipitação, por vegetação de porte considerável (SOUZA *et al.*, 2004).

Durante o mês de julho, período chuvoso, a variação da temperatura do solo (TS) ficou em torno de 7 °C, variando no espaço e no tempo (Figura 4). Entre a madrugada e o início da manhã foram constatados os menores valores da TS em resposta as maiores concentração de chuva para este período, sendo as menores temperaturas (18,97 e 19, 10 °C) ocorrendo nas camadas de 20 e 50 cm as 06 HL, enquanto que a camada mais superficial (1 cm) apresentou maiores valores entre 18 HL as 08 HL, com uma elevação em torno de 1,5 °C em relação às camadas mais profundas. Vale salientar que em todo experimento que envolva determinação da temperatura do solo, estando este com cobertura ou não, a umidade é de grande importância, pois a presença de água afeta o fluxo de calor no solo, e consequentemente, a difusividade térmica.

Para o período de 10 as 16 HL, ocorreram as temperaturas mais elevadas, com máximos de 26,78 e 26,50 °C para as profundidades de 10 e 20 cm registrados às 13 HL, certamente causado pela maior concentração de Rn, durante este intervalo de tempo as camadas 1 e 50 cm apresentaram valores mais baixos, isto ocorre em função das camadas de 10 e 20 cm consistirem, em sua maioria de areia, que possui uma menor condutividade térmica. Notou-se que entre 09 e 15 HL, horários de maior concentração de Rn, a TS respondeu com uma elevação dos seus valores. As maiores médias horárias de Rn ocorreram às 12 HL (1,48 W m⁻²) com resposta da TS, que apresentou seu máximo às 13 HL (26,78 °C). Ressalta-se que essa diferença de resposta do solo em relação a maior concentração de energia deve-se, de acordo com GEIGER (1980), ao fluxo de calor no interior do solo ser relativamente lento. Situação inversa foi observada nos horários da noite onde os valores registrados de Rn apresentaram-se negativos, resultado do balanço negativo entre a radiação emitida pela superfície (radiação terrestre) e a contra-radiação (radiação atmosférica), que agindo conjuntamente contribuem para os menores valores da TS.

No período seco a TS apresentou grande amplitude térmica diária variando em torno de 13,41 °C (Figura 5). Este comportamento é explicado pelos baixos índices de precipitação e a menor taxa de cobertura de nuvens no período, ocasionando maior concentração de Rn durante o dia, onde registrou-se o máximo de Rn (2,97 W m⁻², às 11 HL) (Figura 3), contribuindo para um aquecimento do solo (entre 12 e 15 HL) com máxima em torno de 34,65°C às 13 HL, a 10 cm de profundidade. Observou-se que as profundidades entre 10 a 20 cm apresentaram as maiores variações horárias da TS, esse comportamento está relacionado à composição do solo nesta profundidade, que em sua maioria, é constituído de areia, que possui uma menor condutividade térmica, aumentando assim o armazenamento de calor para esta profundidade (OLIVEIRA *et. al.*, 2009). Em função da perda de energia radiativa durante a noite, as profundidades de 10 e 20 cm a TS respondeu com médias em torno de 21,37 e 21,24 °C respectivamente e, apresentando um pequeno aumento para as camadas mais superficiais. Segundo COSTA, *et. al.*, (2007) essa variação ocorre devido ao material vegetal proporcionar leve redução na taxa emissão de radiação de onda longa.

Figura 5. Perfil das médias horárias da temperatura do solo (TS) (°C) nas profundidades de 1 a 50 cm no mês de julho de 2010.

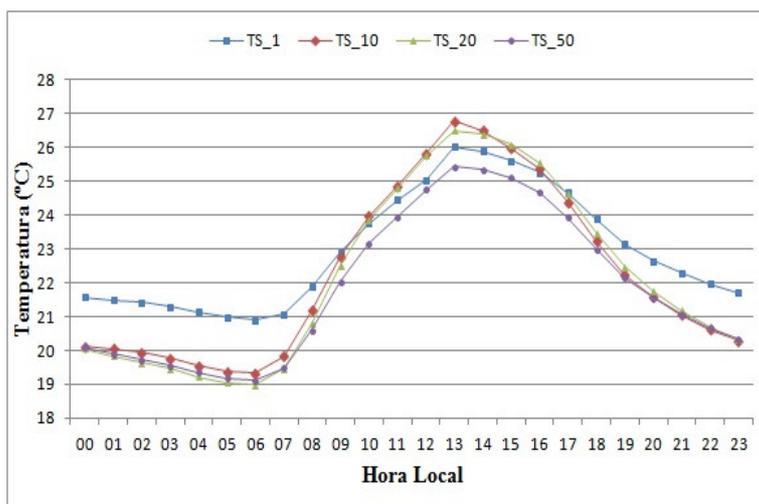
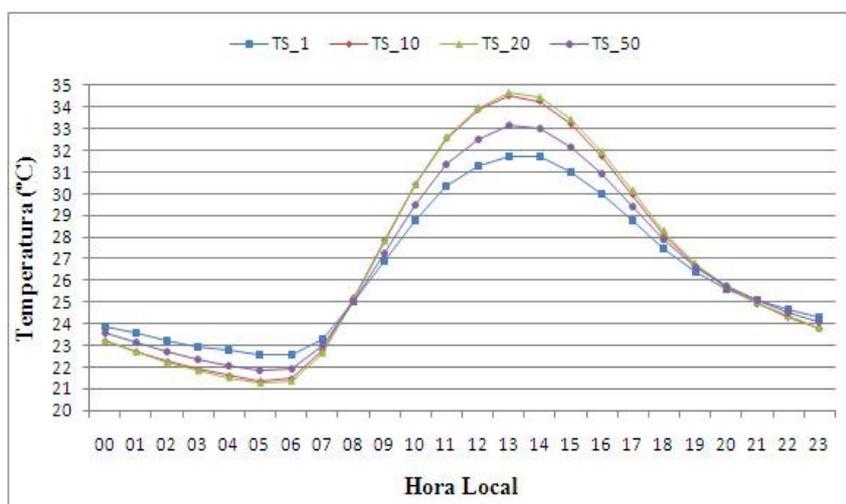


Figura 6. Perfil das médias horárias da temperatura do solo (TS) (°C) nas profundidades de 1 a 50 cm no mês de dezembro de 2010.



A temperatura mínima obtida no mês seco (21,24 °C) entre 04 e 06 HL, semelhante ao mês chuvoso, ocorreu com os menores valores de R_n ($-0,32 \text{ Wm}^{-2}$). Já a máxima temperatura (34,65 °C as 13 HL) foi registrada para a profundidade de 20 cm, respondendo ao período mais ativo de R_n às 11 HL ($2,97 \text{ W.m}^{-2}$). Este regime térmico é determinado pelo aquecimento da superfície por radiação solar e transporte de calor sensível por condução para seu interior. Uma consideração a ser feita no regime térmico do solo da floresta com relação a variação da radiação solar na superfície, é que neste caso pode-se dizer que houve um atraso na sua resposta térmica com relação a fonte de calor. Esse atraso justifica-se pela quantidade de água armazenada durante os meses precedentes ao período seco, neste período, ocorreu disponibilidade hídrica para os processos evaporativos, permitindo assim, uma diminuição da TS.

A temperatura do solo afeta diretamente o crescimento das plantas, com seu efeito na atividade fisiológica, e indiretamente, com seu efeito na disponibilidade de nutrientes do solo, (PAUL *et al.*, 2003). As flutuações diárias e anuais na temperatura do solo, como foram observadas, influenciam nos processos biológicos e químicos do solo, as taxas de decomposição e de mineração da matéria orgânica do solo e da liberação de CO_2 , além de ser um dos principais fatores de influência da respiração do solo (R_s) particularmente nas florestas tropicais.

4. CONCLUSÕES

A variabilidade da temperatura do solo (TS) dentro de uma floresta de Mata Atlântica apresenta-se bastante distinta entre os períodos estudados. No período chuvoso ocorreu intensa precipitação, resultando em uma maior profundidade óptica da atmosfera, ocasionando assim uma menor incidência da radiação solar global, resultando em uma menor variação da TS no espaço e no tempo, com temperaturas mais baixas na madrugada e início da manhã onde ficaram concentrados os maiores índices de precipitação.

O período seco apresentou uma maior amplitude térmica devido as mais elevadas taxas de radiação solar incidente e conseqüentemente em um maior saldo de radiação durante o dia, acarretando em maiores valores da TS para este período.

Em síntese, relacionando a TS com a saldo de radiação (Rn) a 2m de altura, tanto no período chuvoso como no período seco, observa-se uma relação diretamente proporcional entre o comportamento da TS e da Rn nas camadas superficiais do solo, ou seja, no momento em que ocorre maior concentração de Rn, a TS nas camadas superficiais tendem a se elevar, ocorrendo uma significativa diminuição da mesma nos horários noturno, devido ao Rn negativo.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pelo apoio ao desenvolvimento e financiamento deste projeto. 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.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVALÁ, R. C. S., GIELOW, R., ARLINO, P. R. A., MANZI, A. O. M. & SOUZA, A. **Medidas das propriedades térmicas do solo no Pantanal Sul Matogrossense durante o período seco de 2002.** INPE/CPTEC. 2002.

ANA - **AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS** (2005). Site oficial: www.ana.gov.br, acesso em 12/01/2011.

ANTONINO, A. C. D.; LIRA, C. A. B. O., DALL'OLIO, A., AUDRY, P., PINTO, A. X. M. **Influência do Posicionamento de Sondas Térmicas na Determinação da Difusividade Térmica e do Fluxo de Calor no Solo em Condições de Campo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 21, p. 165-172. 1997.

ARCOVA, F. C. S.; CICCIO, V. de; ROCHA, P. A. B. **Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – SP.** Revista Árvore, v.27, n.2, p.257-262. 2003.

BUDOWSKI, G. **Distribution of tropical American rain Forest species in the light of successional processes.** Turrialba v. 15. P. 40 – 42. 1965.

COSTA, L.C.B.; CASTRO, E.M.; PINTO, J.E.B.P.; ALVES, E.; BERTOLUCCI, S.K.V.; ROSAL, L.F.; MOREIRA, C.M. **Aspectos da anatomia foliar de *Ocimum selloi* Benth. (Lamiaceae) em diferentes condições de qualidade de luz.** Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 6-8. 2007.

FRANKE, C. R. B.; KLEIN, W., GOMES, S. L. **Mata Atlântica e Biodiversidade.** (eds). Ed. EDUFBA. p. 49. 2005.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. de G. **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas.** São Paulo: SOS Mata Atlântica/ Belo Horizonte: Conservação Internacional. p. 472, 2005.

GEIGER, R. Manual de Micrometeorologia. Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1980.

HILLEL, D. **Environmental Soil Physics.** Academic Press. p. 770. 1998.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **Mapa da área da aplicação da Lei 11.428/2006,** Rio de Janeiro, 2008.

INPE – Instituto Nacional Pesquisas Espaciais. **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica**. Relatório parcial. São Paulo. p.156, 2009.

KIMMINS, J. P. **Forest ecology**. New York: Macmillan, p. 531 1987.

KOLLING, E.M. **Análise operacional de um sistema fotovoltaico de bombeamento de água**. Cascavel. Dissertação (Mestrado em Eng. Agrícola). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE.p. 64 2001.

LAGOS, A. R. & MULLER, B. de L.A. HOTSPOT BRASILEIRO – Mata Atlântica. **Saúde & Ambiente em Revista**, Duque de Caxias, v.2, n.2, p.35-45, 2007.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. Berlin: Springer, p. 506 1995.

LIMA, P. J.; HECKENDORFF, W. D. Climatologia.In: Governo do estado da Paraíba (eds). Paraíba. **Atlas geográfico do Estado da Paraíba**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil, p.34-43. 1985.

MACHADO, M. A. B. L. **Florística e fitossociologia do estrato arbóreo de fragmentos de mata atlântica da usina Coruripe – Estado de Alagoas**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Alagoas – UFAL. p.100, 2003.

MENEZES, A. F.; CAVALCANTE, A. T.; AUTO, P. C. C. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado de Alagoas**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, p. 56, 2004.

MMA. **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília: MMA/SBF. p. 404. 2002.

MONTEITH, J.L.; UNSWORTH, M.H. **Principles of environmental physics**.2.ed. London: Edward Arnd, p.291. 1990.

MOREIRA, A. A. **Comportamento Térmico de Solos no Estado da Bahia**. UFPB, Campina Grande, Dissertação de Mestrado. p.105. 1994.

MORELLATO, L.P.C.; HADDAD, C. F. B. **Introduction: The Brazilian Atlantic Forest**.Biotropica, v.32, n.4b, p.786-792, 2000.

MOURA, R. G. **Estudo das radiações solar e terrestre acima e dentro de uma Floresta Tropical úmida**. São José dos Campos. Dissertação (Mestrado). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/ INPE. 2001.

NOGUEIRA JR., L. R. **Caracterização de solos degradados pela atividade agrícola e alterações biológicas após reflorestamentos com diferentes associações de espécies da Mata Atlântica**. 2000. 50 p. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, Piracicaba, São Paulo, 2000.

OLIVEIRA JÚNIOR, J.C. & DIAS, H. C. T. **Precipitação efetiva em fragmento secundário da mata atlântica**. Revista *Árvore*, v.29, n.1, p.9-15. 2005.

OLIVEIRA, T. H., GALVÍNCIO, J. D., ARAUJO, M. S. B., PIMENTEL, R. M. M. & SILVA. B. B. **Avaliação do fluxo de calor no solo, temperatura da superfície e albedo na bacia hidrográfica do rio Moxotó-PE através de imagens TM - Landsat-5**. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, Viçosa. 2009.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. **Patterns of floristic differentiation among Atlantic Forests in southeastern Brazil and the influence of climate**. Biotropica v. 32. p. 793-810. 2000.

PAUL, K. I.; POLGLASE, P. J.; SMETHURST, P.J.; O' CONNELL, A.M.; CARLYLE, C.J.; KHANNA, P. K. **Soil temperature under forest: a simple model for predicting soil temperature under a range of forest types**. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 121 p. 167-182. 2003.

- PEZZOPANE, J. E. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A.; MEYER, N. **Radiação líquida e temperatura de folha no interior de estufa com cobertura plástica, durante o período noturno.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v.3, p.1-4. 1995.
- PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F.; COSTA, J. M. N. da; HIGUCHI, P. **Balço de radiação no interior de uma floresta estacional semidecidual secundária no domínio da Mata Atlântica.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, 2000, Rio de Janeiro. Anais do XI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, p. 200-206. 2000.
- PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, G. G.; FERREIRA REIS, M. G.; COSTA, J. M. N. & CHAVES, J. H. **Temperatura do solo no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual.** Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 1-8, 2002.
- PINTO, L. P.; BRITO, C. W. **Dinâmica da perda da biodiversidade na Mata Atlântica brasileira: uma introdução.** Belo Horizonte. Fundação SOS Mata Atlântica/Conservação Internacional do Brasil. 2005.
- PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos.** Curitiba-PR: Salesward-Discovery. p. 446. 1996.
- QUERINO, C. A. S. **Avaliação da radiação solar em ecossistema de manguezal tropical em Alagoas, Brasil.** Maceió. Dissertação (Mestrado), Instituto de Ciências Atmosféricas/UFAL. p. 110, 2006.
- RAMANA RAO, T. V.; SILVA, B. B. ; MOREIRA, A. A. . **Características térmicas do solo em Salvador, BA.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande - PB, v. 09, n.04, p. 554-559, 2005.
- SANTOS, M. A. L.; FRIZZONE, J. A. **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. 2006.
- SILVA, M. B. da. **Bio geografia de opiliões Gonyleptidae na Mata Atlântica, com revisão sistemática de Hernandariinae (Arachnida, Opiliones).** São Paulo, p.364. Tese (Doutorado), Instituto de Biociências/USP, 2008.
- SOUZA, J. R. S.; COHEN, J. C. P.; ALVALÁ, R. C. S.; COSTA, F. R. M.; SANTOS NETO, L. A.; ABREU, S. F. **Varição Sazonal de Temperatura e Umidade em Solos sob Floresta, Manguezal e Pastagem na Amazônia.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, Fortaleza – CE. 2004.
- SOUZA, M. J. H. de.; RAMOS, M. M.; COSTA, L. C.; LHAMAS, A. J. M.; SIQUEIRA, D. L. **Déficit hídrico e radiação interceptada e refletida pela Limeira Ácida Tahiti.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, Foz do Iguaçu - PR. **Anais...** 1 CD ROM.2002.
- SOUZA, M. M. H. de.; RIBEIRO, A.; LEITE, F.P. **Varição horária da irradiância solar global em sete localidades do Vale do Rio Doce – MG.**In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13, Santa Maria – RS **Anais**, vol.1, p. 133.2003.
- TABARELLI, M., PINTO, L.P., SILVA, J. M. C., HIROTA, M. & BEDE, L. **The challenges and opportunities for biodiversity conservation in the Brazilian Atlantic Forest.** Conservation Biology. Special Issue. v. 19, p. 695 – 700. 2005.
- WHITMORE, T. C. **Canopy gaps and the two major groups of forest trees.** Ecology, Washington, v. 70, n. 3, p. 536-538, 1983.