

ISSN 0104-1347

## Temperatura do solo no interior de um fragmento de floresta secundária semidecidual

Soil temperature in a secondary forest fragment in the domain of the atlantic forest, in Viçosa, MG, Brazil

José Eduardo Macedo Pezzopane<sup>1</sup>, Geraldo Gonçalves dos Reis<sup>2</sup>, Maria das Graças Ferreira Reis<sup>2</sup>, José Maria Nogueira da Costa<sup>3</sup> e José Humberto Chaves<sup>4</sup>

**Resumo** - O presente estudo avaliou a temperatura do solo, a diferentes profundidades, no interior de um fragmento de floresta secundária e em uma área aberta adjacente, na Estação Experimental Mata do Paraíso, em Viçosa, MG (latitude: 20°45' Sul, longitude: 42°55' Oeste e altitude média de 690 m), em duas épocas do ano: 02 a 26 de setembro de 1999, final da estação seca, e 08 de janeiro a 14 de fevereiro de 2000, meio da estação chuvosa. A temperatura média do solo (a 2cm de profundidade) no interior da floresta, considerando as duas épocas de estudo, foi reduzida em 5,4°C, apresentando flutuações em função, principalmente da umidade do solo. As alterações foram mais evidentes para a temperatura máxima, principalmente, em setembro de 1999, quando na área aberta o valor médio foi 39,2°C, contra 19,4°C em média no interior da floresta. Com temperaturas mínimas do solo ligeiramente inferiores em relação a floresta, a área aberta, também, apresentou elevadas amplitudes térmicas diárias. As maiores diferenças de temperatura do solo, entre o interior da floresta e a área aberta, foram mais evidentes em dias de céu límpido, em especial nos horários mais quentes do dia.

**Palavras-chaves**: temperatura do solo, microclima, Floresta Estacional Semidecidual, fragmento florestal

**Abstract** - This study evaluated soil temperature at different depths in a secondary forest, and in an open area close to the forest, in Viçosa, Minas Gerais State, Brazil (20°45' Latitude South, 42°55' Longitude West and an mean altitude of 690 m). Measurements were taken from 02 to 26 September, 1999, end of the dry season, and from January 08 to February 14, 2000, middle of the rainy season. The mean soil temperature (at 2cm depth) in the forest was 5.6°C lower than in the open area, although a variation was observed in relation to the soil moisture. Greater differences of soil temperature between the interior of the forest and the open area outside the forest occurred on clear days, specially during the warmer hours of the day.

**Key words**: soil temperature, microclimate, Atlantic Forest, forest fragment

### Introdução

Muitos fragmentos de Floresta Atlântica encontram-se em fase de recomposição natural através do processo de sucessão, o que aumenta a necessidade de compreender a dinâmica desse processo para se

estabelecerem planos adequados de manejo de modo a possibilitar a conservação de sua biodiversidade. A maioria dos estudos sobre estes fragmentos florestais incluem, principalmente, levantamentos florísticos e fitossociológicos, e, recentemente, tem crescido o interesse na sua caracterização ambiental, envolvendo aspectos microclimáticos e edáficos, buscando

<sup>1</sup>Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal do Espírito Santo, C.P.16, Alegre, ES, 29500-000, [jemp@npd.ufes.br](mailto:jemp@npd.ufes.br)

<sup>2</sup>Professor Titular, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa. Bolsista do CNPq, [greis@mail.ufv.br](mailto:greis@mail.ufv.br)

<sup>3</sup>Professor Titular, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa. Bolsista do CNPq.

<sup>4</sup>Doutorando em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa.

estabelecer correlações entre tais características e ocorrência, crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais.

Dentre as variáveis meteorológicas estudadas, destaca-se a radiação solar, que, inclusive, serve 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 e umidade do ar e da temperatura do solo no interior da floresta, uma vez que o balanço de energia é alterado. KIMMINS (1987) e LARCHER (1995) mostram que essas variáveis também influenciam de maneira marcante as respostas fisiológicas das plantas na floresta. Desta maneira, justifica-se um estudo mais detalhado das condições microclimáticas no interior da floresta, levando em consideração o seu estágio sucessional.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização da temperatura do solo no sub-bosque de uma floresta estacional semidecidual secundária, sob o domínio da Floresta Atlântica, levando em consideração seu estágio de sucessão.

## Material e métodos

O presente estudo foi realizado na Estação Experimental Mata do Paraíso, com área de 196ha, pertencente ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, localizada no Município de Viçosa, MG (latitude: 20°45' Sul, longitude: 42°55' Oeste e altitude média de 690m). De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como *Cwb*, apresentando chuva mal distribuída ao longo do ano, com verão chuvoso e inverno seco. O total pluviométrico anual médio é 1.221mm e a temperatura média anual é 19,4°C (VIANELLO & ALVES, 1991).

A vegetação natural da região de Viçosa é classificada como floresta estacional semidecidual, ou seja, parte das espécies arbóreas perde folhas no período correspondente ao inverno. Este tipo de vegetação é condicionado pela característica estacional do clima, que apresenta verão quente com chuvas intensas, seguido de inverno seco, com queda acentuada de temperatura. O percentual de árvores caducifólias, no conjunto florestal, varia entre 20 e 50% (IBGE, 1991; VELOSO *et al.*, 1991). Segundo

FERNANDES (1998), não tem havido exploração de madeira na área de estudo há aproximadamente 35 anos. Atualmente, a área engloba uma floresta secundária residual, apresentando diversos estádios serais, uma vez que, no passado, sofreu diferentes níveis de intervenção, variando entre exploração seletiva de madeira até o corte raso para estabelecimento da cultura cafeeira e pastagem.

As avaliações microclimáticas foram realizadas em três locais no interior do fragmento florestal. Dois locais escolhidos apresentavam exposições diferentes, um ao nordeste e outro ao sudoeste, com declividade, posição topográfica e estágio seral de sucessão ecológica semelhantes. Um terceiro local escolhido apresentava encosta sudoeste, com declividade, posição topográfica semelhantes às encostas citadas anteriormente, mas apresentando vegetação em estágio seral de sucessão menos avançado (Tabela 1).

As medidas microclimáticas foram realizadas em duas épocas, nos períodos de 02 a 26 de setembro de 1999 e 08 de janeiro a 14 de fevereiro de 2000. A escolha dessas épocas para a realização das avaliações visou caracterizar o ambiente em condições distintas de densidade de fluxo energético, declinação do sol e estágio fenológico da floresta, ou seja, plantas com baixa área foliar no final do inverno e início da primavera, e elevada área foliar no verão, correspondendo, respectivamente, ao final da estação seca e à estação chuvosa na região.

A temperatura do solo foi medida através de termistores, modelo 108B, marca Campbell, a 2, 5, 10 e 20cm de profundidade. Na aquisição de dados foram utilizados "dataloggers", modelo CR10, marca Campbell, programados para leitura a cada cinco segundos com cálculo de média a cada 60 minutos.

Visando possibilitar comparação, as medições foram realizadas simultaneamente nos três locais, e, também, em área aberta adjacente à floresta, dentro da Estação Experimental. Na área aberta, os sensores foram instalados sobre uma pequena área de solo descoberto (7m<sup>2</sup>), circundada por capim gordura (*Melinis minutiflora*), com altura de até um metro. A disponibilidade energética foi caracterizada em área aberta através da radiação solar global com radiômetro modelo LI-200, marca LI-COR.

Foram ajustados modelos para explicar a variação da temperatura máxima do solo no interior da floresta em função da disponibilidade energética

**Tabela 1.** Caracterização da declividade, exposição, posição topográfica e índice de área foliar (IAF) nos três locais estudados na Estação Experimental Mata do Paraíso, em Viçosa, MG, 1999-2000.

Fatores	Local		
	A	B	C
Declividade (%)	40	43	45
Exposição	nordeste	nordeste	sudoeste
Posição topográfica	terço superior	terço inferior	meia encosta
IAF (setembro* -1999) <sup>1</sup>	3,6	4,1	4,1
IAF (janeiro e fevereiro** -2000) <sup>1</sup>	4,4	5,4	5,1

\* - final da estação seca na região.

\*\* - meio da estação chuvosa na região.

<sup>1</sup> Fonte: PEZZOPANE (2001).

na área aberta. A escolha da temperatura máxima do solo deu-se em função dessa variável microclimática apresentar os maiores contrastes entre a área aberta e o interior da floresta. Os modelos apresentados foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t”, adotando-se o nível de 5% de probabilidade, e no coeficiente de determinação. Devido ao melhor ajuste, são apresentados apenas os modelos ajustados com dados de temperatura do solo a 5cm de profundidade.

Após os ajustes dos modelos, foi aplicado o teste de identidade de modelo, segundo FREESE (1964), com o objetivo de avaliar a igualdade de equações dentro de uma mesma época de estudo. Quando o teste mostrou não haver diferença significativa entre as equações para os locais estudados, foi ajustado um único modelo para esses locais.

Com o objetivo de subsidiar a discussão dos resultados obtidos no presente trabalho, foram utilizados dados meteorológicos (pluviosidade e insolação) da Estação Meteorológica de primeira classe, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia, localizada na Universidade Federal de Viçosa, distante cerca de 4km da área de estudo. Também, foram coletadas dez amostras de solo (0 a 10cm de profundidade) nos locais escolhidos para o estudo, visando a determinação da umidade do solo pelo método gravimétrico.

## Resultados e discussão

Os resultados evidenciaram diferenças marcantes entre a temperatura média na camada

superficial do solo (2cm de profundidade) na área aberta em relação ao interior da floresta. Considerando as duas épocas de estudo, a temperatura média do solo foi 5,4°C maior na área aberta (Tabela 2). Entretanto, as maiores diferenças foram observadas nos valores diurnos extremos de temperatura do solo. A temperatura máxima foi 16,2°C maior na área aberta em relação ao valor médio observado nos três locais no sub-bosque da floresta. Como a temperatura mínima do solo foi ligeiramente inferior na área aberta, a amplitude térmica média diária do solo neste local, considerando as duas épocas e três locais, foi 19,4°C contra apenas 2,4°C no interior da floresta. Essa elevação da temperatura do solo durante o dia, com conseqüente aumento da amplitude térmica diária em área aberta em relação ao interior da floresta,

**Tabela 2.** Valores médios de temperatura média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) do solo e amplitude térmica diária (Amp) em área aberta e no interior de uma floresta secundária, a 2 cm de profundidade, em duas épocas do ano, em Viçosa, MG (valores em °C).

Elemento	Área aberta	Interior			Média
		Local A	Local B	Local C	
De 02 a 26 de setembro de 1999					
Tmed	23,4	19,2	17,2	16,9	17,8
Tmax	39,2	21,6	18,2	18,4	19,4
Tmin	14,3	17,6	16,4	15,6	16,5
Amp	24,9	4,0	1,8	2,8	2,9
De 08 de janeiro a 14 de fevereiro de 2000					
Tmed	26,0	21,1	21,3	21,1	21,2
Tmax	34,6	22,1	21,8	22,4	22,1
Tmin	20,8	19,6	20,8	20,0	20,1
Amp	13,8	2,5	1,0	2,4	2,0

também foi observada por CESTARO (1988), CHEN *et al.* (1993), SOUZA *et al.* (1996) e HOLL (1999).

A variação da temperatura fora e dentro da floresta é explicada pelo fluxo de calor no solo, um dos componentes do balanço de energia. A diferença entre os ambientes é causada justamente pela presença do dossel da floresta que funciona como anteparo, impedindo trocas intensas de energia. O solo desprotegido apresenta maior flutuação do fluxo de calor, com valores bem mais elevados durante o dia, indicando um fluxo energético alto da superfície em direção ao interior do solo, que resulta em elevadas temperaturas diurnas. Por outro lado, durante a noite, com a inexistência de um anteparo na área aberta, o fluxo energético também é razoavelmente alto, mas em direção contrária, ou seja, do solo para a superfície (“fluxo negativo”), resultando em baixas temperaturas noturnas. Assim, é esse comportamento do fluxo de calor que explica a maior amplitude térmica do solo, com maior temperatura máxima e menor temperatura mínima no solo na área aberta.

As variações entre as temperaturas do solo na área aberta e no interior da floresta foram diferentes entre as épocas estudadas. Em janeiro/fevereiro de 2000, devido a maior disponibilidade energética, a temperatura média do solo foi maior, tanto na área aberta quanto no interior da floresta. Entretanto, na área aberta houve acentuada diminuição da temperatura máxima e elevação da temperatura mínima, fazendo com que a amplitude térmica diária média fosse reduzida em 11,1°C em relação a setembro de 1999. No interior da floresta, houve um pequeno aumento das temperaturas máxima e mínima em janeiro/fevereiro de 2000, mas a amplitude térmica, que já fora pequena em setembro de 1999, baixou ainda mais neste período (Tabela 2).

A redução da amplitude térmica no verão, apesar da maior disponibilidade energética, deve-se ao maior teor de água no solo, que altera a magnitude dos componentes do balanço de energia, além de modificar as propriedades de condução de calor pelo solo. Amostras de solo coletadas em 15 de setembro de 1999 e 28 de janeiro de 2000, na área aberta, indicaram, respectivamente, teores de água de 12 e 21g.100g<sup>-1</sup>. No interior da floresta, os valores foram, respectivamente, 24 e 32g.100g<sup>-1</sup>. De acordo com dados da Estação Meteorológica, próximo a área de estudo, em setembro de 1999 só ocorreu chuva no dia 23 (43mm), sendo que a chuva anterior (acima de 10mm) ocorrera em 15 de abril (26,8mm), caracterizando um período extremamente seco. Por

outro lado, durante a segunda época de estudo (08 de janeiro a 14 de fevereiro), o total de chuva foi 350,8mm, distribuídos ao longo de todo período, justificando o alto teor de água no solo.

Com relação ao balanço de energia, a disponibilidade hídrica no solo altera o fluxo de calor latente, uma vez que quanto maior o teor de água no solo maior será a porção do saldo de radiação gasto no processo de evapotranspiração e, conseqüentemente, menor será o fluxo de calor sensível (aquecimento do ar) e de calor para o solo (aquecimento do solo). Durante o dia, o maior teor de água observado no verão fez com que o fluxo de calor latente (evaporação) aumentasse, diminuindo, assim, o fluxo de calor para o solo. Além disso, o preenchimento do espaço poroso do solo pela água aumenta sua condutividade térmica, fazendo com que a transferência de calor para as camadas mais profundas seja mais eficiente evitando maior aquecimento das camadas superficiais. Durante a noite, no solo úmido, a taxa de resfriamento é menor, pois a água possui calor específico maior que o ar.

RESCHKE (1997), comparando áreas sob floresta e pastagem, verificou que o fluxo de calor para o solo foi menor no verão, atribuindo o fato à maior presença de nuvens nos horários de maior intensidade de radiação solar e ao maior teor de água no solo. De fato, no presente estudo, a constante presença de nuvens nos horários de maior intensidade de radiação solar parece ter contribuído para a diminuição da temperatura máxima no solo descoberto. Dados coletados através de fitas heliográficas na Estação Meteorológica de Viçosa indicaram que a insolação média diária no período entre 08 de janeiro a 14 de fevereiro de 2000 foi de 4,5 horas contra 6,2 horas entre 02 e 26 de setembro de 1999.

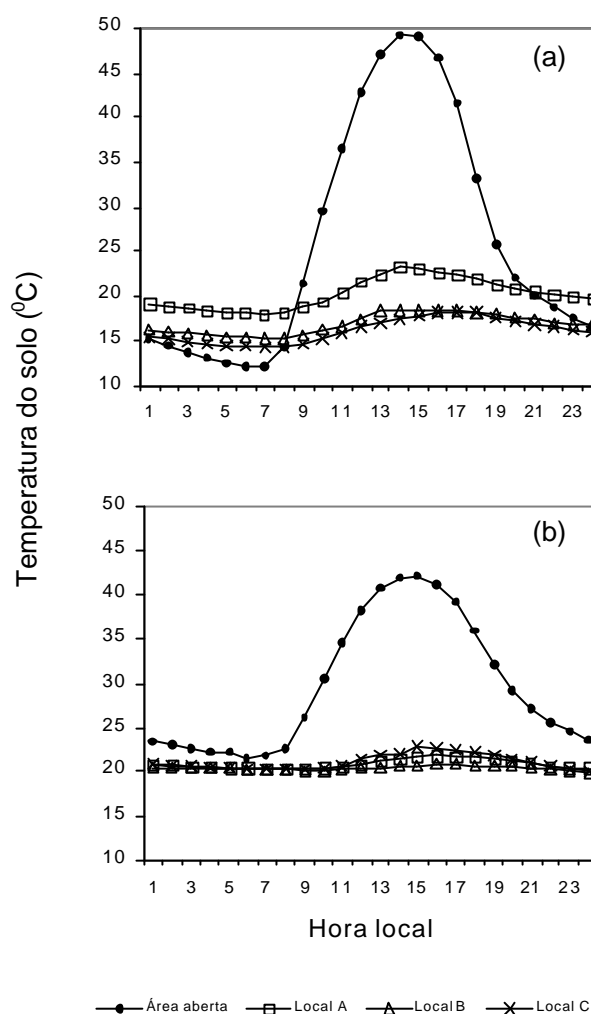
O fato do solo estar desnudo na área aberta contribuiu, ainda mais, para a elevação da amplitude térmica do solo, uma vez que a presença de alguma cobertura poderia diminuir significativamente esta amplitude, como mostram trabalhos realizados em áreas de cultivo agrícola, citados por STRECK *et al.* (1994). Na Costa Rica, HOLL (1999), também, observou diferenças marcantes entre o solo sob floresta e área aberta. Entretanto, quando o solo em área aberta foi coberto com grama, a temperatura média foi semelhante a observada sob a floresta.

Em razão de estar mais próxima da superfície, que é fonte e sumidouro de energia, a

camada superficial do solo (0-2 cm) apresentou as maiores variações diurnas de temperatura. Como tais variações dependem da disponibilidade energética, as maiores diferenças entre a condição exterior e o sub-bosque da floresta ocorreram em dias com céu límpido como ilustra a Figura 1. O solo na área aberta apresentou enorme flutuação diária, atingindo valor máximo de quase 50°C e mínimo ao redor de 12°C, ou seja, amplitude térmica de 38°C, no dia que representa o período seco (Figura 1a). No dia de verão (Figura 1b), apesar da maior disponibilidade energética, houve uma redução da temperatura máxima e elevação da mínima, devido ao maior teor de água no solo. No interior da floresta a flutuação diária foi menos marcante, principalmente, no dia de verão, quando ocorre uma situação bem próxima de isotermita.

As camadas mais profundas, também, refletiram, em menor intensidade, as trocas energéticas ocorridas na superfície (Figura 2). É interessante observar que a cobertura florestal propiciou uma condição próxima à isotermita entre 2 e 20 cm de profundidade, nas duas épocas estudadas, sendo mínimo, também, o deslocamento da curva representando as temperaturas máximas e mínimas, ou seja, pode-se dizer que, no solo coberto pela floresta, as flutuações temporais e espaciais diárias são mínimas. Por outro lado, as curvas dos perfis de temperaturas máximas e mínimas no solo na área aberta apresentam as variações típicas de solo desnudo, ou seja, elevadas amplitudes espaciais (no sentido vertical) e temporais (noite e dia).

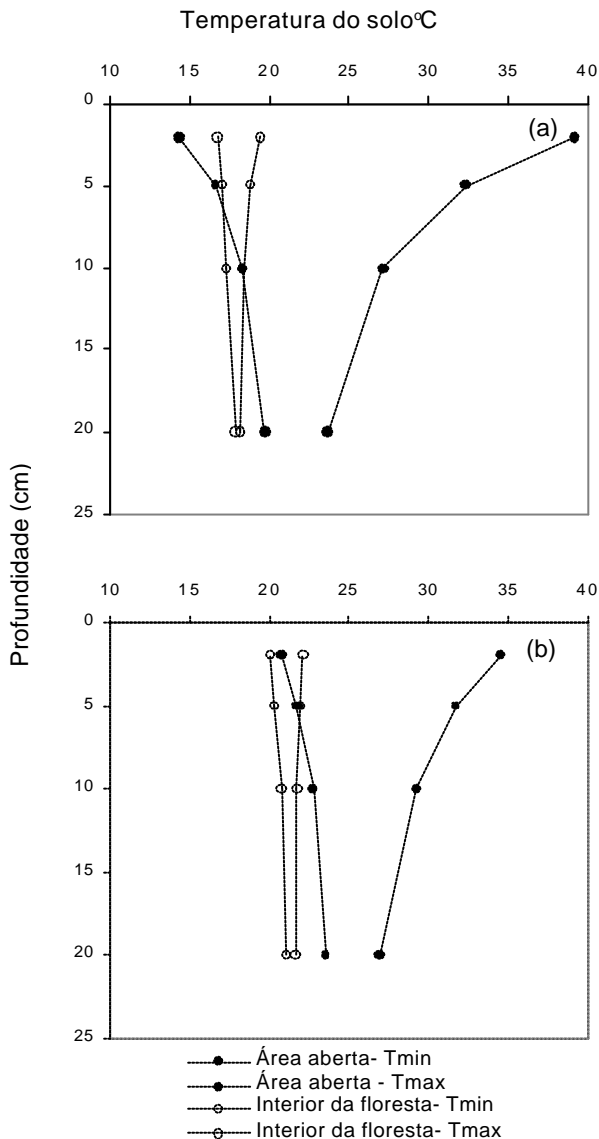
O estudo de PEZZOPANE (2001), realizado nos mesmos locais no interior da floresta, mostrou existir variabilidade espacial da disponibilidade energética no sub-bosque, em função do IAF e da exposição da encosta, o que poderia resultar em diferenças microclimáticas. No entanto, com relação a temperatura do solo, parece não existir diferença marcante entre os locais estudados no interior da floresta. A diferença mais sensível foi observada em setembro de 1999, quando o local A apresentou pequena elevação da temperatura do solo em relação aos locais B e C (Tabela 2). De certa maneira, isto já era esperado, pois o local A apresentou menor IAF e encontrava-se em encosta voltada para o Nordeste, o que facilitou a penetração dos raios solares, nesta época do ano. Este fato, também, pode ser observado na curva diária da temperatura a 2 cm de profundidade (Figura 1a) e no perfil da temperatura que mostrou um deslocamento das curvas de temperaturas máxima e mínima do local A em setembro de 1999 (Figura



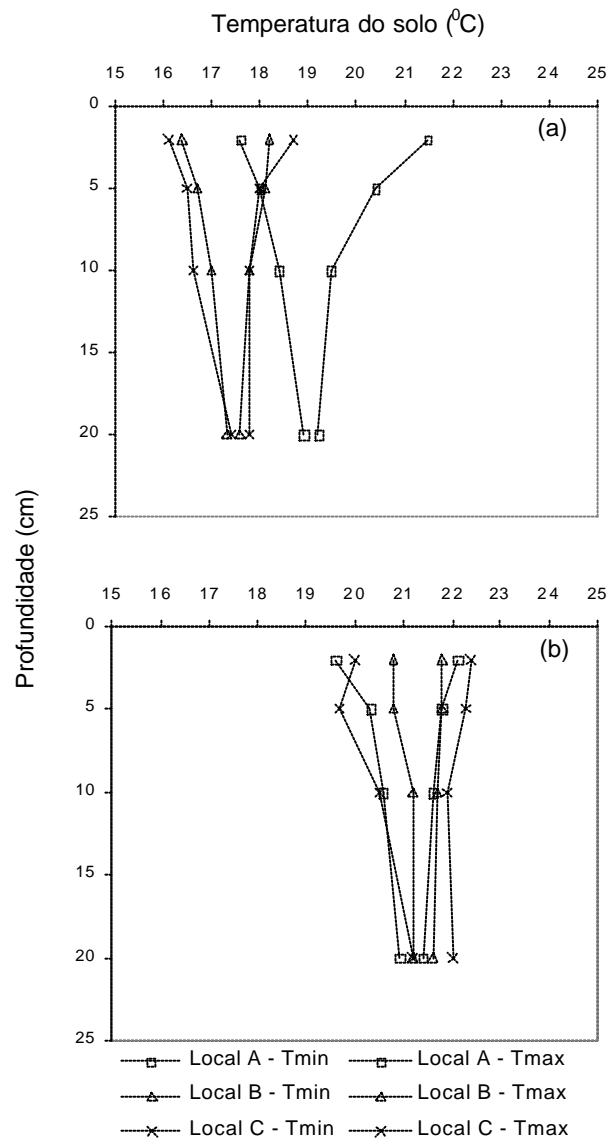
**Figura 1.** Valores médios horários de temperatura do solo, a 2cm de profundidade, em dia com céu limpo em setembro de 1999 (a) e em janeiro/fevereiro de 2000 (b), em área aberta e em três locais (A, B e C) no interior de uma floresta secundária, em Viçosa, MG.

3a), não sendo possível observar o mesmo em janeiro/fevereiro de 2000 (Figura 3b).

De qualquer maneira, os resultados mostram que não é preciso uma mudança brusca, como a retirada total da floresta, para que ocorra uma alteração no regime de temperatura do solo. Uma pequena alteração de IAF, causada, por exemplo, por queda de folhas ou abertura de clareiras, é suficiente para alterar este regime. ASTHON (1992) verificou que a ocorrência de uma pequena clareira modifica significativamente a temperatura do solo em resposta ao aumento da disponibilidade energética junto à superfície.



**Figura 2.** Perfil da temperatura do solo, elaborado a partir de valores médios de temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin), no período entre 02 e 26 setembro de 1999 (a) e entre 08 de janeiro a 14 de fevereiro de 2000 (b), em área aberta e no interior (média de três locais) de uma floresta secundária, em Viçosa, MG.

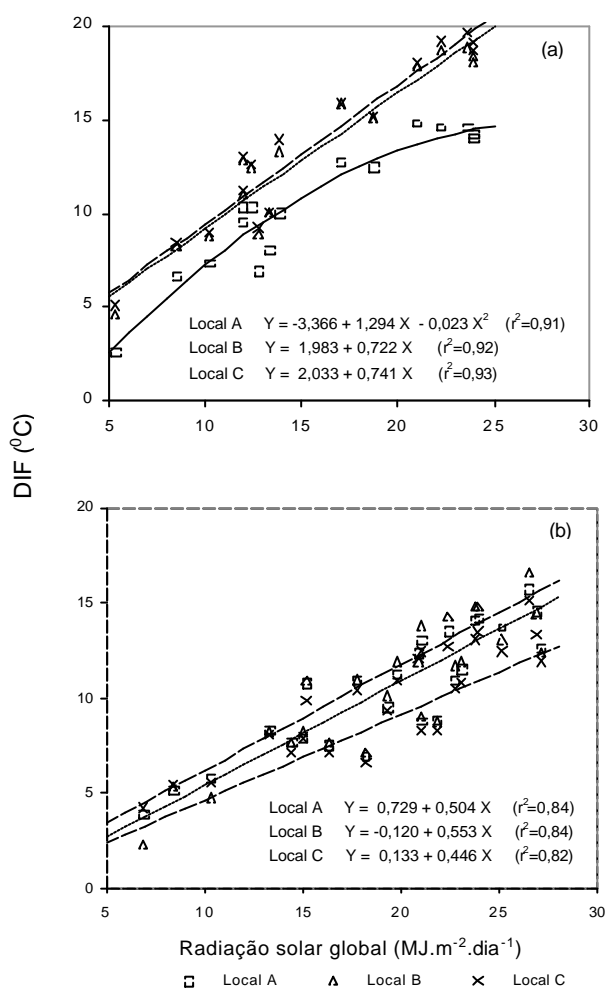


**Figura 3.** Perfil da temperatura do solo, elaborado a partir de valores médios de temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin), no período entre 02 e 26 setembro de 1999 (a) e entre 08 de janeiro e 14 de fevereiro de 2000 (b), em três locais (A, B e C) no interior de uma floresta secundária, em Viçosa, MG.

A análise e discussão dos resultados indicam que o comportamento da temperatura do solo depende da disponibilidade energética, que pode ser expressa pela radiação solar que atinge a superfície, ou seja, a radiação solar global. Também, foi observado que os maiores contrastes entre a área aberta e o interior da floresta foram em relação a temperatura máxima do solo. Assim, foram ajustados modelos considerando as diferenças entre a temperatura máxima observada na área aberta e no interior de cada local estudado na

floresta, em função da radiação solar incidente a céu aberto a 5cm de profundidade (Figura 4). Nessa análise foram utilizados dados medidos a 5cm de profundidade, pois observou-se que a 2cm ocorriam flutuações bruscas de temperatura em função de pequenos períodos com presença de nuvens, o que prejudicou o ajuste dos modelos.

As curvas obtidas com dados coletados em setembro de 1999 (Figura 4a) apresentam maior



**Figura 4.** Diferença entre a temperatura máxima do solo na área aberta e no interior da floresta (DIF), a 5 cm de profundidade, nos três locais (A, B e C), em função da radiação solar global observada na área aberta, no período de 2 e 26 de setembro de 1999 (a) e 08 de janeiro a 14 de fevereiro de 2000 (b), em Viçosa, MG.

inclinação em relação aquelas que representam o período janeiro/fevereiro de 2000 (Figura 4b), evidenciando que, para uma mesma quantidade de energia solar disponível, as diferenças entre a área aberta e o interior da floresta serão maiores no período seco. Isto é esperado, pois, em setembro de 1999, o teor de umidade no solo foi menor, o que provoca altos valores de temperatura máxima na área aberta.

Uma análise mais detalhada da Figura 4a mostra que a diferença de temperatura entre a área aberta e o interior da floresta foi menor no local A, em setembro de 1999, justamente devido à maior

disponibilidade energética neste local, nesta época. O teste de identidade de modelos mostrou não haver diferença significativa entre as equações para os locais B e C, mas houve diferença entre os mesmos e a equação do local A, em setembro de 1999. Assim, o modelo único  $Y = 2,008 + 0,731 X$  ( $r^2 = 0,92$ ) pode ser utilizado para os locais B e C, nesta época do ano. Em janeiro/fevereiro de 2000 (Figura 4b), a curva do local C mostrou uma menor diferença entre a área aberta e o interior da floresta, quando comparado com os locais A e B, porém, o teste de identidade mostrou não haver diferença estatística entre os três modelos, ou seja, é possível explicar o comportamento da temperatura do solo em função da radiação solar global utilizando-se apenas o modelo  $Y = 0,646 + 0,501 X$  ( $r^2 = 0,84$ ) para os três locais, no período de janeiro/fevereiro de 2000. Este tipo de correlação é importante para que, por exemplo, partindo de uma série histórica de dados observados em condição padrão, seja possível modelar o comportamento da temperatura do solo no interior da floresta.

Os resultados obtidos neste trabalho mostram que as condições microclimáticas sob o dossel são bem contrastantes em relação a área aberta e que ocorre, também, variabilidade espacial no interior da floresta. O entendimento dessa variabilidade ambiental é muito importante, uma vez que essas variáveis microclimáticas estão diretamente relacionadas com o sucesso do estabelecimento, crescimento e desenvolvimento das espécies na floresta.

## Conclusões

- O dossel de uma floresta secundária altera a temperatura do solo em razão da atenuação da radiação solar. As diferenças de temperatura do solo entre a área aberta e o interior da floresta, e, mesmo, entre os locais estudados dentro da floresta, são mais expressivas no final da estação seca e fria, em relação à estação quente e chuvosa, devido, principalmente, a variações na umidade do solo.
- A temperatura média do solo é sensivelmente reduzida no interior da floresta, mas as alterações são mais evidentes para a temperatura máxima, principalmente no final da estação chuvosa.
- Independentemente da época do ano, as diferenças de temperatura do solo entre os locais estudados foram mais evidenciadas em dias com céu límpido

em comparação com dias nublados.

- A variabilidade da temperatura do solo pode explicar o comportamento das espécies vegetais no processo de sucessão ecológica em florestas tropicais, uma vez que tal comportamento está intimamente ligado às condições ambientais do local.

#### Referências bibliográficas

- ASTHON, P.M.S. Some measurements of the microclimate within a Sri Lankan tropical rainforest. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 59, p. 217-235, 1992.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, San Jose, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.
- CESTARO, L.A. Estudo microclimático do interior de uma mata de araucária na Estação Ecológica de Aracuri e Esmeralda, RS. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 12, n. 1, p. 41-57, 1988.
- CHEN, J., FRANKLIN, J.F., SPIES, T.A. Contrasting microclimates among clearcut, edge, and interior of old-growth Douglas-fir forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 63, p. 219-237, 1993.
- FERNANDES, H.A.C. **Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 145 p. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- FREESE, F. **Linear regression methods for forest research**. Madison: USDA, 1964. 136 p.
- HOLL, K.D. Factors limiting tropical rain forest regeneration in abandoned pasture: seed rain, seed germination, microclimate, and soil. **Biotropica**, Laurence, v. 31, n. 2, p. 229-242, 1999.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, 1991. 92 p.
- KIMMINS, J.P. **Forest ecology**. New York: Macmillan, 1987. 531 p.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. Berlin: Springer, 1995. 506 p.
- PEZZOPANE, J.E.M. **Caracterização microclimática, ecofisiológica e fitossociológica em uma floresta secundária, em Viçosa, MG**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 225 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- RESCHKE, G.A. **Influência do desmatamento no balanço de radiação e nos fluxos de calor sensível e calor latente em Ji-Paraná, Rondônia**. Viçosa, MG: UFV, 1997. 51 p. Tese (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Curso de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- SOUZA, J.R.S. et al. Temperature and moisture profiles in soil beneath forest and pasture areas in eastern Amazonia. *In*: Gash, J.H.C. et al., **Amazonian deforestation and climate**. Chichester: John Wiley & Sons, 1996. p. 125-138.
- STRECK, N.A., SCHNEIDER, F.M., BURIOL, G.A. Modificações físicas causadas pelo mulching. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 131-142, 1994.
- VELOSO, H.M.P., RANGEL, A.L.R., LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123 p.
- VIANELLO, R.L., ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária - UFV, 1991. 449 p.
- WHITMORE, T.C. Canopy gaps and the two major groups of forest trees. **Ecology**, Washington, v. 70, n. 3, p. 536-538, 1983.