

Temperatura do ar e do solo em diferentes profundidades, em Diamantina - MG

Daniel Dantas^{1*}, Gabriela Paranhos Barbosa², Eduarda Gabriela Santos Cunha³, Maria José Hatem de Souza⁴, Cláudio Marcio Pereira de Souza⁵

Resumo

Objetivou-se neste estudo avaliar a correlação entre a temperatura do ar e do solo nas profundidades de 5, 10, 30 e 50 cm, em Diamantina-MG. A área de estudo está localizada no *Campus JK* (Juscelino Kubitschek) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), na altitude de 1387 m, com 18°10'S de latitude e longitude de 43°30'W. O solo do local é classificado como Neossolo quartzarênico órtico típico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS. Foram calculadas as médias horárias das temperaturas dos meses de janeiro e junho do período de 2013 a 2014. O coeficiente de Pearson foi utilizado para verificar a correlação entre as temperaturas do ar e do solo nas profundidades monitoradas. As temperaturas médias diárias do ar para os meses de janeiro e junho foram 19,1°C e 15,4°C respectivamente. O teste t indicou que todas as correlações foram significativas. Em janeiro, os índices de correlação de Pearson entre a temperatura do ar e as temperaturas do solo a 5 e a 50 cm foram 0,93 e -0,96, respectivamente. Já para o mês de junho, encontraram-se os valores de 0,98 e -0,95 para as mesmas correlações. Conclui-se que há correlação positiva entre a temperatura do ar e a temperatura do solo apenas na superfície e na profundidade de 10 cm, e correlação negativa nas camadas inferiores (30 e 50 cm), o que mostra a influência direta da temperatura do ar na superfície e que gera um fluxo de calor gradativo para o interior do solo.

Palavras-chave: Fluxo de calor. Correlação de Pearson. Vale do Jequitinhonha.

Air temperature and soil in different depths in Diamantina-MG

Abstract

The aim of this research was to evaluate the correlation between air temperature and soil temperature at the depths of 5, 10, 30 and 50 cm in Diamantina-MG. The study was carried out in the *Campus JK* (Juscelino Kubitschek) of the Federal University of Vales do Jequitinhonha and Mucuri (UFVJM), at an altitude of 1387 m, 18°10'S latitude and longitude 43°30'W. Local soils are classified as Orthic Quartzarenic Neosol, according to the Brazilian System of Soil Classification – SiBCS. Hourly mean temperatures were calculated in the months of January and June from 2013 to 2014. Pearson correlation method was used to verify correlation between temperatures of air and soil in the monitored depths. The daily ave-

¹Engenheiro Florestal, Mestrando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras - UFLA

*Autor para correspondência: dantasdaniel12@yahoo.com.br

²Doutoranda em Ciências Florestais, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

³Mestre em Ciências Florestais, pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

⁴Professora do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

⁵Professor do Departamento de Agronomia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM

Recebido em 26 de outubro de 2017

Aprovado em 06 de dezembro de 2017

rage temperatures for the months of January and June were 19.1°C and 15.4°C respectively. The t-test indicated significance in all correlations. In January, the Pearson correlation coefficient between the air temperature and soil temperatures at 5 and 50 cm were 0.93 and -0.96, respectively. In June 0.98 and -0.95 for the same correlations. Thus, there is a positive correlation between the air temperature and soil temperature only on the surface and depth of 10 cm, and a negative correlation in the lower layers (30 and 50 cm), this shows the direct influence of the air temperature in surface that generates a gradual flow of heat into the soil.

Keywords: Heat flow. Pearson correlation. Vale do Jequitinhonha.

Introdução

A temperatura do solo se mostra como um fator importante no desenvolvimento das plantas, pois o solo, além de armazenar e permitir os processos de transferência de solutos, gases e água, também tem a capacidade de armazenar e transferir calor (SOUZA *et al.*, 1996; GASPARIM *et al.*, 2005).

O fluxo de calor no solo representa a energia disponível aos processos físicos e biológicos que ocorrem e que foi transferida para os níveis inferiores do solo. O fluxo de calor no solo ocorre em função da temperatura em diferentes níveis e da condutividade térmica do solo. Em estudos de balanço de energia, a quantificação do fluxo de calor no solo é de extrema importância, pois corresponde a entrada/saída de energia de determinado meio, favorecendo, assim, o aumento e/ou redução nos fluxos de calor latente e sensível e, conseqüentemente, aumentando e/ou reduzindo as taxas de evaporação e transpiração (GALVANI *et al.*, 2001).

Marin *et al.* (2008) ressaltam que a variação energética (aumento ou redução da temperatura do solo) tem grande influência na regulação dos processos biológicos, como a germinação de sementes, crescimento do sistema radicular, dentre outros. Altas temperaturas podem ter efeito prejudicial sobre as raízes, podendo causar lesões destrutivas nos caules, enquanto as baixas temperaturas dificultam a absorção de nutrientes minerais pelas plantas.

De acordo com Gupta *et al.* (1984), técnicas de manejo adequadas interferem na temperatura do solo e por isso, essas técnicas vêm sendo utilizadas com o intuito de se evitar altas variações nas temperaturas, e possíveis danos à vegetação, já que o solo é o meio físico onde ocorrem os principais processos fisiológicos para o desenvolvimento das plantas. Para que haja a manutenção dos processos fisiológicos das

plantas de forma correta, é essencial que a temperatura do solo se mantenha dentro de uma faixa adequada (SEBEN *et al.*, 2011). Essa faixa adequada de temperatura pode sofrer interferências externas como a localização geográfica, a declividade, as chuvas, os períodos secos, ação humana e a cobertura vegetal (HILLEL, 1998).

A superfície do solo consiste na principal trocadora e armazenadora de energia térmica nos ecossistemas terrestres, seja com cobertura ou não (GASPARIM *et al.*, 2005). Streck *et al.* (1994) afirmam que a utilização de cobertura na superfície do solo proporciona respostas positivas às plantas, modificando os microclimas. Na ausência total de cobertura vegetal, ocorre a elevação da temperatura do solo. Na mesma linha, Cury (2000) relatou que a existência de cobertura morta atua como um agente isolante, impedindo oscilações bruscas na temperatura do solo contribuindo para uma menor evaporação da água armazenada.

A energia térmica, proveniente de parte da radiação solar que incide sobre a superfície da Terra, é absorvida pelo solo, elevando sua temperatura (GASPARIM *et al.*, 2005). Esse processo de absorção pode ser agravado por alguns fatores como: o tempo de incidência da radiação solar, a inclinação da superfície receptora e características granulométricas do solo. Durante o dia o perfil do solo atua como um depósito de calor, mas à noite transforma-se numa fonte de energia liberando-a para as camadas superiores, em virtude da perda de radiação pela superfície do solo (VIANELLO; ALVES, 1991).

As trocas de calor entre o ar e o solo também podem contribuir para as oscilações de temperatura verificadas no solo, principalmente nas camadas mais próximas à superfície. Segundo Klar (1974), a temperatura do solo é continuamente variável e os principais fatores atuantes estão relacionados ao ciclo de radiação, que produz flutuações diárias significativas nos primeiros trinta centímetros abaixo da superfície do solo nu. O solo

aquece e resfria a partir do balanço energético na conexão superfície do solo e atmosfera, o que resulta na propagação de uma onda de calor, por condução, para as camadas inferiores do solo e também é transferido calor para a atmosfera por condução e principalmente por convecção (AZEVEDO; GALVANI, 2003).

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo estudar a correlação entre a temperatura do ar e a temperatura do solo, nas profundidades de 5, 10, 30 e 50 cm em Diamantina – MG.

Materiais e métodos

A área de estudo está localizada no município de Diamantina – MG, localizado na região do Espinhaço Meridional. Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é Cwb, ou seja, tropical de altitude com chuvas de verão: verões frescos (CUPOLILLO, 2008). De forma mais detalhada, segundo a classificação climática elaborada por Nimer (1989) para Diamantina, o clima é tropical com domínio climático subsequente e subdomínio semiúmido, apresentando uma variedade climática de 4 a 5 meses secos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 1977).

Os dados foram coletados em uma estação automática no *Campus* Universitário Juscelino Kubitschek, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, localizado em Diamantina - MG, no alto Vale do Jequitinhonha, a uma altitude de 1402 m, 18°12'S de latitude e 43°34'W de longitude. A estação é constituída por um *datalogger* cr1000, com sensores de: temperatura, umidade relativa do ar, chuva, pressão atmosférica, velocidade e direção do vento a 2 e 10 m de altura, radiação solar, saldo de radiação, umidade do solo até 1 m de profundidade, termômetros de solo e periféricos necessários.

Os dados coletados e armazenados foram transferidos para um computador, no qual foram ordenados, classificados e analisados.

A temperatura do solo foi considerada na superfície (profundidade de 5 cm) e nas profundidades de 10, 30 e 50 cm.

Para os meses de janeiro e junho de 2014 e 2015, foram calculadas as temperaturas médias horárias do ar e do solo. Com isso, para cada mês, obteve-se 24 temperaturas correspondentes a cada hora do dia. Posteriormente, foram calculadas as temperaturas médias de cada mês entre os anos em estudo.

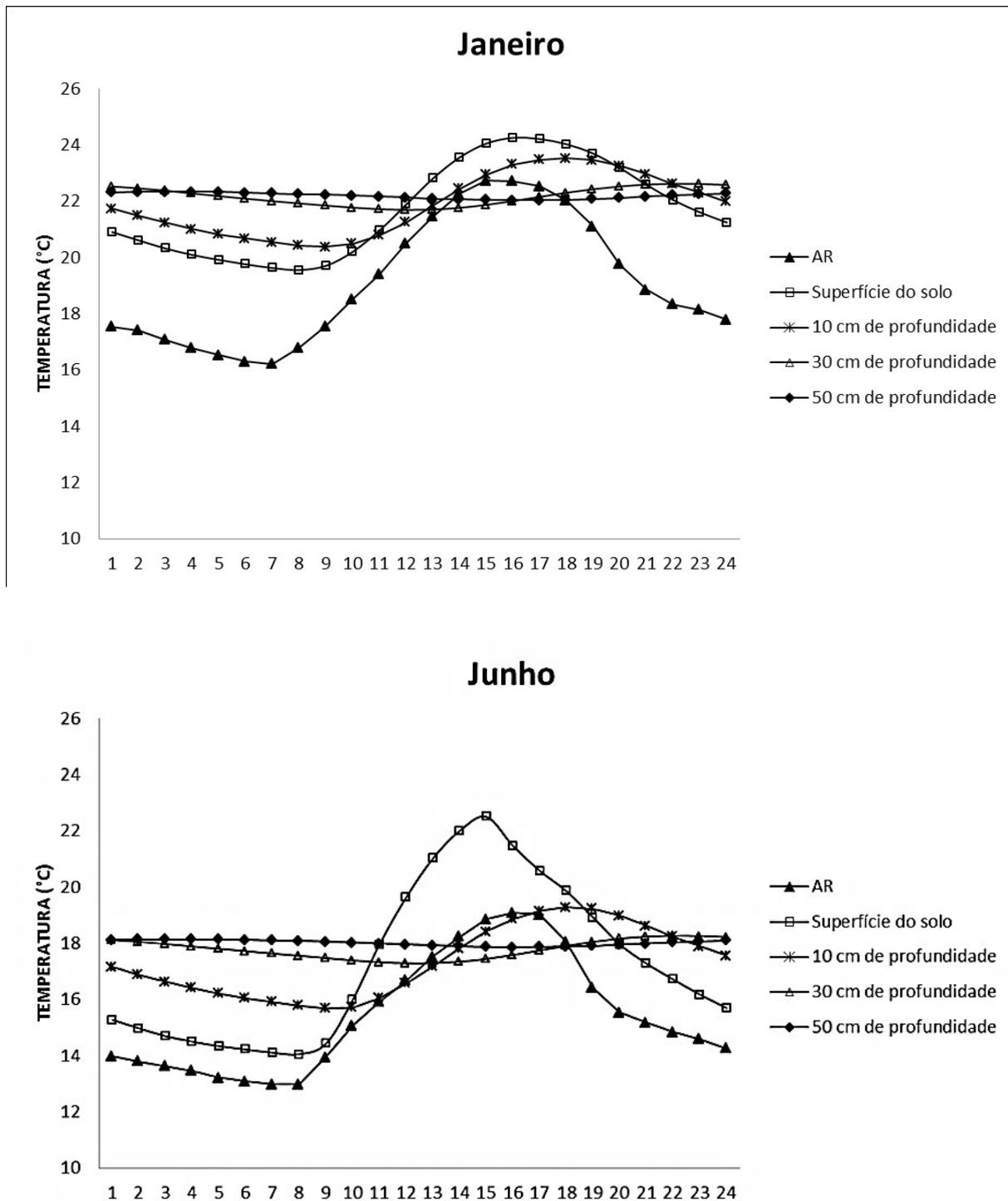
Para avaliar a influência da temperatura do ar sobre a variação da temperatura do solo nas diferentes profundidades em estudo, foram calculados os coeficientes de correlação de Pearson entre essas temperaturas para cada profundidade. A correlação de Pearson foi considerada significativa quando o valor de p foi menor que 0,05.

Resultados e discussão

As temperaturas médias do ar foram de 19,1°C para o mês de janeiro e 15,4°C para o mês de junho. Na camada superficial do solo (5 cm), em janeiro, a temperatura atingiu valor máximo entre as 15h e as 18h, período em que se manteve acima dos 24°C, e entre 13 e 16 h para o mês de junho, período em que as temperaturas oscilaram de 21 a 22,5°C.

A temperatura no perfil do solo variou em função da profundidade (GRÁFICO 1), corroborando com os resultados encontrados por Pereira *et al.* (2002), o que permite inferir que em maiores profundidades, além da menor amplitude térmica, os horários em que ocorrem os valores máximos de temperatura são diferentes em cada camada do solo. Verifica-se que tal comportamento é válido tanto para o mês de janeiro, quanto para o mês de junho.

Gráfico 1 – Variação média da temperatura do ar e do solo, em diferentes profundidades, ao longo do dia nos meses de janeiro e junho de 2014 e 2015, em Diamantina - MG



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Nota-se que, em janeiro, a temperatura máxima atingida na camada mais superficial ocorre entre as 15 e 18h, com amplitude de 24,05 a 24,26°C; enquanto para a camada de 10 cm, a temperatura máxima ocorre entre as 16 e 20h, com amplitude de 23,26 a 23,53°C, evidencian-

do maiores valores de temperatura máxima na camada mais superficial. Estes resultados são compatíveis com os encontrados por Kunz *et al.* (2002), que verificaram que a máxima temperatura do solo ocorreu em torno das dezesseis horas nas camadas mais superficiais.

Nas camadas mais profundas, as temperaturas apresentaram grande variação no horário de ocorrência em relação às camadas mais superficiais. Na profundidade de 30 cm, em janeiro e junho, as temperaturas extremas foram verificadas nos mesmos horários, sendo que as máximas ocorreram às 22 h e as mínimas ao meio-dia. Já na profundidade de 50 cm, as temperaturas mínimas em ambos os meses ocorreram às 16 h, enquanto que as temperaturas máximas foram verificadas às 3 h no mês de janeiro e às 4 h no mês de junho.

A ocorrência de solos descobertos é comum nos sistemas agrícolas brasileiros. Com isso, em se tratando de um país de clima tropical, em que altas temperaturas são frequentes, as oscilações diárias como as demonstradas estudo, podem afetar tanto a

dinâmica química quanto biológica do solo (BELAN *et al.*, 2013). Eltz; Rovedder (2005) afirmam que a elevação das temperaturas do solo resulta em uma série de alterações em diversos subsistemas. Segundo os referidos autores, a temperatura do solo trata-se de um parâmetro que atua diretamente sobre a dinâmica desse ambiente, sendo, portanto, de grande importância para a sustentação dos níveis de produtividade e qualidade.

De acordo com os resultados obtidos, todas as correlações foram significativas ($p < 0,05$), sendo os maiores valores verificados entre a temperatura do ar e a temperatura do solo na superfície e na camada de 50 cm, em ambos os meses (TABELA 1).

Tabela 1 – Correlações entre as temperaturas do ar e temperaturas do solo na superfície e nas camadas de 10, 30 e 50 cm, nos meses de janeiro e junho, em Diamantina - MG

	Ar	Superfície	10 cm	30 cm	50 cm
JANEIRO	Ar	1			
	Superfície	0,9336	1		
	10 cm	0,7454	0,9307	1	
	30 cm	-0,2853	0,0531	0,4066	1
	50 cm	-0,9599	-0,8898	-0,6978	0,3428
	Ar	Superfície	10 cm	30 cm	50 cm
JUNHO	Ar	1			
	Superfície	0,9770	1		
	10 cm	0,6780	0,6620	1	
	30 cm	-0,3471	-0,3571	0,4228	1
	50 cm	-0,9543	-0,9392	-0,6998	0,3321

Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

A correlação entre a temperatura do ar e da superfície do solo foi de $r = 0,93$ para o mês de janeiro e $r = 0,97$ para o mês de junho. Já a temperatura na profundidade de 50 cm apresentou uma correlação negativa com a temperatura do ar, sendo $r = -0,96$ para o mês de janeiro e $r = -0,95$ para o mês de junho. Observa-se um aumento proporcional na temperatura do solo na superfície à medida que aumenta a temperatura do ar; no entanto essa relação vai se reduzindo gradativamente ao longo do perfil e chega a uma relação inversamente proporcional, na camada de 50 cm.

Nas camadas de 10 e 30 cm, houve correlação entre a temperatura do ar e as temperaturas do solo, no entanto, esta relação não é tão expressiva, indicada por menores valores de coeficientes de correlação, nos dois meses.

Conclusão

Há correlação positiva entre a temperatura do ar e a temperatura do solo apenas na superfície e na profundidade de 10 cm, e correlação negativa nas camadas inferiores (30 e 50 cm), mostrando a influência direta da temperatura do ar na superfície que gera um fluxo de calor gradativo para o interior do solo.

Agradecimento

À Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro.

Referências

- AZEVEDO, T. R.; GALVANI, E. Ajuste do ciclo médio mensal horário da temperatura do solo em função da temperatura do ar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 2, p. 123-130, 2003.
- BELAN, L. L. *et al.*. Manejo alternativo do oídio na cultura do pepino em ambiente protegido. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 11, n. s. 2, 2013.
- CUPOLILLO, F. **Diagnóstico Hidroclimatológico da Bacia do Rio Doce**. 2008. 153 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- CURY, B. Porque fazer plantio direto. In: **Grupo Plantio Direto. Guia para plantio direto, 2000**. Ponta Grossa: Federação de Plantio Direto na Palha. 2000. p. 9-15.
- ELTZ, F. L. F.; ROVEDDER, A. P. M. Revegetação e temperatura do solo em áreas degradadas no sudoeste do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 2, p. 193-200, 2005.
- GALVANI, E.; ESCOBEDO, J. F.; PEREIRA, A. B. Balanço de radiação e fluxo calor no solo em ambiente natural e protegido cultivado com pepineiro. **Bragantia**, v. 60, p. 139-147, 2001.
- GASPARIM, E. *et al.* Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 107-115, 2005.
- GUPTA, S. C.; LARSON, W. E.; ALLMARES, R. R. Predicting soil temperature and soil heat flux under different tillage-surface residue conditions. **Soil Science Society of America**, v. 48, p. 223-232, 1984.
- HILLEL, D. **Environmental Soil Physics**. San Diego: Academic Press, 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sudeste**. Rio de Janeiro: IBGE; 1977.
- KLAR, A. E. **A influência do solo e do clima nas necessidades hídricas da cultura da cebola**. Botucatu, 1974. 171 f. Tese (Livre-docência) - Faculdade de Ciências Agrárias Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 1974.
- KUNZ, M. *et al.* Temperatura do solo influenciado pelo sistema de manejo dado ao solo para a cultura do feijoeiro. In: Reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água, 14., 2002, Cuiabá, **Anais...** Cuiabá: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002.
- MARIN, F. R.; ASSAD, E. D.; PILAU, F. G. **Clima e Ambiente: introdução à climatologia para ciências ambientais**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2008.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.
- SEBEN, K. G. *et al.* Avaliação da temperatura do solo em três profundidades, sobre diferentes coberturas vegetais em latossolo amarelo muito argiloso do Oeste Paraense. **Espaço Científico Canoas**. v. 12, n. 1-2 p. 72-78, 2011.
- SOUZA, J. R. S. *et al.* Temperature and moisture profiles in soil beneath forest and pasture areas in eastern Amazonian. In: **Amazonian deforestation and climate**. New York: John Wiley, 1996. p. 125-137.
- STRECK, N. A.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A. Modificações físicas causadas pelo mulching. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 2, p. 131-142, 1994.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 1991.