

Infiltração e Drenagem nos Solos da Estação de Agrometeorologia da UFRJ ¹

Elizabeth R. Thurler ², Roberto A. T. Gomes ³ e Nelson F. Fernandes ⁴

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
Departamento de Geografia - Lab. de Pedologia
21.941-590 - Rio de Janeiro - RJ
beth@solos.geo.ufrj.br; beto@solos.geo.ufrj.br; nelson@solos.geo.ufrj.br

¹ Pesquisa financiada pelo CNPq e pela FUJB-UFRJ

² Bolsista de Aperfeiçoamento (CNPq); ³ Bolsista de Iniciação Científica (CNPq)

⁴ Professor Adjunto

Abstract. This study aims a better understanding of the parameters controlling infiltration and drainage of water in grassland soils. Six tensiometers were installed, inside two plots, at three different depths (8, 15 and 30 cm), where daily readings have been obtained since february 1996. When compared to soil properties, the results attest that soil water responds very quickly to pluviometric events. We discuss the role played by soil properties in controlling infiltration, storage and drainage of soil water.

Keywords: Soil Hydrology, Infiltration, Drainage, Soil Properties.

Introdução

A dinâmica hidrológica dos solos é controlada por diversos fatores que atuam, em última análise, de forma integrada. Dentre eles destacam-se os parâmetros climáticos, as propriedades físicas e hidráulicas dos solos, a declividade da encosta, a cobertura vegetal e a fauna atuante (Coelho Netto, 1994). O movimento da água pode se dar lentamente através dos microporos da matriz do solo ou de forma bem mais rápida através dos vazios maiores do solo (Knapp, 1978; Libardi, 1995). Muitos destes macroporos possuem sua origem associada à atividade biológica ou mesmo à atuação de fluxos subsuperficiais nos solos (Blake et. alii., 1973; Knapp, 1978; McCarg, 1985). Estes fluxos possuem um papel relevante na dinâmica hidrológica das encostas, podendo mesmo condicionar fenômenos como voçorocamentos, deslizamentos e, conseqüentemente, a própria evolução do relevo (Fernandes et. alii., 1994; Coelho Netto, 1994; Fernandes & Amaral, 1996).

O estudo dos processos hidrológicos nas porções mais superficiais do solo assume grande importância nos trabalhos voltados para a irrigação. Nestes estudos, torna-se fundamental o conhecimento das velocidades de entrada e de saída da água do perfil, sob diferentes condições de solo, clima, vegetação e uso. A realização desses experimentos requer a utilização de equipamentos para monitorar a entrada, o, armazenamento e a saída da água do solo, tais como: pluviômetros, pluviógrafos, tensiômetros entre outros. Estes instrumentos precisam ser instalados em áreas de

fácil acesso, em virtude da necessidade de leituras constantes, quando possível na escala diária ou mesma horária. Além dessa questão, principalmente nas áreas urbanas, surge também a preocupação com a segurança dos equipamentos utilizados. Condições favoráveis à realização deste tipo de experimento são encontradas na Estação de Agrometeorologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, localizada no Campus da Ilha do Fundão.

Este trabalho visa, de modo geral, contribuir para um melhor conhecimento dos processos que controlam a entrada, o armazenamento e a drenagem da água em solos com cobertura de gramínea, em áreas planas ou de baixa declividade. De forma mais específica, pretende-se caracterizar os fatores que controlam a variação no sentido da percolação dos fluxos d'água verticais ao longo do tempo, no interior dos solos da Estação de Agrometeorologia da UFRJ.

Metodologia

Para a realização do monitoramento foram delimitadas duas parcelas experimentais, com dimensões de 2,0m x 2,0m, ambas com cobertura de gramíneas. Em cada parcela, foram instalados três tensiômetros, com manômetros de mercúrio (Fernandes et. alii., 1989), nas profundidades de 8cm, 15cm e 30cm. Foram obtidos registros diários às 8:00h e às 17:00h, desde Fevereiro de 1996, nos seis tensiômetros instalados e no pluviômetro localizado no interior da estação. Os registros tensiométricos foram

estação. Os registros tensiométricos foram transformados em valores de carga de pressão e de carga total (Libardi, 1995), visando possibilitar a caracterização do movimento vertical da água nestes solos, durante períodos de recarga e de drenagem.

Paralelamente, foram abertas duas trincheiras para permitir a identificação dos horizontes e camadas do perfil de solo, e a caracterização das propriedades físicas e hidráulicas mais relevantes. Em cada horizonte e camada foram coletadas amostras, com estrutura deformada e indeformada, de forma a possibilitar a realização de ensaios de granulometria, densidade real e aparente, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e retenção de umidade. A escolha dessas propriedades está associada ao papel que elas desempenham como condicionantes dos fluxos d'água dentro do solo (Knapp, 1978; Fernandes, 1990, Coelho Netto, 1994; Libardi, 1995).

Resultados

Serão aqui privilegiados apenas alguns dos resultados já obtidos, dando-se destaque às propriedades físicas dos materiais e ao comportamento hidrológico, em termos de carga total, registrado nos dois primeiros meses do monitoramento.

Propriedades Físicas

A Figura 1 mostra a distribuição das frações areia, silte e argila (A) e a percentagem de cascalho (B) para cada um dos horizontes e camadas identificados na estação. Para cada material observado são apresentados, em geral, os valores obtidos em duas amostragens, relativas às duas trincheiras abertas na área da estação. Deve-se destacar que esta área foi submetida a várias fases do aterro tendo-se tido cuidado, no entanto, de se utilizar nos últimos 40 cm, materiais de empréstimos bem selecionados, dentro das frações cascalho, areia, silte e argila. A Figura 1 atesta que a passagem A/C é caracterizada por uma diminuição do teor de areia, a qual é acompanhada por um aumento das frações silte e cascalho. A camada 2C, a mais grosseira de todo o perfil, possui quase que 90% de areia na Terra Fina Seca ao Ar (TFSA). Esta camada é extremamente rica em cascalho e apresenta uma ausência quase completa de argila.

Os resultados de densidade real, densidade aparente e porosidade total, obtidas através da relação entre as densidades encontram-se sumarizados na Figura 2. Observa-se uma nítida tendência de elevação da densidade aparente com profundidade. Tal fato parece ser decorrente da ação combinada de uma série de fatores, dentre os quais destaca-se: uma diminuição do conteúdo de matéria orgânica com a profundidade,

uma menor agregação e um menor efeito da penetração de raízes nas camadas mais inferiores; uma compactação das camadas mais inferiores pelo peso dos horizontes e camadas sobrejacentes, entre outros. Os elevados valores de densidade aparente obtidos nas camadas C e 2C são acompanhados por uma significativa diminuição da porosidade total.

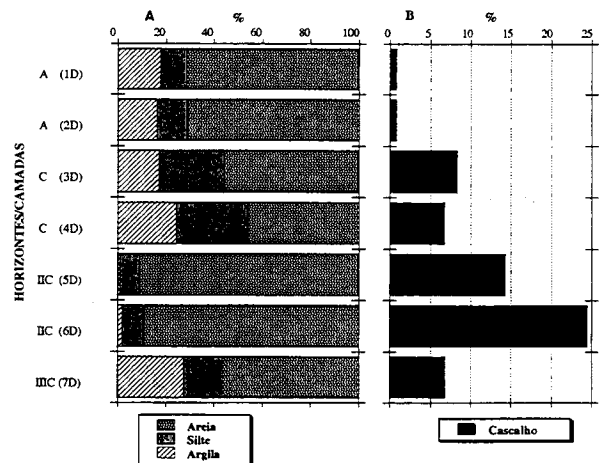


Figura 1 - Análise granulométrica dos horizontes e camadas observados.

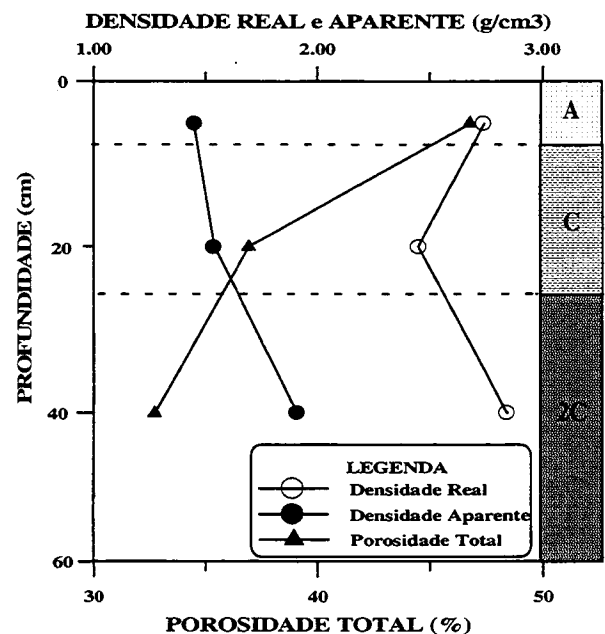


Figura 2 - Densidade real e aparente, e porosidade total dos horizontes e camadas observados.

A Figura 3 mostra os valores de macroporosidade, microporosidade e de percentagem de saturação (porosidade total) dos horizontes e

camadas observados no perfil de solo. Os resultados atestam a importância secundária da textura e evidenciam o importante papel desempenhado pela estrutura do solo, como mostrado pelo no Horizonte A, no controle da macroporosidade.

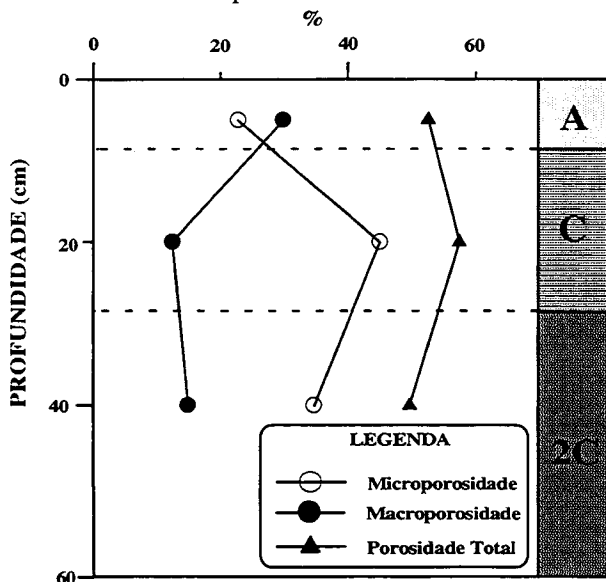


Figura 3 - Microporosidade, macroporosidade e percentagem de saturação (porosidade total) dos horizontes e camadas observados.

As curvas características de umidade (Figura 4) atestam que a retenção e a perda de água ocorrem de forma bem diferenciada entre os horizontes e camadas ali presentes. O Horizonte A, graças a grande presença de macroporos, apresenta a maior perda de umidade (>50%) após a aplicação da primeira sucção. Já a Camada C apresenta uma perda bem menor de umidade (12%) entre estes dois pontos devido a sua textura mais argilosa e à elevada quantidade de microporos. Sob sucções mais elevadas que 0,1 atm todas as curvas tendem, de um modo geral, a uma horizontalidade devido à baixa quantidade de microporos nestes solos. Destaca-se aqui a Camada C, que por possuir a maior percentagem de microporos, mostra uma menor horizontalidade na curva de retenção.

Comportamento Hidrológico

Serão aqui discutidos os dados hidrológicos obtidos nos meses de Fevereiro e Março de 1996, já que estes meses englobam um período bastante chuvoso.

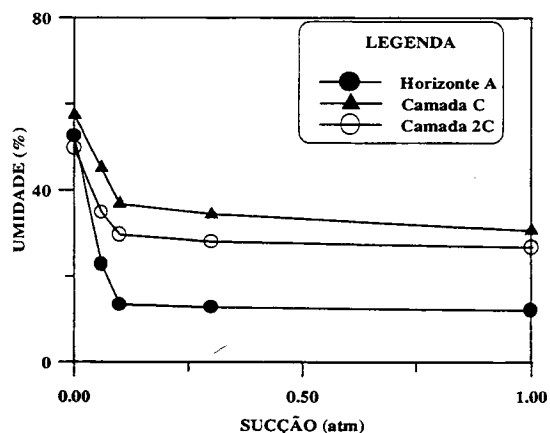


Figura 4 - Curvas características de umidade para os horizontes e camadas observados.

A Figura 5 mostra a variação temporal da precipitação (topo) e da carga total ($H_t = H_p + H_g$) da água no solo (base) na Estação Tensiométrica B. Observa-se, de um modo geral, uma rápida resposta da umidade dos solos aos eventos pluviométricos. A Figura 6 mostra uma janela de detalhe de forma a melhor possibilitar, a partir dos gradientes de carga total, a caracterização do sentido dos fluxos de água no solo. As setas no interior dessa figura mostram o sentido dos fluxos verticais da água (ascendente ou descendente) no perfil de solo. De modo geral, predominam condições de drenagem por fluxo vertical ascendente, resultantes de gradientes de evapotranspiração. Movimentos descendentes predominam apenas durante (e imediatamente após) os eventos pluviométricos mais significativos. Nestes períodos, sob condições extremas, parece ocorrer o desenvolvimento de fluxos laterais no interior do perfil, atestados pela existência de curvas equipotenciais verticais. Durante o período monitorado mostrado na Figura 5, tal condição foi observada no início dos registros (0 horas) e no tempo igual a cerca de 870 horas, a partir do início do estudo.

Considerações Finais

Os solos da Estação de Agrometeorologia da UFRJ são, em geral, bastante arenosos. Enquanto a densidade real apresenta-se bem constante, a densidade aparente mostra variações significativas ao longo do perfil. Os valores mais elevados de macroporosidade são encontrados no horizonte A, enquanto as camadas C e 2C apresentam, em geral, maiores valores de microporosidade. As curvas características de umidade atestam comportamentos bem distintos em termos de mecanismos de retenção de água.

O monitoramento hidrológico mostra que, mesmo durante um períodos chuvosos podem predominar condições de fluxo vertical ascendente, diretamente associadas à evapotranspiração. Fluxos descendentes ocorrem apenas em poucos momentos do monitoramento, atestando a rápida resposta hidrológica desses solos. Apenas precipitações acima de 20 mm/dia são capazes de gerar rupturas nas curvas de carga total,

quando estas se encontram em condições de drenagem. Torna-se evidente que o intervalo de leitura dos tensiômetros aqui utilizado (2 leituras diárias) não é suficientemente detalhado para registrar, por completo, o movimento da frente de saturação desde o seu início. Com esse intuito, serão instalados, em breve, tensiômetros com registro contínuo neste local.

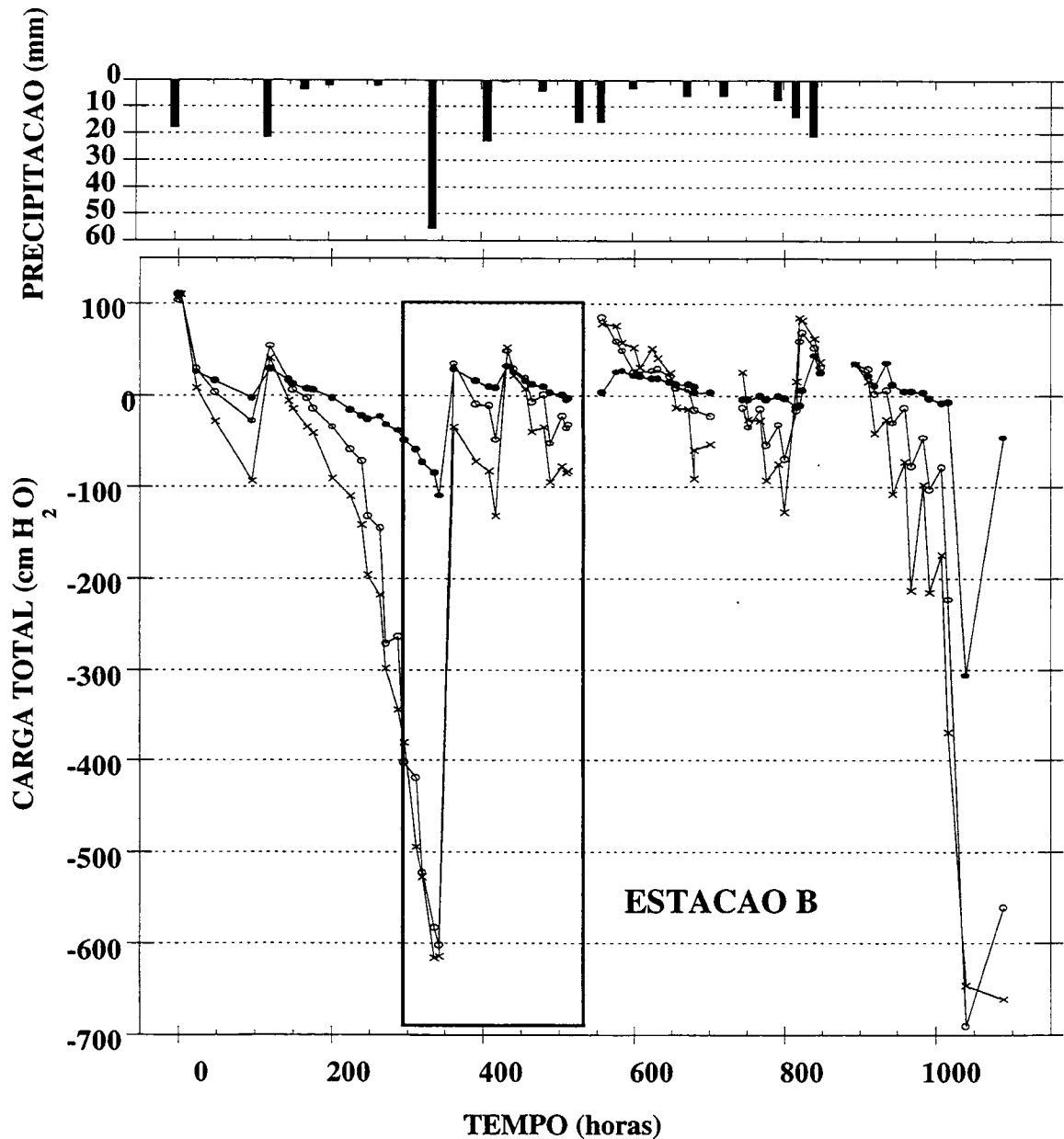


Figura 5 - Variação temporal da precipitação e da carga total da água no solo para a Estação Tensiométrica B.

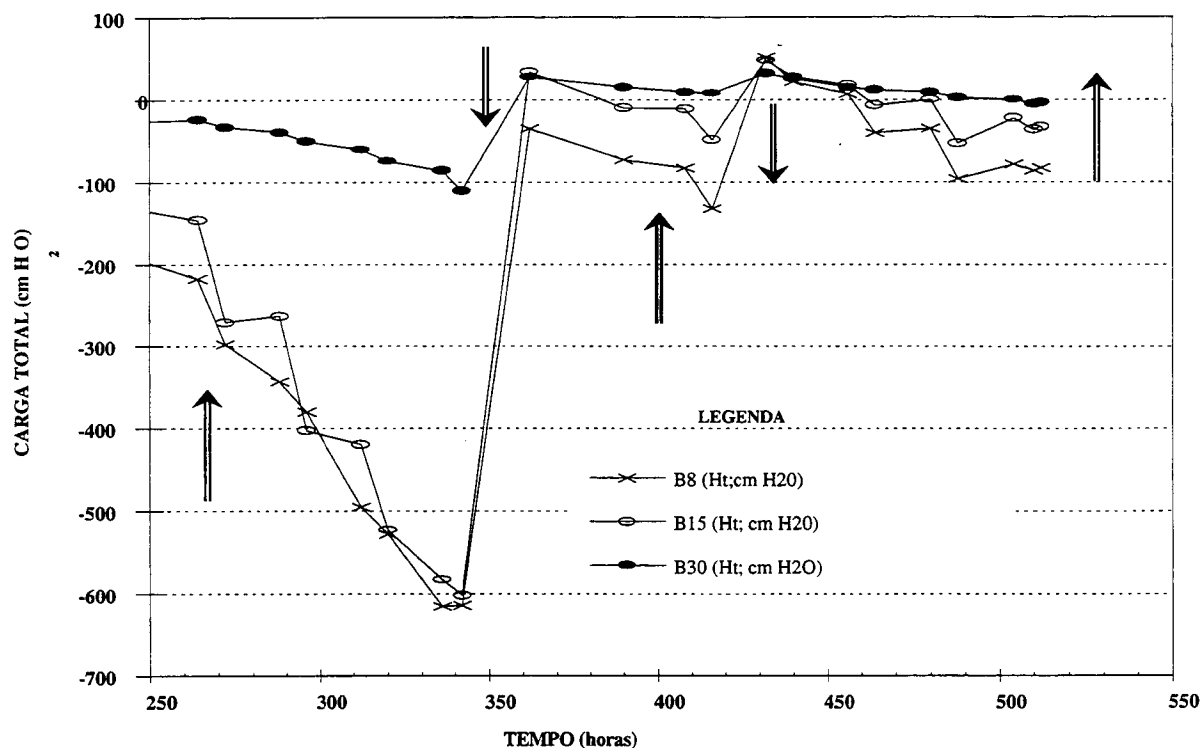


Figura 6 - Visão de detalhe da área do quadrado da Figura 5. Verifica-se a variação temporal (de 250h à 550h) da carga total da água no solo para a Estação Tensiométrica B.

Referências Bibliográficas

- BLAKE, G.; SCHLICHTING, E. and ZIMMERMANN, V. Water Recharge in a Soil with Shrinkage Craks. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.*, 37, 1973, p. 669-772.
- COELHO NETTO, A.L., Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In Guerra, A.J.T. e Cunha, S.B. (org.) *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Bertrand, Rio de Janeiro, 1994, p. 93-148.
- FERNANDES, N.F.; COELHO NETTO, A.L.; DEUS, C.E., 1989 Monitoramento dos Fluxos D'água no Solo: Instrumentação Alternativa. *Anais do III Simp. de Geografia Física Aplicada*, Nova Friburgo, vol. 1, 1989, p. 71-97.
- FERNANDES, N.F., Hidrologia Subsuperficial e Propriedades Físico - Mecânicas dos "Complexos de Rampa"- Bananal (SP). *Tese de Mestrado*, Departamento de Geologia, IGEO - UFRJ, 1990, p. 151.
- FERNANDES, N.F.; COELHO NETTO, A.L. & LACERDA, W.A., Subsurface Hydrology of Layered Colluvium Mantles in Unchannelled Valleys, South-Eastern Brazil. *Earth Surface Processes and Landforms*, 19, 1994, p. 609-626.

- FERNANDES, N.F. & AMARAL, C.P. Movimentos de Massa: Uma Abordagem Geológico-Geomorfologia. In: Guerra, A.J.T. e Baptista, S. (org.) *"Geomorfologia e Meio Ambiente"*, Ed. Bertrand, RJ, 1996, p. 123-194.
- GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: Guerra, A.J.T. e Baptista, S. (org.) *"Geomorfologia - Uma Atualização de Bases e Conceitos."*, Ed. Bertrand, RJ, 1995, p. 149-209.
- KNAPP, B.J. Infiltration and Storage of Soil Water. In: Kirby, M.J. (ed.) *Hillslope Hydrology* chap. 2. John Wiley, 1978, p. 43-72.
- LIBARDI, P.L. Dinâmica da Água no Solo. 1995, p. 497.
- McCARG N. Soil Properties and Subsurface Hydrology. In: Richards, K.S., Arnett, R.R. & Ellis, S. (ed) *Geomorphology and Soils*. George Allen & Unwin, 1985, p. 121-140.
- THURLER, E.R. Propriedades Físicas e Características Hidrológicas dos Solos da Estação de Agrometeorologia da UFRJ. Rio de Janeiro (RJ), *Monografia de Graduação*, Departamento de Geografia, IGEO-UFRJ, 1996, p. 71.