

FORMAÇÃO DE ROTAS PREFERENCIAIS DE PERCOLAÇÃO DA ÁGUA SOB A INFLUÊNCIA DE RAÍZES: EXPERIMENTOS DE LABORATÓRIO.¹

BASILE, Rodrigo Otávio Neri de Campos - PPGG-GEOHECO-UFRJ - rodrigobasile@ufrj.br

JANSEN, Ricardo Cárdenas - PPGG/GEOHECO-UFRJ - ricardjan@uol.com.br

COELHO NETTO, Ana Luiza DEGEOHECO-UFRJ - alcoenet@igeo.ufrj.br

1 INTRODUÇÃO

Os movimentos de massa são um fenômeno natural presente sobretudo nos verões da cidade do Rio de Janeiro e não devem ser vistos sem a influência antrópica. A vegetação florestal propicia altas taxas de infiltração e favorece o armazenamento das águas pluviais em subsuperfície. Em nível local, porém, a floresta desempenha um papel relevante no que diz respeito à variabilidade espacial do processo de intercepção das chuvas pelas copas arbóreas e serapilheira, promovendo uma redistribuição da precipitação terminal e, portanto influenciando as entradas diferenciais de água no solo (CASTRO Jr, 1991; COELHO NETTO, 1985 e 1987; NUNES *et al.*, 1992; VALLEJO, 1982). A infiltração da água no solo florestal é também influenciada pela estrutura do solo, especialmente associada à ocorrência de macroporos decorrentes de raízes mortas e da atividade escavadora da macro e da meso fauna que habita o topo do solo e a serapilheira (CASTRO JR.,1991).

Por outro lado as raízes arbóreas condicionam rotas preferenciais de fluxos d'água no solo, os quais podem alcançar profundidades maiores e em tempo inferior ao tempo de avanço da frente de umidade na matriz do solo (FREIRE ALLEMÃO *et al.*, 1997; JANSEN & COELHO NETTO, 1998; NUNES *et al.*, 1991; SILVEIRA *et al.*, 2001). Nos dois primeiros artigos citados os autores sugerem que a arquitetura e densidade das raízes tendem a variar de acordo com a espécie arbórea e seu estágio de desenvolvimento, podendo ser também influenciada pela geometria da encosta e materiais de origem dos regolito (colúvio, saprolito ou rocha alterada). Tais variações implicariam no comportamento diferencial dos processos hidrológicos das encostas e, portanto, afetando os parâmetros de estabilidade.

Através deste princípio se faz necessário entender o comportamento hidrológico das raízes como geradoras de caminhos preferenciais de infiltração e percolação, injetando água de forma mais rápida a maiores profundidades, o que reduz a possibilidade de saturação das camadas superficiais do solo, evitando assim, uma possível perda de coesão dos materiais, o que pode ser traduzido numa maior estabilidade das encostas (PRANDINI *et al.*, 1976).

Desta forma, experimentos de laboratório foram conduzidos utilizando um simulador de chuva tipo “formador de gotas” (*drop former* ou *drip screen*) - modelo KUL-Leuven - e uma caixa experimental (flume), que serve de controle para verificação do comportamento da percolação da água no solo nas diferentes situações a serem expostas mais adiante.

Estes experimentos visam modelar os dados levantados sobre raízes observados em estudos de campo, de modo a ter-se o controle do sistema simulado, regulando as variáveis

¹ - Pesquisa desenvolvida no Laboratório de Geo-Hidroecologia (GEOHECO/UFRJ) sob a orientação da Professora-Doutora Ana Luiza Coelho Netto. Apoio financeiro: FAPERJ, CNPq, PRONEX, FUJB.

de entrada e quantificando a saída deste, tendo em vista que em campo as condições naturais não obedecem a situações pré-estabelecidas.

Portanto, dada a importante atuação das raízes no controle dos processos erosivos, faz-se fundamental conhecer os processos através dos quais estas influenciam no comportamento hidrológico dos solos, de modo a contribuir para a criação de referências que consubstanciem as metodologias de avaliação dos projetos de recuperação de áreas degradadas (RAD) que visam a recuperação florestal e o resgate de suas funções hidrológicas que atuam no controle da estabilidade das encostas.

2 OBJETIVOS

Observar as variações no comportamento da percolação da água no solo em função da presença ou não de raízes e dutos verticais (simulando dutos produzidos por raízes mortas), sob diferentes condições de declividade. Para isso são realizadas séries de ensaios utilizando um simulador de chuva (tipo *KUL-Leuven*) e uma caixa experimental (flume), que serve de controle para verificação do comportamento da percolação da água no solo nas diferentes situações a serem expostas mais adiante.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O Simulador de Chuvas:

Utilizou-se um simulador de chuvas modelo *KUL-Leuven* que, seguindo a descrição do mecanismo hidráulico que leva ao funcionamento da simulação, serão consecutivamente explicitados os materiais e instrumentos que compõem o aparelho.

Através de uma mangueira a água é levada de um ponto de alimentação (torneira) até um recipiente (alimentador intermediário), pendurado ao lado do simulador em si. Este recipiente possui três pontos de conexão, um (superior) que lhe serve de entrada, o segundo (inferior) pelo qual a água é direcionada para o simulador, e um terceiro (médio) que serve como ladrão, permitindo que a altura da coluna d'água no interior do recipiente se mantenha constante (desde que a entrada vinda do alimentador principal seja sempre maior do que a saída para o simulador, condição necessária para se ter a intensidade da chuva num valor constante, e que pode ser verificada pela simples observação de uma saída contínua de água pelo ladrão).

A saída (inferior) deste recipiente está conectada à parte superior central do eixo de uma estrutura de PVC rígido em forma de "U", que por sua vez encontra-se presa a uma armação de acrílico.

A estrutura de PVC rígido consta de um eixo de 60 cm de comprimento, em cujas extremidades se ligam dois tubos verticais (um em cada extremidade) de 120 cm de altura. Ao longo da semicircunferência inferior do eixo e por todo o seu comprimento encontram-se 06 fileiras de 54 furos de 0,5 cm cada, sendo 03 fileiras para cada lado, simetricamente dispostas.

Em cada furo tubos flexíveis de *nylon* de 3/16" foram colados com silicone, e à ponta externa de cada um destes tubos flexíveis de silicone com abertura de 0,2 mm envolvidos por fita teflon na extremidade de junção, permitindo um ajuste perfeito e

impedindo o vazamento indesejável de água². Totalizando assim 324 tubos de saída, que ao fim são os responsáveis pela liberação em forma de gotas.

Os dois tubos de PVC verticais tem a função de acumular a água que entra no eixo, e que não sai de imediato pelos tubos de saída. Assim, a água sobe por estes até que a coluna alcance uma altura igual à da saída (inferior) do recipiente alimentador descrito anteriormente (seguindo o princípio dos vasos comunicantes). Portanto, é a altura da coluna d'água nestes tubos verticais, ou seja, a altura da saída do recipiente que em função de imprimir uma determinada pressão sobre os tubos de saída, estabelece a intensidade da chuva simulada.

Esta estrutura de tubos está acoplada a uma armação em madeira com uma tela na parte inferior de abertura de 0,5 cm, e dimensão de 65 x 65 cm. Nesta tela são fixados os tubos de saída, distribuídos simetricamente em 18 fileiras (cada três fileiras de fixação na tela correspondem a uma fileira de furos no PVC rígido).

Amarrada a 1,5 m de altura abaixo da saída das gotas há uma outra tela de 1 x 1 m e de mesma abertura, que funciona para “quebrar” ou “dividir” as gotas, e assim diminuir ainda mais o tamanho das mesmas além de ampliar a área de molhamento.

O Flume ou Caixa Experimental:

O flume consta de uma caixa de madeira de 100 x 50 cm e 45 cm de profundidade. O fundo é composto por um conjunto de três telas de aço inox com abertura de 5, 1 e 0,5 mm respectivamente, permitindo a sustentação do seu conteúdo (solo e areia)³ com pouca deformação, a passagem livre da água e impedindo a oxidação e conseguinte formação de crostas.

Presos ao fundo da caixa encontram-se dois coletores de água de folha de flandres em forma de funil. Um capta a água correspondente a 70 cm do comprimento do flume, e o outro os demais 30 cm. Cada um dos funis direciona a água para um coletor final (garrafa de 2 litros).

Esta caixa experimental está acoplada a uma base de sustentação de madeira, onde junto à parte com o funil menor foi instalado um sistema de roldanas e cabo de aço, possibilitando variar a inclinação do flume.

O Conteúdo do Flume e a Montagem do Ensaio:

Inicialmente foi colocada uma camada de 5 cm de areia grossa em toda a superfície do flume. Em seguida, na parte logo acima ao funil maior (70 cm de comprimento) foi posta uma camada de 30 cm de solo de textura areno-argilosa (coletado no horizonte B de latossolo da Floresta da Tijuca) previamente peneirado em malha de 2 mm de abertura. O espaço correspondente à parte acima do funil menor foi preenchida com uma camada de 30 cm de areia grossa. Este último acoplado a um coletor serviu de controle, já que, através de uma tampa em sua parte superior não recebeu água diretamente do simulador. Isto significa que a água captada no funil menor corresponde ao fluxo subsuperficial lateral no solo, pois entre a areia e o solo não há uma barreira física.

² - A partir de agora serão chamados de “tubos de saída” este conjunto de tubos de nylon com os de silicone.

³ - No item seguinte será explicado em detalhe o conteúdo do flume.

Para evitar o efeito de selagem do solo e formação de crostas, devido ao impacto direto das gotas de chuva, por sobre o solo foi colocada uma camada de feltro, cuja alta permeabilidade serve apenas para evitar o impacto, mas não retêm ou impede a água de infiltrar rapidamente.

No caso dos ensaios com raízes, estas são artificiais, ou seja, cilindros de madeira pontiagudos na extremidade inferior que são embutidos no solo.

Numa segunda fase de experimentos, o flume foi preenchido com uma porção de 5cm de areia grossa, de modo a evitar o entupimento das telas como dito anteriormente, e posteriormente foi colocada uma camada de areia fina (coletada na praia de São Francisco, Niterói – RJ) por toda a extensão do flume. Em cima desta foi colocado o mesmo feltro visando impedir o impacto direto das gotas de chuva sobre o material. Para os ensaios com raízes os mesmos cilindros de madeira pontiagudos foram utilizados. Cabe ressaltar ainda, que mesmo toda a extensão da caixa sendo preenchida com o mesmo material, a porção do coletor menor foi mantida coberta de forma a se mensurar o fluxo subsuperficial lateral que por ele escoava.

OLIVEIRA FILHO (1987) descreve vários métodos de preparação das amostras, mas o método utilizado neste trabalho consiste em colocar a areia aos poucos ao passo em que se vai molhando-na bastante. Isso é necessário para que se alcance uma condição com um número de vazios mínimo na amostra, deixando-na com o adensamento ideal para a realização dos ensaios. Se a areia for colocada seca na caixa, à medida que for chovendo, esta vai se adensando até alcançar seu número de vazios mínimo e o seu volume seria consideravelmente diminuído. O fato desta já estar saturada no início do ensaio não representa problema, uma vez que os valores constantes de infiltração só são alcançados após a saturação e estes são os dados pertinentes.

As Diferentes Situações Ensaaiadas:

Inicialmente foram ensaiadas três situações de declividade diferentes: 0°, 5° e 15°, sempre com a porção de areia a favor do declive nas condições: solo homogêneo (SH), com raízes verticais (RV) e com dutos verticais (DV) para cada declividade. Foram realizados três ensaios para cada condição em cada declividade, totalizando 27 ensaios. Os ensaios têm uma duração média de 3:30 h, quando ocorre uma estabilização dos valores do escoamento vertical. Para esta fase dos experimentos o flume foi preenchido com uma porção maior de solo homogeneizado e outra porção (menor) de areia grossa.

Tabela 1: Síntese das condições ensaiadas nos experimentos com simulações de chuvas, segundo padrões de declividade e enraizamento.

Decliv. v.	Padrão Enraizamento	Decliv. .	Padrão Enraizamento	Decliv. .	Padrão Enraizamento
0°	Solo Homogêneo (SH)	5°	Solo Homogêneo (SH)	15°	Solo Homogêneo (SH)
0°	Raízes Verticais (RV)	5°	Raízes Verticais (RV)	15°	Raízes Verticais (RV)
0°	Dutos Verticais (DV)	5°	Dutos Verticais (DV)	15°	Dutos Verticais (DV)
0°	Areia Homogênea (AH)	5°	Areia Homogênea (AH)	15°	Areia Homogênea (AH)
0°	9 Raízes Laterais (RL=9)	5°	Raízes Laterais (RL=12)	15°	Raízes Laterais (RL=12)
0°	Raízes Laterais (RL=12)				

Mensuração das Simulações de Chuvas:

A preparação do ensaio começa com o flume coberto, de modo que a chuva não atinja o material dentro dele. Então o simulador é acionado e a intensidade da chuva, em mm/h é medida com a ajuda de dois pluviômetros feitos com garrafas *pet* de refrigerante de dois litros. Uma vez que a intensidade da chuva está regulada (no caso, em 20 mm/h aproximadamente), o flume é descoberto. Observa-se então o momento de gotejamento em cada coletor, tendo-se o tempo zero de cada um.

A partir daí, uma garrafa de dois litros é colocada em cada coletor e em intervalos de dez minutos estas são trocadas e a água coletada é medida com a ajuda de uma proveta graduada. Os valores são anotados numa planilha onde é feito o cálculo da proporção do escoamento pelo coletor maior, que representa a porcentagem do escoamento gravitacional. Este processo ia se repetindo até que se chegasse a valores constantes de porcentagem de escoamento. Ao fim do ensaio (que varia normalmente de 2:00h a 3:30h) a intensidade da chuva era medida de modo a verificar se houve variação significativa. Caso ocorresse, os ensaios nessas condições eram desprezados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimentos com solo:

Esta primeira etapa de experimentos consta daqueles realizados por JANSEN (2001) em sua dissertação de mestrado e serviram de comparação com os experimentos posteriores (realizados com areia). Para os ensaios de simulação de chuva na declividade de 0°, os quais serviram de base para observar a variação frente a mudança de inclinação, observa-se na Tabela 2 que, como esperado, em todas as condições houve o predomínio de fluxo vertical após a estabilização do ensaio. Isso ocorre porque em um ambiente plano, onde a

porção do flume preenchida com areia não recebeu chuva, há o predomínio da percolação vertical. Pequenas quantidades de água que escoaram através da areia, correspondem à água que percolou junto ao contato areia/solo. Mesmo assim, pode-se observar que os ensaios com raízes e com dutos atingiram valores próximos a 99% do escoamento total de água que percolou através do flume, apresentando superioridade frente aos ensaios sem raízes.

Nos ensaios realizados sob inclinação de 5°, já se pode observar a atuação com mais ênfase do fluxo subsuperficial lateral, o que acarretou, conseqüentemente, numa redução da componente gravitacional. A variação da percolação gravitacional obteve valores entre 20 e 55% e a presença de Raízes e Dutos Verticais alterou mais significativamente o comportamento do escoamento, conforme aponta a Tabela 2.

Quando analisado o comportamento do escoamento vertical nos ensaios realizados com 15° de inclinação, percebe-se que sob todas as diferentes situações ensaiadas predominou o fluxo subsuperficial lateral, que corresponde a água drenada através da areia (sempre valores superiores a 95%). Ao diferenciarmos este comportamento em função da presença de raízes, de dutos, e da ausência de ambos, nota-se que o fluxo vertical foi maior quando raízes foram embutidas no solo (4,1%), ou quando dutos verticais faziam parte da estrutura do solo (2,6%), enquanto frente à ausência de ambos o fluxo vertical foi praticamente nulo (1,3%).

Foram também realizados experimentos com areia, conforme discutido nos procedimentos metodológicos, sob declividades de 0°, 5° e 15°, onde foram obtidos os resultados das simulações nas condições com areia homogênea (AH) e raízes laterais (RL).

A Tabela 3 abaixo mostra que houve um aumento da percolação da água pelo coletor maior do flume (fluxo gravitacional), quando comparado com os ensaios com solo.

As simulações com raízes laterais (Tabela 3) foram feitas inicialmente utilizando-se uma densidade de raízes menor do que aquela utilizada nos experimentos anteriores (9 raízes ao invés de 12). No entanto, em função de permitir uma melhor comparação com os dados obtidos nos ensaios com solo, voltou-se a utilizar o número de raízes proposto anteriormente.

Para os experimentos com uma densidade de nove raízes, houve um aumento relativo de 1.64% na percolação, um valor menor do que o encontrado anteriormente no solo (2.7%). No entanto, tal resultado pode ser atribuído ao fato de se ter reduzido o número de raízes, bem como a sua posição vertical possivelmente ser mais eficientes na criação de fluxos preferenciais do que uma disposição lateral no flume.

Tabela 2: Variação na porcentagem de escoamento vertical (percolação da água no solo) nos ensaios sem raízes, com Raízes Verticais e com Dutos Verticais nas diferentes declividades .

<i>Condições</i>	<i>% do Escoamento Vertical</i>		<i>Aumento na percolação da água no solo</i>	
	<i>Média</i>	<i>Desv. Pad.</i>	<i>Variação absoluta (%)</i>	<i>Variação relativa (%)</i>
0° Solo Homogêneo	97.00	0.10		
0° Raízes Verticais	99.01	0.04	2.01	2.07
0° Dutos Verticais	98.99	0.07	1.99	2.05
5° Solo Homogêneo	26.24	0.47		
5° Raízes Verticais	48.36	1.84	22.12	84.30
5° Dutos Verticais	40.89	0.10	14.65	55.83
15° Solo Homogêneo	1.35	0.06		
15° Raízes Verticais	4.10	0.26	2.75	203.70
15° Dutos Verticais	2.58	0.08	1.23	91.11

Experimentos com Areia:

O resultado dos ensaios com 12 raízes laterais (Tabela 3) foi particularmente diferente do esperado. Ao invés do aumento na densidade de raízes favorecer uma maior percolação gravitacional (escoamento pelo coletor maior), o que se verificou é que a maior presença de raízes na condição 0° aumentou o fluxo subsuperficial lateral e que este foi ainda menor do que aquele coletado sem a presença de raízes (Areia Homogênea). Isso resultou num aumento relativo (em comparação com ausência de raízes) negativo. Contudo, em função do resultado ter sido tão atípico, não se deve descartar a possibilidade de ter ocorrido algum provável erro durante a execução dos experimentos e isso ainda merece ser apurado.

Nos ensaios realizados com 5° (Tabela 3) verificou-se um aumento bastante significativo da componente lateral, o que pode ser associado à declividade. Porém,

observou-se ainda que a variação na percolação quando da presença de raízes foi mais significativa do que na declividade anterior (aumento relativo de 20.58%), o que sugere uma maior efetividade do mecanismo de criação de caminhos preferenciais (raízes) sob uma declividade mais acentuada.

Analisando a Tabela 3 pode-se perceber que a componente gravitacional é pouco significativa em função da maior declividade (15°). Entretanto, esta inclinação da caixa também mostrou ser ainda mais atuante o papel das raízes na criação de fluxos preferenciais, o que pode ser expresso num aumento relativo bastante significativo do escoamento gravitacional, da ordem de quase 300%, quando comparado com a condição de Areia Homogênea.

Tabela 3: Variação na porcentagem de escoamento vertical pela areia (percolação da água no coletor maior) nos ensaios sem raízes e com raízes laterais nas diferentes declividades.

<i>Condições</i>	% do Escoamento		<i>Aumento na percolação da água na areia</i>	
	<i>Média</i>	<i>Desv. Pad.</i>	<i>Variação absoluta (%)</i>	<i>Variação relativa (%)</i>
0° Homogênea Areia	97.16	0.30		
0° Laterais=9 Raízes	98.75	0.20	1.59	1.64
0° Laterais=12 Raízes	96.96	0.26	-0.2	-0.21
5° Homogênea Areia	4.52	1.07		
5° Laterais=12 Raízes	5.45	0.14	0.93	20.58
15° Homogênea Areia	2.00	0.13		
15° Laterais=12 Raízes	7.78	0.76	5.78	289.0

5 CONCLUSÕES

A presença de raízes e dutos na matriz do solo promove um aumento na percolação da água em direção a maiores profundidades. Este aumento evidenciou um comportamento

diferenciado em função das declividades ensaiadas, sendo que na maior declividade (15°) ocorreu uma maior variação relativa da percolação da água, quando da presença de raízes e dutos. Os mecanismos iniciadores das rotas preferenciais de infiltração parecem atuar com mais ênfase sob maiores condições de umidade e em declividades mais acentuadas. Estas rotas preferenciais de infiltração permitem uma drenagem mais rápida do topo do solo, evitando a sobrecarga e o alcance de uma condição de saturação e conseqüente instabilidade dos materiais.

Os processos metodológicos utilizados nos experimentos anteriores levaram a pensar no grau de precisão dos ensaios, tendo em vista que o material utilizado anteriormente (solo) pode sofrer deformações que mascarem os resultados, bem como a preparação das condições de enraizamento pode criar pedoturbações que influenciem os experimentos. Neste sentido, minimizar essas oscilações se fez necessário, de modo a aumentar a acurácia dos resultados.

REFERÊNCIAS

- CASTRO Jr., E. de, **O Papel da Fauna Endopedônica na Estruturação Física do Solo e seu Significado para a Hidrologia de Superfície** (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ, 1991.
- COELHO NETTO, A. L., **O processo erosivo nas encostas do Maciço da Tijuca, RJ** (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ, 1979.
- COELHO NETTO, A. L., **Surface Hydrology and Soil Erosion in a Tropical Mountainous Rainforest Drainage Basin**, Rio de Janeiro (Tese de Doutorado). Universidade Católica de Leuven, 1985.
- COELHO NETTO, A. L., **“Overlandflow production in a tropical rainforest catchment: the role of litter cover”**, in *Catena*, 14: 213-231, 1987.
- FREIRE ALLEMÃO, A. V., **Recarga e Drenagem em Solos Florestados: o Papel dos Sistemas Radiculares** (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ, 1997.
- FREIRE ALLEMÃO, A. V.; NUNES, V. M.; JANSEN, R. C. e COELHO NETTO, A. L., **“Distribuição espacial dos sistemas radiculares em ambiente montanhoso florestal” in Anais do “VI Simpósio de Geografia Física Aplicada”**, Goiânia, V-1: 296-301, 1995.
- FREIRE ALLEMÃO, A. V.; JANSEN, R. C. e COELHO NETTO, A. L., **“Caracterização dos sistemas radiculares arbóreos nas encostas florestadas do Maciço da Tijuca – RJ”**, in **Anais do “VII Simpósio de Geografia Física Aplicada”**, Curitiba, PR, 1997.
- JANSEN, R. C. e COELHO NETTO, A. L., **“O Papel dos Sistemas Radiculares no Controle da Infiltração no Perfil do Solo: Experiências de Laboratório”**, in **Anais do I Fórum de Geo-Bio-Hidrologia**. Curitiba – PR, 1998.
- JANSEN, R. C.; CORRÊA, R. S.; BASILE, R. O. N. de C. e COELHO NETTO, A. L., **“Distribuição dos Sistemas Radiculares Arbóreos e sua Influência sobre a Hidrologia de Encostas Florestadas”**, in **Anais do III Simpósio Nacional de Geomorfologia**. Campinas – SP, 2000.
- JANSEN, R. C., **Caracterização Física dos Solos nas Encostas Florestadas do Maciço da Tijuca, RJ: o Papel dos Sistemas Radiculares** (Monografia de Bacharelado). Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ, 1996.
- JANSEN, R. C., **Distribuição dos Sistemas Radiculares em Encostas Florestadas e sua Influência sobre a Infiltração** (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ, 2001.

- NUNES, V. M.; CASTRO Jr., E. de e COELHO NETTO, A. L., “Bioporosidade e infiltração em solos florestados: o papel da fauna endopedônica”, **in Anais do “IV Simpósio de Geografia Física Aplicada”**, Rio de Janeiro, V-1, 1991.
- NUNES, V. M.; FREIRE ALLEMÃO, A. V.; MIRANDA, J. C. de; CASTRO Jr., E. de e COELHO NETTO, A. L., “Sistemas radiculares e hidrologia de encostas florestadas: Subsídios às análises de estabilidade”, **in Anais da 1ª COBRAE**, Vol. 3, 1992.
- OLIVEIRA FILHO, W. L. de, Considerações sobre Ensaio Triaxiais em Areias (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1987.
- PRANDINI, F. L.; GUIDICINI, G.; BOTTURA, J. A.; PONÇANO, W. L. e SANTOS, Á. R. dos, “Atuação da Cobertura Vegetal na Estabilidade de Encostas: uma Resenha Crítica”, **in Anais do 2º Congresso Brasileiro de Florestas Tropicais**. Mossoró-RN, 1976.
- SILVEIRA, C.S.; CORRÊA, R.S.; JANSEN, R.C.; BARBOSA, M.C. e COELHO NETTO, A.L. “Fluxos preferenciais em ambiente florestal: o papel dos sistemas Radiculares – Parque Nacional da Tijuca / RJ”, **in Anais do III COBRAE**, Rio de Janeiro – RJ, 2001.
- VALLEJO, L. R., **A Influência do “Litter” na Distribuição das Águas Pluviais** (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: IGEO/UFRJ, 1982.